

UDK 001

7

<https://doi.org/10.21857/9e31lhnwzm>

ISSN 1849-4285 (Online)

ISSN 1849-3998 (Tisak)

HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI  
CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

## CIVITAS CRISIENSIS

RADOVI ZAVODA ZA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI  
RAD KOPRIVNIČKO - KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE U KRIŽEVCIMA

PAPERS OF THE INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND  
ARTISTIC WORK OF KOPRIVNICA - KRIŽEVCI COUNTY IN KRIŽEVCI

Vol. 3



Zagreb - Križevci, 2018.

## CIVITAS CRISIENSIS

---

Adresa uredništva / *Address of the Editorial board*  
Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad  
Koprivničko-križevačke županije,  
Ivana Zakmardija Dijankovečkoga 3, 48260 Križevci  
Email: peklic@hazu.hr

Glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-chief*  
Franjo Tomić (Zagreb)

Uredništvo / *Editorial board*  
Ferdo Bašić (Križevci)  
Dragutin Feletar (Koprivnica)  
Franjo Husinec (Križevci)  
Hrvoje Petrić (Koprivnica)  
Siniša Srećec (Križevci)  
Mladen Tenodi (Križevci)  
Marija Vukobratović (Križevci)

Izvršni urednici / *Review editors*  
Ferdo Bašić (Križevci)  
Ivan Peklić (Križevci)  
Siniša Srećec (Križevci)  
Aco Zrnić (Zagreb)

Godišnjak / *Annual*

Objavljeno uz potporu / *Supported by*  
Koprivničko-križevačka županija i Grad Križevci

Elektronička inačica svih tekstova dostupna je na središnjem portalu hrvatskih  
znanstvenih i stručnih časopisa HRČAK  
Digital version of all papers is available at the central portal of Croatian  
scientific and professional journals HRČAK  
URL: <http://hrcak.srce.hr/civitascrisiensis>

UDK 001

7

<https://doi.org/10.21857/9e31lhnwzm>

ISSN 1849-4285 (Online)

ISSN 1849-3998 (Tisak)

---

HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI  
CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

## CIVITAS CRISIENSIS

RADOVI ZAVODA ZA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI  
RAD KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE U KRIŽEVCIMA

PAPERS OF THE INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND  
ARTISTIC WORK OF KOPRIVNICA-KRIŽEVCI COUNTY IN KRIŽEVCI

Vol. 3





## SADRŽAJ / CONTENTS

FRANJO TOMIĆ

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Riječ urednika.....         | 1 |
| A word from the Editor..... | 5 |

RADOVI IZLOŽENI NA OKRUGLOM STOLU *PROŠLOST, SADAŠNJOST I BUDUĆNOST PČELARSTVA U HRVATA* U ORGANIZACIJI ZNANSTVENOG VIJEĆA ZA ZAŠTITU PRIRODE I ZNANSTVENOG VIJEĆA ZA POLJOPRIVREDU I ŠUMARSTVO HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI, ZAGREB  
Zagreb, prosinac 2016.

PAPERS PRESENTED AT ROUND TABLE DISCUSSION *PAST, PRESENT AND FUTURE OF BEEKEEPING IN CROATIA* IN ORGANISATION OF SCIENTIFIC COUNCIL FOR AGRICULTURE AND FORESTRY OF THE CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS, ZAGREB,  
December 2016

STIPAN PEKANOVIĆ

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Povijest pčelarstva u Hrvata.....     | 11 |
| History of Beekeeping in Croatia..... | 31 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>   |    |

NIKOLA KEZIĆ, ZLATKO PUŠKADIJA

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Suvremeni izazovi pred hrvatskim pčelarstvom ..... | 33 |
| Modern challenges in Croatian Beekeeping.....      | 41 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                |    |

DRAGAN BUBALO, TONČI PRNJAK

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Medonosne paše na području Hrvatske ..... | 43 |
| Honey bee forages in Croatia .....        | 58 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>       |    |

MARICA MAJA DRAŽIĆ, GORDANA DUVNJAK, JANJA FILIPI

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zaštita biološke raznolikosti izvorne pasmine sive pčele<br>( <i>Apis mellifera carnica</i> ) uzgojem na području Hrvatske.....   | 59 |
| Protection of biological diversity through utilization of the Carniolan<br>bee ( <i>Apis mellifera carnica</i> ) in Croatia ..... | 69 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                               |    |

DELKO BARIŠIĆ, NIKOLA KEZIĆ, DRAGAN BUBALO, MAJA DRAŽIĆ,  
LIDIJA SVEČNJAK, IVAN SELETKOVIĆ, ŽELJKA ZGORELEC,  
MARINA POPIJAČ, DOMAGOJ BARIŠIĆ, IVANA TUCAKOVIĆ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mogućnost detekcije onečišćenja okoliša radiocezijem 137Cs,<br>određivanjem aktivnosti 137Cs u uzorcima meda ..... | 71 |
| Ability of environmental contamination detection by honey .....                                                    | 85 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                |    |

FERDO BAŠIĆ, SLAVKO MATIĆ

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zaključci okruglog stola <i>Prošlost, sadašnjost i budućnost pčelarstva<br/>u Hrvata</i> .....                   | 87 |
| Conclusions of round table discussion <i>Past, present time and future of<br/>beekeeping among Croatia</i> ..... | 92 |

RADOVI IZLOŽENI NA ZNANSTVENOM SKUPU DEMISTIFIKACIJA  
I VALORIZACIJA UZGOJA I UPORABE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.)  
U INDUSTRIJSKE I FARMACEUTSKE SVRHE U ORGANIZACIJI  
ZAVODA ZA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI RAD  
HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI  
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE, KRIŽEVCI  
Križevci, listopad 2015.

PAPERS PRESENTED AT SCIENTIFIC MEETING DEMISTIFICATION  
AND VALORISATION OF CULTIVATION AND USE OF HEMP (*Cannabis  
sativa* L.) FOR INDUSTRIAL AND PHARMACEUTICAL PURPOSES  
ORGANISED BY THE INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH  
AND ARTISTIC WORK OF THE CROATIAN ACADEMY OF  
SCIENCES AND ARTS OF KOPRIVNICA-KRIŽEVCI COUNTY IN  
KRIŽEVCI, October, 2015

IVANA KELLER

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Konoplja u etnobotanici i etnomedicini.....                     | 99  |
| <i>Cannabis sativa</i> L. in ethnobotany and ethnomedicine..... | 115 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                             |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ZVJEZDANA AUGUSTINOVIĆ, MILAN POSPIŠIL, JASMINKA BUTORAC                                                                                                                                                                                                       |     |
| Konoplja kao industrijska biljka .....                                                                                                                                                                                                                         | 117 |
| <i>Hemp as industrial plant.....</i>                                                                                                                                                                                                                           | 127 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                                                                                                                                                            |     |
| ARNO. HAZEKAMP, TJALLING ERKELENS, MARTA GOLD                                                                                                                                                                                                                  |     |
| Standardizacija kao alat za propisivanje lijekova na bazi kanabinoida ...                                                                                                                                                                                      | 129 |
| Standardization as a tool for prescribing cannabis based medicines.....                                                                                                                                                                                        | 134 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                                                                                                                                                            |     |
| MARINKO PETROVIĆ, ANDREA GROSS-BOŠKOVIĆ,                                                                                                                                                                                                                       |     |
| VLATKA BUZJAK SLUŽEK                                                                                                                                                                                                                                           |     |
| Analiza industrijske konoplje.....                                                                                                                                                                                                                             | 135 |
| Analysis of industrial hemp .....                                                                                                                                                                                                                              | 146 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                                                                                                                                                            |     |
| SINIŠA SREČEC                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
| Osvrt na znanstveni skup „Demistifikacija i valorizacija uzgoja i upotrebe konoplje ( <i>Cannabis sativa</i> L.) u industrijske i farmaceutske svrhe“ .....                                                                                                    | 147 |
| Overview of the scientific meeting “Demistification and valorisation of Hemp ( <i>Cannabis sativa</i> L.) cultivation and usage for industrial and medicinal purposes” .....                                                                                   | 149 |
| RAD IZLOŽEN NA OKRUGLOM STOLU UZGOJ VOĆARSKIH KULTURA U ORGANIZACIJI ZAVODA ZA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI RAD HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE, KRIŽEVCI Križevci, rujan 2014.                                |     |
| PAPER PRESENTED AT ROUND TABLE DISCUSSION ON CULTIVATION OF FRUIT CULTIVARS IN ORGANISATION OF THE INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND ARTISTIC WORK OF THE CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF KOPRIVNICA-KRIŽEVCI COUNTY IN KRIŽEVCI, September, 2014 |     |
| TOMISLAV JEMRIĆ, PETRA ŠKRLEC, MIHAELA BLAŽINKOV, MARTINA SKENDROVIĆ BABOJELIĆ, GORAN FRUK, MARKO VUKOVIĆ                                                                                                                                                      |     |
| Djelovanje mikorize na rast i rodnost voćaka .....                                                                                                                                                                                                             | 153 |
| Effect of mycorrhiza on growth and yield of fruit trees.....                                                                                                                                                                                                   | 165 |
| <i>Pregledni rad / Review paper</i>                                                                                                                                                                                                                            |     |



## RIJEČ UREDNIKA

Poslanje Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti Koprivničko-križevačke županije u Križevcima poticaj je razvoja znanstvenog i umjetničkog rada i pomoć napretku gospodarstva, prije svega na prostoru ove županije. To se među ostalim ostvaruje održavanjem znanstveno-stručnih skupova, samostalno ili u suradnji, te objavom na njima znanstvenoj, stručnoj i široj javnosti predstavljenih radova u svojim publikacijama. Na taj način poznati znanstvenici iznose ostvarene rezultate istraživanja o značajnim prirodnim, društvenim, gospodarskim i općim životnim pitanjima i tako upoznaju javnost sa značajnim dostignućima, dvojabama i napretkom.

U tu svrhu ovaj treći po redu broj naše publikacije *Civitas crisiensis* prikazuje radove s triju prethodno održanih znanstvenih skupova.

Prvi je okrugli stol održan u Zagrebu, u prosincu 2016., u organizaciji Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode i Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti pod naslovom ***Prošlost, sadašnjost i budućnost pčelarstva u Hrvata***. Zamisao o njegovu održavanju pokrenuo je i predstavio akademiku Zvonku Kusiću, predsjedniku HAZU-a, diplomirani pravnik Stipan Pekanović, naš Hrvat iz Sombora, veliki promicatelj pčelarstva i dugogodišnji voditelj Europskog sajma i burze pčelarstva u Somboru, koji je osmislio, organizirao i vodio tri Svjetska pčelarska sajma i burze – u Badenu kod Beča 2000., Novom Vinodolskom 2004. i Milanu 2007. godine. Na skupu su poznati hrvatski znanstvenici iz područja pčelarstva prikazali znanstvene rezultate o aktualnim pitanjima i problemima pčelarstva, odnosno melitologije. Otvaranje skupa predsjednik Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, akademik Zvonko Kusić, završava riječima: „...uvjeravali su me da su po uzoru na neumorne pčele-radilice radišnost kao vrijednosni sustav preuzeli pčelari i znanstvenici koji se bave ovom tematikom. Mislim da imamo što od njih čuti pa im dajem riječ i želim uspješan, plodan rad i poticajne zaključke koji će uroditi novim, slatkim plodovima.“ Tako je i bilo! Istaknut je značaj pčele i pčelarstva za biosferu, evoluciju i širenje cvjetnica – kritosjemenjača mezozoika (gornje krede) – prije 120 milijuna godina pa sve do danas. Medonosna pčela „dočekala“ je hominide i „prati“ *Homo sapiens*, koji će je možda „stajati glave“. Temeljna uloga pčele bila je i ostala ekološko-regulacijska u biosferi, a „usput“ nas časti medom, voskom,

propolisom, mliječi... Obavljajući oprašivanje, odnosno oplodnju samoniklih i kultiviranih biljnih vrsta, osiguravaju se opstanak i širenje biološke raznolikosti na Zemlji. Tako pčela značajno sudjeluje u proizvodnji hrane. Nažalost, rezultati istraživanja u svim područjima svijeta već duže vrijeme ukazuju na upitnu održivost pčelinjih zajednica zbog primjene kemijskih sredstava u svrhu zaštite biljnih i životinjskih vrsta u poljoprivredi i šumarstvu, a i klimatske promjene nepovoljno utječu na pčele. Ovi razlozi izazivaju zabrinutost, posebno znanstvene i stručne javnosti, pa je i Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti uključena u rješavanje tih problema.

Sudionici Okruglog stola razmotrili su i prihvatili prijedlog gosp. Stipana Pekanovića, diplomiranog pravnika, da se u Novom Vinodolskom, kao mjestu prvog pisanog spomena pčele u pravnim aktima među svim državama Slavena (Vinodolski zakonik iz 1288. godine), podigne spomenik pčeli. Akademija je s tim zaključkom upoznala čelnništvo Grada. Gradonačelnik, gospodin Velimir Piškulić, svesrdno je prihvatio tu zamisao pa se aktivnosti na njejoj provedbi nastavljaju.

Drugi, na stanoviti način i naslovom i sadržajem intrigantan znanstveni skup, Zavod je organizirao u Križevcima u listopadu 2015. pod naslovom *Demistifikacija i valorizacija uzgoja i uporabe konoplje (Cannabis sativa L.) u industrijske i farmaceutske svrhe*. Cijeli rod *Cannabis*, koji je s konopljom kao vrstom tradicionalno značajne zastupljenosti na europskim i hrvatskim oranicama, u svijetu doživljava sveopći i sveobuhvatni progon, pravi progom zbog zloupotrebe vrste *Cannabis indica*. Genetičari, selekcionari i srodni stručnjaci s razlogom se pitaju gdje bi danas bila tekstilna industrija da su se sredstva uložena u sintetička vlakna usmjerila u selekciju konoplje za prirodna vlakna. To će pitanje zauvijek ostati bez odgovora. Na skupu su znanstvenici iz Hrvatske i Nizozemske predstavili radove u kojima su analizirali konoplju s etnobotaničkog i ekološkog aspekta te su za javnost razjasnili nepoznanice o upotrebi konoplje u industrijske i medicinske svrhe. Činjenica da je nakon održanog skupa službeno objavljen Pravilnik o korištenju lijekova, koji su mjerodavne državne institucije prihvatile i po kojem se određenoj skupini bolesnika u nas odobravaju lijekovi proizvedeni iz medicinske konoplje, potvrdila je opravdanost i korist teme koja je obrađena na ovom znanstvenom skupu.

U ovom broju, na njegovu kraju, donosimo rad pod naslovom *Djelovanje mikorize na rast i rodnost voćaka*, koji je prof. dr. sc. Tomislav Jemrić sa suradnicima izložio na okruglom stolu o voćarstvu, koji je organizirao naš Zavod u Križevcima u lipnju 2014. Mikoriza je simbioza korijena viših biljaka i gljiva od koje obje vrste imaju koristi. Utječe na prirodnu ishranu biljke, napose fosforom, koji je inače teško pokretljiv pa u tlima siromašnim fosforom često dolazi do nje-

gova nedostatka u zoni korijena. Mikorizom, uz pomoć gljiva, biljke mogu mobilizirati i translocirati fosfor i druga hranjiva (dušik, kalcij, cink, kalij), primajući ih pomoću hifa koje prodiru i izvan (ispod) rizosfere. To su hranjiva nedostupna biljkama i/ili hranjiva koja su već isprana pa bi inače onečistila podzemnu vodu ili bi uzrokovala eutrofizaciju voda u vodotocima. Još je zanimljivije, a potencijalno od velikog praktičnog značaja, što mikorizna gljiva predstavlja barijeru u korijenu i stabljici prema primanju toksičnih metala i stvara otpornost biljke na teške metale. Budući da se mikorizom prirodi voćarskih kultura povećavaju oko 50%, počinje se više koristiti ova simbioza, u svijetu i u nas.

Temeljem rečenog, čitateljima će radovi objavljeni u ovom broju časopisa *Civitas crisiensis* zasigurno korisno poslužiti za dopunu dosadašnjih saznanja o značaju pčelarstva i uzgoja pčela za život ljudi te opasnostima za opstanak pčelinjih zajednica, posebno u onečišćenim ekosustavima. Isto tako, prikazane vrijednosti konoplje te njezin uzgoj u industrijske i medicinske svrhe nisu značajni samo za znanstvenike i stručnjake već su korisni i za studente te uzgajivače konoplje. Znanstvene i stručne koristi u svakom slučaju pružit će i prikazani rad o mikorizi pri uzgoju voćarskih kultura.

Na kraju, kao urednik želim zahvaliti svim autorima i recenzentima prikazanih radova. Hvala lektoru napisanih tekstova, prof. Tomislavu Hrebaku, kao i prevoditeljici dijela teksta na engleski jezik, dr. sc. Valentini Papić Bogadi. Sa zadovoljstvom zahvaljujem akademiku Ferdi Bašiću i akademiku Slavku Matiću za uspješno obavljenju ulogu moderatora i autorstvo korisnih *Zaključaka* okruglog stola o pčelarstvu. Isto tako zahvalnost upućujem i prof. dr. sc. Siniši Srećecu, također za obavljenju ulogu moderatora i autorstvo teksta *Osvrt na znanstveni skup o konoplji*. Hvala upravitelju našeg Zavoda u Križevcima, dr. sc. Ivanu Pečkliću, kao i gospodinu Aci Zrniću – zaduženom za izdavačku djelatnost Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, za uložene sposobnosti i napore pri svladavanju izazova koji su se pojavili pri ostvarivanju ove publikacije.

Bez financijske potpore Koprivničko-križevačke županije i Grada Križevaca Zavod ne bi mogao tiskati svoja djela, kao ni ovaj broj časopisa *Civitas crisiensis* pa Županiji i Gradu ostajemo zahvalni za sva svoja izdanja.

Glavni urednik,  
akademik Franjo Tomić



## A WORD FROM THE EDITOR

The Institute of Scientific Research and Artistic Work of the Croatian Academy of Sciences and Arts of Koprivnica-Križevci County in Križevci has a mission to support development of scientific and artistic work and positively influence economic development, primarily in the region of this county. The Institute accomplishes its task by means of organising scientific and professional meetings, both independently and in collaboration with other institutions, and in its publications it informs professional and general public about scientific and professional papers presented at those meetings. In this way well known scientists present results of their research about significant natural, social, economic and general topics and inform the public about significant achievements, doubts and progress.

For this reason the third volume of our publication *Civitas crisiensis* presents papers from the three previously held scientific meetings.

The first round table was held in Zagreb, in December 2016, and it was organised by Scientific council for environment protection and Scientific council for agriculture and forestry of the Croatian Academy of Sciences and Arts under the title: *Past, present and future of beekeeping in Croatia*. The idea to organise it came from a distinguished propagator of beekeeping and a long-standing director of the European beekeeping fair in Sombor, our Croat from Sombor, graduate lawyer Stipan Pekanović, who organized three World beekeeping fairs: in Baden near Vienna in 2000, Novi Vinodolski in 2004 and Milan in 2007, and who presented it to Academy president, academician Zvonko Kusić. At the round table well-known Croatian scientists in the field of beekeeping presented their scientific results related to current topics and problems in beekeeping, i.e. melittology. Director of the Croatian Academy of Sciences and Arts, academician Zvonko Kusić ended his opening speech with these words: „...they tried to convince me that like tireless worker bees, beekeepers and scientists that deal with this topic have assumed diligence as value to their system. I believe that they have a lot to tell, so I give the word to them and hope that their work will be successful and fruitful with encouraging conclusions resulting in new, sweet fruits“. It was exactly like that! The scientists emphasized the importance of bees and beekeeping for biosphere, evolution and expansion of flowering plants – angiospermae of Mesozoic and late Jurassic – starting

120 million years ago up to the present day. Honey bee was here to „greet“ the hominids and „follow“ *Homo sapiens*, which may „cost them their heads“. Bees have always played a ecological and regulatory role in the biosphere, at it has also treated us with honey, wax, propolis and gelee royale „along the way“. Pollination and fertilization of self-sowing and cultivated plants ensure survival and spreading of biological diversity on Earth. Bees to a significant extent participate in production of food. Unfortunately, research results from all parts of the world have for a longer period been indicating questionable sustainability of bee colonies due to application of chemical substances for protection of plant and animal species in agriculture and forestry, whereas bees are additionally negatively affected by climate changes. These reasons raise concern of scientific and professional public, therefore Croatian Academy of Sciences and Arts is included in finding solutions to these problems.

Participants of the Round table considered and accepted the proposal of Stipan Pekanović, graduate lawyer, to build a monument to the bee in Novi Vinodolski - a place where the bee was first mentioned in written form in legal documents among all of the Slavic states in Vinodol statute from 1288. The Academy informed town administration about this conclusion and the mayor Velimir Piškulić embraced the idea wholeheartedly, which resulted in continuation of its implementation.

Another scientific meeting with intriguing title and topic was organized by the Institute in Križevci in October 2015. The meeting was held under the title: ***Demistification and valorisation of hemp (Cannabis sativa L.) cultivation and usage for industrial and medicinal purposes.*** The entire genus *Canabis* which is along with hemp traditionally represented on European and Croatian fields has been pandemically exposed to prosecution due to misuse of the species *Canabis indica*. Geneticists – selectionists and affined professionals have every reason to ask where the textile industry would be today, had the resources invested in synthetic fibers been channeled to selection of hemp for production of natural fibers. This question will never be answered. At the meeting scientists from Croatia and from the Netherlands presented their papers, in which they analysed hemp from ethnobotanical and ecological aspect and they clarified uncertainties regarding the use of hemp for industrial and medicinal purposes. The fact that after the meeting had been held, the authorised state institutions accepted the Rulebook on usage of medications, according to which certain groups of patients in our country can be treated with medications produced from medicinal hemp substantiates both justifiability and benefits of the topic that was discussed at this scientific meeting.

At the end of this volume we present the paper under the title: *Effect of mycorrhiza on growth and yield of fruit trees* which Tomislav Jemrić with associates presented at the round table discussion on fruit growing, organised by our Institute in Križevci in 2014. Mycorrhiza is symbiosis of the root of taller plants and mushrooms and it is beneficial for both species. It influences natural absorption of nutrients, primarily phosphorus, which generally has poor motility causing lack of phosphorus in the root zone in phosphorus deficient soils. By means of mycorrhiza the plants use mushrooms to mobilize and translocate phosphorus and other nutrients (nitrogen, calcium, zinc, potassium) absorbing them with their hyphae which grow outside (under) the rhizosphere. These nutrients are either not accessible to plants or would pollute the groundwater and cause eutrophication of water in brooks had they been washed out. What is even more interesting, and is potentially of great practical importance, is the fact that the mycorrhizal mushroom represents barrier in the root and stem, thus preventing the absorption of toxic metals and resulting in resistance of the plant to heavy metals. Since mycorrhiza increases the yield of fruit cultures for some 50%, this kind of symbiosis has been increasingly used at home and abroad.

Based on the previously stated, the readers will surely benefit from reading the papers published in this volume of *Civitas crisiensis* because they will expand their former knowledge about the importance of beekeeping for humans and threats to survival of bee colonies, especially in the polluted ecosystems. Furthermore, presented values of hemp and its cultivation for industrial and medicinal purposes are not significant only for scientists and professionals, but can be of use for students and farmers who cultivate hemp. Scientific and professional benefits will also be obtained from the presented paper on mycorrhiza in cultivation of fruit trees.

Finally, as editor, I would like to thank all the authors and reviewers of the presented papers. My thanks also go to the language editor of the written texts prof. . . ., and to Valentina Papić Bogadi, who translated some parts of the papers to English. It is with pleasure that I give my thanks to the academicians Ferdo Bašić and Slavko Matić, for successfully moderating and comprising useful Conclusions of the round table on beekeeping. I would also like to thank Siniša Srećec for moderation and authorship of the text *Overview of the scientific meeting on hemp*. Many thanks to head of our Institute in Križevci, Ivan Peklić and to Aco Zrnić, who is in charge of publishing activity of the Croatian Academy of Sciences and Arts, for their efforts and contribution during preparation of this publication.

Without financial support of Koprivnica-Križevci County and Town of Križevci the Institute would not be able to print and publish its work, including

this volume of *Civitas crisiensis*, and we are therefore thankful to the County and the Town for all our publications.

Editor-in-chief:  
Franjo Tomić  
Fellow of Croatian Academy of Science and Arts

RADOVI IZLOŽENI NA OKRUGLOM STOLU *PROŠLOST, SADAŠNJOST I  
BUDUĆNOST PČELARSTVA U HRVATA* U ORGANIZACIJI ZNANSTVENOG  
VIJEĆA ZA ZAŠTITU PRIRODE I ZNANSTVENOG VIJEĆA ZA  
POLJOPRIVREDU I ŠUMARSTVO HRVATSKE AKADEMIJE  
ZNANOSTI I UMJETNOSTI, ZAGREB Zagreb, prosinac 2016.

PAPERS PRESENTED AT ROUND TABLE DISCUSSION *PAST, PRESENT AND  
FUTURE OF BEEKEEPING IN CROATIA* IN ORGANISATION OF SCIENTIFIC  
COUNCIL FOR AGRICULTURE AND FORESTRY OF THE CROATIAN  
ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS, ZAGREB, December 2016



# POVIJEST PČELARSTVA U HRVATA

## HISTORY OF BEEKEEPING IN CROATIA

STIPAN PEKANOVIĆ

UDK/UDC 638.1(497.5)

Pregledni rad / Review paper

Primljeno/Received: 01. 08. 2017.

Prihvaćeno/Accepted: 20. 08. 2017.

<https://doi.org/10.21857/mzvkptzg39>

*Veliki promicatelj pčelarstva, dugogodišnji (1974. – 1988.) voditelj Europskog sajma i burze pčelarstva u Somboru, koji je osmislio i kao predsjednik vodio tri Svjetska pčelarska sajma i burze; prvi u Badenu kod Beča (2000.), drugi u Novom Vinodolskom (2004.) i treći u Milanu (2007.), raščlanjuje značaj pčele te povijest svjetskog pčelarstva i pčelarstva u Hrvata – od prvog pisanog spomena pčelarstva u Vinodolskom zakoniku iz 1228. godine do danas. Osim što milijunima godina naše pretke i nas opskrbljuje medom, voskom i drugim proizvodima, kao oprašivač kulturnog bilja i bilja u prirodi pčela utječe i na prinos poljoprivrednih kultura, rasprostranjenost i bogatstvo vrstama prirodnih biljnih zajednica – šumskih fitocenoza. EU je najveći svjetski proizvođač, ali i potrošač – uvoznik meda. Sa svojom autohtonom pasminom sive pčele (*Apis mellifera carnica*), prilagođenom prilikama i posebnostima te bogatoj i raznolikoj pčelinjoj paši panonske, gorske i jadranske poljoprivredne regije Hrvatska ima sve uvjete za stalni napredak pčelarstva. Autor predlaže podizanje spomenika pčeli u Novom Vinodolskom – mjestu prvog pisanog spomena pčela u Hrvata.*

**Ključne riječi:** povijest pčelarstva, Vinodolski zakonik, Svjetski sajam i burza pčelarstva

### UVOD / (FOREWORD)

Kao oprašivači bilja kukci su snažno utjecali na pojavu, širenje, evoluciju, bogatstvo i raznolikost života na Zemlji. Evolucija bilja i pojava bilja s cvjetovima – kritosjemenjača koje oprašuju kukci – koncem mezozoika, u gornjoj kredi, prije oko 120 milijuna godina potiče i evoluciju kukaca (More, 1976; Engel, 1998, 2001). Oni su danas brojem i masom najraširenija živa bića na Zemlji, što oslikava podatak koji navodi Wilson (2009) – da je masa mrava i ljudi približno jednaka. Važno mjesto među kukcima oprašivačima zauzimaju pčele, inače biološki srodnici osa i mrava, koje proučava grana entomologije koja se naziva melitologija (grčki:

mellis = pčela). Danas na Zemlji živi oko 20 000 vrsta pčela, no samo ih šest vrsta proizvodi i skladišti med, od čega četiri uzgaja čovjek. Među njima prvo mjesto pripada najznačajnijoj, europskoj medonosnoj pčeli (*Apis mellifera*), koja se u Hrvatskoj do danas održala kao autohtona pasmina pod nazivom europska siva pčela (*Apis mellifera carnica*), koja proizvodi med i pčelinji vosak. Kako su utvrdili Poinar i Danforth (2006), pčela medarica javila se na Zemlji daleko prije predaka čovjeka. Evoluirala je iz ose, koja je bila predator – kukcojed, a na „vegetarijansku ishranu“ prešla je prije nekoliko desetaka (40 – 80) milijuna godina. Najstariji fosil izumrle vrste pčele medarice *Melittosphex burmensis* nađen je u Mijanmaru (Burmi). Starost mu je, procijenjena na temelju starosti jantara u koji je fosil bio uklopljen, 100 milijuna godina (gornja kreda).

Rasprostranjena je na svim kontinentima i staništima na kojima obitava cvjetno bilje, osim Antarktike, ali po brojnosti dominiraju Europa i Sjeverna Amerika.

## POVIJEST SVJETSKOG PČELARSTVA / HISTORY OF WORLD BEEKEEPING

Povijest čovjeka nerazdvojiva je od povijesti pčela. Malo je živih bića toliko privuklo čovjeka kako je to učinila malena pčela. Prihvatili su se polazište da mlijeko i meso prije konzumiranja „moramo“ prokuhati/ispeći, med je jedini proizvod metabolizma neke životinje koji čovjek izravno jede. Pčela je jedini Božji stvor za kojega se kaže da umire. Lunde (2015) navodi da su se medom divljih pčela počeli hraniti primati, zatim nastavile vrste roda *Homo*, isprva *Homo habilis* i *Homo erectus*, a otprije 200 – 400 tisuća godina i *Homo sapiens*, najprije otimanjem od divljih pčela uz trpljenje njihovih uboda, zatim gušenjem pčela dimom, a poslije toga izgonom dimom. O tome svjedoči najstariji, oko 30 000 godina star crtež iz neolitika (5 000 – 7 000 godina prije Krista) u pećini Cueva de la Arana u blizini Valencije. Prikazuje čovjeka s posudom koji iz pukotine u stijeni uzima saće, a pčele se, otjerane dimom, udaljavaju od skrovišta. U nekim narodima i danas postoje „lovci na med“. Konačno, prelaskom na uzgoj bilja i stoke (poljoprivredu) i sjedilački način života, prije oko 10 000 godina naš predak udomljuje pčelu i postupno ovladava vještinom njezina držanja. To traje do danas. Premda uklanjanje prirodne vegetacije za potrebe novih oranica smanjuje pčelinju pašu, čini se da širenje tradicionalne poljoprivrede nije ugrozilo pčelu jer su voćne vrste, a od oraničnih uljana repica, lucerna i ljekovito bilje (lavanda) bogata pčelinja paša. Ozbiljne su, sudeći po nekim indicijama, i utemeljene sumnje da današnji način života i poljoprivredna praksa ugrožavaju opstanak te vrijedne radilice.

Pčela i pčelari imaju svog nebeskog zaštitnika – svetog Ambroza. Kao biskup Milana u propovijedi svojoj pastvi pčelinju košnicu opisuje kao zajednicu u kojoj

vladaju red i rad, a pčele predstavljaju sve što je uređeno, pobožno, uzvišeno i sveto. Na slikama ga prikazuju pred košnicama, okruženog pčelama. Sedmi prosinca Crkva slavi svetog Ambroza kao biskupa i naučitelja, a pčelari kao svog sveca zaštitnika. Njemu se u čast redovnici pčelarskog Reda svetog Ambroza, ambrozijanci iz Mađarske, Rumunjske, Češke, Slovačke, Slovenije i Hrvatske svake prve nedjelje u prosincu okupljaju i odjeveni u za te prilike šivane svečane odore svetkuju misu posvećenu svetom Ambrozu, zaštitniku pčela i pčelara. Na tom bogoslužju posvećuju se zastave svih novih pčelarskih udruga. U početku se ovaj dan obilježavao isključivo u Hlebinama, a tek se posljednjih godina obilježava i drugdje.



Slika 1. Sveti Ambroz, zaštitnik pčela i pčelara, bio je i izuzetan pjesnik i vješt govornik pa se govorilo da mu "iz usta teku riječi slatke poput meda".

(Holly Ambrosius – patron of beekeepers)

Pčelarstvo ili apikultura (latinski apis = pčela) razvija se tisućljećima. Kinezi poznaju medovinu kao pčelinji proizvod 7 000 godina prije Krista. Stari Egipćani, a zatim i Asirci uzgajaju pčele oko 2 600. godine pr. Kr. Grci su tu vještinu preuzeli od Egipćana, a Rimljani od Grka.

U antičkom Egiptu za „seleće pčelarenje“ uz rijeku Nil korištene su košnice cilindričnog oblika izrađivane od isprepletenih grana i trske, obložene blatom. Za izradu košnica na Bliskom istoku korištena je terakota, a u središnjoj Europi izdubljeni trupci ili posude od slame i trave, obložene glinom.

Vino od meda ili medovina uz medenu je rakiju vjerojatno jedno od najstarijih alkoholnih pića koje je čovjek konzumirao. Arheološki nalazi o proizvodnji medovine na području sjeverne Kine datiraju 7 000 godina prije Krista. Riječ je o keramičkim posudama koje su sadržavale smjesu meda, riže i lokalnih plodova koji su u njima fermentirali (Moore, 1976). Izraz „medeni mjesec“ prema jednom je vjerovanju nastao uz babilonski običaj da roditelji nevjestе mjesec dana nakon vjenčanja ženika poje medovinom, a po drugom „medeni mjesec“ potječe iz sjeverne Europe, gdje su mladenci mjesec dana prije vjenčanja svaki dan pili po jednu čašu medovine.

Med ima značajno mjesto u kulinarstvu. Raritet je da su na Javi sušene ličinke iz pčelinjeg saća pomiješane sa sjeckanim kokosom cijenjena kulinarska delicija.

Aristotel je prvi proučavao pčele i prvi je zapisao da pčele posjećuju istu vrstu cvijeca sve dok na njemu nalaze polen, usprkos pojavi drugih cvjetova, a njegovi zapisi dugo su bili jedini izvor informacija o toj temi. Stari Grci prakticirali su „seleće“ pčelarstvo. U Indiji je med smatran afrodizijakom i korišten je kao glavni sastojak ljubavnih napitaka.

Štovanje pčele i korištenje meda tijekom cijele su povijesti motivi književnih djela, njima u slavu ispjevane su mnoge pjesme i ode, ispisani stihovi, a nalazimo ih i u mitologiji, narodnom pamćenju, izrekama, folkloru i religiji, odnosno u vjerskim obredima.

Pronalaskom mikroskopa koncem 17. stoljeća razvoj pčelarstva dobiva novi zamah. Švicarski prirodoslovac Huber (1750. – 1831.) izradio je prvu košnicu s pomičnim saćem, rasvijetlio način oplodnje matice i nastanak voska iz voštanih žlijezda, a američki svećenik Lorenz Lorraine Langstroth (1810. – 1895.), utemeljitelj („otac“) američkog pčelarstva, 1851. godine izumio je modernu košnicu s pokretnim saćem i napisao knjigu *Pčela i košnica*, koja je i danas klasika pčelarstva. Posljednje je značajno otkriće izum vrcanja meda bez uništavanja saća.

Važnost meda ostaje neupitna i nepromijenjena do početka industrijske proizvodnje šećera iz šećerne trske, a zatim iz šećerne repe sredinom 18. stoljeća. Znatno jeftiniji i za prijevoz, korištenje i skladištenje jednostavniji šećer mijenja navike, potiskuje med i smanjuje mu vrijednost.

No postupno se uočava značaj pčela kao polinatora pa se i cilj pčelarstva „pomiče“ u smjeru oprašivanja bilja u poljoprivredi, gdje nedostatak oprašivača limitira prinos (Barett, 1995), ali i u prirodi - šumarstvu, gdje su oprašivači čimbenik raznolikosti šumskih fitocenoza. Pčelinju zajednicu čini spolno dozrela ženka (matica), nekoliko desetaka tisuća spolno nedozrelih ženki (radilica) i nekoliko stotina mužjaka (trutova). Zimi je u zajednici oko 10 000 pčela, a ljeti se njihov broj popne na 50 000. O učinku radilica govore brojke. Okvir saća ima dvije strane s oko 6 000 otvora. Da bi se medom napunio jedan otvor, treba oko 60 letova, a za jednog leta pčela obiđe oko 100 cvjetova. Dakle, za punjenje cijelog okvira (oko 3 kg) valja „vizitati“ 36 milijuna cvjetova, odnosno za 1 kg potrebno je obići 12 milijuna cvjetova! Središnja je pčela košnice matica (engl. queen = kraljica). Ona i jest kraljica pčelinje zajednice. U saće polaže jaja iz kojih nastaju nove pčele, a određuje i trebaju li zajednici radilice (neplodne ženke pčela) ili trutovi (mužjaci) te ovisno o tome odabere koje će jaje položiti. Pri polaganju, praćena radilicama koje joj dodaju hranu, miluju je i poklanjaju joj kraljevske počasti, obiđe i provjeri svaki otvor saća.

Savršenom anatomijom, fiziologijom, organizacijom života i podjelom rada u zajednici pčela u čovjeku pobuđuje divljenje i plemenita čuvstva, stoga među nama pčelarima vlada mišljenje da su Pčela i Čovjek dio Istog plana, o kojemu malo znamo, ali i jedno i drugo potvrđuje uzvišenost Života! Malošto kao pčela okuplja ljude s toliko različitosti jer „za stolom pčelara“ ima mjesta za sve nacije, sve vjere, za oba spola, navike, stupnjeve obrazovanja – dakle, za tim stolom vlada pravi „*Homo-diversity*“. Od toga stola pčelar se uvijek vraća bogatije duše, ali i obogaćen makar i najmanjim, ali novim saznanjem... Priča o pčeli je „*never ended story*“, ima samo početak, teče bez prekida, nikada ne završava – slično pričama vinoljubaca, kojima priča o vinu nikada dosta! Uostalom, med i vino čovjekovom su vještinom oplemenjeni i njegovu ukusu podređeni „uradci“ prirode.

Pčelari se sastaju i organiziraju u mjesne, lokalne, regionalne, državne udruge, priređuju sajmove na koje donose „uratke“ svojih pčela i prodaju ih posjetiteljima. Tu se okupljaju svi; kako bismo mi u Vojvodini rekli: „od paora do akademika“. Tu se prikazuju nošnje svoga kraja, divi se onima iz drugih krajeva i slavi Život.

I na koncu, suvremena melitologija na poseban se način uključuje u istraživanje onečišćenosti okoliša. Naime, budući da med nastaje iz milijuna cvjetova, a na cvjetne se sokove lijepe fine čestice koje sadrže različite polutante ako ih u okolišu ima, med je najbolji mogući uzorak za detekciju sadržaja polutanata u okolišu.

Dodajmo još da pčela slijedi mirise pa se može „uvježbati“ za detekciju mina koje imaju neki miris (Barišić i sur., 2002; Kezić, 2008).

Pčela je svakog proljeća sve manje, kao da postupno, tiho i dostojanstveno nestaju s našeg planeta. Za to postoji mnoštvo razloga koje proučavaju znanstvenici. Nije na meni da o tome sudim, ali ne bih rekao da „biološki sat“ pčele, koja je nadživjela tako brojne vrste, bilježi zadnje otkucaje. Prije će uzrok povlačenja pčela biti antropocentrizam – čovjekovo samoljublje i nedostatak sluha za pčelinje prirodne ritmove.

Posljednjih godinu dana pčelarstvo uživa veliku popularnost, što je po mišljenju nas pčelara dobro, no nije dobro što zbog jako dobrih cijena meda „neki novi klinici“ i tu traže laku, brzu i dobru zaradu.

## **PČELARSTVO U HRVATA JUČER / BEEKEEPING IN CROATIAN – YESTERDAY**

Uzmu li se u obzir površina države, brojnost ukupne populacije i zastupljenost pčelara u toj populaciji, Hrvatska je velika i bogata zemlja te svojim prirodnim obilježjima pruža obilje lokaliteta pogodnih za držanje pčela i razvoj pčelarstva, koji se temelji na autohtonoj pasmini – sivoj pčeli (*Apis mellifera carnica*). Obilježja koja ovu pčelu čine superiornom u odnosu na sve druge su prilagodljivost na širok raspon ekoloških čimbenika, otpornost na bolesti, odlična orijentacija na cvjetnoj paši, brzina, radišnost, a uz to je tiha i pitoma, nije agresivna. Zbog tih je odlika jednako cijenjena kao proizvođač (meda) i kao oprašivač (cvjetnica).

### **Pčela u Vinodolskom zakoniku / The bee in the Vinodol statute**

Hrvatskom narodu, a osobito nama pčelarima, služi na ponos spominjanje pčele u Vinodolskom zakoniku, jednom od najznačajnijih pisanih srednjovjekovnih pravnih dokumenata. Proglašen je 6. siječnja davne 1288. godine, dakle prije 729 godina, kada je posebno povjerenstvo, koje je sabor Vinodolaca izabrao za svoje predstavnike među devet vinodolskih općina (Novigrad – današnji Novi Vinodolski, Ledenice, Bribir, Grižane, Drivenik, Hreljin, Bakar, Trsat i Grobnik), sastavilo popis pravnih običaja. Tako je nastao prvi tekst hrvatskog srednjovjekovnog statutarnog prava na čakavskom dijalektu hrvatskoga jezika i pismu glagoljici. To je najstariji u cijelosti sačuvan spomenik običajnoga prava na hrvatskome jeziku, a u slavenskome svijetu od njega je starija samo Ruska pravda s prijelaza iz 11. u 12. stoljeće. Vinodolski zakonik predstavlja popis, odnosno po svom sadržaju zapravo iskaz o svekolikoj, mogli bismo kazati, političkoj, gospodarskoj, pravnoj i kulturnoj povijesti Hrvata. Pobudio je i pažnju pčelara s obzirom na to da se u njemu govori i o pčelarstvu.



Slika 2. Vinodolski zakonik iz 1228. godine pisan na glagoljici, poslovnim pismom kakvim su se pisale isprave, odnosno pravni dokumenti. Čuva se u Zbirci rukopisa i starih knjiga Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

(Vinodol law written in old Croatian letter Glagoljica – archived in National and university library - Zagreb)

Raščlambom tog dijela teksta zakona dolazimo do podataka da je na području na koje se zakonik odnosi bilo ljudi i obitelji koje su se bavile uzgojem i držanjem pčelinjih zajednica i da je med u to vrijeme bio na cijeni. U članku 8 zakonika stoji: *ako je netko noću ukrao u staji neko živinče, ili s guvna žito ili u ulištu, s mjesta gde se drže pčele, med, također plaća knezu 50 libara, ako je bio ondje povik pomagaj, a po danu 40 šoldina, a takodjer i u noći, ako nije bilo povika, kao i dvostruku štetu kako je pisano. Poviku se vjeruje.*

Pčelarstvo se na područja Hrvatskog primorja održalo preko tisuću godina; zbog toga mi pčelari čelništvu Grada Novi Vinodolski upućujemo prijedlog da se na mjestu prvog pisanog spomena pčele njoj u čast podigne spomenik.

## Pčelarstvo u Vojvodini / Beekeeping in Vojvodina

Držanje pčela na prostoru istočne Panonije – u Vojvodini, kao jednoj od povišnih postojbina Hrvata, zahvaljujući povoljnim prirodnim uvjetima ima duboke korijene i tradiciju, kojoj su temelji udareni prilikom isušivanja močvara i naseljavanja tog inače prirodno stepskog područja. Značaj i razvijenost pčelarstva u tom kraju oslikava podatak da je polovinom 18. stoljeća u Somboru registrirano više od 2 800 košnica. Među brojnim pčelarima bilo je i onih koji su imali više od 100 košnica, a godišnji prihod od pčelarstva somborskim je pčelarima donosio 1 098 forinti.

Prve pisane tragove o pčelarstvu ostavili su Bunjevci, koji su inače u to doba prevladavali u županijskom činovništvu i Bačkoj komori, čije je sjedište od 1750. godine u Somboru. Jedan od njih, „*priponizan sluxbenik*“, inspektor Bačke komore Josip Tholdy, dvije je godine radio na suzbijanju pčelinje kuge, stekao iskustva o načinu držanja pčele, upoznao pčelare i probleme uzgoja pčela i na temelju toga napisao priručnik za pčelare, prvi na slavenskom jugu, pod naslovom *Pravi način držanja pčela* (*»Pravi pčselah timarenja nacsin«*), u kojemu u 13 točaka iznosi jasne i konkretne prijedloge za unapređenje pčelarstva. Priručnik je pisan štokavskom ikavicom na „ilirskom“ jeziku, *koji nije ni jezik dubrovačkih političara i književnika, niti jezik čakavaca i kajkavaca, a nije ni jezik slavenosrpskih književnika kakvim se pisalo pre Dositeja i Vuka i pre Gajevih Ilira* (Muity, 2011). Radi se zapravo o domaćim pčelarima (kojima je namijenjen) razumljivom, bunjevačkom narodnom govoru, zapisanom arhaičnim latiničnim pismom. Priručnik je upućen Mjesnom vijeću (*Namistnomu vichu*) Sombora. Samo nekoliko tjedana kasnije vlast je procijenila da je taj priručnik značajan za razvoj pčelarstva u cijeloj državi i nalaže njegov prijevod na njemački, mađarski i slovački jezik, zatim tisak i dijeljenje po cijeloj „*pridragoj domovini*“. Tiskan je u Somboru 12. svibnja 1789. godine.

Ugroženost pčela u to doba Tholdy pripisuje gubitku pčelinje paše zbog preravanja stepe za oranice i naseljavanje („nove kolonije“) pa između ostalog navodi da u Mađarskoj malo troška potribujuće timarenje pčelah na toliko dan na dan gorje postaje, da oni, koji su do sada 50-60 košnica pokazati mogli, već manje od 4-5 imadu; i zato se kod nas meda i voska teško samo toliko dobiva, koliko samima likarnicama za njihovu potribu zadovoljno bilo; a kamo da se tko uffati može u takvima prigodama, shtogod od ovoga dohodka u inostranske vilaete prodati, shto do sada mloge hiljade donashalo je. Pored čestih potopa, uzmložalog naselenja i zlih vremena, pomalaksanje pčela ima još jedan uzrok: »tako kod pčselah, kako i u drugomu gospodarstvu smotreno jest, da je 6ta 7ma godina općenito neplodna: dakle umložane pčele opet pomalaksaju«. Kako suvremeno zvuče te riječi zapisane prije četvrt stoljeća!

Da se zna, u to doba nije bilo tvorničkih dimnjaka, ispušnih cijevi automobila, termoelektrana, pesticida, GMO-a, mobilne telefonije niti su spominjane klimat-

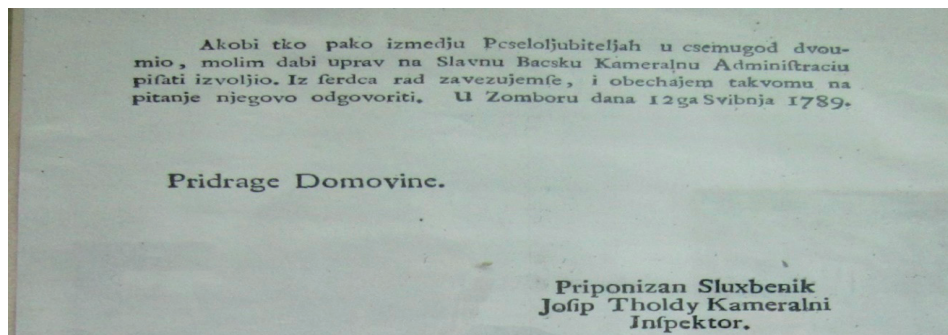
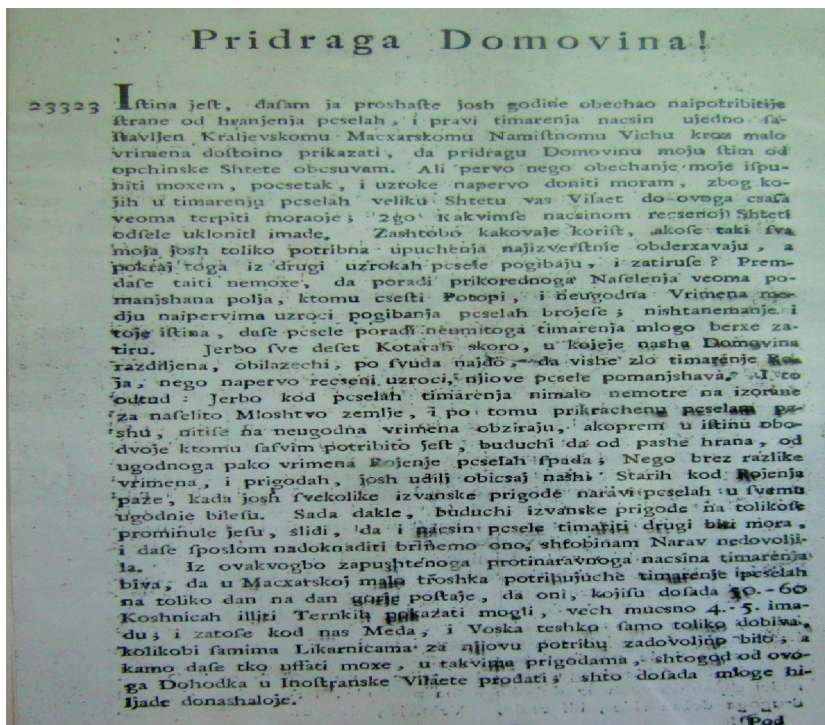
ske promjene premda su, kako se vidi iz citata, neplodne godine bile ustaljena pojava!

U duhu svog vremena Tholdy za pčelarstvo predlaže reforme i trudi se „iskoreniti duboko za korenite pridsude“ riječima: *Vrime je, da se onoga neutemeljitoga izgovora: ovako je i moj otac csinio, okane, i da se staroga timarenja nacsina vech nederxe. Zato shto mojemu ocu njegove njive gjubriti nije potribno bilo, ne slidi, da ni meni ne valja, ako drugacsie korist od njih imati xelim.* Kratko su i jasno opisani postupci i zahvati koji mogu ojačati pčelinje zajednice u košnici. *Najglavniji od ovih jeste: da se pčesele pri oduzimanju međa ne potuku, nego sačuvaju. Tako se već radi,* kaže Tholdy, *u trenčinskoj, turčanskoj, moravskoj i liptovskoj županiji.* Tholdy je pozvao pčelare da sve primjedbe na njegova uputstva dostave »na slavnu bacsku Kameralnu Administraciju«, a on se »iz serdca rad zavezuje i obechaje takvomu na pitanje njegovo odgovoriti«.

U vrijeme pisanja priručnika smanjuje se površina pod pčelinjom pašom, javljaju se bolesti pčela i pčelarstvo nazaduje pa je cilj priručnika obučiti pčelare novom načinu uzgoja pčela.

### **Pčelarsko društvo i Hrvatsko-slavonsko pčelarsko društvo u Osijeku /** Beekeepers society and Croatian-Slavonian beekeepers society in Osijek

Prijeloman događaj koji će hrvatsko pčelarstvo snažno pokrenuti, usmjeriti i uvrstiti u europske i svjetske vrhove utemeljenje je Pčelarskog društva u Osijeku 1879. godine, za što je najzaslužniji hrvatski pčelar i „otac hrvatskog pčelarstva“ Osječanin Bogdan Penjić. On je bio glavni osnivač Društva, gotovo 40 godina tajnik i urednik glasila Hrvatska pčela, pisac, predavač i neumorni djelatnik na području prosvjećivanja u pčelarenju i u podizanju opće kulturne razine hrvatske svijesti, ne samo pčelarstva. Ljubav prema pčeli usadio mu je otac Pavo koji je 1851. – 1863. godine bio u službi đakovačkog biskupa Josipa Jurja Strossmayera. Budući da je pripadao naprednoj mladeži privrženoj idejama Ante Starčevića o slobodnoj Hrvatskoj, neprihvatljivim za tadašnju vlast, morao se ukloniti iz Zagreba u Beč, a zatim odlazi na školovanje u poznato obrazovno središte za poljoprivredu – Klosterneuburg. Tu uočava razlike između napredne austrijske i zaostale hrvatske poljoprivrede. Posebno uočava razlike između naprednog pčelarenja s pokretnim saćem i našeg u pletarama od slame, šiblja ili u panjevi-ma. Boravak u Klosterneuburgu imao je veliki utjecaj na njegovo djelovanje po povratku u Hrvatsku, gdje mu kao poznavatelju sela glavna preokupacija postaje kako pomoći seljaku; uvjeren je da se to može samo obrazovanjem. Kada je dobio mjesto učitelja 1871. godine, nabavlja prvu suvremenu košnicu okvirnjaču, tzv. džirzonku, i tako počinje razvoj modernog pčelarstva u Hrvatskoj i na jugoistoku Europe.



Slika 3. Proslov priručniku Josipa Tholdyja, naslovljen i tiskan za korištenje u cijeloj *pridrugi domovini*  
(Foreword to Handbook on beekeeping of Josip Tholdy printed for use all over our dearest  
homeland)

Bogdan Penjić zaslužan je za odluku da Slavonsko pčelarsko društvo i Slavonska pčela od 1884. godine prerastu lokalne okvire i nastave rad pod nazivom Hrvatsko-slavonsko pčelarsko društvo u Osijeku te Hrvatska pčela. Uz ostale aktivnosti Društvo je moderne košnice slalo u Bosnu i Hercegovinu, Bugarsku i druge susjedne države, a 1879. godine nabavlja prvu vrcaljku i umjetno saće. Penjić je organizirao putujuće učitelje pčelarstva, koji su išli od sela do sela i upućivali ljude u vještinu naprednog pčelarstva, organizirao je i pčelarske tečajeve, kao i nabavu pčelarskih potreština, što je bila značajna pomoć jer je najbliža trgovina takvom opremom bila u Beču ili Budimpešti. Osim toga, nastojao je i da hrvatsko pčelarstvo bude u toku svih zbivanja i dostignuća napredne pčelarske Europe pa je organizirao i odlaske pčelara na međunarodne izložbe, gdje su primali priznanja i odličja: u Beču i Trstu 1882., Pragu 1883., Briselu 1888., Budimpešti 1889. godine. Održavao je osobne kontakte s brojnim poznatim pčelarima iz Europe, napisao preko 500 članaka u glasilu i dvije knjige: *Med u kući* i *Napredno pčelarstvo*.



Slika 4. Prvi broj časopisa pisan je i na njemačkom jeziku, koji je tada bio jezik komunikacije osječkog građanstva.

(The first copy of the journal „The Slavonian bee“ also in German language, at that time the usual language of communication of the middle classes in the city of Osijek)

Biran je za zastupnika u Hrvatsko-ugarski sabor, gdje se bilježe njegove inspirativne i snažne riječi koje valja citirati:

*Visoki sabore!*

*Pčelarstvo je velevažan ogranak gospodarstva i to s gledišta moralnog, materijalnog i narodno-gospodarskog. Ja ću od prvog gledišta, moralnog, preći time, da mogu svu gospodu upozoriti, da već u samom narodu postoji rečenica: tko huli Boga i koji je psovač, nema sreće u pčelarstvu. Eto, dakle u narodu postoji ta vjera i čuva ga od svake psovke i djeluje oplemenjujući na one, koji se pčelarstvom bave. Prvom naprednom pčelaru u Kraljevici, Ivanu Bubnju, povjerio sam misiju širenja umnoga pčelarenja i taj je čovjek širio u Primorju racionalni način pčelarenja. Kad sam prije nekoliko godina putovao Vinodolom, evo što mi se dogodilo. Doživio sam vrlo karakterističnu izjavu jednog Vinodolca. Nisam znao, da je list, koji ja uređujem Hrvatska pčela i tamo zašao. Dodem na njegovu molbu u njegov stan, pozove me gore i tu vidim na stolu nekoliko godišnjaka Hrvatske pčele, a on mi je pokazao, kako racionalno goji pčele i rekao je pred svjedocima i čitavom obitelji svojom; Evo, djeco, došao mi je pod krov onaj gospodin koji nas je po svom listu uputio na racionalno pčelarstvo i ne ćemo morati u Ameriku. Naseljenici u Australiji, kad su se naselili amo, zasadili su voćke. I te su voćke doduše cvale svake godine, ali ploda nisu doniele, dok nije slučajno došao jedan doseljenik, koji je donio par pčelaca. I onda su voćke odmah i rodile. Isto tako imao sam prilike vidjeti gospodarski zavod u Križevcima. Tamo bi morao biti uzorni jedan pčelinjak, da se tamošnji pitomci osim ostalih grana gospodarstva upute i u pčelarstvo. Ja sam doduše i vidio par pčela u traljavoj košnici, a drugo je sve bilo porazbacano. Mada je silu novaca stajalo, bilo je sve porazbacano. To je bilo – istinabog – prije osam godina, a danas ne znam, kako je. Isto tako ću spomenuti uzorno gospodarstvo u Božjakovini. Imao sam sreću ići tamo baš s pokojnim banskim savjetnikom Mallinom, koji me je pozvao, kad se je tamo počelo raditi. I na nesreću, kroz protekciju – ne njegovu, nego drugih – namješten je čovjek tamo, koji nije stvar razumio. Taj je smjestio pčelinjake svoga sistema, i to je koštalo zemlju do tisuću forinti. A kad tamo, prve zime propale su sve pčele.*

Bez prijepora, Bogdan Penjić označio je prekretnicu u hrvatskom pčelarstvu, otvorio njegovo novo razdoblje i ostavio duboke, neizbrisive tragove koji određuju naše pčelarstvo danas, a utjecat će na njega i u budućnosti. Naši pčelari i pčelarstvo veliku zahvalnost duguju Bogdanu Penjiću, najzaslužnijem pčelaru – utemeljitelju („ocu“) hrvatskog pčelarstva.

## Hrvatski pčelarski savez / Croatian beekeepers federation

Hrvatske pčelare – profesionalce, hobiste ili vikend-pčelare i ljubitelje pčela organizirane u pčelarska udruženja – danas okuplja vrlo snažna, moderno ustrojena i stručno vođena udruga – Hrvatski pčelarski savez. Utemeljen je 1954. godine, a utemeljitelj i zatim 20 godina predsjednik bio mu je akademik Ivo Tomašec, koji je dao nemjerljiv doprinos razvoju suvremenog pčelarstva u Hrvatskoj kakvo imamo danas. Akademik Tomašec bio je veterinar, profesor i predstojnik Zavoda za biologiju i patologiju riba i pčela Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, aktivan u Međunarodnom

uredu za bolesti životinja (OIE) u Parizu, utemeljitelj stalnog povjerenstva za bolesti pčela i riba. Bavio se istraživanjima bolesti pčelinjega legla.

Nakon akademika Tomašeca do danas su predsjednici pčelarskog saveza bili M. Brenc, S. Jelić, Đ. Berber, M. Preočanin, M. Vignjević, M. Čuruvija, Z. Laktić, Đ. Sulimanović, J. Karšić, M. Vorel, Z. Dominiković, D. Suman, N. Kezić i M. Kranjec. Danas tu dužnost obavlja gospodin V. Bilek. Razvoj pčelarstva u razdoblju djelovanja Hrvatskog pčelarskog saveza najbolje oslikava podatak da u doba njegova osnutka u Hrvatskoj djeluje 12 pčelarskih zadruga i 4 pčelarska društva s oko 116 000 košnica, a danas Savez broji oko 7000 članova (od ukupnog broja od 10 000 pčelara) u 155 udruga, koji prema podacima koje navode Svečnjak et al. (2008) 2007. godine raspolazu s preko 310 000 pčelinjih zajednica s trendom rasta.

Pčelari izdaju nekoliko vrsnih časopisa i izvrsno se koriste internetskim stranicama, od kojih po bogatstvu i raznovrsnosti podataka vrijedi izdvojiti *MyBee-Line*. Te stranice zainteresiranim pružaju nemjerljivo važne i vrijedne podatke. Internet je omogućio i izradu Svjetske karte pčelinjaka i pčelara na web-stranici *Apiary Map*, otvorenoj za upis svih pčelara pa ovim putem pozivam i naše pčelare da to učine. Na toj su karti na podlozi karte svijeta prikazani podatci o pčelinjacima i broju pčelinjih zajednica, pasmini pčela, mjestima koja nude prodaju meda. Tako će Svjetska burza pčela u dosadašnjem obliku gubiti svoju ulogu.

Danas se u Hrvatskoj godišnje proizvede nešto manje od 8000 tona meda. Time se potpuno namiruju domaće potrebe, a preostaje oko 1500 tona za izvoz. Pčelarstvo je jedna od rijetkih grana hrvatske poljoprivrede koja, zahvaljujući vrhunskoj kvaliteti meda, bilježi rast izvoza.

Nesporno je prvo ime hrvatske melitologije prof. dr. sc. Nikola Kezić, jedan od organizatora ovog skupa koji je danas u mirovini, a njegov rad na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu nastavlja prof. dr. sc. Dragan Bubalo.

Pčelarstvo se kao kolegij predaje na dodiplomskom, diplomskom i doktorском studiju Sveučilišta u Zagrebu, Osijeku, Zadru i Splitu, kao i na stručnom studiju Sveučilišta u Rijeci.

## PČELARSTVOM U XXI. STOLJEĆE / WITH BEEKEEPING TO THE XXI CENTURY

### **Svjetski sajmovi i burze pčelarstva / World Beekeeping Fairs and Stock Exchanges**

U tradiciji je „pčelarskih država“ održavanje sajmova i burzi pčelarstva na različitim razinama – od lokalne do državne. Samo izlaganje i susreti koje takve manifestacije pružaju, osim prilike za trženje, daju nemjerljiv doprinos razvoju pčelarstva. Zbog toga su pčelari iz sedam „pčelarskih zemalja svijeta“ u rujnu 1989. godine u Badenu kod Beča osnovali Svjetski sajam pčelarstva i pčelarsku burzu, s ciljem daljnjeg unapređenja i razvoja pčelarstva na čitavom planetu Zemlji, unapređenja tehničko-gospodarske suradnje suvremenih pčelara čitavog svijeta. Budući da je prije toga skupa u razdoblju 1974. – 1988. godine u Somboru vodio Europski specijalizirani sajam i burzu pčelarstva, čast da bude izabran za prvog predsjednika Svjetskog sajma pčelarstva i Svjetske pčelarske burze dobio je autor ovoga rada. Poslije izbora, od 1989. godine Svjetski sajam pčelarstva i Svjetska pčelarska burza organizirali su niz promidžbenih predstavljanja u javnosti u okviru pripreme za održavanje Prvog svjetskog sajma pčelarstva i burze. Jedna od promidžbi ostvarena je u gradskoj vijećnici u Novom Vinodolskom prigodom blagdana svetog Filipa i Jakova 1. svibnja 1998. u nazočnosti gradonačelnika Novog Vinodolskog, gospodina M. Komadine, i ravnatelja Hrvatskog instituta za ljudska prava, prof. dr. sc. N. Filipovića. Gradska vijećnica za tu je priliku bila premala za sve pristigle pčeloljupce.

### **I. Svjetski sajam pčelarstva i pčelarske burze – Baden kod Beča (2000.) / The I. World beekeeping fair and stock exchange - Baden close to Vienna in 2000**

U mjestu Baden kod Beča u listopadu 2000. godine u hotelu Helenental održan je I. Svjetski sajam pčelarstva i Svjetske pčelarske burze. Posjetitelje je najprije pozdravio autor ovoga rada, diplomirani pravnik i odvjetnik S. Pekanović iz Sombora, idejni tvorac i voditelj ove manifestacije, potom dr. F. Geiger, dogradonačelnik grada Baden bei Wien, i gradonačelnik Novog Vinodolskog, diplomirani pravnik M. Komadina, a sajam je svečano otvorio opunomoćeni veleposlanik Republike Hrvatske u Austriji, gospodin S. Begić. Svečano otvaranje sajma uveličali su članovi Hrvatskog kulturnog umjetničkog društva „Silvije Strahimir Kranjčević“ iz Bačkog Brega, njih 60 u šokačkim i bunjevačkim narodnim nošnjama. Svečanosti su prisustvovali brojni uglednici i javni djelatnici iz svih država članica i izlagatelja na sajmu i burzi. U svome je izlaganju gospodin Komadina najavio da će Novi Vinodolski biti domaćin 2. Svjetskog sajma pčelarstva 2004. godine.



Slika 5. Oglas koji najavljuje održavanje I. Svjetskog sajma i burze – na oglasu je tekst „Pridraga domovina“ iz prvog priručnika pčelarstva na jugoistoku Europe.  
(Announcement of The I. World beekeeping fair and stock exchange – Baden close to Vienna – with the text „Pridraga domovina“ of the first handbook of beekeeping in Southeastern Europe).

Na sajmu su svoje proizvode izlagali pčelari iz 11 zemalja svijeta. Ocjena je organizatora da su u potpunosti ispunjena očekivanja – sklopljeni su brojni poslovi i uspostavljeni novi kontakti, što je i cilj Sajma i Burze. Svi izlagači dobili su diplome s otisnutom prvom stranicom Vinodolskog zakonika iz 1288. godine i prvom stranicom pčelarskog priručnika naslova „Pridraga domovina“. Zahvaljujući potpori Veleposlanstva Republike Hrvatske, glas pčelara čuo se i u Domu gradišćanskih Hrvata u Beču, a poslije toga i u gradu Linzu. Tu je na obali Dunava uz potporu Hrvatskog doma i čelništva grada Linza organiziran dojmljiv Prvi svjetski pčelarski bal. Po povratku je u crkvi svetog Mihovila u Bačkom Bregu održana sveta misa na kojoj su posvećeni svi pisani dokumenti i barjaci Svjetskog sajma pčelarstva. Osim predsjednika Svjetskog sajma pčelarstva, autora ovoga rada, misi su nazočili i predstavnici Udruženja pčelara Slavonije i Baranje i gosti iz drugih mjesta.

## II. Svjetski sajam pčelarstva i pčelarske burze – Novi Vinodolski (2004.) / The II. World beekeeping fair and stock exchange - Novi Vinodolski, 2004

Na sjednici Gradskog poglavarstva Novog Vinodolskog u lipnju 2003. godine donesena je odluka koju je potpisao gradonačelnik Novog Vinodolskog, gospodin Milivoj Vidmar, da grad Novi Vinodolski prihvaća biti domaćin II. Svjetskog sajma pčelarstva i pčelarske burze.

U pripremi za sajam Grad Novi Vinodolski, generalni konzulat Republike Hrvatske, Hrvatski klub „August Šenoa“ u Pečuhu i Svjetski sajam pčelarstva organizirali su promidžbeno predstavljanje II. Svjetskog sajma pčelarstva i burze u ožujku 2004. godine u Pečuhu. Hrvatska diplomacija, koju su činili veleposlanik u Beogradu, Zvonimir Marković, konzul u Subotici, gospodin Ivan Bandić, konzulica u Subotici, gospođa Jasmina Kovačević, konzulica u Subotici, gospođa Ljerka Alajbeg, konzul u Milanu, gospodin Andro Knego, veleposlanik prof. dr. sc. Ivan Ilić i gradonačelnik grada Zagreba, gospodin Milan Bandić, ovom je prilikom pružila vrijednu i svakovrsnu potporu pčelarima.



Slika 6. II. Svjetski sajam pčelarstva i burze najavljen je stiliziranim plakatom s likom pčele.  
(The II. World beekeeping fair and stock market in Novi Vinodolski announced in a certain style)

Uz brojne uglednike na predstavljanju su sudjelovala i pčelarska društva iz Vrpolja, Doroslova, Bačkog Brega, Bačke Topole, Sombora i Pečuha, a sve je popraćeno i slikarskom izložbom na temu pčelarstva, akademskog slikara Franje Takača iz Sombora.

II. Svjetski sajam pčelarstva organiziran je 19. 8. 2004. godine u prostorijama grada Novog Vinodolskog, dok je burza bila u gradskoj vijećnici. Uz naše su sudjelovali i pčelari iz SAD-a, Brazila, Rusije, Češke, Srbije i Crne Gore. Njihovi izlošci postavljeni su od prostora muzeja grada do uličnog ulaza u vijećnicu, kao i na štandovima na Trgu Vinodolskog zakona i Frankopanskom trgu. Osim hrvatskih pčelara sajam su popratili i brojni posjetitelji i kupci pčelinjih proizvoda, njih oko 3500, tako da je prostor bio i premalen da bi primio sve zainteresirane. U okviru programa, između ostalog, dr. sc. Đuro Sulimanović, redoviti profesor Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, produhovljeno je prigodnim izlaganjem podsjetio na stotu obljetnicu rođenja akademika Ive Tomašeca, velikog zaslužnika hrvatske apikulture i melitologije.

Značajno je reći da su ovu, sudeći prema ocjeni sudionika izuzetno uspješnu radnu i slavljeničku manifestaciju svjetskih pčelara prepoznali i osmišljenim, brojnim prilozima popratili tisak, radio, televizija i stručni pčelarski listovi.

### **III. Svjetski sajam pčelarstva i pčelarske burze – Milano 2007. / The III. World beekeeping fair and stock exchange – Milan 2007**

U sjedištu svog nebeskog zaštitnika, bazilici svetog Ambroza u Milanu, od 14. do 16. rujna 2007. godine održan je III. Svjetski sajam pčelarstva i pčelarske burze. Sveti Ambroz rođen je oko 340. godine kao sin rimskog prefekta. Još je za života proglašen zaštitnikom pčelara i voskara, što je do danas prihvaćeno u većini zemalja srednje Europe i svijeta. Pokopan je u bazilici sagrađenoj za njegova života koja i nosi njegovo ime.

To je bio osnovni razlog za odluku da se ovaj sajam i burza održe na tom mjestu, uz molitvu i duhovni mir. Uz odar sv. Ambroza u kripti bazilike i na glavnom oltaru bila su izložena sva dosadašnja obilježja svjetskih sajmova pčelarstva i burze.

Moto ovog, trećeg Svjetskog pčelarskog sajma bila je povijest pčelarstva, s ciljem da se uz poslovni duh koji dominira manifestacijom u nju unesu i sadržaji duhovnosti. U tome se u cijelosti uspjelo.



Slika 7. I. oglas III. Svjetskog pčelarskog sajma i burze kao motiv je uzeo pčelu.  
(And this fair and stock market took the bee as their motiv)

### HRVATSKI MED SVETOM OCU IVANU PAVLU II. / Croatian honey – gift to Holy father Ivan Pavao II.

U organizaciji Hrvatske gospodarske komore i Županijske gospodarske komore Osijek na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, početkom 2003. godine, održano je osmo ocjenjivanje kvalitete meda u Republici Hrvatskoj. Odazivajući se pozivu domaćina, autor ovoga rada sa zadovoljstvom je sudjelovao u tom svake pažnje vrijednom događaju u ulozi ocjenjivača kvalitete meda. Tom prilikom, između ostaloga, imao je čast predložiti da se najbolje ocijenjeni med pokloni Svetom Ocu, papi Ivanu Pavlu II., koji je za lipanj najavio treći pastoralni posjet Republici Hrvatskoj. Bili su to med bagrema (*Robinia pseu-*

*doacacia*), kadulje (*Salvia officinalis*) i kestena (*Castanea sativa*) iz svih medonosnih regija Hrvatske. Ostalo je zabilježeno da su pokloni s tog pastoralnog posjeta pokazani Svetom Ocu prije povratka u Rim; on ih je blagoslovio, a svom tajniku rekao: ovaj slavonski šešir i med idu uz nas, a ostali pokloni na već uobičajeni način.

Msgr. Gabriele Caccia iz Državnog tajništva Vatikana poslao je pismo zahvale darivateljima u kojemu, među ostalim, nadahnuto piše:

*Svetom Ocu prigodom njegova pastoralna pohoda dali ste prigodni dar, želeći mu očitovati dobrodošlicu, poštovanje i odanost. Prvosvećenik vam na tome najljepše i od srca zahvaljuje, a posebno pak na vašim molitvama za njegovu apostolsku službu i za potrebe crkve i svijeta. Njegova Svetost vas i rad slavonskih i baranjskih pčelara povjerava zagovoru i zaštiti Presvete Bogorodice, koja se u tamošnjim dragim hrvatskim krajevima također zaziva i kao Gospa Velikog Hrvatskog Krsnog Zavjeta, te svima udjeljuje apostolski blagoslov.*

## ZAKLJUČCI/CONCLUSIONS

Kao poseban, jedinstven član biosfere, proizvođač meda, voska, propolisa i mliječi te oprašivač cvjetnog bilja pčela prati čovjeka od prvih predaka, hominida, do danas. Premda već bogata, povijest svjetskog pčelarstva još je uvijek „otvorena knjiga“ koja čeka ispis novih stranica.

Pčelarstvo je „djelatnost s dušom“ u kojoj Hrvati u matičnoj državi i prostorima na kojima obitavaju od iskona bilježe bogatu povijest. Prvi pisani trag o pčeli na našim prostorima ostavlja Vinodolski zakonik prihvaćen prije 728 godina, slijedi prva knjiga, tiskana u Somboru, a zatim organizirano pčelarenje u Slavoniji.

Ne računajući suvremenike, dug je popis zaslužnika za pčelarstvo hrvatskih prostora: Josip Tholdy, Bogdan Penjić, akademik Ivo Tomašec i čelnici Pčelarskog saveza Hrvatske.

Europska unija najveći je proizvođač, potrošač, ali i uvoznik pčelinjih proizvoda. Budući da je kvaliteta hrvatskog meda vrhunska, postoje svi uvjeti za napredak ove atraktivne „gospodarske djelatnosti s dušom“.

Svoje pčelarstvo Hrvatska temelji na prirodnoj raznolikosti i bogatoj pčelinjoj paši jadranske, gorske i panonske poljoprivredne regije na jednoj, te na autohtonoj, po mnogočemu superiornoj pasmini domaće sive pčele (*Apis mellifera carnica*) na drugoj strani.

Hrvatska ima kvalitetnu znanstvenu infrastrukturu na području pčelarstva; pčelarstvo se predaje na sveučilišnim i stručnim studijima, a istražuju se svi aspekti uzgoja pčele.

Pčele su nadživjele brojne članove biosfere, no nakon milijuna godina postojanja, nažalost, one postupno nestaju s našeg planeta, tiho, nenametljivo i dostojanstveno, kao što su i živjele. Svakog proljeća sve ih je manje. Uništava ih nerazumno ponašanje i nesluh za njihove prirodne ritmove.

Samo slušanje vlastitog srca, puno znanja i ljubavi, održat će ih na ovom planetu. Pčelice osjećaju tko ih voli, kome su bitne kao bića vrijedna štovanja, tko ih prihvaća kao dio sebe i tko želi od njih učiti. Šapću one svojim zvukom, zvukom koji odvajkada odzvanja svemirom i ulazi u srca onih koji srcem slušaju... Želimo da se krug takvih širi, na tome ustrajavamo i ne posustajemo. Stoga svima, bez ikakvih razlika - dobrodošlica u taj krug!

Čast je sudionicima Okruglog stola predložiti da se na mjestu prvog pisanog svjedočenja o pčelarenju u Hrvata, Novom Vinodolskom podigne spomenik pčeli.

## **ZAHVALA / ACKNOWLEDGEMENT**

Ovom prilikom želim zahvaliti Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti, njenom predsjedniku akademiku Zvonku Kusiću i glavnom tajniku akademiku Pavlu Rudanu, a posebno akademikima Franji Tomiću, Ferdi Bašiću i Slavku Matiću, što su odvojili vrijeme organizacijom okruglog stola omogućili da se pčelarska riječ primi i čuje na tako uvaženom mjestu kao što je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Nije se tomu čuditi jer pčelarstvo kao djelatnost objedinjuje znanost, umjetnost, gospodarstvo i povijest, dakle sastavnice obuhvaćene djelovanjem Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Akademik Lujo Margetić u svojim bilješkama navodi da nam Vinodolski zakonik iz 1288. godine omogućava upoznavanje vlastite prošlosti mnogo bolje nego tzv. politička povjesnica, koja govoreći o kraljevima i bitkama zanemaruje ono osnovno – život „malog“ čovjeka. Slijedom tih riječi želim reći da je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, izvršavajući svoje poslanje, tom „malom“ čovjeku – pčelaru otvorila vrata i omogućila da se uz već poznate rasvijetle i nove činjenice iz života i povijesti pčela. Sve to obogaćuje društvo, prilog je bogatoj niski znanja o pčeli i doprinosi riznici kulturne baštine Republike Hrvatske.

## **LITERATURA**

Barišić, D., Bromenshenk, J., Kezić, N., Vertačnik, A., The role of honey bees in environmental monitoring in Croatia, Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals, Devillers, James, Pham-Delegue, Minh-Ha (ur.), Taylor & Francis, London and New York, 2002.,

- Barrett, P., The immigrant bees 1788-1898: A cyclopedia on the introduction of European honey bees into Australia and New Zealand, 1995.,
- Engel, M.S., Fossil honey bees and evolution in the genus *Apis* (Hymenoptera: Apidae)". *Apidologie* 29: 265-281., 1998.
- Engel, M.S., A monograph of the Baltic amber bees and evolution of the Apoidea (Hymenoptera)", *Bulletin of the American Museum of Natural History* 259: p. 5-192, 2001.
- Kezić, N., Kemmlin, S., Pavković, N., Noske, R., Gold, H., Bajić, M., Korištenje pčela pri otkrivanju eksploziva (Explosive detection using honeybees), poglavlje u knjizi: 10 godina rada hrvatskih znanstvanika na problemima razminiranja, Hrvatski centar za razminiranje - Centar za testiranje, razvoj i obuku, str. 143-150, Zagreb, 2008.,
- Lunde, M., *Die Geschichte der Bienen* Verlag btb Gebundene Ausgabe, Originalsprache norwegisch ISBN-13 Seiten 512, 2015.,
- More, D., The bee book: the history and natural history of the honeybee, 1976.,
- Muity, M., Bunjevački govor kao jezik zvaničenja u Bačkoj, *forum.index.hu*, 2011.,
- Poinar, G.O.; Danforth, B.N."A fossil bee from Early Cretaceous Burmese amber" (PDF), *Science*. 314 (5799): 614. PMID 17068254. doi:10.1126/science.1134103., 2006.,
- Wilson, E.O., *Stvorenje, Poziv za spas života na Zemlji*, naklada Jesenski turk, str. 175, Zagreb, 2009.,
- Svečnjak, L., Hegić, G., Kezić, J., Turšić, M., Dražić, M., Bubalo, D., Kezić, N., The state of beekeeping in Croatia, *Journal of Central European Agriculture* (1332-9049) 9 (2008), 3; 475-482.

## SUMMARY

### History of Beekeeping in Croatia

The author of this paper, who is also the big promoter of beekeeping, a long-time (1974 – 1988) head of the European beekeeping fair and stock exchange in Sombor - Serbia, who designed and in the role of president moderated three World beekeeping fairs and stock exchanges (the first one in Baden close to Vienna in 2000, the second in Novi Vinodolski in 2004, and the third one in Milan in 2007, analyses the importance of bees, the history of world beekeeping and beekeeping in Croatia from the first written information about beekeeping found in the Vinodol Statute from 1228 until the present day. Not only is the bee relevant for supplying us with honey, but beekeeping today is regarded as foundation of fertilization of flowering plants and forest plants with immense influence on yields in agriculture and biological diversity in nature, especially in forest biocenosis. The EU is the world's largest producer of honey, but also a big importer of honey. With its own autochthonous, adaptable breed of grey bees (*Apis mellifera carnica*), and the rich and varied bee pastures of the Pannonian, mountainous and Adriatic agricultural regions, Croatia has all the conditions for steady progress of beekeeping.

The author suggests raising the monument to a bee in Novi Vinodolski - the site where the bee was first mentioned in Croatia.

**Key words:** history of beekeeping, Vinodol statute, World Fair and Beekeeping Market

Stipan Pekanović  
Venac vojvode Stepe Stepanovića 1a  
25 000 Sombor

# SUVREMENI IZAZOVI PRED HRVATSKIM PČELARSTVOM

## MODERN CHALLENGES IN CROATIAN BEEKEEPING

NIKOLA KEZIĆ  
ZLATKO PUŠKADIJA

UDK/UDC 638.1(497.5)  
Pregledni rad / Review paper  
Primitljeno/Received: 1. 7. 2017.  
Prihvaćeno/Accepted: 15. 7. 2017.  
<https://doi.org/10.21857/9xn31cr2ey>

*Povezanost ljudi i pčela seže u daleku povijest i obilježena je kontinuiranim, ali dinamičnim odnosom. Pčelinji proizvodi, prvenstveno med i vosak imali su značajnu ulogu tijekom povijesti. Pčelarstvo se razvijalo zahvaljujući porastu znanja o biologiji pčela i njihovoj općekorisnoj ulozi u prirodi, te je uvjetovalo i prva okupljanja pčelara. Prva društva pčelara na tlu Hrvatske osnivana su u drugoj polovini XIX. stoljeća, kada je pokrenut i prvi časopis za pčelare – „Slavonska pčela“. Od sredine XX. stoljeća pčelarstvo se orijentira na tržišnu proizvodnju meda. Istodobno, uz nagli porast stanovništva, poljoprivrede se intenzivno razvija i mijenja, utječe na povećanje površina pod monokulturama te uvodi u široku primjenu sredstva za zaštitu bilja. Istodobno se pojavljuju i gubitci pčelinjih zajednica, koji su kasnije dijelom povezani s utjecajem poljoprivrede. Uz ove promjene, globalizacijom trgovine i olakšanim kretanjem roba na velike udaljenosti šire se i bolesti i nametnici, od kojih najveći utjecaj na pčele i danas ima parazit Varroa destructor. Posljednjih smo desetljeća svjedoci klimatskih promjena, koje osim izravnog imaju i neizravni utjecaj na pčele djelovanjem na biljni svijet. Danas pčelinje zajednice preživljavaju u najvećoj mjeri uz pomoć čovjeka. Smanjenje brojnosti pčelinjih zajednica u prirodi ima značajne posljedice u opstanku biološke raznolikosti i u oprašivanju samoniklog i kultiviranog bilja. Znajući da dvije trećine hrane koju jedemo izravno ili neizravno ovisi o oprašivanju insektima, neophodno je više ulagati u istraživanja u pčelarstvu i time osigurati zaštitu i opstanak pčela.*

**Ključne riječi:** pčelarstvo, povijesni razvoj, klimatske promjene, gubitci pčela, tehnologija pčelarenja

## UVOD / INTRODUCTION

Povezanost ljudi i pčela seže u daleku povijest i obilježena je kontinuiranim, ali dinamičnim odnosom. Atraktivnost pčela u početku je vezana prvenstveno uz med i njegov slatki okus, pri čemu su pčele samo smetale. Etimološka je činjenica

da je riječ „med“ u mnogim jezicima nastala prije riječi „pčela“ (Crane, 1975). Med je relativno rano prepoznat kao stabilna hrana, koja se mogla skladištiti bez kvarenja i bila na raspolaganju kada je druga energetska hrana bila teško dostupna. Med je mogao kvalitetno doprinijeti preživljavanju. Proizvodnja šećera iz šećerne repe učinila je šećer dostupnim i jeftinim, a med je izgubio svoju dominaciju. Međutim, nije prošlo dugo vremena kada se shvatilo da šećer ne može u cijelosti zamijeniti med.

Pčelinji vosak vrlo je rano imao važnu primjenu. Koristio se za pravljenje svijeća, a zahvaljujući kvaliteti gorenja bez dima, bio je glavni izvor svjetlosti. Voskom impregnirano platno, slama ili drvo su vodonepropusni pa su pružali zaštitu od nepogoda.

Pčelarstvo se intenzivnije nastavilo razvijati zahvaljujući porastu znanja o biologiji pčela. Porast znanja o pčelama i njihovoj ulozi u oprašivanju podudara se s masovnim povećanjem stanovništva za vrijeme prve industrijske revolucije. Vrlo brzo dolazi do razvoja novih tehnologija držanja pčela (razvoja košnica s pokretnim saćem) koje omogućuju veću proizvodnju meda.

## **RAZVOJ PČELARSTVA U HRVATSKOJ / DEVELOPMENT OF BEEKEEPING IN CROATIA**

Sva ova nova znanja i tehnologije nalaze plodno tlo kod pčelara u Slavoniji, Baranji i Srijemu te oni, želeći proširiti ta znanja među pčelarima, osnivaju „Slavonsko pčelarsko društvo“ u Osijeku u kojem održavaju „imkerske večeri“ i tečajeve o „unosnom pčelarstvu“ – kako su tada nazivali pčelarenje košnicama s pokretnim saćem. Pokrenut je i časopis „Slavonska pčela“ koji bez prekida izlazi i danas, nakon gotovo 140 godina. Društvo je imalo rezultata i na međunarodnom planu i brzo je postalo model po kojem su se organizirali pčelari, najprije u Slavoniji, a kasnije i po cijeloj Hrvatskoj. Košnice s pokretnim saćem dijelile su se pčelarima diljem Hrvatske i postavljeni su temelji suvremenog pčelarenja u Hrvatskoj.

U drugoj polovini dvadesetog stoljeća ciljevi su poljoprivrede masovna proizvodnja, selekcija poljoprivrednih kultura i prateći brzi razvoj sredstava za zaštitu bilja. Kukci su, bez obzira na korisnost, bili zanemareni.

Šezdesetih godina dvadesetog stoljeća potiče se tržišna proizvodnja meda. Pčelare se educira o „racionalnom pčelarenju“, odnosno o selidbenom pčelarenju s ciljem proizvodnje tržišnih viškova meda. Tada se počinje stvarati jedan novi pčelar koji postaje tržišno orijentiran.

Početkom osamdesetih dolazi nam nametnička bolest varooza, čiji uzročnik, grinja *Varroa destructor*, desetkuje košnice. Pčelarstvo pada na koljena i mnogi pčelari odustaju od pčelarenja. Malobrojni ostaju u pčelarstvu i to uglavnom oni tržišno orijentirani (Dražić i sur., 2000).

Stvaranjem slobodne i samostalne države Hrvatske, a naročito ulaskom u EU, pčelinji proizvodi iz hrvatskih košnica dolaze na slobodno globalno tržište. Otkupne cijene, naročito meda koji je i najvažniji proizvod hrvatskih pčelara, variraju i često padaju ispod proizvođačke cijene. Nesiguran otkup i još nesigurnija naplata meda, ali i ostalih pčelinjih proizvoda čine pčelarstvo sve manje atraktivnom poljoprivrednom proizvodnjom. Uvode se poticaji i pčelarski programi koji mladim ljudima omogućavaju ulazak u pčelarstvo i jeftiniju nabavu opreme (Svečnjak i sur., 2008).

## INTENZIVNA POLJOPRIVREDA / INTENSIVE AGRICULTURE

Suvremenu poljoprivredu karakteriziraju devastacija krajobraza i monokultura, što ostvaruje negativan učinak na medonosnu pčelu, a u posljednje vrijeme privlači i sve veću pažnju znanstvenika.

Budući da su prirodna staništa za divlje oprašivače smanjena, a kultivirana područja za proizvodnju hrane značajno povećana, oprašivanje usjeva danas ponajviše ovisi o medonosnoj pčeli. Intenzivna poljoprivreda imaće negativan utjecaj na bogatstvo vrsta, obilje i raznolikost divljih oprašivača (solitarne pčele i bumbare) u Europi (Le Feon i sur., 2010). Potrebno je istaknuti da se brojnost vrsta oprašivača i korist za bioraznolikost, povećavaju u poluprirodnim i prirodnim staništima, dok je u staništima u kojima se obavlja intenzivna poljoprivreda, zbog nedostatka divljih oprašivača, medonosna pčela nezamjenjiv oprašivač (Garibaldi i sur., 2011).

Sa spoznajom o ranjivosti pčela započela su istraživanja drugih kukaca koji se mogu upotrebljavati samo kao oprašivači, a koje do tada čovjek nije uzgajao. Ova istraživanja rezultirala su komercijalnom upotrebom bumbara (*Bombus* spp.) i listosjekačica (*Megachile* spp.).

## Intenzitet štete na pčelama uzrokovane pesticidima / Pesticide-induced damage on bees

Johansen (1977) iznosi da su još krajem 19. stoljeća u SAD-u zabilježeni gubici pčela kao posljedica uporabe pesticida u poljoprivrednoj proizvodnji. Upotreba kemijskih sredstava u poljoprivredi s vremenom raste, naročito sredinom 20. stoljeća, i svoj vrhunac doživljava upravo danas. Brojna su istraživanja ukazivala na razmjere gubitaka pčela uzrokovane pesticidima, ali u to vrijeme utjecaj masovnih gubitaka pčelinjih zajednica na oprašivanje nije procjenjivan. Levin (1970) iznosi da je u Sjedinjenim Državama 1967. godine stradalo ili oslabilo 500 000 pčelinjih zajednica. Werne i sur. (1970) te Barnes (1972) ističu pesticide kao glavni problem s kojim se susreće pčelarstvo.

Povećanju važnosti oprašivanja doprinosi razvoj triploidnih biljaka koje većinom imaju sterilan pelud, a samo je mali udio biljaka s fertilnim peludom na zasijanim površinama (Mustapić i sur., 1995). Imajući na umu ove činjenice, kao i budući razvoj selekcije, možemo predviđati sve veću ulogu oprašivanja na poljo-privrednim površinama, čime je osigurana budućnost pčela.

Brzi svjetski razvoj s rastom industrijalizacije te urbanizacije povezane s trgovinom i brzim komunikacijama donosi nove probleme i izazove. Prve posljedice globalizacije, s ozbiljnim gubitcima pčelinjih zajednica, započele su sedamdesetih godina prošlog stoljeća širenjem nametnika *Varroa destructor* iz Azije u cijeli svijet.

## KLIMATSKE PROMJENE / CLIMATE CHANGES

Klimatske promjene uzrokuju produženo vegetacijsko razdoblje, što će se pozitivno odraziti na samonikle i kultivirane biljke. U ratarskoj proizvodnji toplija klima utjecat će na povećanje prinosa ozimih kultura, dok će jare kulture biti ugrožene zbog visokih ljetnih temperatura i nedostatka vode. Štete od vrlo hladnih zima ili kasnih proljetnih mrazova u budućoj će klimi biti minimalne te neće biti ograničavajući faktor za voćarstvo i vinogradarstvo u kontinentalnoj Hrvatskoj (Bašić i sur., 2006).

Promjene klime izazvat će promjene u prostornoj raspodjeli šumske vegetacije, koje se očituju u promjeni sadašnje zastupljenosti šuma i njihovu nestanku ili pojavi novih tipova šuma, kao i ekološkoj stabilnosti i promjenama proizvodnih i općekorisnih vrijednosti šuma. Scenarij razdiobe šumske vegetacije Hrvatske za 2030. godinu pokazuje povećanje područja obraslog nizinskim šumama vrbe, lipe, bagrema, amorfe, reduciranje područja bukovo-jelovih šuma i širenje submediteranskih listopadnih šuma (hrast medunac).

Proljetni fenološki procesi u Europi su pomaknuti; tako se od početka 1960-ih vegetacijska sezona produljila 11 dana (Bašić i sur., 2006). Za pčelarstvo će u budućnosti biti važno praćenje fenologije i rasprostranjenosti vrsta koje čine floru medonosnih biljaka Hrvatske. Izostanak zimskih hladnoća i kasnih proljetnih mrazova utjecat će na prezimljavanje pčela.

Na prvi pogled blaže zime i duža vegetacija znače lakše prezimljavanje i više prinose meda. Međutim, kada se krene u dublju analizu, vidi se da stvari po pčelarstvo i nisu tako jednostavne. Posljednje desetljeće priuštilo nam je najčešće ekstremne klimatološke pojave od kada se prate klimatološki podatci – najsušše godine ikad izmjerene, najtoplije jeseni ikad izmjerene, najkišovitija ljeta ikad izmjerena (DHMZ). Za ovakve klimatske prilike nisu bili spremni ni pčelari, a ni naša medonosna pčela. Posljedica svega navedenog bili su veliki zimski gubici i manja proizvodnja meda u sljedećoj godini. Budući da se pčela ne može

ovako brzo prilagoditi nastalim promjenama, to mora učiniti pčelar. Kalendar pčelarskih radova tijekom sezone u vrlo skoroj budućnosti može očekivati velike promjene. Pčelar će morati izrasti u dobrog agrometeorologa i botaničara s jedne strane, te u izuzetnog tehnologa-pčelara s druge strane.

Sve navedeno pokazuje da je teret i odgovornost za preživljavanje pčela potrebno premjestiti s pčelara na širu društvenu zajednicu. Da bismo učinkovitije djelovali u tom pravcu, potrebno je razlučiti pčelarstvo od držanja pčela. Naime, pčelarstvo predstavlja uzgoj pčela radi ostvarivanja gospodarske koristi, dok držanje pčela ne mora imati gospodarski karakter. Naime, zbog klimatskih promjena postoje mjesta u Republici Hrvatskoj na kojima više nije moguće cjelogodišnje bavljenje pčelarstvom. Da bi se i na tim područjima zaštitila bioraznolikost, potrebno je aktivno uključivanje Ministarstva zaštite okoliša.

## BOLESTI PČELA / BEE DISEASES

Broj pčelinjih zajednica u prirodi je značajno smanjen uslijed gubitaka uzrokovanih bolestima. Danas pčelinje zajednice preživljavaju u najvećoj mjeri uz pomoć čovjeka. Smanjenje brojnosti pčelinjih zajednica u prirodi ima značajne posljedice u opstanku biološke raznolikosti i u oprašivanju samoniklog bilja. Svjedoci smo raznih opasnosti za pčelinje zajednice i pčelarstvo, kao što su prenošenje kornjaša (*Aethina tumida*) u Ameriku, Australiju i južnu Italiju, širenje *Nosema ceranae* u Europi, *Tropilaelaps clareae* i mnogih subspeciesa varoe (Spiewok i sur., 2007; Higes i sur., 2010; Granato i sur., 2017). Sve ove bolesti i nametnici mogu biti lako prošireni na pčele u cijelom svijetu, a s njima i brojni poznati i nepoznati virusi (Cox-Foster i sur., 2007; Meixner i sur., 2014). Opasnosti dolaze razvojem novih kemijskih proizvoda korištenih u biljnoj zaštiti, kao što su neonicotinoidi (EFSA, 2013).

Promet pčelama na velike udaljenosti nosi puno problema. Najbolji je primjer nekontrolirano širenje afrikaniziranih pčela nastalih hibridizacijom europske medonosne pčele s pčelama porijeklom iz južne Afrike od 1956. godine. U Južnoafričkoj Republici pčelarstvo se suočava s problemom socijalnog parazitizma domaće pčele *Capensis* (*Apis mellifera capensis*) koja nanosi velike štete (Dietemann i sur., 2006).

Uzgojni programi dovode do ujednačavanja populacija pčela i sužavanja raznolikosti genetskog potencijala. Pojedine pasmine nestaju, što predstavlja problem s kojim ćemo se susresti u budućnosti.

Svi su ovi problemi vrlo ozbiljni te se posljednjih godina sve više istraživanja posvećuje gubitcima pčelinjih zajednica (Dražić i sur., 2010). Jedna je od pojava koja je potaknula istraživanja CCD (colony collapse disorder), što predstavlja

ozbiljan problem u SAD-u, a slične pojave prisutne su u gotovo svim zemljama (Van der Zee i sur., 2012). CCD ne izaziva samo jedan uzročnik nego kombinacija više njih, što se dodatno pogoršava lošom pčelarskom praksom i nedovoljnim znanjem pčelara.

## TEHNOLOGIJA DRŽANJA PČELA / TECHNOLOGY OF BEEKEEPING

Potrebno je istaknuti da danas, uz med i vosak, i ostali proizvodi pčela dobivaju sve više na važnosti. Ovdje prije svega mislimo na pelud, propolis, matičnu mliječ i pčelinji otrov. Proizvodnja ovih proizvoda u Republici Hrvatskoj danas je na vrlo niskoj razini, a njihova prerada ne prelazi razinu malih obrta. Ovi proizvodi pčela sve se češće upotrebljavaju u kozmetičkoj industriji, ali i u apiterapiji pčelarima otvaraju jednu novu priliku. Budući da se produljuje životni vijek ljudi i da se ljudi polako vraćaju prirodnim lijekovima, očekuje se povećana potražnja propolisa, matične mliječi, peludi i pčelinjeg otrova. Apiterapija kod nas nema tradiciju i tek je treba početi razvijati.

Znajući da dvije trećine hrane koju jedemo izravno ili neizravno ovisi o oprašivanju insektima, neophodno je više ulagati u istraživanja u pčelarstvu i time osigurati zaštitu i opstanak pčela (Kezić i sur., 2008).

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Barnes, G. (1972). Beekeepers Continue to Suffer Pesticide Losses. Ark. Dept. Com., Apiary Bd. Bul. 9(1): 1-2
- Bašić, F., Kisić, I., Mesić, M., Mioč, B., Pavić, V., Pejić, I., ... & Branković, Č. (2006). 2nd, 3rd and 4th Croatian National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N. A., Quan, P. L., Briese, T., Hornig, M., Geiser, D. M., Martinson, V., Van Engelsdorp, D., Kalkstein, A. L., Drysdale, A., Hui, J., Zhai, J., Cui, L., Hutchison, S. K., Simons, J. F., Egholm, M., Pettis, J. S., Lipkin, W. I. (2007). A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder. Science Vol. 318. no. 5848, pp. 283-287
- Crane, E. (Ed.). (1975). Honey: a comprehensive survey (p. 608). London: Heinemann.
- DHMZ (2016) [http://klima.hr/ocjene\\_arhiva.php](http://klima.hr/ocjene_arhiva.php) (pristupljeno 30. studenog 2016.)
- Dietemann, V., Lubbe, A., Crewe, R. M. (2006). Human Factors Facilitating the Spread of a Parasitic Honey Bee in South Africa. Journal of Economic Entomology: Vol. 99, No. 1 pp. 7-13

- Dražić, M., Bubalo, D., Kezić, N. Tipovi košnica i način pčelarenja u Republici Hrvatskoj. 36. Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem: postignuća i perspektive hrvatskog poljodjelstva. Opatija, Hrvatska, 22. – 25. 2. 2000. Kovačević, V. (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 122-122.
- Dražić, M., Duvnjak, G., Filipi, J. and Kezić, N. (2010). Honeybee colony losses in the Republic of Croatia. In: 2. Konferencija o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine. Poreč, Hrvatska, 22. – 25. rujna 2010.
- EFSA (2013). EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees), EFSA Journal 2013;11(7):3295
- Garibaldi, L. A., Steffan - Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... & Holzschuh, A. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology letters*, 14(10), 1062-1072.
- Granato, A., Zecchin, B., Baratto, C., Duquesne, V., Negrisolo, E., Chauzat, M. P., ... & Mutinelli, F. (2017). Introduction of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the regions of Calabria and Sicily (southern Italy). *Apidologie*, 48: 1-10.
- Higes, M., Martín-Hernández, R. & Meana, A. (2010). *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie*, 41(3), 375-392.
- Kezić, N., Jones, R., Kezić, J. and Dražić, M. (2008). The role and the threats for honeybees in the agriculture of 3rd millennium. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj – Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 65 (9-11).
- Le Féon, V., Schermann-Legionnet, A., Delettre, Y., Aviron, S., Billeter, R., Bugter, R., ... & Burel, F. (2010). Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(1), 143-150.
- Levin, M. D. (1970). The effects of pesticides on beekeeping in the United States. *Am. Bee Journal*, 110: 8-9
- Meixner, M. D., Francis, R. M., Gajda, A., Kryger, P., Andonov, S., Uzunov, A., Topolska, G., Costa, C., Amiri, E., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Buchler, R., Dyrba, W., Gurgulova, K., Hatjina, F., Ivanova, E., Janeš, M., Kezić, N., Korpela, S., Le Conte, Y., Pnasiuk, B., Pechhacker, H., Tsoktouridis, G., Vaccari, G., Wilde, J. (2014). Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype-environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 215-229.
- Mustapić, Z., Pospišil, M., Dražić, M., Kezić, N. Oilseed Rape and Bees in Croatia. *International Symposium “Bee Breeding on the Islands”*, Island of Vis, 19. – 26. April 1995., Croatia, p. 48-55

- Spiewok, S., Pettis, J. S., Duncan, M., Spooner-Hart, R., Westervelt, D. and P. Neumann (2007). Small hive beetle, *Aethina tumida*, populations I: Infestation levels of honey-bee colonies, apiaries and regions. *Apidologie* 38: 595-605
- Svečnjak, L., Hegić, G., Kezić, J., Turšić, M., Dražić, M., Bubalo, D., Kezić, N. (2008). The state of beekeeping in Croatia. *Journal of Central European Agriculture*, 9(3), pp. 475-482.
- Van der Zee, R., Pisa, L., Andonov, S., Brodschneider, R., Charrière, J. D., Chlebo, R., Coffey, M. F., Crailsheim, K., Dahle, B., Gajda, A., Gray, A., Dražić, M., Higes, M., Kauko, L., Kence, A., Kence, M., Kezić, N., Kiprijanovska, H., Kralj, J., Kristiansen, P., Hernandez, R. M., Mutinelli, F., Nguyen, B. K., Otten, C., Özkırım, A., Pernal, S. F., Peterson, M., Ramsay, G., Santrac, V., Soroker, V., Topolska, G., Uzunov, A., Vejsnæs, F., Wei, S., Wilkins, S. (2012). Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008–9 and 2009–10. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 100-114.
- Wearne, R. A., Bergman, P., Gibbs, L. C. (1970). Bee Losses – The Impact On Pollination – Honey Production. U. S. Dept. Agr. Ext. Serv., 12 pp

Prof. dr. sc. Nikola Kezić  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Svetošimunska cesta 25  
10 000 Zagreb

Prof. dr. sc. Zlatko Puškadija  
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku,  
Poljoprivredni fakultet  
Ul. kralja Petra Svačića 1d,  
31 000 Osijek

## SUMMARY

### Modern challenges in Croatian Beekeeping

The relationship between humans and bees goes far beyond history and is characterized by a continuous and dynamic relationship. Bee products, primarily honey and wax, played a significant role throughout history. Beekeeping developed due to an increase in knowledge of honey bee biology and their general role in nature, from which the first gatherings of beekeepers evolved. The first societies of beekeepers in Croatia were founded in the second half of the 19th century, and the first magazine for beekeepers "Slavonska pčela" was launched. Since the mid-20th century, beekeeping has been focusing on market production of honey. At the same time, with a sharp rise in population, agriculture is intensively developing and changing with orientation to monocultures, introducing a wide range of plant protection products. At the same time, the losses of honey bee colonies appeared, which were later partly related to the influence of agriculture. Along with these changes, the globalization of trade and the ease of movement of goods at great distances resulted in pests and parasites spread, from which parasite *Varroa destructor* still represents the greatest threat today. During the last decades we have witnessed climate changes which have a direct but also an indirect impact on honeybee colonies by influencing plants. Today honey bee colonies survive to the greatest extent with the help of humans. Decreasing the number of colonies in nature has significant consequences in the survival of biodiversity and in the pollination of wild and cultivated plants. Knowing that two-thirds of the food we eat directly or indirectly depends on the pollination of insects, it is necessary to invest more in honeybee research, thus ensuring the protection and survival of bees.

**Key words:** beekeeping, historic development, honeybee colony losses, technology of beekeeping



# MEDONOSNE PAŠE NA PODRUČJU HRVATSKE

## HONEY BEE FORAGES IN CROATIA

DRAGAN BUBALO  
TONČI PRNJAK

UDK/UDC 638.1(497.5)  
Pregledni rad / Review paper  
Primljeno/Received: 1. 6. 2017.  
Prihvaćeno/Accepted: 15. 6. 2017.  
<https://doi.org/10.21857/m3v76t6kxy>

*U procesu nastanka meda, uz kvalitetnu pasminu pčele, a zatim i čovjeka koji će proizvod pripremiti za tržište, prirodni je potencijal određenog područja od velikog značaja. Sjeverozapadnopanonska i sjevernojadranska podregija predstavljaju specifična područja s obzirom na bagremove sastojine, što se i ogleda u prepoznatljivosti bagremova meda. Područje pretplaninske, zapadnopanonske i sjevernojadranske podregije prepoznato je po kestenovu medu, dok su sastojine lipe s područja središnje i zapadnopanonske podregije preduvjet proizvodnje reprezentativnog lipova meda. Također, ni u jednoj od mediteranskih zemalja ljekovita kadulja ne raste na tako velikim površinama u nativnoj flori kao u našoj jadranskoj poljoprivrednoj regiji. Osim meda od ljekovite kadulje u jadranskoj je poljoprivrednoj regiji moguće proizvesti med od drače, vrijesa i vriska, te na ograničenim lokacijama med od mandarine, ružmarina i planike. Uz navedene nektarne vrste meda u gorskoj je regiji pojedinih godina moguće proizvesti crnogorični medljikovac (medun) od jele i smreke. Na području zaštite autohtonih poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda do sada su zaštićene dvije županijske marke meda („Bagremov med zagorskih bregega“ i „Slatka nit“), a na prijelaznoj nacionalnoj razini zaštitom izvornosti zaštićen je „Slavonski med“. Također su u pripremi i zaštite „Istarskog meda“, „Goranskog meduna“, „Dalmatinskog meda“ i „Zagorskog bagremova meda“.*

**Ključne riječi:** pčela, med, medonosna paša, regija

## UVOD / INTRODUCTION

U procesu nastanka meda, uz kvalitetnu pasminu pčele, a zatim i čovjeka koji će proizvod pripremiti za tržište, prirodni potencijal, odnosno obilježja pčelinje paše određenog područja od velikog su značaja. Tu se prije svega misli na floristički sastav i vremenske uvjete, koji uvelike utječu na količinu i varijabilnost meda. Različitosti koje imamo u klimazonalnom i fitocenološkom rasporedu predstavljaju jedinstveno nacionalno bogatstvo koje se u Europi rijetko može

naći, stoga je za vrednovanje meda od bitnog značaja lokalitet koji se povezuje sa specifičnim florističkim sastavom s kojeg pčele skupljaju nektar ili mednu rosu. Prema Šimiću (1980), u našoj zemlji ima 200 – 250 biljnih vrsta s kojih pčele skupljaju nektar. U klimatskom pogledu postoje vrlo jasne razlike između kontinentalnih regija (panonska i gorska) i uzmorja, jadranske poljoprivredne regije Hrvatske, koje uvjetuju prirodnu rasprostranjenost biljnih vrsta, stoga se u kontinentalnom klimatu mogu razlikovati biljne vrste nizinskog i gorskog, a u primorskom mediteranskog i submediteranskog područja.

## MATERIJALI I METODE / MATERIALS AND METHODS

Polazeći od činjenice da bioraznolikost medonosnih biljnih vrsta predstavlja temelj pčelarenja, izvršena je raščlamba rasprostranjenosti najvažnijih medonosnih vrsta služenjem izvorima iz literature. Upotrijebljeni su i rezultati vlastitih melisopalinoloških analiza (Krušelj, 2012; Svečnjak i sur., 2015). Također se koristilo i opisima agroekoloških obilježja različitih poljoprivrednih regija Hrvatske (Bašić, 2014) koje pružaju veliki potencijal za proizvodnju posebnih i uobičajenih vrsta meda.

## MEDONOSNE PAŠE U NIZINSKOM PODRUČJU HRVATSKE / HONEY BEE FORAGES IN THE LOWLAND REGION IN CROATIA

### Vrba (*Salix spp.*)

Bijela vrba (*S. alba* L.) i vrba iva (*S. caprea* L.) najranije su biljne vrste s kojih pčele skupljaju značajne količine kako nektara, tako i peludi. Sve vrbe uglavnom cvjetaju u ožujku ili travnju, istodobno ili nakon listanja. Cvatnja traje 20-ak dana. Ovisno o vremenskim uvjetima, količina se nektara kreće od 0,19 do 0,48 mg, a sadržaj šećera varira od 20,0 do 47,6 % (Peter, 1975). Ponekad unos može iznositi do 15 kg meda.

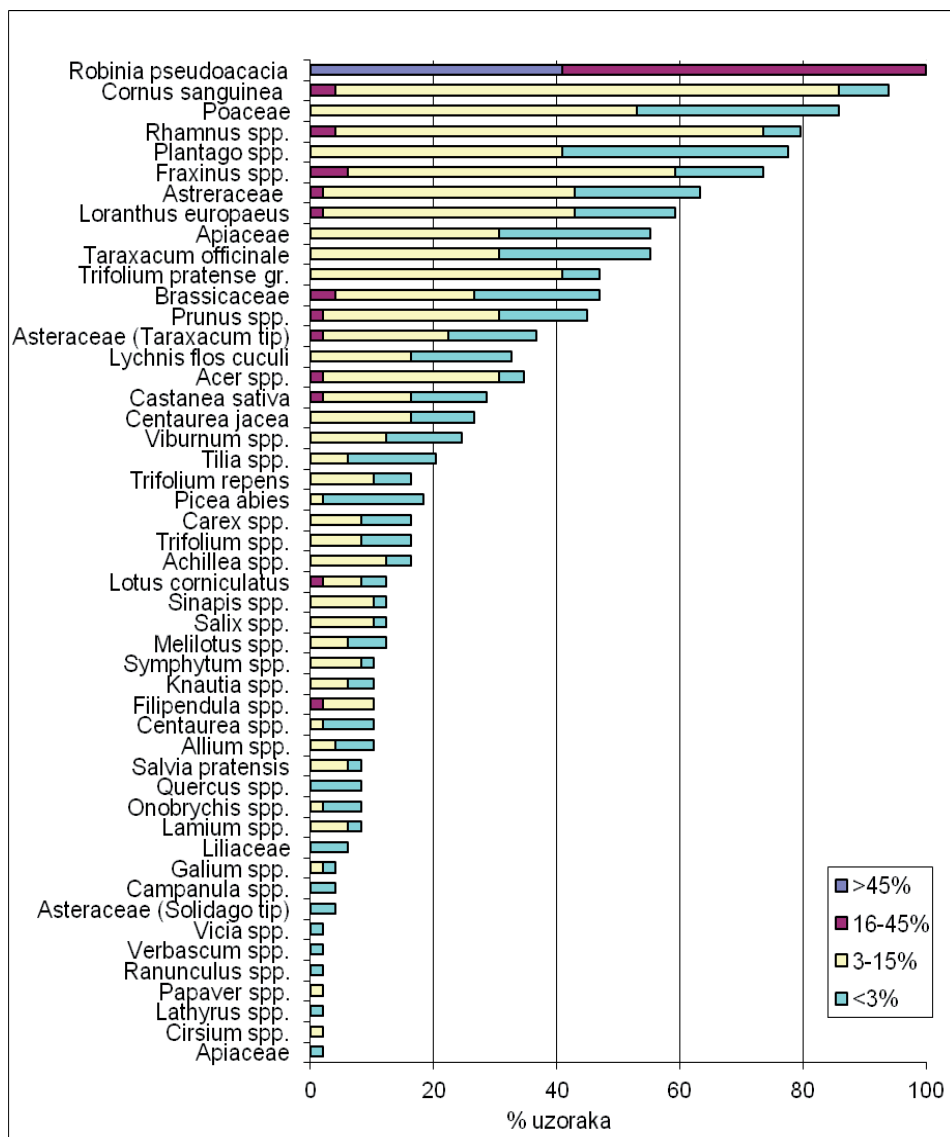
Osim nektarne paše na navedenim se vrstama vrbe u rujnu može pojaviti i medna rosa. Najznačajniji je predstavnik velika vrbova uš [*Tuberolachnus salignus* (Gmelin)]. Međutim, treba naglasiti da navedena paša može prouzročiti značajne probleme pčelinjim zajednicama koje su uzimljene na vrbovu medunu jer zbog velikih količina neprobavljivih tvari, a u nemogućnosti izlaska na pročišne letove, pčelinje zajednice mogu stradati. Vrbe su rasprostranjene uz sve velike rijeke i riječne doline u Hrvatskoj, rastu uz kanale, nasipe, na zapuštenim i brežuljkastim predjelima, gotovo svuda. Oko 20 000 hektara vrbovih sastojina nalazi se u Podunavlju i Podravini, kao i u Kopačkom ritu i Lonjskom polju (Bučar, 2008).

### Uljana repica (*Brassica napus* L. var. *oleifera* DC.)

Uljana repica vrlo je značajna medonosna biljna vrsta i jako doprinosi razvoju pčelinje zajednice. Prva je paša s koje pčele mogu skupiti znatne količine nektara i peludi. Cvate oko 20 dana. Količina se nektara po cvijetu dnevno kreće između 0,20 i 1,13 mg (prosječno 0,74 mg), a količina šećera u vrlo velikom rasponu od 5 do 70 % s prosjekom od 36 % (Bendek, 1974). Jake pčelinje zajednice mogu dnevno skupiti i do 5 kg nektara. Navedena se uljarica uglavnom sije u sjeverozapadnoj, zapadnoj, središnjoj i istočnopanonskoj podregiji.

### **Bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.)**

Prema količinama nektara koje se mogu skupiti s bagrema bez premca mu pripada prvo mjesto. Cvatnja započinje u svibnju i traje 10 – 15 dana, ovisno o lokaciji. Jake zajednice mogu skupiti po 50 kg nektara, a nisu rijetki unosi 10 – 20 kg nektara dnevno. Prosječni se prinosi kreću oko 20, iznimno u dobrim godinama i do 40 kg meda po košnici (Šimić, 1980). Najznačajnije se sastojine bagrema nalaze u zapadnoslavonskoj podregiji na području Hrvatskog zagorja i Samoborskog gorja, zatim u sjevernojadranskoj podregiji u unutrašnjosti Istre, kao i u zapadnopanonskoj podregiji na području Moslavine, Banovine, Bilogore i Podravine te u središnjoj i istočnopanonskoj podregiji. Na temelju melisopalinološke analize 49 uzoraka bagremova meda s područja Krapinsko-zagorske županije ukupno je bilo ustanovljeno 49 biljnih vrsta (Grafikon 1). U 41% uzoraka pelud bagrema bila je svrstana u prevladavajuću, a u 59% u prateću skupinu. Osim bagrema, od nektarnih biljnih vrsta učestalije je bila zastupljena pelud sviba (*Cornus sanguinea*), trušljike (*Rhamnus* spp.), biljaka iz porodice glavočika (*Asteraceae*), lijepka (*Loranthus europaeus*), biljaka iz porodice štitarki (*Apiaceae*), maslačka (*Taraxacum officinale*), crvene djeteline (*Trifolium pratense*), biljaka iz porodice krstašica (*Brassicaceae*) i voćnih vrsta (*Prunus* spp.) (Krušelj, 2012).



Grafikon 1. Peludni spektar uzoraka bagremova meda s područja Krapinsko-zagorske županije (izvor: Krušelj, 2012)

### Amorfa (*Amorpha fruticosa* L.)

Amorfa (bagremac, čivitnjača) cvate početkom lipnja (odmah nakon bagrema), a cvatnja traje od 15 do 20 dana. Pčele s nje skupljaju nektar, ali što je naj-

važnije, ova biljka daje i puno kvalitetne peludi. Količina se nektara u 10 cvjetova kreće od 1,2 do 2,2 s prosjekom od 1,7 mg, a koncentracija šećera od 36 do 69 % (Jablonski i Koltowski, 2004). Raste na vlažnim staništima i šumama pored rijeka. U Hrvatskoj je ima dosta u zapadnoj i središnjoj panonskoj podregiji, uz rijeke Odru i Savu (od Novske do Okučana, od Jasenovca do Stare Gradiške), te istoč-nopanonskoj podregiji, u Spačvanskom bazenu.

### **Hrast (*Quercus* spp.)**

Na području panonske poljoprivredne regije značajne su sastojine hrasta (*Quercus* spp.) Osim izdašne količine peludi koju pružaju sve vrste hrasta, oni su pčelama zanimljivi i zbog pojave medne rose. Najznačajnije lisne uši na hrastu su smeđecrna hrastova uš (*Lachnus roboris* L.) i crnosajna hrastova uš (*Schizodryobius longirostris* Mordv.). Osim lisnih uši na hrastu obitavaju i štitaste uši *Kermes quercus* L. i *Eulecanium rufulum*.

Na području Požeško-slavonske županije na hrastu sladunu (*Quercus frainetto* Ten.) opažanjima je uočeno da medna rosa ne nastaje uobičajeno, kao posljedica pojave kukaca (lisnih i štitastih uši), već kao fenomen gdje se u procesu rasta i zriobe žira, koji obilato, a umjereno redovito rađa svakih 5 – 8 godina, odvija specifično balansiranje količine žirova. Stoga tijekom rasta, kada se uvjetovani višak žirova reducira prema mogućem urodu i prema postojećim klimatskim i fenološkim uvjetima, kod prirodne selekcije žirova dolazi do lučenja slatkog prozirnog biljnog soka iz samih žirova koji će biti odbačeni tijekom zriobe. Biljni sok koji hrani sjemenku započinje curiti uz kutikulu žira, često uz stvaranje pjene koju pčele skupljaju (Krakar, 2012).

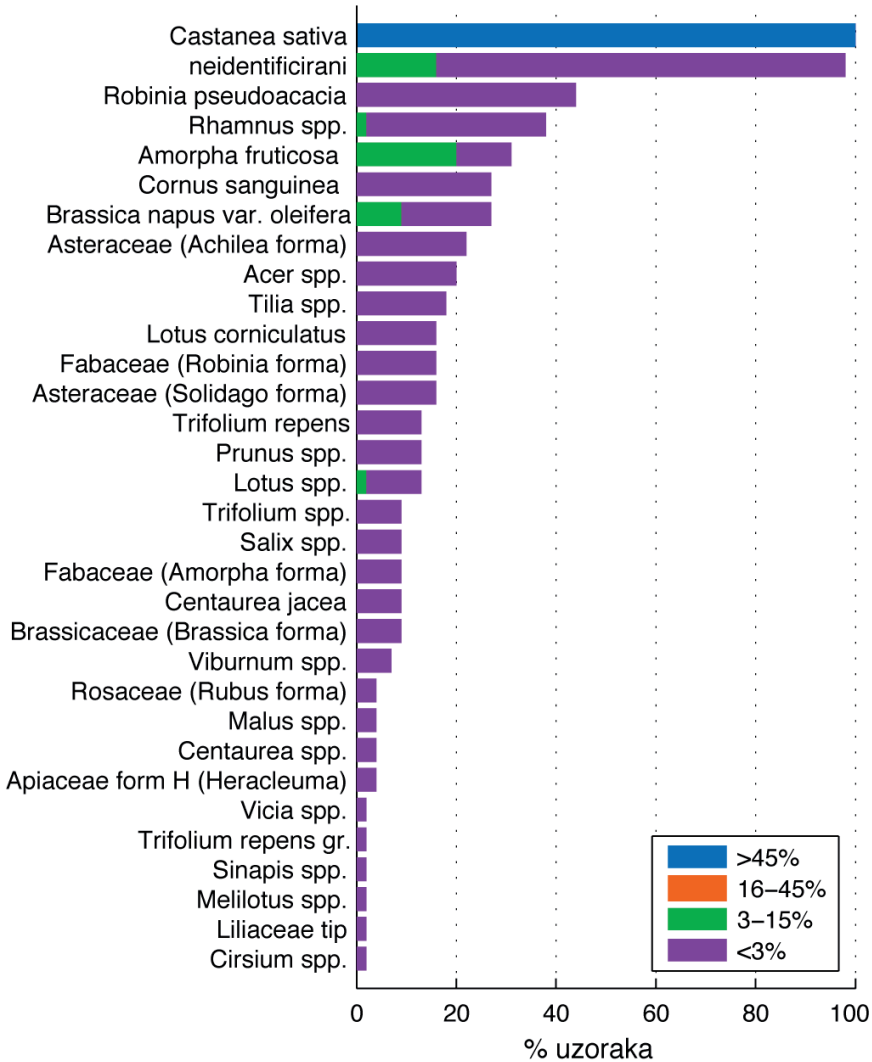
### **Lipa (*Tilia* spp.)**

Velelisna lipa (*T. platyphyllos* Scop.), sitnolisna lipa (*T. cordata* Ehrh.) i srebrnolisna lipa (*T. tomentosa* Moench) najznačajnije su vrste lipa na području Hrvatske. Količina se nektara po cvijetu velelisne lipe dnevno kreće od 4,31 do 13,20 mg (Demianowicz, 1960) s koncentracijom šećera od 36 do 48 % (Cirnu, 1980), a mogući prinosi meda koji se mogu ostvariti kreću se od 400 do 800 kg po hektaru (Cirnu, 1980). Sitnolisna lipa cvate 14 dana poslije velelisne, a cvatnja traje od 15 do 20 dana. Medonosni se potencijal kreće od 600 do 1000 kg po hektaru (Cirnu, 1980). Srebrnolisna lipa cvate kasnije i od sitnolisne lipe, a u njezinim se sastojinama mogu ostvariti najveći prinosi meda koji se kreću od 560 pa do čak 1200 kg po hektaru. Sa svih vrsta lipa pčele skupljaju velike količine nektara i nešto manje peludi. Također je moguća pojava medne rose u svibnju i lipnju, što je posljedica izlučivanja lisne uši *Eucallypterus tiliae* L. U Hrvatskoj se najznačajnije sastojine

lipe nalaze u zapadnoj i središnjoj panonskoj podregiji na potezu od Daruvara do Virovitice. Lipa je rasprostranjena i na području sjevernojadranske podregije, u unutrašnjosti Istre te na području planinske i pretplaninske podregije.

### **Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.)**

Pitomi je kesten jednodomna vrsta te s muških cvjetova pčele skupljaju obilje peludi, a sa ženskih nektar. Najprije daje pelud, a za pet dana počinje izlučivati i nektar. Cvatnja pojedinog stabla traje 10-ak dana, a budući da sva ne počinju cvasti istodobno, cvatnja se produži na 20-ak dana. Utvrđena dnevna količina nektara po cvijetu iznosi 1 mg s koncentracijom šećera od 17,8 do 32,0 % (Gulacsy, 1975). Količina meda, ovisno o godini, oscilira od 50 do 120 kg po hektaru (Cirnu, 1980), a po košnici od 15 do 25 kg. U lipnju je također moguća pojava medne rose, koju izlučuje lisna uš *Lachnus longipes* Dufour. Uspijeva na izrazito kiselim tlima. Najznačajnije se sastojine nalaze u pretplaninskoj podregiji, na Zrinskoj i Petrovoj gori, kao i u okolini Karlovca. Također ga ima u zapadnoj i sjeverozapadnoj panonskoj podregiji, u Hrvatskom zagorju i na Zagrebačkoj gori, te na izoliranim područjima u središnjoj panonskoj podregiji, u Požeškoj kotlini, kao i sjevernojadranskoj podregiji, na području Istre (Oprtalj, Pazin) i kvarnerskom dijelu Istre (Lovran). Prema Bučaru (2008), ukupna površina kestenovih šuma u Hrvatskoj iznosi 27 000 ha. Šume u kojima je kesten glavna drvenasta vrsta rasprostiru se na 15 000 ha, od čega je oko 53% površina u državnom, a 47% u privatnom vlasništvu. U istraživanju koje su proveli Svečnjak i sur. (2015) ukupno je analizirano 45 uzoraka kestenova meda s područja Hrvatske. Kvalitativnom je melisopalinološkom analizom u istraživanim uzorcima meda ustanovljena pelud ukupno 31 biljne vrste. Broj se ustanovljenih peludi biljnih vrsta po uzorku kretao od dva do devet, a prosjek je bio pet. U 100% uzoraka pelud pitomog kestena bila je svrstana u prevladavajuću skupinu. Osim peludi pitomog kestena, od nektarnih biljnih vrsta učestalije je bila zastupljena pelud bagrema (*R. pseudoacacia*), trušljike (*Rhamnus* spp.) i amorfe (*A. fruticosa*). U skupini od 15 do 30 % ustanovljena je pelud sviba (*Cornus sanguinea*), uljane repice (*B. napus* var. *oleifera*), javora (*Acer* spp.), lipe (*Tillia* spp.), smiljkite (*Lotus corniculatus*), biljaka iz porodice lepirnjača forme bagrema (Fabaceae – *Robinia* form) i biljaka iz porodice glavočika forme zlatošipke (Asteraceae – *Solidago* form). Ostale su biljne vrste bile sporadično zastupljene (grafikon 2).



Grafikon 2. Peludni spektar uzoraka kestenova meda s područja Hrvatske (izvor: Svečnjak i sur., 2015)

### Suncokret (*Helianthus annuus* L.)

Suncokret cvate od srpnja do kolovoza, a cvatnja traje oko 20 dana i pogoduje mu lijepo vrijeme s dosta vlage u zraku. Utvrđena se dnevna količina nektara po

cvijetu kreće od 0,23 do 0,59 mg s koncentracijom šećera od 39,51 % (Peter, 1981). Medi najbolje ujutro, poslijepodne slabije, a pred večer se medenje nastavlja. Na količinu izlučenog nektara ne utječu samo genetska pozadina kultivara i hibrida suncokreta nego i klimatski uvjeti. Količina šećera u izlučenom nektaru velikim dijelom ovisi o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka. Osim vremena, ishrana i količina vode u tlu također utječu na izlučivanje nektara i koncentraciju šećera kod hibrida, koji se mogu mijenjati ne samo između područja sjetve već i unutar hibrida. Prosječno se sa suncokreta može izvrati od 25 do 35 kg meda. Najznačajnije površine pod suncokretom siju se u istočnopanonskoj podregiji, a prosječno se sije 31 370 ha (Zmaić i sur., 2014).

### **Metvica (*Mentha* spp.)**

Vodena metvica (*M. aquatica* L.) i mirisna metvica (*M. pulegium* L.) najznačajnije su vrste metvica s kojih pčele skupljaju nektar. Cvatu od srpnja do listopada i cvatnja traje 30-ak dana. Metvica, kao i sve druge barske biljke, za medenje zahtijeva veliku toplinu. Izjutra počne mediti tek poslije 9 sati. Najbolje medi kad su noći tople, jutro rosna, a dnevna temperatura od 26 do 33 °C. Ako je ljeto vruće i suho, tada se može očekivati dnevni unos 2 – 3 kg nektara. Najčešće se vrca 10 – 15 kg meda po košnici. Na razini Republike Hrvatske, u zapadnoj i središnjoj panonskoj podregiji Lonjsko polje, zatim Odransko polje kod Siska i Mokro polje kod Novske te Kamare i Mramorsko polje ispod Rajića i Okučana predstavljaju jedinstvena područja s obzirom na površine pod metvicom.

### **Zlatošipka (*Solidago gigantea* Aiton)**

Zlatošipka cvate od srpnja do kolovoza, a u slučaju produženja lijepa vremena cvatnja se može nastaviti i u rujnu. U optimalnim uvjetima cvjetovi sadrže od 0,26 do 0,38 mg nektara s koncentracijom šećera ispod 30 % (Peter, 1974). Naime, ova je biljna vrsta osjetljiva na vlagu u tlu i temperaturu zraka te za dobru nektarnu pašu zahtijeva temperaturu od 25 do 26 °C, dok se najveće količine nektara očekuju pri temperaturi od 30 °C. Ako se ovi uvjeti poklope, pčele si mogu osigurati zimnicu te pčelarima osigurati i dodatno vrcanje. Veoma je značajna medonosna biljka jer daje obilje nektara i peludi krajem ljeta. Prosječni se prinos meda po zajednici kreće od 11 do 16 kg. Raste na neobradivim površinama zemlje, uz rijeke i potoke, uz rubove šuma, što joj savršeno odgovara i gdje se uspješno širi.

## MEDONOSNE PAŠE U GORSKOM PODRUČJU HRVATSKE / HONEY BEE FORAGES IN THE MOUNTAINOUS IN CROATIA

### Jela (*Abies alba* Mill.) i smreka (*Picea abies* L.)

Među medonosnim pašama u gorskom području Hrvatske primat svakako pripada jeli i smreci. Naime, na navedenim se četinjačama u povoljnim godinama pojavljuje medna rosa ili medljika. Na jeli značajne količine medne rose izlučuje kukac koji pripada rodu *Cinara* – zelena jelova uš (*Cinara pectinatae* Noerdl.). Osim nje pojedinih se godina pojavljuje i velika smeđa jelova uš (*C. confinis* Koch). Od smrekovih lisnih uši za pčelarstvo su značajne velika crna smrekova uš (*C. piceae* Panz.), crvenosmeđa smrekova uš (*C. pilicornis* Hartig) i zelena prugasta smrekova uš (*C. stroyani* Pasek). Na smreci i jeli, osim lisnih uši, pojavljuju se i štitaste uši koje pripadaju rodu *Physokermes*, a glavni su predstavnici jelova štitasta uš (*Physokermes hemycryphus* Dalm.), koja živi na jeli i smreci, te smrekova štitasta uš (*P. piceae* Schrk.), koja živi samo na smreci. Najveće se sastojine jele i smreke nalaze na području planinske podregije, koja obuhvaća područje Gorskog kotara, dio Velebita, Veliku i Malu Kapelu te Ličku Plješivicu.

### Lipica (*Dorycnium germanicum* Rikli)

Lipica ili svilenasta bjeloglavica cvate od lipnja do kolovoza. Pčelama pruža značajne količine nektara i nešto manje peludi. Raste na kamenjarskim, krškim travnjacima od obalnog do pretplaninskog područja te je rasprostranjena u području planinske i pretplaninske podregije.

## MEDONOSNE PAŠE U PRIMORSKOM PODRUČJU HRVATSKE / HONEY BEE FORAGES IN THE COASTAL REGION IN CROATIA

### Ružmarin (*Rosmarinus officinalis* L.)

Ružmarin uglavnom cvate od rujna pa do svibnja, iako ga tu i tamo možemo naći u cvatu tijekom cijele godine. Količina se izlučenog nektara dnevno po cvijetu kreće od 0,8 do 1,1 mg s koncentracijom šećera od 24,7 do 38,4 % (Ricciardelli D' Albore, 1988). Spada u red vrlo medonosnih biljaka (> 500 kg/ha), dok kao izvor peludi nije toliko značajan. Pojedinih godina zbog oštrog zime na otocima procvate početkom ožujka, pa ako se ustali lijepo vrijeme, mogu se ostvariti veći prinosi nego ujesen. Cvatnja u proljeće traje više od 40 dana, no pašu najčešće ometaju vjetrovi te je zbog toga ružmarinova paša dobra, ali vrlo nesigurna. Najviše ga ima u južnojadranskoj podregiji, na otocima Visu, Hvaru, Šćedru, Šolti, Korčuli, Lastovu i djelomično na poluotoku Pelješcu, zatim na području središnje

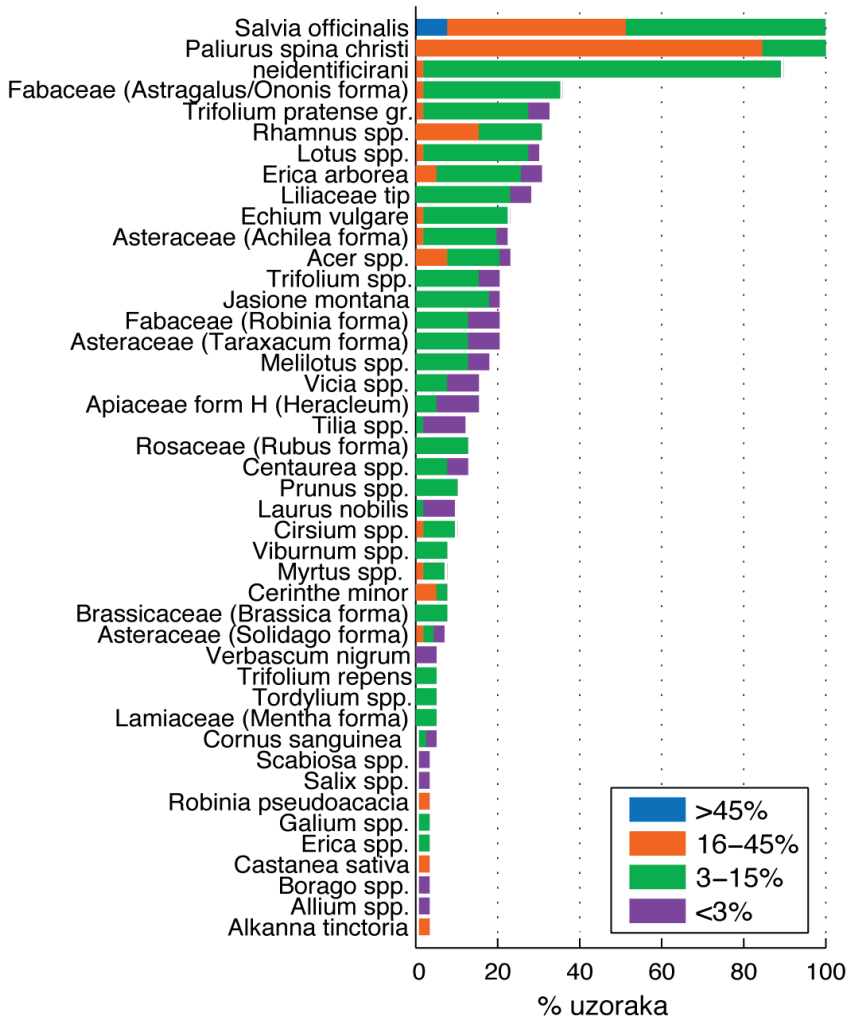
jadranske podregije, na otoku Žirju, Dugom otoku i Olibu. Također ga ima i u sjevernojadranskoj podregiji, u Istri oko Limskog kanala (Šimić, 1980).

### **Ljekovita kadulja (*Salvia officinalis* L.)**

Ljekovita kadulja počinje cvasti koncem travnja ili početkom svibnja. Najprije cvate bliže moru, pa se pomiče sve dublje u unutrašnjost prema višim predjelima, gdje cvatnja završava sredinom lipnja. Utvrđena količina izlučenog nektara po cvijetu dnevno iznosi 3,20 mg s koncentracijom šećera od 30,7 % (Ricciardelli D' Albore, 1988). U povoljnim godinama kadulja izlučuje velike količine nektara pa se zato ubraja među najmedonosnije biljne vrste (200 – 300 kg/ha). Ljekovita je kadulja izraziti predstavnik flore krša. Na sjeverozapadu ne prelazi rijeku Soču, na jugoistoku se spušta gotovo do Otranta, ali središte njezine rasprostranjenosti ograničeno je u prvom redu na dio sjevernojadranske podregije, na područje istočne obale Istre i Hrvatskog primorja, od otoka Krka i Cresa na sjeveru do planine Biokova na jugu, u južnoj jadranskoj podregiji (Trinajstić, 1992). U istraživanju koje su proveli Svečnjak i sur. (2015) botaničko je podrijetlo analizirano na 39 uzoraka kaduljina meda. Prema peludnom spektru utvrđeno je ukupno 40 biljnih vrsta. U svim je uzorcima ustanovljena pelud kadulje, pri čemu je ona u 7% uzoraka bila svrstana u prevladavajuću, u 44% u prateću te u 49% uzoraka u sporednu skupinu. Također, uz pelud kadulje u svim je ispitivanim uzorcima bila utvrđena i pelud drače (*Paliurus spina christi*). Od važnijih biljnih vrsta u analiziranim je uzorcima u rasponu od 30 do 40 % bila ustanovljena pelud velikog vrijesa (*Erica arborea*), smiljkite (*Lotus* spp.), krkavine (*Rhamnus* spp.), crvene djeteline (*Trifolium pratense*) i biljaka iz porodice lepirnjača forme kozlinca/zečjeg trna (Fabaceae – *Astragalus/Ononis* form), dok su ostale biljne vrste bile sporadično zastupljene (grafikon 3).

### **Javor klen (*Acer campestre* L.)**

Žućkastozeleni cvjetovi oblikuju u svibnju uspravne štitaste cvatove koji se kasnije objese. Cvjeta za vrijeme listanja ili neposredno nakon njega. S njega pčele skupljaju nektar i pelud. Osim nektarne paše na ovoj se biljnoj vrsti pojavljuju i značajne količine medne rose, koju izlučuju lisne uši *Drepanosiphum aceris* (Koch, 1855). Pojedinih godina, kada su prisutni uvjeti za pojavu navedene medne rose, može se proizvesti medun koji po senzorskim svojstvima ne zaostaje za jelovim medunom. Sastojine javora klena protežu se duž cijele jadranske regije.



Grafikon 3. Peludni spektar uzoraka kaduljina meda s područja Hrvatske  
(izvor: Svečnjak i sur., 2015)

### Unšijska mandarina (*Citrus unshiu* Marc.)

Unšijska mandarina obično počinje cvasti u prvim danima svibnja, a cvatnja traje 16 – 18 dana. Najveće se izlučivanje nektara događa pri temperaturi od 28°C i 96 % relativne vlažnosti zraka. Ako se vrijeme cvatnje odvija u povoljnim klimatskim uvjetima, prinos meda po pčelinjoj zajednici može iznositi i do 30

kilograma. U povoljnim godinama mandarina izlučuje velike količine nektara pa se zato ubraja među najmedonosnije biljne vrste. Općenito s obzirom na izlučivanje nektara biljne vrste iz roda *Citrus* svrstane su u V. razred (500 kg meda/ha) jer je ustanovljeno da nektariji izlučuju od 9 do 21  $\mu$ L nektara po cvijetu (Albrigo, 2012). Prema Echigo (1977), utvrđeno je da prosječna koncentracija šećera iznosi 29 %. Područje južnojadranske podregije (potez Metković – Opuzen – Ploče) sa svojim klimatsko-zemljopisnim uvjetima predstavlja jedinstveno područje, s obzirom na gotovo monokulturne nasade unšijske mandarine, jer se na 2500 hektara nalazi oko 2,5 milijuna stabala (Popović i Vego, 2010), od čega 90 % čine nasadi navedenog agruma, dok ostali udio čine naranča (*C. sinensis*), grejp (*C. paradisi*) i limun (*C. limon*).

### **Drača (*Paliurus spina-christi* Mill.)**

Drača cvate u svibnju i lipnju. Pčelama je zanimljiva prije svega zbog nektara, ali s nje mogu skupiti i ponešto tamnožute peludi. Dnevni se prinosi kreću do 3 kg nektara, a u povoljnim se godinama prinosi kreću od 10 do 15 kg meda po zajednici. Raste na kamenitim mjestima, uz putove, u šikarama, među grmljem, dok je u makiji prilično rijetka. Rasprostranjena je u jadranskoj poljoprivrednoj regiji. Međutim, ipak se najznačajnije površine nalaze na području Zadarske i Šibensko-kninske županije.

### **Vrisak (*Satureja* spp.)**

Bijeli vrisak (*S. montana* L.) cvate u kolovozu i rujnu i cvatnja traje oko 30 dana. U povoljnim godinama izlučuje velike količine nektara pa se zato ubraja među najmedonosnije biljne vrste. Raste na suhim, kamenitim i sunčanim obroncima, s dosta vapnenca, sve do mora. Areal se rasprostranjenosti pruža od sjevernojadranske podregije u unutrašnjosti Istre, zatim Hrvatskog primorja te zaleđa Senja preko planinske podregije na području Like do južnojadranske podregije na području Dalmatinske zagore. Klasoliki ili planinski vrisak (*S. subspicata* Vis.) zastupljen je na višim položajima dinarskog krša. Pretežito naseljava vjetru izložena mjesta od 200 do 1800 m n. v.

### **Vrijes (*Erica* spp.)**

Mnogocvjetni vrijes (*E. multiflora* L.) cvate u rujnu i listopadu. Uglavnom je rasprostranjen u području južnojadranske podregije, na Visu i Hvaru. Pršljenasti vrijes (*E. manipuliflora* Salsib.) cvate od kolovoza do listopada. Sastavni je dio makije, a veće se površine nalaze u južnojadranskoj podregiji, na Braču, Hvaru,

Visu, Korčuli, Pelješcu i u Dubrovačkom primorju. Pršljenasti i mnogocvjetni vrijes izrazito su medonosne biljne vrste tako da se pojedinih godina mogu ostvariti prinosi i do 40 kg po košnici.

### **Planika (*Arbutus unedo* L.)**

Paša se na planici pojavljuje u dijelu godine (od listopada do prosinca) kada su uvjeti medenja izrazito nepovoljni. U tom su razdoblju godine temperature niže i izrazito su učestali južni vjetrovi, kao i oborine koje dodatno, uz smanjenu populaciju pčela u pčelinjoj zajednici, utječu na proizvodnju meda. Količina se izlučenog nektara po cvijetu kreće od 3,6 do 7,1  $\mu$ L, a koncentracija šećera od 31 do 41 % (Rasamont i sur., 2005). Kod nas je ima u sjevernojadranskoj podregiji, u Istri i na Lošinju, dok se masovnije pojavljuje na području središnje jadranske podregije, na otocima zadarskog arhipelaga i u šibenskome zaleđu, te na području južnojadranske podregije, na otocima Braču, Hvaru, Visu, Korčuli, poluotoku Pelješcu i u Dubrovačkom primorju (Šimić, 1980).

## **ZAŠTITA ZEMLJOPISNOG PODRIJETLA MEDA / PROTECTION OF GEOGRAPHIC ORIGIN OF HONEY**

U većini su se europskih zemalja provela ili se provode istraživanja kojima je cilj zaštititi zemljopisno podrijetlo pojedinih prehrambenih proizvoda. Naime, takvi proizvodi postižu višu cijenu, a također utječu i na razvoj pojedinih ruralnih područja, kao i na prepoznatljivost regije u kojima se proizvode. Stoga med, kao rijetko koji prehrambeni proizvod, zbog svojih specifičnosti oslikava područje u kojem nastaje. Dosada su na području zaštite autohtonih poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda zaštićene dvije županijske marke meda: „Bagremov med zagorskih brega“ (Krapinsko-zagorska županija) i „Slatka nit“ (Bjelovarsko-bilogorska županija). Osim navedenih zaštita, zaštitom izvornosti zaštićen je i prvi med na prijelaznoj nacionalnoj razini – „Slavonski med“. Također su u pripremi i zaštite izvornosti „Istarskog meda“, „Goranskog meduna“, „Dalmatinskog meda“ i „Zagorskog bagremova meda“. Iz svega navedenog razvidno je da Hrvatska u tom pogledu ima značajne resurse, kao i to da će se navedenim zaštitama hrvatske vrste meda kvalitetnije pozicionirati na tržištu te ostvariti očekivanja potrošača koji žele sigurne i posebne proizvode.

## **ZAKLJUČAK / CONCLUSION**

Zahvaljujući bioraznolikosti medonosnih biljnih vrsta, Hrvatska ima značajne resurse za proizvodnju uobičajenih, ali i posebnih vrsta meda. Navedeni se

potencijal ogleda prije svega u gospodarskoj, prehrambenoj i estetskoj vrijednosti. S obzirom na agroekološka obilježja različitih poljoprivrednih regija Hrvatske devet je uniflornih vrsta meda moguće proizvesti u panonskoj, dva u gorskoj te devet u jadranskoj regiji. Osim nektarnih vrsta meda u panonskoj je regiji moguće proizvesti pet, a u gorskoj i jadranskoj regiji po tri vrste meduna, stoga navedeni potencijal pruža značajne mogućnosti zaštite zemljopisnog podrijetla meda. Dosada su zaštićene dvije županijske marke meda te zaštitom izvornosti jedan med na prijelaznoj nacionalnoj razini, a u tijeku su procesi zaštite za još četiri meda.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Albrigo, L. G., Russ, R., Rouseff, R., Bazemore, R. A. (2012) Some Citrus Flower Characteristics and Honey Bee Preference. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 125: 112-118.
- Bašić, F. (2014) Regionalizacija hrvatske poljoprivrede. *Civitas Crisiensis - Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad HAZU-a Koprivničko-križevačke županije*, 143-175.
- Bendek, P. (1974) Káposztarepce. (Oilseed rape) In: Benedek P, Manninger, S, Virányi S, (Eds) *Megporzás mézelő méhekkel (Pollination of Crops by Honeybees)*, *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 122-131.
- Bučar, M. (2008) Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske. *Matica Hrvatska, Petrinja*
- Cirnu, I. V. (1980) *Flora melifera*. Editura Ceres, Bucharest.
- Demianowicz, Z., Hlyn, M. (1960) Porównawcze badania nad nektarowaniem 17 atunków lip. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 4 (3-4): 133-152.
- Echigo, T. (1977) Food chemical and biochemical studies of honey. *Bull. Fac. Agric. Tamagawa. Univ.*, 17 (2): 1-77.
- Gulacsy, K. (1975) A szelidgesztenye nektarmelese. *Meheszeti*, 23 (2): 26.
- Jablonski, B., Koltowski, Z. (2004) Nectar secretion and honey potential of honey-plants growing under Poland's conditions - Part XIV. *Journal of Apicultural Science*, 48 (1): 5-10.
- Krakar, D. (2012) Karakteristike meduna hrasta sladuna iz Požeške kotline. *Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi*, 1: 375-397.
- Krušelj, M. (2012) Utjecaj vremenskih i proizvodnih uvjeta na kakvoću bagremova meda s područja Krapinsko-zagorske županije. *Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet*
- Peter, J. (1974) A vadon termő növények mézelő értéke. *Méhészeti*, 22 (8): 147-48
- Peter, J. (1975) Nehany mezelo cserje nektarija. *Meheszeti*, 23 (4): 68.

- Peter, J. (1981) Komyezeti tenyezok es a napraforgo nektara. *Meheszet*, 29 (7): 126-27.
- Popović, L., Vego, D. (2010) Sortiment mandarine na području Opuzena. *Pomologia Croatica*, 16 (3-4): 89-107.
- Rasmont, P., Regali, A., Ings, T. C., Lognay, G., Naudart, E., Marlier, M., Delcarte, E., Viville, P., Marot, C., Falmagne, P., Verhaeghe, J., Chittka, L. (2005) Analysis of Pollen and Nectar of *Arbutus unedo* as a Food Source for *Bombus terrestris* (*Hymenoptera: Apidae*). *J. Econ. Entomol.*, 98(3): 656-663.
- Ricciardelli D' Albore, G. (1998) Due specie officinali di notevole interesse apistico: Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.) a Salvia (*Salvia officinalis* L.) (Labiatae). *L'Ape Nostra Amica*, 4: 18-21.
- Svečnjak, L., Bubalo, D., Baranović, G., Novosel H. (2015) Optimization of FTIR-ATR spectroscopy for botanical authentication of unifloral honey types and melissopalynological data prediction. *European food research and technology*, 240 (6): 1101-1115.
- Šimić, F. (1980) Naše medonosno bilje. *Znanje*, Zagreb
- Trinajstić, I. (1992) Endemi hrvatske flore – 4. Ljekovita kadulja – *Salvia officinalis* L., endemična, ljekovita, medonosna i ukrasna biljka. *Priroda* 9 – 10 (81): 34-36.
- Zmaić, K., Sudarić, T., Majdak, T., Nedić, I. (2014) Ekonomski rezultati proizvodnje suncokreta u Republici Hrvatskoj. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma 16. – 21. veljače, Dubrovnik, 186-190.

## SUMMARY

### Honey bee forages in Croatia

In the bee product manufacturing, evaluation of importance of natural potentials for specific area is an important factor in quality preparation of the product for the market, as well as the beekeeper and high quality bee breeds. North-western Pannonian as well as North-Adriatic agricultural subregions represent specific areas in terms of black locust components, which is also reflected in the recognition of black locust honey. Western-Pannonian, submountainous and North-Adriatic agricultural subregions are recognized for the sweet chestnut honey, while components of lime trees forests in the territory of Central Pannonian agricultural subregion is recognized for production of representative lime honey. Also, it is known that sage is not present on such large areas amongst the native flora in any of the subregions of the Adriatic agricultural region. In addition to sage honey in the Adriatic region, it is possible to produce Christ's thorn, heath and mountain savoury honey, and rosemary and Arbutus tree honey are also produced on limited locations. Besides the already mentioned nectar honey types, there is also the production of coniferous honeydew honey of fir and spruce. In the field of protection of indigenous agricultural and alimentary products, so far two county brands („Bagremov med zagorskih brega“ / „*Acacia honey from Zagorje hills*“ and „Slatka nit“ / „*Sweet thread*“) are protected, whereas Slavonia honey is a part of the transitional national protection programme. Protection of Istria honey, Goranski medun, Dalmatian honey and Zagorje acacia honey are under preparation.

**Keys words:** bee, honey, honeybee forages, region

Prof. dr. sc. Dragan Bubalo  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Tonči Prnjak  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Svetošimunska 25  
10 000 Zagreb

# ZAŠTITA BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI IZVORNE PASMINE SIVE PČELE (*APIS MELLIFERA CARNICA*) UZGOJEM NA PODRUČJU HRVATSKE

## PROTECTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY THROUGH UTILIZATION OF THE CARNIOLAN BEE (*APIS MELLIFERA CARNICA*) IN CROATIA

MARICA MAJA DRAŽIĆ  
GORDANA DUVNJAK  
JANJA FILIPI

UDK/UDC 595.799  
Pregledni rad / Review paper  
Primljeno/Received: 12. 8. 2017.  
Prihvaćeno/Accepted: 1. 9. 2017.  
<https://doi.org/10.21857/mwo1vczn2y>

*Pčele (Apis mellifera) su, u odnosu na druge uzgajane životinje, još uvijek poluudomaćene. Međutim, njihova je brojnost u Europi pod velikim utjecajem ljudskih aktivnosti. Pčelari širom svijeta, a najviše u Europi i Sjevernoj Americi učestalo prijavljuju povećane, često i neobjašnjive gubitke pčelinjih zajednica. Obnova pčelinjih zajednica te redovita zamjena matica uvjetuju potrebu njihova organiziranog uzgoja. Siva pčela (Apis mellifera carnica) izvorna je podvrsta (zemljopisna pasmina) pčela u Hrvatskoj i zaštićena je prirodnim rasprostranjenosti iste podvrste u susjednim državama, čime je smanjena opasnost od introgresije drugih populacija. Prvi nacionalni uzgojni program za izvornu pasminu pčela A. m. carnica u Hrvatskoj je donesen 1997. godine te je od samog početka bio usmjeren na decentraliziranu selekciju kod registriranih uzgajivača. Ovakav pristup uzgoju potvrđen je nizom recentnih istraživanja kojima se promovira uzgoj pčela na lokalnoj ili regionalnoj razini. Da bi se uslijed načina reprodukcije pčela ostvario selekcijski napredak, neophodno je izolirati oplodne stanice te omogućiti prisutnost trutova samo iz odabranih zajednica poželjnih svojstava. Slobodan promet i mogućnost doseljavanja pčela iz udaljenih regija ili unos drugih podvrsta (pasmina) predstavlja opasnost od introgresije stranih gena, stvaranja križanaca te širenja nepoželjnih svojstava. Da bi se utjecaj drugih podvrsta na izvorne pčele u Hrvatskoj umanjio, potrebno je izdvojiti i zaštititi konzervacijska područja za našu izvornu podvrstu pčela.*

**Ključne riječi:** siva pčela, *Apis mellifera carnica*, uzgoj, zaštita biološke raznolikosti

## UVOD / INTRODUCTION

U svom prirodnom, izvornom području rasprostranjenosti (Europa, Afrika, Bliski istok) medonosna se pčela (*Apis mellifera*) prilagodila velikom rasponu klimatskih i vegetacijskih uvjeta (Le Conte i Navajas, 2008). Dosada je opisano oko 26 podvrsta i brojnih ekotipova na temelju njihove morfologije, ponašanja i molekularnih karakteristika.

Pčele su se nakon posljednjeg ledenog doba iz južne Europe i Mediterana proširile čitavom Europom kroz vrlo različite klimatske i vegetacijske zone. Europa je izvoriste za 10 od 26 poznatih podvrsta pčela, uključujući i dvije (*A. m. ligustica* i *A. m. carnica*) koje se najčešće upotrebljavaju u pčelarstvu širom svijeta. Često se podvrste pčela nazivaju i zemljopisnim pasminama premda u ovom slučaju naziv „pasmina“ nema isto značenje kao i kod drugih domaćih životinja (Ruttner, 1987). Gotovo cijela populacija pčela u Europi danas je u rukama pčelara, stoga zaštita, očuvanje i povećanje populacije pčela u Europi u potpunosti ovisi o njihovim aktivnostima (Meixner *i sur.*, 2010).

Premda su pčele u odnosu na druge uzgajane životinje još uvijek poluudomaćene, njihova je brojnost u Europi pod velikim utjecajem ljudskih aktivnosti. Između 1970. i 2007. godine broj pčelinjih zajednica u Europi smanjen je s preko 21 na oko 15,5 milijuna (Meixner *i sur.*, 2010). Istodobno pčelari u Europi i Sjevernoj Americi učestalo prijavljuju povećane, često i neobjašnjive zimske gubitke zajednica. U nizu faktora koji mogu doprinijeti povećanim gubitcima najznačajniji su bolesti i nametnici, porast primjene sredstava za zaštitu bilja u poljoprivredi, ali i globalno tržište. Zdravlje pčelinjih zajednica ne može se u cijelosti razumjeti bez uključivanja genetske varijabilnosti pčela i njihove prilagođenosti regionalnim/lokalnim okolišnim uvjetima kao što su klima, vegetacija i krajolik te prevladavajuće bolesti i tehnologija pčelarenja (Meixner *i sur.*, 2010).

## PČELA NA PROSTORU HRVATSKE / BEES IN THE AREA OF CROATIA

Kao i širom Europe, u Hrvatskoj su pčele prvenstveno u rukama pčelara. Podatci o brojnosti pčelinjih zajednica te o pčelarima prikupljaju se i dostupni su u Hrvatskom pčelarskom savezu (Tablica 1).

Tablica 1. Broj pčelara i pčelinjih zajednica na prostoru Hrvatske od 2013. do 2015. godine

| Godina | Broj pčelara | Broj pčelinjih zajednica |
|--------|--------------|--------------------------|
| 2013.  | 10 265       | 547 281                  |
| 2014.  | 11 505       | 560 424                  |
| 2015.  | 12 526       | 564 736                  |

Izvor: HPS

Siva pčela (*Apis mellifera carnica*) izvorna je podvrsta pčela u Hrvatskoj i zaštićena je prirodnim rasprostranjenošću iste podvrste u susjednim državama, čime je smanjena opasnost od introgresije drugih populacija. Pripadnost podvrsti potvrđena je primjenom molekularnih analiza u studiji čiji su autori Sušnik i sur. (2004). Budući da u Hrvatskoj prevladavaju tri glavna klimatska područja s kontinentalnom, planinskom i primorskom klimom (Zaninović i sur., 2008), ona su rezultirala diferencijacijom podvrste u tri ekotipa sive pčele.

Razlikovanje subpopulacija sive pčele u Hrvatskoj provođeno je primjenom morfometrijskih i bioloških svojstava. Populacije sive pčele iz kontinentalnog i planinskog područja imaju sličan godišnji razvojni ciklus, rojevni nagon te prezimljavanje, specifično za sivu pčelu. Međutim, pčele iz obalnog područja, posebice iz južne Dalmacije, imaju drugačiji razvojni ciklus (Bubalo i sur., 1997; Kezić i sur., 2001). Pčele u obalnom području i na otocima imaju kratak zimski prekid u leglu (najviše do mjesec dana), dok je drugi prekid, koji može biti i duži, utvrđen u većini zajednica u ljetnom razdoblju.

## UZGOJNI PROGRAMI / BREEDING PROGRAMMES

Ranjivost populacije pčela dokumentirana je širom svijeta gubitcima (Van der Zee i sur., 2012, 2014) pčelinjih zajednica i smanjivanjem populacija pčela koje su pod nadzorom pčelara (Potts i sur., 2010). Obnova pčelinjih zajednica te redovita zamjena matica uvjetuju potrebu njihova organiziranog uzgoja. Uzgojni programi u pčelarstvu na prostoru Europe nastajali su između prve polovine i kraja XX. stoljeća, a u nekim državama ni danas nisu definirani. Dizajn uzgojnih programa u početcima je bio usko povezan sa znanstvenim institucijama i pčelarskim organizacijama. Znanstvene institucije činile su okosnicu uzgoja, naprimjer, u Njemačkoj ili Austriji. Ove su institucije provodile centraliziranu selekciju na svojim pčelinjacima te su pčelarima-uzgajivačima nudile visokoselekcionirane

(F1) matice za daljnje umnožavanje. Krajnji korisnici matica, pčelari, mogli su nabaviti matice iz sljedeće generacije (F2).

Prvi nacionalni uzgojni program za izvornu pasminu pčela *A. m. carnica* u Hrvatskoj donesen je 1997. godine te je od samog početka bio usmjeren na decentraliziranu selekciju kod registriranih uzgajivača, što je predstavljalo značajne izazove u organizaciji. Aktivnost hrvatskih stručnih i znanstvenih institucija usmjerena je na stručnu potporu (organiziranje neovisnog testiranja, izračun uzgojnih vrijednosti) te na prenošenje znanstvenih spoznaja u praktičnu primjenu.

Početkom XXI. stoljeća u uzgojima s najduljom tradicijom došlo je do izmjena u pristupu selekciji. Napušta se centralizirani sustav te udruge uzgajivača organiziraju i na svojim pčelinjacima provode selekciju matica. Posljednjih godina ovakav je pristup selekciji potvrđen međunarodnim istraživanjima interakcije genotipa pčela i okoliša (Costa i sur., 2012), te je dokumentirana interakcija pčela i prostora na kojem su nastale i na kojem se uzgajaju (Buchler i sur., 2014; Dražić i sur., 2014; Hatjina i sur., 2014a). Posebno su značajni rezultati koji ukazuju na veću vitalnost i tolerantnost prema bolestima lokalnih populacija u usporedbi s introduciranim genotipovima (Meixner i sur., 2014). Na temelju ovih rezultata pokrenuta su dodatna istraživanja mogućnosti uzgoja lokalnih populacija pčela, kao i njihove selekcije standardiziranim metodama usmjerenim prema poboljšanju svojstava tolerantnosti na bolesti. Ovakvim pristupom poboljšavaju se gospodarske vrijednosti pčela, a ne narušava se biološka raznolikost unutar populacije.

Na svojstva poput proizvodnosti, razvoja zajednice, rojenja, agresivnosti, otpornosti na bolesti utječu genetsko porijeklo matice, svojstva trutova s kojima se matica parila te okolišni uvjeti (Hatjina i sur., 2014b).

Uzgoj za tržište zahtijeva proizvodnju velikog broja visoko kvalitetnih matice. Međutim, temeljno je pitanje što znači kvaliteta i kako se mjeri? Neka od svojstava koja opisuju maticu kao jedinku njezina su tjelesna i fiziološka svojstva, dok je dio svojstava vezan za parenje te za proizvodne pokazatelje cijele zajednice. Općenito se smatra da kvalitetna matica treba imati sljedeća mjerljiva svojstva: optimalnu težinu kod valjenja, veliki broj jajnih cjevčica (ovariola), veliku spermatiku, velik broj spermija u spermateci, optimalan početak nesenja, dovoljan broj snesenih jaja po danu (nesivost/plodnost), kvalitetu legla te otpornost na bolesti i njihove uzročnike.

Na sva ova svojstva utječu i vanjski faktori, uključujući dob matice i uspješnost parenja (broj i kvaliteta trutova u trenutku parenja). Naprimjer, jedno od najvidljivijih svojstava matice njezina je plodnost, koja je jače izražena kod mlađih matice (Winston, 1980, 1987). Plodna matica omogućuje razvoj jake zajednice koja će posljedično biti i produktivnija. Nekoliko je studija pokazalo da su zajednice s mladim maticama (u dobi od jedne ili dvije godine) imale 30% više legla

i veću proizvodnju meda nego zajednice u kojima su matice starije (Avetisyan, 1961; Woyke, 1984; Akyol i sur., 2008). Slabija nesivost starijih matica te smanjivanje broja spermija mogu izazvati probleme u prezimljavanju i ranom proljetnom razvoju zbog nedovoljnog broja radilica (Tarpy i sur., 2000; Akyol i sur., 2008). Naravno, sva su ova svojstva povezana s podvrstom (pasminom) pčela te zahtjevima za razvoj zajednice usklađenim s lokalnim okolišnim uvjetima.

Jednako kao i tjelesnim odlikama, kvaliteta matice može se neizravno ocijeniti i svojstvima njezine zajednice. Zajednice u kojima je matica visoke kvalitete trebaju imati sljedeće karakteristike: nisku razinu nagona za rojenje, dobro izraženo higijensko ponašanje, optimalan razvoj legla, optimalnu snagu zajednice, visoku proizvodnju meda/peluda, slabo izražen obrambeni nagon (agresivnost), mirno ponašanje radilica na okvirima, otpornost na bolesti.

Unaprjeđivanje i/ili očuvanje pojedinog ili većine ovih svojstava u izravnoj je ovisnosti o načinu reprodukcije pčela.

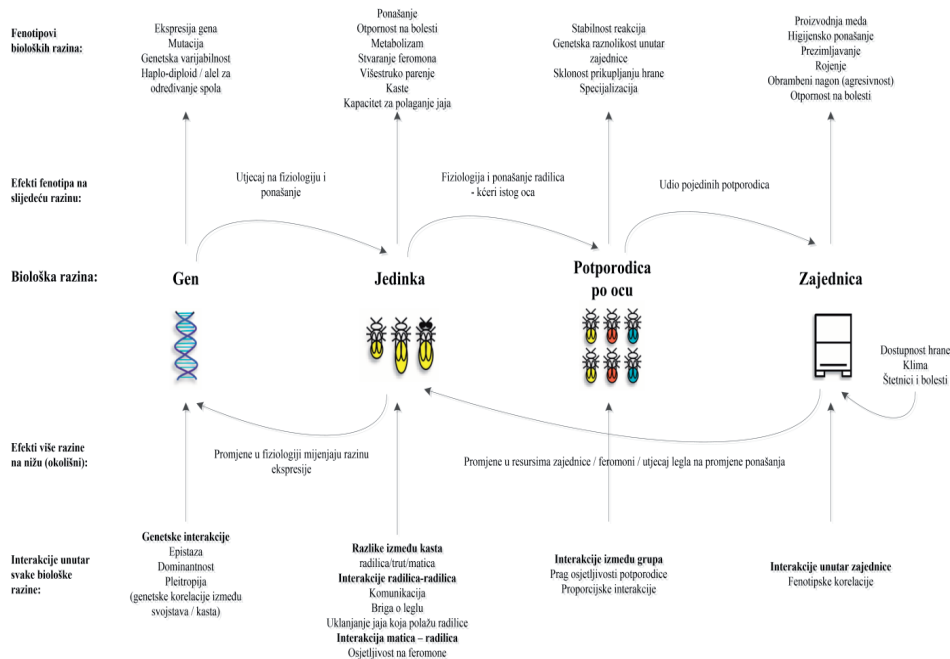
## REPRODUKTIVNE JEDINKE / REPRODUCTIVE INDIVIDUALS

Uzgoj medonosnih pčela zahtijeva identifikaciju zajednica koje imaju bolja svojstva i koje osiguravaju prijenos alela koji doprinose tim svojstvima na sljedeću generaciju. Međutim, odnosi između gena i poželjnih svojstava vrlo su složeni kod pčela (Oxley i Oldroyd, 2010). Pčelinja zajednica nije jedan organizam, već je zajednica mnogo međusobno srodnih jedinki. Uspješnost zajednice ovisi o aktivnostima njezinih mnogobrojnih članova te interakcijama između njih. Pčelinja zajednica može se promatrati na različitim razinama biološke organizacije i genetske arhitekture: na razini gena, jedinke, potporodica po očevima te na razini cjelokupne zajednice (Oxley i Oldroyd, 2010). Fenotip pčelinje zajednice proizlazi iz utjecaja svake od ovih razina te interakcija unutar svake razine i između njih (Slika 1).

Pčelinju zajednicu čine tri morfološki različite kaste. Trutovi su haploidni mužjaci, hemizigotni na lokusu za determinaciju spola (csd). Matice i radilice diploidne su ženke, sa značajnim razlikama u građi i funkciji organizma koje nisu nastale kao posljedica genetike, već uslijed različite ekspresije gena izazvane razlikama u prehrani i prostoru za vrijeme razvoja u stadiju ličinke. Razlike u funkciji i poslovima unutar zajednice svake od kasta odraz su razlika u veličini i građi tijela te dužini života (Oxley i Oldroyd, 2010).

Trutovi svojom aktivnošću ne doprinose ekonomski važnim svojstvima na razini zajednice, ali njihov je doprinos izražen uspješnošću razmnožavanja, odnosno brojem trutova koji su se uspješno parili i sudjelovali u prijenosu gena na sljedeću generaciju. Trutovi s kojima se matica parila ne daju genetski doprinos

ni preko trutova-sinova matice ni preko radilica koje su uobičajeno sterilne. Genetski doprinos trutova izražen je isključivo očinstvom nad sljedećom generacijom matica. Svaka će matica naslijediti gene samo jednog truta s kojim se parila njezina majka (Oxley i Oldroyd, 2010).



Slika 1. Biološka organizacija pčelinje zajednice. Preuzeto iz: Oxley i Oldroyd (2010)

Razvoj matice i njezino parenje predstavljaju ključnu fazu u životnom ciklusu zajednice jer određuju vitalnost i proizvodni potencijal zajednice. Posebnost socijalnih kukaca (pčele, mravi, ose) je poliandrija, proces u kojem se reproduktivne ženke pare s većim brojem mužjaka. Matice pčela pare se sa 6 – 50 trutova (Collins i Pettis, 2013), a parenje se odvija za vrijeme leta te je po jednoj matici zabilježen najmanje jedan, a najviše 16 letova tijekom nekoliko dana (Heidinger i sur., 2014). Poliandrijom se povećava genetska varijabilnost unutar zajednice. S povećanjem broja trutova s kojima se matica pari jednako se povećava i broj potporodica radilica (kćeri istog oca), stoga geni za različita svojstva unutar zajednice imaju veću varijabilnost, čime se omogućuje bolja prilagodba okolišnim uvjetima (Tarpay i Page, 2002) koja zajednici omogućuje bolje iskorištavanje različitih izvora hrane vezanih za promjene u okolišu (Oldroyd i sur., 1992).

Da bi se ostvario selekcijski napredak, neophodno je izolirati oplodne stanice te omogućiti prisutnost trutova samo iz odabranih zajednica poželjnih svojstava, što je relativno teško postići. Slobodan promet i mogućnost doseljavanja pčela iz udaljenih regija ili unos drugih podvrsta (pasmina) uslijed načina parenja pčela predstavlja opasnost od introgresije stranih gena, stvaranja križanaca te širenja nepoželjnih svojstava, što je dokumentirano širenjem afrikaniziranih pčela u Južnoj (Shepard i sur., 1991), središnjoj (Rubnik i sur., 1991) i Sjevernoj Americi (Tarpy i sur., 2010).

Da bi se utjecaj širenja drugih podvrsta smanjio, potrebno je izdvojiti i zaštititi konzervacijska područja za našu izvornu podvrstu pčela, slično iskustvima iz Slovenije koja je 2014. godine donijela „Resoluciju o zaštiti kranjske čebele“ (Uradni list RS). Postojeći uzgojni program za sivu pčelu u Republici Hrvatskoj postavio je temelje za zaštitu pasmine na razini ekotipova, čijom se provedbom i daljnjom izgradnjom osigurava bolja prilagođenost lokalnim klimatskim pašnim i tehnološkim uvjetima pčela.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Akyol, E.; Yeninar, H.; Korkmaz, A.; Çakmak, I. (2008) An observation study on the effects of queen age on some characteristics of honey bee colonies. *Italian Journal of Animal Sciences*, 7: 19-25.
- Avetisyan, G. A. (1961) The relation between interior and exterior characteristics of the queen and fertility and productivity of the bee colony. *Proceedings of XVIII International Beekeeping Congress*: p. 44-53.
- Bubalo, D.; Dražić, M.; Odak, M.; Kezić, N. (1997) Biološka raznolikost populacije sive pčele *Apis mellifera carnica* (Pollmann, 1879) na području Hrvatske i susjednih zemalja. *Proceedings of III Kolokvij - Entomofauna Hrvatske i susjednih zemalja*, Zagreb, Hrvatska, Hrvatsko entomološko društvo. pp 19-20.
- Büchler, R.; Costa, S.; Hatjina, F.; Andonov, S.; Meixner, M. D.; Le Conte, Y.; Uzunov, A.; Berg, S.; Bienkowska, M.; Bouga, M.; Drazic, M.; Dyrba, W.; Kryger, P.; Panasiuk, B.; Pechhacker, H.; Petrov, P.; Kezić, N.; Korpela, S.; Wilde, J. (2014) The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. *Journal of Apicultural Research*; 53(2): 205-214. DOI:10.3896/IBRA.1.53.2.03
- Collins, A. M., Pettis, J. S. (2013). Correlation of queen size and spermathecal contents and effects of miticide exposure during development. *Apidologie*, 44(3), 351-356.
- Costa, C., Büchler, R., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Bubalo, D., Charistos, L., Le Conte, Y., Drazic, M., Dyrba, W., Fillipi, J., Hatjina, F., Ivanova, E., Kezic, N., Kiprijanovska, H., Kokinis, M., Korpela, S., Kryger, P., Lodesani, M.,

- Meixner, M., Panasiuk, B., Pechhacker, H., Petrov, P., Oliveri, E., Ruottinen, L., Uzunov, A., Vaccari, G., Wilde, J. (2012) A Europe-wide experiment for assessing the impact of genotype-environment interactions on the vitality and performance of honey bee colonies: experimental design and trait evaluation. *Journal of Apicultural Science* 01/2012; 56: 147-158. DOI: 10.2478/v10289-012-0015-9
- Dražić, M.; Filipi, J.; Prđun, S.; Bubalo, D.; Špehar, M.; Cvitković, D.; Kezić, D.; Pechhacker, H.; Kezić, N. (2014) Colony development of two Carniolan genotypes (*Apis mellifera carnica*) in relation to environment. *Journal of Apicultural Research*; 53(2): 261-268. DOI:10.3896/IBRA.1.53.2.07
- Hatjina, F.; Costa, C.; Büchler, R.; Uzunov, A.; Drazic, M.; Filipi, J.; Charistos, L.; Ruottinen, L.; Andonov, S.; Meixner, M. D.; Bienkowska, M.; Gerula, D.; Panasiuk, B.; Le Conte, Y.; Wilde, J.; Berg, S.; Bouga, M.; Dyrba, W.; Kiprijanovska, H.; Korpela, S.; Kryger, P.; Lodesani, M.; Pechhacker, H.; Petrov, P.; Kezic, N. (2014a) Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*; 53(2): 233-247. DOI:10.3896/IBRA.1.53.2.05
- Hatjina, F.; Bienkowska, M.; Charistos, L.; Chlebo, R.; Costa, C.; Dražić, M.; Filipi, J.; Gregorc, A.; Ivanova, E. N.; Kezić, N.; Kopernicky, J.; Kryger, P.; Lodesani, M.; Lokar, V.; Mladenovic, M.; Panasiuk, B.; Petrov, P. P.; Rašić, S.; Smodis Skerl, M. I.; Vejsnæs, F.; Wilde, J. (2014b) A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. *Journal of Apicultural Research* 07/2014; 53(3): 337-363
- Heidinger, I. M. M., Meixner, M. D., Berg, S., Büchler, R. (2014). Observation of the mating behavior of honey bee (*Apis mellifera* L.) queens using radio-frequency identification (RFID): factors influencing the duration and frequency of nuptial flights. *Insects*, 5(3), 513-527.
- Kezić, N.; Bubalo, D.; Dražić, M. (2001) Uzgoj sive pčele *Apis mellifera carnica* (Pollman, 1879) u Hrvatskoj. *Proceedings of Biološka raznolikost u stočarstvu Republike Hrvatske*: HAZU Zagreb. pp 141-145.
- Le Conte, Y. i Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510
- Meixner, M. D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., Büchler, R. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 85-92.
- Meixner, M. D., Francis, R.M., Gajda, A., Kryger, P., Andonov, S., Uzunov, A., Topolska, G., Costa, C., Amiri, E., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Büchler, R., Dyrba, W., Gurgulova, K., Hatjina, F., Ivanova, E., Janes, M., Kezic, N., Korpela, S., Le Conte, Y., Panasiuk, B., Pechhacker, H., Tsoktouridis, G.,

- Vaccari, G. i Wilde, J. (2014) Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype-environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 215-229.
- Oldroyd, B. P., Rinderer, T. E., Harbo, J. R., Buco, S. M. (1992) Effects of intracolony genetic diversity on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony performance. *Ann Entomol Soc Am* 85: 335-343
- Oxley, P. R., Oldroyd, B. P. (2010) The Genetic Architecture of Honeybee Breeding. In Stephen J. Simpson and Jérôme Casas, editors: *Advances in Insect Physiology*, Vol. 39, Burlington: Academic Press, 2010, pp 83-118.
- Potts, S. G., Roberts, S. P., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P. & Settele, J. (2010) Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 15-22.
- Rubink, W. L. & Buco, S. M. (1991). Hybridization between European and Africanized honey bees in the neotropical Yucatan peninsula. *Science*, 253(5017), 309.
- Ruttner, F. (1987) Races of bees. U *The Hive and Honey Bee*, pp. 19-38. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois
- Sheppard, W. S., Rinderer, T. E., Mazzoli, J. A., Stelzer, J. A. & Shimanuki, H. (1991). Gene flow between African-and European-derived honey bee populations in Argentina. *Nature*, 349(6312), 782-784.
- Sušnik, S., Kozmus, P., Poklukar, J., Meglic, V. (2004). Molecular characterisation of indigenous *Apis mellifera carnica* in Slovenia. *Apidologie*, 35(6), 623-636.
- Tarpy, D. R., Hatch, S., Fletcher, D. J. (2000). The influence of queen age and quality during queen replacement in honeybee colonies. *Animal behaviour*, 59(1), 97-101.
- Tarpy, D. R., Page, R. E. (2002) Sex determination and the evolution of polyandry in honey bees (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52(2), 143-50.
- Tarpy, D. R., Caren, J. R., Delaney, D. A., Sammataro, D., Finley, J., Loper, G. M., DeGrandi-Hoffman, G. (2010). Mating frequencies of Africanized honey bees in the south western USA. *Journal of Apicultural Research*, 49(4), 302-310.
- Uradni list Republike Slovenije (2014) Resolucija o zaščiti kranjske čebele (ReZKČ), Št. 18 / 14. 3. 2014.
- Van der Zee, R., Brodschneider, R., Brusbardis, V., Charrière, J. D., Chlebo, R., Coffey, M. F., Dahle, B., Dražić, M., Kauko, L., Kretavicius, J., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Otten, C., Peterson, M., Raudmets, A., Santrac, V., Seppälä, A., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnæs, F. i Gray, A. (2014) Results of international standardised beekeeper surveys of colony losses for winter 2012 – 2013: analysis of winter loss rates and mixed effects modelling of risk factors for winter loss, *Journal of Apicultural Research*, 53:1, 19-34

- Van der Zee, R., Pisa, L., Andonov, S., Brodschneider, R., Charrière, J. D., Chlebo, R., Coffey, M. F., Crailsheim, K., Dahle, B., Gajda, A., Gray, A., Drazic, M. M., Higes, M., Kauko, L., Kence, A., Kence, M., Kezic, N., Kiprijanovska, H., Kralj, J., Kristiansen, P., Hernandez, R. M., Mutinelli, F., Nguyen, B. K., Otten, C., Özkirim, A., Pernal, S. F., Peterson, M., Ramsay, G., Santrac, V., Soroker, V., Topolska, G., Uzunov, A., Vejsnæs, F., Wei, S., Wilkins, S. (2012) Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008-9 and 2009-10. *Journal of Apicultural Research* 01/2012; 51(1): 91-114
- Winston, M. L. (1980) Swarming, afterswarming, and reproductive rate of unmanaged honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Insects Sociaux*, 27: 391-398
- Winston, M. L. (1987) *The biology of the honey bee*. Harvard University Press. 281 pp.
- Woyke, J. (1984) Correlation and interaction between population, length of worker life and honey production by honey bees in a temperate region. *Journal of Apicultural Research*, 23(3): 148-156.
- Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D. and Likso, T. (2008) *Klimatski atlas Hrvatske*. Zagreb: DHMZ.

## SUMMARY

### Protection of biological diversity through utilization of the Carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) in Croatia

Honey bees (*Apis mellifera*), in comparison to other breeding animals, are still semi-domesticated. However, their number in Europe is strongly influenced by human activity. Beekeepers around the World and mostly in Europe and North America, frequently report increased, often inexplicable honeybee colony losses. The renewal of honeybee colonies and the regular replacement of queens make organized breeding necessary. The Carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) is the original subspecies (geographic race) of bees in Croatia and is sheltered by the natural distribution of the same subspecies in neighbouring countries, thus reducing the risk of introgression of other populations. The first national breeding program for the indigenous breed of bees, *A. m. carnica* in Croatia was adopted in 1997, and from the very beginning was focused on decentralized selection at the apiaries of registered breeders. This approach to breeding has been confirmed by a series of recent studies to promote bee breeding at the local or regional level. In order to achieve selection progress, and due to the mode of reproduction of bees, it is necessary to isolate breeding apiaries and enable the presence of drones only from selected colonies with desirable traits. Free trade and the possibility of migrating honeybees from distant regions or the introduction of other subspecies (breeds) represents a threat for possible introgression of foreign genes, the creation of hybrids and the spread of undesirable traits. In order to reduce the impact of other subspecies on native bees in Croatia, it is necessary to define and protect the conservation areas for our indigenous bee subspecies.

**Key words:** Carniolan bee, *Apis mellifera carnica*, breeding, biodiversity protection

Dr. sc. Marica Maja Dražić  
Hrvatska poljoprivredna agencija  
Ilica 101  
10 000 Zagreb  
mdrazic@hpa.hr

Dr. sc. Gordana Duvnjak  
Hrvatska poljoprivredna agencija

Dr. sc. Janja Filipi  
Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
Mihovila Pavlinovića 21  
23 000 Zadar



# MOGUĆNOST DETEKCije ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA RADIOCEZIJE $^{137}\text{Cs}$ , ODREĐIVANJEM AKTIVNOSTI $^{137}\text{Cs}$ U UZORCIMA MEDA

## ABILITY OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION DETECTION BY HONEY

DELKO BARIŠIĆ  
NIKOLA KEZIĆ  
DRAGAN BUBALO  
MAJA DRAŽIĆ  
LIDIJA SVEČNJAK  
IVAN SELETKOVIĆ  
ŽELJKA ZGORELEC  
MARINA POPIJAČ  
DOMAGOJ BARIŠIĆ  
IVANA TUCAKOVIĆ

UDK/UDC 504.61:638.16  
Pregledni rad / Review paper  
Primljeno/Received: 11. 6. 2017.  
Prihvaćeno/Accepted: 25. 6. 2017.  
<https://doi.org/10.21857/yk3jwhr0v9>

*U radu je prikazana mogućnost detekcije onečišćenja okoliša ispitivanjem meda na primjeru praćenja kontaminacije područja Republike Hrvatske radioaktivnim izotopom cezija  $^{137}\text{Cs}$ . Komentiran je problem uzimanja reprezentativnih uzoraka te je pojašnjeno zašto med sakupljen u košnici vjerojatno predstavlja najbolji kompozitni uzorak koji je u prirodi moguće prikupiti. Ukazano je na nužnost znanja o tome u kojoj se mjeri pojedini biogeni element prisutan u okolišu ugrađuje u biljke te, posredno preko nektara ili medne rose, dospijeva i u med. Naznačena je priroda informacija sadržanih u uzorku meda te je istaknut problem promjenjivosti transfer-faktora tijekom vremena. U radu su prikazani i neki od preliminarnih rezultata recentnih istraživanja, kao i rezultati dijela istraživanja provedenih tijekom posljednjih tridesetak godina. Već desetak godina nakon kontaminacije u većini uzoraka livadnih medova  $^{137}\text{Cs}$  najčešće više nije bilo moguće detektirati, za razliku od medljikovaca i meda od kestena u kojima se i dvadesetak godina nakon kontaminacije koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  kretala oko 2,5 Bq/kg u medu od kestena odnosno oko 10 Bq/kg u medljikovcima. Koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u medu od kestena i medljikovcima smanjuje se na polovinu u vremenskom periodu od približno petnaestak godina ukoliko se isključi utjecaj radioaktivnog raspada. Kod meda od kestena taj je period nešto kraći (približno 13 godina) u odnosu na medljikovce jele i smreke kod kojih se, sudeći po dosadašnjim rezultatima, kreće od 17 do 18 godina. Rezultati potvrđuju pouzdanost metode procjene stanja onečišćenja okoliša radioaktivnim*

*izotopom cezija ( $^{137}\text{Cs}$ ), praćenjem njegovih aktivnosti u dobro definiranim uzorcima meda i desetljećima nakon onečišćenja.*

**Ključne riječi:** *onečišćenje, radioaktivnost,  $^{137}\text{Cs}$ , med, pčele, transfer-faktori, bioindikatori*

Prvi slučajevi onečišćenja atmosfere ostali su nezabilježeni u povijesti ljudskog roda, no vjerojatno koincidiraju s vremenom otkrića vatre. Jednom otpušteni, onečišćivači se zračnim strujanjima prenose i raspršuju u atmosferi da bi u konačnici u procesima suhog i/ili mokrog taloženja dospjeli na površinu Zemlje onečišćujući tla, vodene površine i biotu. Biogeni elementi i tvari, kao i mnogi onečišćivači, iz okoliša (tlo, voda, zrak) se ugrađuju u biološke sustave pri čemu pojedine vrste organizama mogu pokazivati sklonost ugradnji pojedinih biogenih elemenata ili tvari. Biljke iz tala uzimaju biodostupne elemente i spojeve (Zach et al., 1989) od kojih neki mogu biti onečišćenja koja želimo pratiti (radioaktivni elementi, teški metali i slično), stoga se onečišćivači tala mogu u nekim slučajevima pratiti posredno, promatranjem njihova pojavljivanja u biljkama.

Bioindikatorski organizmi su organizmi koji mogu višestruko koncentrirati neke elemente ili kemijske spojeve iz okoliša u kojem žive ili na različite prepoznatljive načine reagiraju na prisutnost pojedinih elemenata ili kemijskih spojeva iz svog okruženja. Odabir pogodnog bioindikatora u svrhu praćenja ekološkog integriteta pojedinih ekosustava izuzetno je zahtjevan i kompleksan problem (Carrigan and Villard, 2002). Bioindikatorski organizmi u načelu ne bi trebali imati mogućnost eventualnim kretanjem izbjeći stresnu situaciju, iako ima i suprotnih primjera (Šprem et al., 2013). Kada su u pitanju elementi ili spojevi prirodnog porijekla, samo poznavajući njihove prirodne distribucije možemo ustanoviti je li riječ o onečišćenju ili ne. Kada su u pitanju ksenobiotici, takvih dilema nema te stoga samo na temelju rezultata analize njihovih koncentracija u bioindikatorskim organizmima možemo sa sigurnošću detektirati prisustvo ksenobiotika, a time i eventualno onečišćenje u promatranom ekosustavu. U slučaju praćenja onečišćenja atmosfere elementima u tragovima preko lišajeva i mahovina (kao najčešćih bioindikatora) dodatni problem predstavlja i pronalaženje odgovarajućeg odnosa između koncentracija polutanata u zraku i danom bioindikatoru (Wolterbeek, 2002) tijekom vremena (relacija doza – odgovor). Kada su u pitanju zagađenja elementima u tragovima, pogotovo teškim metalima, do kojih je došlo prije mnogo desetljeća, lišajevi i mahovine pokazali su se kao bolji bioindikatori od, primjerice, meda (Sauiner et al., 2013). Zato je veoma važno dobro poznavati one biljne vrste koje se ponašaju bioindikatorski, što znači da se radi o biljkama

koje su u stanju dugo vremena iz tala u sebe akumulirati elemente i/ili spojeve te nam na taj način osigurati željene informacije (Andersson et al., 2001; Caldwell et al., 2011; Rosén and Vinichuk, 2014).

Različitim vrstama analiza bioindikatorskih organizama moguće je dobiti informacije o prisutnosti, često i koncentracijama, pojedinih prirodnih ili ksenobiotičkih tvari ili elemenata u tlima, vodama ili atmosferi. Koncentracije elemenata u tlima ovise o brojnim faktorima kao što su sadržaj organske tvari, kiselost tala, mineralni sastav, klimatski uvjeti, geološka podloga (Nikkarinena and Mertanenb, 2004; Romić, 2009; Fränzle, 2013) itd., te stoga one mogu varirati u veoma širokim rasponima. Uz to, kontaminanti koji se iz atmosfere na tlo talože mokrom ili suhom depozicijom s vremenom prodiru u dublje slojeve te postaju bionajdostupniji kada dospiju u zonu korijenja bioindikatora. O tome uvelike ovisi odgovor samog bioindikatora na zagađenje, no iz vertikalnih se profila može procjenjivati i zagađenje okoliša danim kontaminantom (Barišić et al., 1999; Charro et al., 2013), pri čemu ostaje otvoren vrlo izražen problem reprezentativnosti samog uzorka, odnosno istraživanog profila za nešto šire područje. Poznavanje takvih parametara (koncentracije pojedinih teških metala, radionuklida, nutrijenata, pesticida i drugih najrazličitijih kemijskih spojeva) omogućava definiranje stanja kvalitete okoliša, praćenje toga stanja tijekom vremena, kao i procjene najrazličitijih mogućih rizika, kako po ljudsko zdravlje, tako i po sastavne biotičke dijelove pojedinih ekosustava.

Jedan od većih izazova u praćenju i/ili istraživanjima stanja okoliša svaka-ko je problem uzimanja reprezentativnih uzoraka, reprezentativnih u smislu da dobro odražavaju prosječnu vrijednost praćenih parametara na širem prostoru. Većina uzoraka sakupljenih iz okoliša, ma kako se mi trudili da ih uzmemo kao reprezentativne, u biti predstavlja „točkasto“ uzete uzorke kada su u pitanju onečišćenja transportirana zračnim putem, što je i najčešći slučaj. Primjerice, u 9 uzoraka tala uzorkovanih u krugu promjera 150 metara na Milanovu vrhu u Gorskom Kotaru od 1994. do 1998. godine koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  izmjerene su u rasponu od 51,2 Bq/kg do 441,6 Bq/kg (Barišić et al., 2002). Koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u 7 uzoraka tala uzorkovanih u široj okolici Petrinje od 2004. do 2007. godine izmjerena je u rasponu od 34,1 do 274,1 Bq/kg (Barišić, 2010), a u 14 uzoraka prikupljenih na Banovini 2016. godine u rasponu od 2,9 do 103 Bq/kg, stoga bi za dobro poznavanje koncentracija nekog zagađivača koji želimo pratiti u tlima bilo potrebno uzeti i analizirati što je moguće više uzoraka, a što je najčešće preskupo ili nemoguće. S druge pak strane, med iz košnice predstavlja kompozitni slučajni uzorak prikupljan tijekom dužeg vremenskog razdoblja s više desetaka milijuna točaka. Naime, tražeći i skupljajući nektar ili mednu rosu, pčele lete i do 5 kilometara od košnice, pri čemu se zamjetan unos meda u koš-

nicu događa iz kruga radijusa od oko 3 kilometra. Da bi napunila medni mješur nektarom, pčela mora posjetiti 80 – 150 cvjetova (Free, 1993) pa tijekom prosječno 12 izleta dnevno posjeti oko 1000 cvjetova (Bromenshenk et al., 1998). Glavnina se unosa meda u košnicu odvija s područja površine do 20 km<sup>2</sup>. Ako u srednje jakoj zajednici ima oko 15 000 pčela skupljačica, one mogu u jednom danu posjetiti oko 15 000 000 cvjetova. Ovisno o sadržaju mednog mješura, za proizvodnju jednog kilograma meda potrebno je obaviti u prosjeku između 100 000 i 150 000 pojedinačnih letova (Tomašec, 1949). U svojem radu Barišić i suradnici (2002) ukazuju na to da med sakupljen u košnici predstavlja kompozitni uzorak koji je sakupljan s više desetaka milijuna pojedinačnih točaka i kao takav vjerojatno predstavlja najbolji kompozitni uzorak koji je u prirodi moguće prikupiti. Med je stoga uzorak koji predstavlja izvor reprezentativnih informacija za područje površine oko 20 km<sup>2</sup>. Pri tome ovako sakupljene informacije sadržane u uzorku meda mogu biti dvojake prirode:

- o biodostupnim elementima i/ili spojevima koji se iz tala ugrađuju u biljni materijal te u konačnici, preko peluda, nektara ili medne rose, dospijevaju u med,
- o elementima i/ili spojevima koji se iz atmosfere talože na biljni materijal te ga pčele nakon sakupljanja hrane na svom tijelu unesu u košnicu.

Da bismo, poznavajući koncentracije određenih spojeva ili elemenata u nekom bioindikatoru, mogli zaključivati o njihovim koncentracijama u okolišu (a time i o mogućim onečišćenjima), nužno je znati u kojoj se mjeri oni iz okoliša ugrađuju u dani bioindikator. Mjera ugradnje pojedinih elemenata iz okoliša u bioindikator može se iskazati pomoću transfer-faktora koji se, u nekim slučajevima, mogu i mijenjati tijekom vremena (Barišić et al., 1994). Transfer-faktor pritom predstavlja omjer koncentracije elementa u bioindikatoru i okolišu (tlima, vodama ili zraku), te uvećan za faktor 100 kazuje koliko se postotaka nekog elementa prisutnog u jediničnoj masi/volumenu tla, vode ili zraka ugradi u jediničnu masu bioindikatora. Na temelju njihova poznavanja moguće je predviđati i ponašanje pojedinih kontaminanata (Willey, 2014). Kod procjene rizika niske vrijednosti transfer-faktora upućuju na mogućnost znatnijeg opterećenja okoliša danim kemijskim spojem ili elementom bez većih posljedica na promatrani bioindikator. Obrnuto, kod visokih vrijednosti transfer-faktora možemo očekivati da se i manje opterećenje okoliša danim spojem ili elementom relativno brzo i zamjetno odrazi na bioindikatoru.

Područje Republike Hrvatske značajnije je kontaminirano <sup>137</sup>Cs u dvama navedenim: ranih šezdesetih godina prošlog stoljeća tijekom atmosferskih testiranja

nuklearnog oružja i u svibnju 1986. godine tijekom nesreće u nuklearnoj elektrani u Černobilu. Vertikalne distribucije cezijeve izotope u tlima na području Hrvatske, kao i karte kontaminacije područja Republike Hrvatske nakon nesreće u Černobilu prikazane su u brojnim radovima (Barišić et al., 1987; Barišić and Lulić, 1990; Lulić et al., 1990; Barišić and Lulić, 1991; Filipović-Vinceković et al., 1991; Barišić et al., 1991; Barišić et al., 1992; Barišić et al., 1999; Barišić et al., 2002). S obzirom na činjenicu da se kontaminacija prouzrokovana atmosferskim testiranjima nuklearnog oružja odvijala više-manje kontinuirano niz godina, brojni su događaji rezultirali gotovo homogenim onečišćenjem područja Republike Hrvatske uz samo nekoliko nešto izraženije kontaminiranih dijelova (Barišić et al., 1991; Barišić et al., 1999). Za razliku od tih događaja, kontaminacija do koje je došlo tijekom nesreće u nuklearnoj elektrani u Černobilu bila je izrazito nehomogena i ovisna prvenstveno o količini i radioaktivnosti oborina početkom svibnja 1986. godine (Barišić and Lulić, 1990; Lulić et al., 1990; Barišić and Lulić, 1991). Posljednja značajnija kontaminacija okoliša izotopom  $^{137}\text{Cs}$ , do koje je došlo nakon nesreće izazvane tsunamijem nakon potresa u ožujku 2011. godine na nekoliko reaktora i skladišta istrošenog nuklearnog goriva nuklearne elektrane u Fukushima, bila je lokalnog/regionalnog karaktera (Yasunari et al., 2011; Minoura et al., 2014; Teramage et al., 2014) te je kontaminacija izotopom  $^{137}\text{Cs}$  na području Europe, pa tako i Republike Hrvatske, detektirana u beznačajnim količinama. Upravo je relativno dobro poznavanje kako prostorne kontaminacije područja Republike Hrvatske izotopima cezija, tako i njihovih vertikalnih distribucija u tlima omogućilo bolje razumijevanje i interpretaciju rezultata mjerenja koncentracija aktivnosti u uzorcima meda.

Istraživanja mogućnosti detekcije onečišćenja, kao i praćenja kretanja onečišćenja okoliša radioaktivnim izotopima cezija ( $^{134}\text{Cs}$  i  $^{137}\text{Cs}$ ) putem meda otpočela su na području Republike Hrvatske krajem osamdesetih, odnosno početkom devedesetih godina prošlog stoljeća te traju još i danas. Najveća količina cezija nalazi se u površinskom sloju tla do desetak centimetara dubine (Shand et al., 1994; Hird et al., 1995; Shenber and Eriksson, 1993; Bossew et al., 2001).  $^{137}\text{Cs}$  se tijekom vremena čvrsto veže za minerale tla i organski materijal te resorpcija kroz korijen biljke u načelu brzo slabi već nekoliko godina nakon kontaminacije (Barišić et al., 1992a; Barišić et al., 1994; Barišić et al., 1995). Drugi je način ulaska cezija u biljke folijarna adsorpcija, pogotovo tijekom kontaminacije. S obzirom na to da se cezij u tlu s vremenom apsorbira te postaje gotovo nedostupan livadnim biljnim vrstama, njegov se prijenos iz tla u pčelinje proizvode smanjuje i aktivnost u livadnim medovima s vremenom brzo opada, stoga relativno brzo nakon kontaminacije u većini uzoraka livadnih medova  $^{137}\text{Cs}$  najčešće više nije moguće detektirati (Barišić et al., 1995; Kezić et al., 1997). Dok je, primjerice, prosječna

koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u livadnim medovima iz 1990. godine iznosila  $4,0 \pm 2,4$  Bq/kg ( $n=12$ ), u livadnim medovima iz 1995. godine iznosila je svega  $0,1 \pm 0,1$  Bq/kg ( $n=10$ ), a deset godina nakon kontaminacije (1996. godine)  $< 0,1$  Bq/kg ( $n=10$ ).

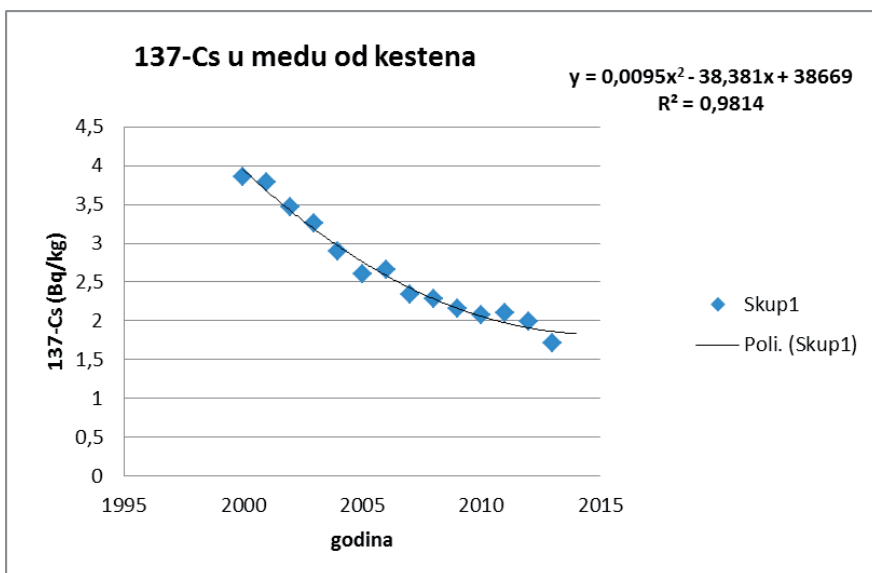
Zato je važno dobro poznavati one biljne vrste (odnosno odgovarajuće vrste meda) koje se ponašaju kao bioindikatori dugo vremena nakon kontaminacije. Reprezentativne su one biljke koje su u stanju dugo vremena iz tala u sebi akumulirati elemente ili spojeve te nam na taj način osigurati željenu informaciju. U slučaju izotopa  $^{137}\text{Cs}$ , među najpoznatije bioindikatorske vrste biljaka ubrajaju se vriesak (*Calluna vulgaris* L.), jela (*Abies alba* Mill.), smreka (*Picea abies* L.) i kesten (*Castanea sativa* Mill.). Ako se onečišćenja koja pratimo pojavljuju u nektaru ili u biljnom soku drvenastih biljaka kod kojih se pojavljuje medna rosa ili medljika (hrast, neke voćne vrste, jela, smreka), tada se onečišćenje može pronaći i u odgovarajućim vrstama meda, odnosno medljikovcima, stoga je u mnogim slučajevima moguće pratiti pojavu i kretanje pojedinih vrsta onečišćenja tala analiziranjem sadržaja tog onečišćenja u uzorcima meda (Devillers and Pham-Delegue, 2002). Barišić et al. (2002) u svojim su istraživanjima dokazali da su jele i smreke veoma dobri bioindikatori za radiocezij dugi niz godina nakon kontaminacije. Medljikovci su bolji indikatori u odnosu na druge vrste meda s obzirom na daleko najveću vrijednost transfer-faktora većine promatranih biogenih elemenata poput kroma, mangana, olova, cezija, kalija, rubidija, kalcija, stroncija, nikala, bakra i cinka (Barišić et al., 1999a; Barišić et al., 2002).

Transfer-faktori  $^{137}\text{Cs}$  iz tala u vegetaciju ovisni su o brojnim čimbenicima, prvenstveno karakteristikama tala i bioindikatorskim osobitostima pojedinih biljnih vrsta te mogu znatno varirati, pogotovo na širim područjima (Barišić et al., 1998; Andersson et al., 2001; Toal et al., 2002; Kruse-Irmer and Giani 2003; Tamponnet et al., 2008; Calmon et al., 2009; Vinichuk et al., 2010). S obzirom na to da se transfer-faktori u slučaju izotopa  $^{137}\text{Cs}$  tijekom vremena u načelu smanjuju (zbog procesa vezanja cezija na čestice tala, njegova radioaktivnog raspada, prodiranja u dublje slojeve tala, translokacije erozijom ili vodama), od iznimne je važnosti poznavati promjene transfer-faktora u ovisnosti o vremenu. Uočivši važnost poznavanja promjene transfer-faktora iz tala preko medonosnih biljaka u nektar ili mednu rosu te u konačnici u med tijekom vremena, a u cilju dobivanja dubljeg uvida u bioindikatorske osobitosti medljika i nektarnog meda od kestena za slučaj kad je od kontaminacije do uzorkovanja meda proteklo mnogo vremena, 2000. godine započeto je sustavno praćenje koncentracija aktivnosti izotopa  $^{137}\text{Cs}$  i njegova homologa  $^{40}\text{K}$  u tim vrstama meda na području Hrvatske. Uzorci meda od kestena sustavno se prikupljaju na širem području od Petrinje preko Gline do Topuskog (područje Banovine), a uzorci medljikovaca u šumama jele

i smreke s područja Gorskog Kotara i Like (područje od Klane, preko Prezida, Broda na Kupu, Plaškog, Otočca do Gospića i okolice). Pored toga, povremeno su analizirani i uzorci s područja Plitvičkih jezera, ukoliko su bili dostupni, te meda od kestena s područja sjeverozapadne Hrvatske.

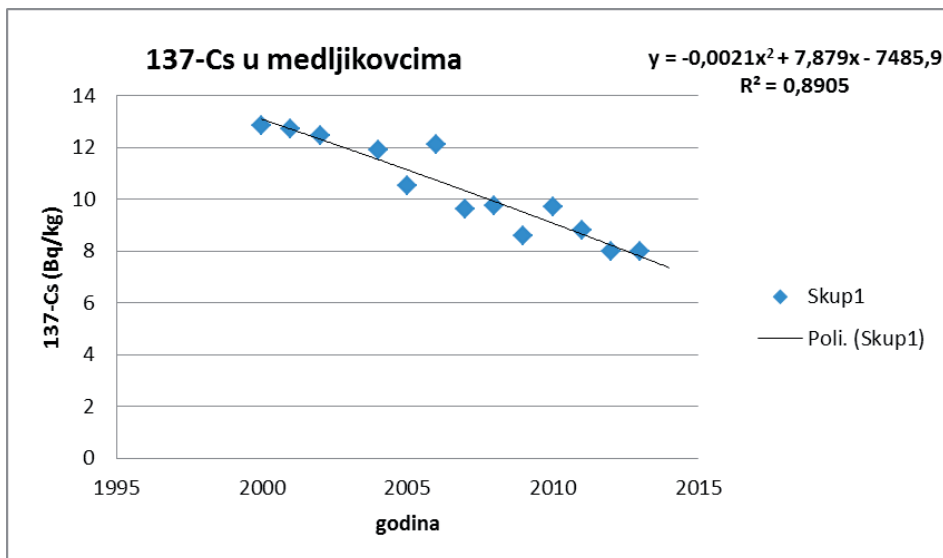
Noviji publicirani rezultati mjerenja koncentracija aktivnosti  $^{40}\text{K}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u kestenovu medu potvrđuju da se koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  vrlo sporo smanjuju tijekom godina (Barišić et al., 2005; Barišić, 2010; Rožmarić Mačefat et. al., 2011), što nije u skladu sa zaključcima nekih autora (Panatto et al., 2007) koji su ustvrdili da koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u kestenovu medu opada na polovinu u roku od 577 dana, a u slučaju medljikovaca u roku od svega 394 dana. Panatto i suradnici (2007) do tih su zaključaka došli na temelju rezultata mjerenja na uzorcima prikupljenim u periodu od 2001. do 2004. godine u Italiji, u široj okolini grada Genove.

Preliminarni rezultati praćenja koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) u uzorcima kestenova meda prikupljenih sa šireg područja sjeverozapadne Hrvatske i Banovine u periodu od 2000. do 2013. godine (analizirano je više od 200 uzoraka) prikazani su na Slici 1, a u medljikama jele i smreke (analizirano je više od 150 uzoraka) sakupljenih u istom periodu s područja Gorskog Kotara i Like na Slici 2 (preuzeto iz seminarskog rada – Barišić, D., 2015).



Slika 1. Koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) u kestenovu medu sa šireg područja od Petrinje do Topuskog (aktivnosti preračunate na 1. 7. 2006.); n = 224; r = 0,9907

Picture 1. Concentration activities  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) in chestnut honey from wider area from Petrinja to Topusko (activities calculated on 1. 7. 2006.); n = 224; r = 0,9907



Slika 2. Koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) u medljikovcima jele i smreke s područja Gorskog kotara i Like (aktivnosti preračunate na 1. 7. 2006.);  $n = 161$ ;  $r = 0,9437$

Picture 2. Concentration activities  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) in forest honey from spruce and fir tree from the area of Gorski kotar and Lika (activities calculated on 1. 7. 2006.);  $n = 161$ ;  $r = 0,9437$

Da bi se eliminirao utjecaj radioaktivnog raspada  $^{137}\text{Cs}$  na dobivene rezultate, sve koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u uzorcima su preračunate na 1. srpnja 2006. godine, odnosno na vrijeme kad je od kontaminacije proteklo približno 20 godina. S obzirom na to, evidentno smanjivanje koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  može se pripisati isključivo djelovanju geokemijskih procesa koji se u tlima odvijaju tijekom vremena. Već i letimičan pogled na preliminarne rezultate upućuje na zaključak da se aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  u analiziranim tipovima meda smanjuje na polovinu u bitno dužem vremenskom periodu u odnosu na periode koje su naveli Panatto et al. (2007). Koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u po 3 uzorka medljikovaca s područja Plitvičkih jezera (dio najkontaminiranijeg područja Republike Hrvatske), sakupljenih 2004. i 2009. godine, upućuju na isti zaključak. Naime, u medljikama prikupljenim 2004. godine koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  kretala se u rasponu od 54,9 do 60,7 Bq/kg (prosjek:  $57,8 \pm 2,9$  Bq/kg), a u medljikama prikupljenim 2009. godine u rasponu od 21,0 do 43,1 Bq/kg (prosjek:  $3,9 \pm 11,3$  Bq/kg). Kompletirani rezultati istraživanja promjena koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u medu od kestena i medljikovcima jele i smreke bit će obrađeni i prezentirani u okviru doktorske disertacije kandidata Domagoja Barišića pod naslovom „Aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  u medu

kao pokazatelj njegove biogeokemijske dinamike u šumskom ekosustavu“, koja je trenutačno u izradi.

U svrhu boljeg razumijevanja te mogućeg pojašnjenja dugotrajne prisutnosti  $^{137}\text{Cs}$  u nektarnom medu kestena (i medljikovcima jele i smreke), gotovo paralelno s praćenjem koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u medu otpočela su istraživanja raspodjele i ponašanja  $^{137}\text{Cs}$  u stablima kestena i jele (Lovrenčić et al., 2004; Popijač et al., 2004; Lovrenčić et al., 2005). Koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u biljnom materijalu kestena (lišće, plodovi, vršni dijelovi grana, godovi, korijenje) znatno su niže u odnosu na odgovarajući biljni materijal jele. Kod jele je uočeno i da se  $^{137}\text{Cs}$  koncentrira u vršnim dijelovima izrasta (grančice i iglice na njima), slično kao i njegov homolog  $^{40}\text{K}$  (Lovrenčić et al., 2008). Rezultati ovih istraživanja, uključujući i rezultate uzorkovanja ponovljenih 2016. odnosno 2017. godine, bit će prezentirani u okviru doktorske disertacije kandidatkinje Marine Popijač pod naslovom „Distribucija  $^{137}\text{Cs}$  u pitomom kestenu (*Castanea sativa* Mill.) s Banovine i običnoj jeli (*Abies alba* Mill.) iz Like (Hrvatska)“, koja je trenutačno također u završnoj fazi izrade.

## ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Uzorci koji se analiziraju u svrhu procjene stanja okoliša trebaju biti reprezentativni u smislu da dobro odražavaju prosječnu vrijednost praćenih parametara na širem prostoru. Stoga med sakupljen u košnici predstavlja reprezentativni prosječni uzorak koji je sakupljen s više desetaka, pa i do nekoliko stotina milijuna pojedinačnih točaka te kao takav vjerojatno predstavlja najbolji kompozitni uzorak koji je moguće u prirodi prikupiti. U takvom uzorku pohranjene su informacije o prosječnim vrijednostima koncentracija biogenih elemenata u tlima, reprezentativne za područje površine od oko 20 km<sup>2</sup>. Već desetak godina nakon kontaminacije na području Republike Hrvatske u većini uzoraka livadnih medova  $^{137}\text{Cs}$  najčešće više nije bilo moguće detektirati. Medljikovci jele i smreke te nektarni med od kestena veoma su dobri bioindikatori kontaminacije  $^{137}\text{Cs}$  u dugom vremenskom periodu. Dvadesetak godina nakon kontaminacije koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  kretale su se oko 2,5 Bq/kg u medu od kestena, odnosno oko 10 Bq/kg u medljikovcima jele i smreke. Pri tome se koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u medu od kestena i medljikovcima smanjuje na polovinu u vremenskom periodu od približno petnaestak godina ukoliko se isključi utjecaj radioaktivnog raspada. Kod meda od kestena taj je period nešto kraći (približno 13 godina) u odnosu na medljikovce jele i smreke kod kojih se, sudeći po dosadašnjim rezultatima, kreće od 17 do 18 godina.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Andersson, I., Lonsjo, H., Rosén, K. (2001) Long-term studies on transfer of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in Northern Sweden. *Journal of Environmental Radioactivity*, 52: 45-66.
- Barišić, De., Košutić, K., Kvastek, K., Lulić, S., Tuta, J., Vertačnik, A. (1987) Contamination of the ground surface layer in SR Croatia as consequence of Chernobyl accident. *Proc. XIVth Regional Congr. Int. Radiat. Protect. Assoc.*, 219-222, Kupari – Dubrovnik, Croatia.
- Barišić, De. and Lulić, S. (1990) The contamination of ground surface layer in Republic Croatia as the consequence of Chernobyl accident. *Proc. Int. Symp. Post-Chernobyl Environ. Radioac. Stud. in East European Countries*, 20-25, Kazimierz, Poland.
- Barišić, De. and Lulić, S. (1991) The estimation of  $^{137}\text{Cs}$  deposition and vertical distribution in undisturbed soils in Republic of Croatia. In: *Radionuclide migration mechanisms in geosphere, (Final Report, Res. Contr. No. 5243/RB)*, IAEA, Vienna.
- Barišić, De., Lulić, S., Vertačnik, A. (1991) "Pred-Černobilski"  $^{137}\text{Cs}$  na području Republike Hrvatske u tlu do dubine 262,5 mm. *Zbor. rad. XVI. Simp. Jugosl. društva za zašt. od zračenja*, 15-18, Neum.
- Barišić, De., Lazarić, K., Lulić, S., Vertačnik, A. (1992) The deposition and  $^{134}\text{Cs}$  vertical distribution in various soil types in the Republic of Croatia. *Int. Symp. on Environ. Contamination in Central and Eastern Europe - "A forum for technology transfer"* 179-181, Budapest, Hungary.
- Barišić, De., Lulić, S., Kezić, N., Vertačnik, A (1992a)  $^{137}\text{Cs}$  in flowers, pollen and honey from the Republic of Croatia four years after the Chernobyl accident. *Apidologie*, 23: 1, 71-78.
- Barišić, De., Lazarić, K., Lulić, S., Vertačnik, A., Dražić, M. and Kezić, N. (1994)  $^{40}\text{K}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in pollen, honey and soil surface layer in Croatia. *Apidologie*, 25: 6, 585-595.
- Barišić, De., Lulić, S., Vertačnik, A., Dražić, M. and Kezić, N. (1995) Long term behaviour of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{40}\text{K}$  in honey in Croatia. *Proc. Int. Symp. of Apimondia on "BEE BREEDING ON THE ISLANDS"*, 56-60, Vis, otok Vis.
- Barišić, De., Bromenshenk, J. J., Vertačnik, A., Kezić, N. and Lulić, S. (1998) Transfer of  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and selected elements from soil into various honey types. *Proc. of 4. Arbeitstagung des bereiches umwelt Erdwissenschaftliche aspekte des umweltschutzes*, 213-217, Vienna.
- Barišić, De., Vertačnik, A., Lulić, S. (1999) Caesium contamination and vertical distribution in undisturbed soils in Croatia. *Journal of environmental radioactivity*, 46: 361-374.

- Barišić, De., Vertačnik, A., Bromenshenk, J. J., Kezić, N., Lulić, S., Hus, M., Kraljević, P., Šimpraga, M. and Seletković, Z. (1999a) Radionuclides and selected elements in soil and honey from Gorski kotar, Croatia. *Apidologie*, 30: 277-287.
- Barišić, De., Bromenshenk, J. J., Kezić, N., Vertačnik, A. (2002) The role of honey bees in environmental monitoring in Croatia. (160-185) In: Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals. Devillers J. & Pham-Delegue M.H. (eds), Taylor & Francis, London and New York, pp. 332.
- Barišić, De., Lovrenčić, I., Oreščanin, V., Kezić, N., Bubalo, D., Popijač, M., Volner, M. (2005) Med kao bioindikator kontaminacije okoliša cezijem. *Zbornik radova VI. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja*, Garaj-Vrhovac, V., Kopjar, N. & Miljanić, S. (eds.) Zagreb, Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, 395-399.
- Barišić, Do. (2010) Praćenje onečišćenja tla pomoću pčela. Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 22.
- Barišić, Do. (2015) Bioindikatori i biomonitoring <sup>137</sup>Cs u tlima pomoću pčela. Seminarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 23.
- Bossew, P., Ditto, M., Falkner, T., Eberhardt, H., Kienzl, K., Rappelsberger, U. (2001) Contamination of Austrian soil with caesium-137. *Journal of Environmental Radioactivity*, 55: 187-194.
- Bromenshenk, J. J., Smith, G. C., King, B. E., Seccomb, R. A., Alnasser, G., Loser, M. R., Henderson, C. B., Wrobel, C. L. (1998) New and improved methods for monitoring air quality and the terrestrial environment: Applications at Aberdeen proving ground – Edgwood area. *US Army Center for Environmental Health Research*, Technical Report, I.1 – I.55.
- Caldwell, E. F., Duff, M. C., Ferguson, C. E., Coughlin, D. P. (2011) Plants as bio-monitors for Cs-137, Pu-238, Pu-239, 240 and K-40 at the Savannah River Site. *Journal of Environmental monitoring*, 13: 1410-1421.
- Calmon, P., Thiry, Y., Zibold, G., Rantavaara, A., Fesenko, S. (2009) Transfer parameter values in temperate forest ecosystems: a review. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 757-766.
- Carignan, V. and Villard, M. A. (2002) Selecting indicator species to monitor ecological integrity; A review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 78: 45-61.
- Charro, E., Pardo, R., Peña, V. (2013) Chemometric interpretation of vertical profiles of radionuclides in soils near Spanish coal-fired power plant. *Chemosphere*, 90: 488-496.
- Devillers, J. and Pham-Delegue, M. H. (2002) „Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals“. Taylor & Francis, London and New York, pp. 332.

- Filipović-Vinceković, N., Barišić, De., Mašić, N., Lulić, S. (1991) Distribution of fallout radionuclides through soil surface layer. *J. Radioanal. Nucl. Chem.-Art.*, 148: 1, 53-62.
- Fränzle, S. (2013) Estimating and predicting chemical potentials, distributions, speciation modes and mobility of radiometals in soil, water and biomass. *Journal of Environmental Radioactivity*, 117: 49-58.
- Free, J. B. (1993) „Insect Pollination of Corps“. Academic Press, UK, pp. 684.
- Hird, A. B., Rimmer, D. L., Livens, F. R. (1996) Factors affecting the sorption and fixation of caesium in acid organic soil. *European Journal of Soil Science*, 47: 97-104.
- Kezić, N., Hus, M., Seletković, Z., Kraljević, P., Pechhacker, H., Barišić, De., Lulić, S., Vertačnik, A. (1997) Honey-dew honey as a long term indicator of  $^{137}\text{Cs}$  pollution. IAEA-TECDOC-964, Vol. 2, 54-61, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Kruse-Irmer, S. and Giani, L. (2003) Vertical distribution and bioavailability of Cs-137 in organic and mineral soils. *Journal of plant nutrition and soil science-zeitschrift fur pflanzenernahrung und bodenkunde*, 166: 635-641.
- Lovrenčić, I., Barišić, De., Kezić, N., Seletković, I., Volner, M., Popijač, M. (2004) Distribution of  $^{137}\text{Cs}$  in fir tree (*Abies alba*) from Gorski kotar. *XVIII Congress of Chemists and Technologists of Macedonia - book of abstracts*. Ohrid, 201.
- Lovrenčić, I., Barišić, De., Kezić, N., Seletković, I., Volner, M., Popijač, M., Lulić, S. (2005) Comparison between the distribution of Cs-137 and K-40 in fir-tree (*Abies alba*). *Zbornik radova VI. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja*, Garaj-Vrhovac, V., Kopjar, N. & Miljanić, S. (eds.) Zagreb, Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, 384-389.
- Lovrenčić, I., Volner, M., Barišić, De., Popijač, M., Kezić, N., Seletković, I., Lulić, S. (2008) Distribution of Cs-137, K-40 and Be-7 in silver fir-tree (*Abies alba* L.) from Gorski kotar, Croatia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 275, 1; 71-79.
- Lulić, S., Barišić, De., Košutić, K., Kvastek, K., Tuta, J., Vertačnik, A., Vrhovac, A. (1990) Evaluation of the contamination of the territory of Croatia by means of radioactive rain as consequence of the incident in the NPP “Lenin”. *Proc. Int. Symp. Post-Chernobyl Environ. Radioac. Stud. in East European Countries*, 99-103, Kazimierz, Poland.
- Minoura, K., Yamada, T., Hirano, S., Sugihara, S. (2014) Movement of radiocaesium fallout released by the 2011 Fukushima nuclear accident. *Natural Hazards*, 73: 1843-1862.
- Nikkarinena, M. and Mertanenb, E. (2004) Impact of geological origin on trace element composition of edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17: 301-310.

- Panatto, D., Gasparini, R., Lai, P., Rovatti, P., Gallelli, G. (2007) Long-term decline of  $^{137}\text{Cs}$  concentration in honey in the second decade after the Chernobyl accident. *Science of the Total Environment*, 382: 147-152.
- Popijač, M., Seletković, I., Volner, M., Lovrenčić, I., Barišić, De., Kezić, N. (2004) Dinamika kretanja  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{40}\text{K}$  na stablima jele (*Abies alba*) na Sljemenu. *Šumarski list*, 5 – 6; 269-277.
- Romić, M. (2009) Gospodarenje tlom i vodom za održivu poljoprivredu. Fakultetski udžbenik, 60. str.
- Rosén, K. and Vinichuk, M. (2014) Potassium fertilization and  $^{137}\text{Cs}$  transfer from soil to grass and barley in Sweden after the Chernobyl fallout. *Journal of Environmental Radioactivity*, 130: 22-32.
- Rožmarić Mačefat, M., Barišić, Do., Rogić, M., Svečnjak, L., Nodilo, M., Bubalo, D., Popijač, M., Kezić, N. (2011) Aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u kestenovu medu iz sjeverozapadne Hrvatske dva desetljeća nakon akcidenta u Černobilu. *Zbornik radova osmog simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja*, Krajcar Bronić, I., Kopjar, N., Milić, M. i Branica, G. (ur.) Zagreb: Printing House Denona, 449-454.
- Saunier, J. B., Losfeld, G., Freydier, R., Grison, C. (2013) Trace elements biomonitoring in a historical mining district (les Malines, France). *Chemosphere*, 93: 2016-2023.
- Shand, C. A., Rosén, K., Thored, K., Wendler, R., Hillier, S. (2013) Downward migration of radiocaesium in organic soils across a transects in Scotland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 115: 124-133.
- Shenber, M. A. and Eriksson, Å. (1993) Sorption Behavior of Caesium in Various Soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 19: 41-51.
- Šprem, N., Babić, I., Barišić, Do., Barišić, De. (2013) Concentration of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{40}\text{K}$  in meat of omnivore and herbivore game species in mountain forest ecosystems of Gorski kotar, Croatia. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 298: 513-517.
- Tamponnet, C., Martin-Garin, A., Gonze, M. A., Parekh, N., Vallejo, R., Sauras-Year, T., Casadesus, J., Plassard, C., Staunton, S., Norden, M., Avila, R., Shaw, G. (2008) An overview of BORIS: Bioavailability of Radionuclides in Soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99: 820-830.
- Teramage, M. T., Onda, Y., Patin, J., Kato, H., Gomi, T., Nam, S. (2014) Vertical distribution of radiocaesium in coniferous forest soil after the Fukushima nuclear power plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 137: 37-45.
- Toal, M. E., Copplestone, D., Johnson, M. S., Jackson, D., Jones, S. R. (2002) Quantifying  $^{137}\text{Cs}$  aggregated transfer coefficients in a semi-natural woodland ecosystem adjacent to a nuclear reprocessing facility. *Journal of Environmental Radioactivity*, 63: 85-103.

- Tomašec, I. (1949) „Biologija pčela“. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, Hrvatska, str. 94.
- Wiley, N. J. (2014) Soil to plant transfer of radionuclides: predicting the fate of multiple radioisotopes in plants. *Journal of Environmental Radioactivity*, 133: 31-34.
- Vinichuk, M., Johanson, K. J., Rydin, H., Rosén, K. (2010) The distribution of  $^{137}\text{Cs}$ , K, Rb and Cs in plants in a Sphagnum-dominated peatland in eastern central Sweden. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101: 170-176.
- Wolterbeek, B. (2002) Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. *Environmental Pollution*, 120: 11-21.
- Yasunari, T. J., Stohl, A., Hayano, R. S., Burkhardt, J. F., John, F., Eckhardt, S., Yasunari, T. (2011) Cesium-137 deposition and contamination of Japanese soils due to the Fukushima nuclear accident. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol 108: 49, 19530-19534.
- Zach, R., Hawkins, J. L., Mayoh, K. R. (1989) Transfer of Fallout Cesium-137 and Natural Potassium-40 in Boreal Environment. *Journal of Environmental Radioactivity*, 10: 19-45.

## SUMMARY

### Ability of environmental contamination detection by honey

Monitoring of environmental contamination in Republic of Croatia by radioactive caesium isotope  $^{137}\text{Cs}$  was used to illustrate the advantage of honey use in contamination detection. The problem of collection of representative samples is annotated and explained why in bee-hive collected honey probably represents the best random composite sample which could be collected in nature. It is fundamental to know the proportion in which each of single biogenic element in take-up process from environment indirectly, throughout nectar or honey-dew, run out in honey (transfer factor). The nature of information stored in honey is denoted and problem of transfer factor variability during the time is emphasized. Preliminary results of current research as well as some results of research conducted during last few decades are presented in paper. Already a decade after contamination, it was almost impossible to detect  $^{137}\text{Cs}$  in majority of meadow nectar honey, in distinction to chestnut honey or honey-dew honey. The activities of  $^{137}\text{Cs}$  two decades after contamination were at level of 2,5 Bq/kg in chestnut honey and 10 Bq/kg in honey-dew honey, approximately. Activities of  $^{137}\text{Cs}$  in both honey type declines on half of the initial value during about fifteen years, excluding the radioactive decay. For chestnut honey that period is slightly shorter (~ 13 years) compared to honey-dew honey of fir and spruce (17 – 18 years). The results confirm the reliability of the method for assessment of environmental pollution by radioactive caesium isotope ( $^{137}\text{Cs}$ ) by monitoring of its activities in well-defined honey samples, even few decades after the contamination.

**Key words:** contamination, radioactivity,  $^{137}\text{Cs}$ , honey, bees, transfer factors, bio-indicators

Dr. sc. Delko Barišić

Institut Ruđer Bošković, Laboratorij za radioekologiju

Bijenička cesta 54

10 000 Zagreb

Prof. dr. sc. Nikola Kezić

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Svetošimunska 25

10 000 Zagreb

Prof. dr. sc. Dragan Bubalo

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Maja Dražić  
Hrvatska poljoprivredna agencija  
Ilica 101  
10 000 Zagreb

Dr. sc. Lidija Svečnjak  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Ivan Seletković  
Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet  
Svetošimunska 25  
10 000 Zagreb

Prof. dr. sc. Željka Zgorelec  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Marina Popijač  
Pro Silva d.o.o. za gospodarenje šumama  
Trg Senjskih Uskoka 1 – 2  
10 000 Zagreb

Domagoj Barišić  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Ivana Tucaković  
Institut Ruđer Bošković, Laboratorij za radioekologiju

# ZAKLJUČCI OKRUGLOG STOLA *PROŠLOST, SADAŠNOST I BUDUĆNOST PČELARSTVA U HRVATA*

FERDO BAŠIĆ  
SLAVKO MATIĆ

Od završetka mezozoika, već oko 120 milijuna godina medonosna je pčela (*Apis mellifera*) značajna ekološko-regulacijska vrsta u biosferi. Kao oprašivač, oplođujući kultivirane i samonikle biljne vrste, omogućava opstanak, širenje i stabilnost tih vrsta u prirodnim biljnim zajednicama te biološku raznovrsnost i opstanak heterotrofa na Zemlji. U toj ulozi pčela sudjeluje u proizvodnji hrane jer su sve voćne vrste, uljana repica i ljekovito bilje (lavanda) bogata pčelinja paša, te tako prati čovjeka od prvih hominida i njihova života u slobodnoj prirodi do *Homo sapiens*a. Sa stajališta ukupne vrijednosti učinka pčela med je manje vrijedan proizvod biološkog ciklusa pčele.

Rezultati istraživanja na svim područjima rasprostranjenosti pčelinjih zajednica danas pokazuju znakove slabljenja njihove kondicije, koji s razlogom izazivaju zabrinutost znanstvene i stručne javnosti. Uzroci su bez sumnje kompleksni, no dosada su glavnima označene klimatske promjene i unos biocidnih tvari u ekosferu s ciljem zaštite izabranih (biljnih i životinjskih) vrsta od štetnika i bolesti.

Prepoznavši problem i ocijenivši ga realnim, na crti svoga poslanja, a na poticaj promicatelja pčelarstva, dugogodišnjeg voditelja Europskog sajma i burze pčelarstva u Somboru, koji je osmislio i kao predsjednik vodio tri Svjetska pčelarska sajma i burze (Baden kod Beča 2000., Novi Vinodolski 2004. i Milano 2007. godine), gosp. Stipana Pekanovića, diplomiranog pravnika iz Sombora, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti putem Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode i Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo 7. prosinca, na dan sv. Ambrozija – zaštitnika pčelara, organizirala je okrugli stol pod nazivom *Prošlost, sadašnjost i budućnost pčelarstva u Hrvata*.

Cilj je ukazati na značaj i posebnosti pčele i pčelarstva, rasvijetliti aktualne izvore ugroze i opstanka pčele kao vrste, s njima upoznati širu javnost i definirati smjernice razvoja – budućnosti pčelarstva u Hrvata. Na okrugli stol pozvani su ugledni znanstvenici iz svih hrvatskih znanstvenih i sveučilišnih središta (Zagreb, Osijek, Zadar) koji se bave tim pitanjima.

Stol je otvorio i prisutne pozdravio akademik Zvonko Kusić – predsjednik Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Okupio je više od 50 sudionika te sedam autora koji su izložili pet radova aktualnih naslova: *Povijest pčelarstva u Hrvata* (Stipan Pekanović, dipl. iur., Sombor); *Suvremeni izazovi pred hrvatskim pčelarstvom* (prof. dr. sc. Nikola Kezić – Agronomski fakultet, Zagreb i prof. dr. sc. Zlatko Puškadija – Poljoprivredni fakultet Osijek); *Medonosne paše na području Lijepe Naše* (prof. dr. sc. Dragan Bubalo i sur. – Agronomski fakultet, Zagreb); *Zaštita biološke raznolikosti pasmine sive pčele u Hrvatskoj* (dr. sc. Maja Dražić i Poljoprivredna agencija, Zagreb, i sur.); *Mogućnost detekcije onečišćenja okoliša putem meda* (dr. sc. Delko Barišić i Institut “Ruđer Bošković”, Zagreb, i sur.).

Na temelju izloženih radova i iscrpne rasprave sudionika Okruglog stola prihvaćeni su naredni:

## ZAKLJUČCI

1. Na povijesnom prostoru današnje Hrvatske i širem području obitavanja Hrvata pčelarstvo ima tisućljetnu tradiciju koja neprijeporno obvezuje sadašnje i buduća pokoljenja.
2. Pčele predstavljaju strukturni i nedjeljivi dio biosfere. One sudjeluju u oprašivanju kultiviranih i samoniklih biljnih vrsta, a pri tome izravno, proizvodnjom meda, ili neizravno, oprašivanjem voća, povrća, oraničnih usjeva, sudjeluju u stvaranju hrane od kultiviranih vrsta, kao i u održavanju te stabilnosti samoniklih vrsta u prirodnim fitocenoza i održavanju biološke raznolikosti u prirodi.
3. Ranjivost populacije pčela nedvojbeno je dokumentirana širom svijeta kao gubitak pčelinjih zajednica, smanjivanje populacija pčela koje su pod nadzorom pčelara i populacija slobodno živućih pčelinjih zajednica u prirodi. Budući da se isto događa i s drugim kukcima – oprašivačima, vrijeme je za poduzimanje mjere zaštite ili prilagodbe novim, izmijenjenim uvjetima jer posljedice za prirodu mogu biti nesagledive.
4. Pridružujemo se mišljenju da su današnja, inače svake pažnje vrijedna nastojanja zaštite biološke raznolikosti usredotočenija na (što veći) broj vrsta, a manje pažnje posvećuju ulogama određene vrste u okolišu. Pretpostavka je da će određena vrsta imati prednost u kreiranju i provedbi programa zaštite ukoliko je njezina uloga u okolišu veća. U tom bi svjetlu činjenica da najmanje 1/3 hrane koju čovječanstvo konzumira nastaje oprašivanjem kukcima, te da se znatan broj biljnih vrsta koje se ne upotrebljavaju za hranu također razmnaža oprašivanjem, dakle održava ili povećava biološku raznolikost, trebala biti argument u prilog poklanja-

nju veće pažnje zaštiti medonosne pčele (*Apis mellifera*) i ostalih divljih oprašivača u slobodnoj prirodi.

5. Jedna je od posljedica općeg otvaranja – globalizacije – introdukcija, tj. unošenje i širenje novih, prema nekim značajkama superiornih pasmina pčela iz jednih u druge ekološke uvjete, s jednog na drugi kontinent. Pri tome je često popuštao oprez prema opasnosti da se tom introdukcijom novih pasmina ili ekotipova unose i nove bolesti i štetnici pčela, kao što su *Varroa destructor*, *Nosema cerana*, *Aethina tumida*, *Vespa velutina*, na koje su autohtone, „domicilne“ pasmine manje otporne.
6. Promjenom načina držanja stoke u stočarstvu, od napasivanja i košnje na stalni stajski uzgoj, i preoravanjem pašnjaka i livada za uzgoj krmnog bilja na oranicama ogromna područja koja su prvotno bila izvor kvalitetne pčelinje paše nestaju i/ili zbog primjene biocidnih tvari smanjuju kvalitetu ishrane pčela te uzrokuju (subletalna) trovanja koja smanjuju vitalnost pčela.
7. Autohtona pasmina u Hrvatskoj je siva pčela (*Apis mellifera carnica*) kao jedna od najcjenjenijih i najrasprostranjenijih pasmina medonosnih pčela u svijetu. Tu pasminu treba očuvati i zaštititi na našem izvornom prostoru, a s jednakom pažnjom i brižnošću identificirati, provjerenim znanstvenim metodama istraživati i proučavati njezine značajke i pasminske posebnosti. U tom smislu treba djelotvorno štititi biološku raznolikost unutar pasmine, afirmirajući ekotipove i njihove posebnosti kao posljedicu prilagodbe uvjetima koje traže pojedine pašne vrste.
8. Zbog posebnosti razmnožavanja programi zaštite trebaju biti prilagođeni pčelama. Valja osmisliti način i metode djelotvorne konzervacije pasmine i ekotipova pčela na područjima u kojima nije bilo introdukcije pčela s drugačijim genetskim obilježjima.
9. Držimo da striktna provedba načela i mjera dobre poljoprivredne prakse može smanjiti i ublažiti negativne učinke nestručne primjene suvremenih postupaka u proizvodnji hrane, napose monokulture, a pogotovo nestručne povećane primjene biocidnih kemijskih sredstava – pesticida.
10. Klimatske promjene neizravno, promjenom agroekoloških uvjeta koji štete medonosnom bilju i okolišu, ozbiljno ugrožavaju opstojnost medonosne pčele. Nepovoljni vremenski uvjeti, kao što je, primjerice, kasni proljetni mraz, uništavaju pčelinju pašu i negativno utječu na uvjete medenja, što se neizravno ogleda na smanjenju raspoloživosti izvora nektara i medne rose te dostatnih količina peludi bitnih za normalan i skladan život pčelinjih zajednica.

11. Potrebno je pojmovno, gospodarski i legislativom razlučiti pčelarstvo od držanja pčela. Naime, pčelarstvo predstavlja uzgoj pčela za tržište pčelinjih proizvoda kao gospodarsku djelatnost, dok držanje pčela ne mora imati gospodarska obilježja, a može imati obilježja hobija. Na taj se način teret odgovornosti za posljedice koje se mogu očekivati zbog potiskivanja pčela s nekih područja s pčelara prenosi na društvenu zajednicu. Zbog klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj postoje mjesta na kojima više nije moguće držati pčele te se može očekivati da će doći i do promjena u biljnim zajednicama livada i šuma. U cilju zaštite tih biljnih zajednica na njihovu autohtonom staništu potrebno je održati pčele, ali ne samo s osloncem na spontanost i entuzijazam pčelara već i uz pomoć šire društvene zajednice i na njezin teret. Entuzijazma nikada nije nedostajalo, ali je manjkalo sredstava. U tom smislu očekuje se da svoju ulogu prepoznaju i preuzmu nadležna ministarstva, na prvom mjestu zaštite okoliša, poljoprivrede i šumarstva.
12. Potrebno je unaprijediti postojeći katastar pčelinjih paša i pristup smještaju pčelinjih zajednica selećih pčelara na pašnim lokalitetima jer će se tako utjecati na ravnomjerniji raspored pčelinjih zajednica i postići bolja iskoristivost pašnih dobara, a ujedno smanjiti širenje bolesti pčela, koje su dijelom posljedica prenapučenosti pčelinjih zajednica na medonosno zanimljivim lokalitetima.
13. Vrlo je važno povećati ulaganja u znanstvenu infrastrukturu, istraživanja i projekte na području biologije pčela, uzročnika njihovih bolesti i nametnika, tehnologije pčelarenja, sve s ciljem bolje prilagodbe klimatskim promjenama.
14. Detekcija onečišćenja okoliša pomoću sadržaja onečišćivača u medu, koji predstavlja najreprezentativniji uzorak iz bezbroj cvjetova s kojih je prikupljen pelud, novo je i izazovno područje istraživanja.
15. Treba pomno razmotriti potrebu uvođenja programa aktivnog praćenja i prognoze pojave i širenja svih, napose novih nametnika i bolesti pčela u okviru postojećih ustanova za praćenje i prognozu biljnih bolesti i fitosanitarnu zaštitu.
16. Stalna obuka i cjeloživotno učenje pčelara nezamjenjivi su čimbenik unapređenja pčelarstva, napose obuka za proizvodnju i primjenu drugih pčelinjih proizvoda osim meda (pelud, propolis, matična mliječ, pčelinji otrov), da bi širom ponudom tržišno vrijednih pčelinjih proizvoda pčelarska gospodarstva ekonomski osnažila. Osim edukacije pčelara valja poraditi i na edukaciji potrošača o senzorskim odlikama vrsta meda, ali i ostalih pčelinjih proizvoda (pelud, matična mliječ, propolis). Tako bi

se umanjile ili izbjegle nesuglasice između pčelara i potrošača o nekim posebnim senzorskim odlikama vrsta meda, kao i oblicima pojave meda na tržištu (kristalizacija meda).

17. Potrebno je ograničiti uvoz meda i tako suzbiti potrošnju jeftinijeg, uvoznog meda uvjerljivo niže kakvoće na našem tržištu, što rezultira nestabilnom i vrlo niskom cijenom našeg domaćeg meda. Osim toga, a u cilju zaštite potrošača i pčelara, prilikom stavljanja meda na tržište treba uvesti obvezu označavanja zemlje podrijetla meda. K tomu valja i postrožiti inspekcijski nadzor na tržištu jer se u posljednje vrijeme u većem udjelu pojavljuju patvorine.

I na koncu, **Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti podržava zamisao da se u Novom Vinodolskom, mjestu Vinodolskog zakonika iz 1288. godine u kojem je prvi put u zakonodavstvu Hrvata, prije 728 godina, spomenuto pčelarstvo, podigne spomenik pčeli.** Osim što bi predstavljao svjetski raritet, taj bi spomenik bio simbol privrženosti, težnji i stremljenja Hrvata svim vrijednostima koje simbolizira pčela: ustrajnosti, radišnosti, organiziranosti, odanosti čistoj prirodi, brizi za biljna bogatstva i hranu.

U Zagrebu na dan svetog Ambroza – zaštitnika pčelara – 7. prosinca 2016. godine.

Akademik Ferdo Bašić  
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti  
Trg N. Š. Zrinskog 11  
ferdo.basic1@gmail.com

Akademik Slavko Matić  
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

## CONCLUSIONS OF ROUND TABLE DISCUSSION PAST, PRESENT TIME AND FUTURE OF BEEKEEPING AMONG CROATIAN

Since the end of the Mesozoic era, for more than 120 million years the honey bee (*Apis mellifera*) has been a significant ecological and regulatory species in the biosphere. As pollinator, by means of administering fertilization of cultivated and self-sowing plant species it enables survival, spreading and stability of these species in natural plant groups, as well as biological diversity and survival of heterotrophs on Earth. In this role the bee participates in food production, since all fruit species, rapeseed and medicinal herbs (lavender) make a rich forage for bees, and therefore it accompanies the Man from the first hominids and their life in free nature all the way to the era of *Homo sapiens*. From the perspective of the total value of effect of bees, honey is a less important product of the biological cycle of the bee.

Research results on all areas where bee colonies are widespread presently indicate the signs of weakening of their condition, which justifiably raises concern of scientific and professional public. The causes are undoubtedly complex, whereas climate change and introduction of biocidal substances in the ecosphere were marked as the most significant ones, with the objective of protecting the selected plant and animal species from pests and diseases.

Having recognized this problem, and by means of assessing it as real, in line with its mission, and encouraged by a distinguished propagator of beekeeping and a long-standing director of the European beekeeping fair in Sombor, our Croat from Sombor, graduate lawyer Stipan Pekanović, who organized three World beekeeping fairs: in Baden near Vienna in 2000, Novi Vinodolski in 2004 and Milan in 2007, Croatian Academy of Sciences and Arts through its Scientific Council for Environment Protection and Scientific Council for Agriculture and Forestry on 7. December, the day of Saint Ambrose – patron of beekeepers, organized a round table under the title „Past, present and future of beekeeping in Croatia.

The objective is to point to significance and peculiarities of bees and beekeeping, to shed light on current sources of threat and survival of bee as a species and to make this information available to the wider public, as well as to define guidelines for development of the future of beekeeping in Croatia. Respected scientists that deal with these issues from all Croatian scientific and university centres (Zagreb, Osijek, Zadar) were invited to this round table.

Round table discussion was opened and greeted by the academician Zvonko Kusić – president of the Croatian Academy of Sciences and Arts. The round table had over 50 participants and seven authors who presented five papers with

the current title: History of beekeeping in Croatia (Stipan Pekanović, grad. iur., Sombor); Modern challenges in Croatian beekeeping (prof. Nikola Kezić, Ph.D. – Faculty of Agronomy - Zagreb, and prof. Zlatko Puškadija, Ph.D. – Faculty of agriculture in Osijek), Honey bee forages in Croatia (prof. Dragan Bubalo, Ph.D. – Faculty of Agronomy – Zagreb); Protection of Biological diversity of the Carniolan bee (Maja Dražić, Ph.D. – Agricultural agency – Zagreb, assistant professor Janja Filipi, Ph.D. –Zadar University); Ability of environmental contamination detection by honey (Delko Barišić, Ph.D. –Ruđer Bošković Institute - Zagreb).

Based on presented papers and comprehensive discussion of participants of the Round table the following conclusions were accepted:

## CONCLUSIONS

1. On the historical area of present Croatia and wider life space of Croats beekeeping has a thousand years long tradition which undoubtedly imposes obligations to present and future generations.
2. Bees represent structural and inseparable part of the biosphere. They participate in pollination of cultivated and self-sowing plants and therefore directly – through production of honey, or indirectly – through pollination of fruits, vegetables and arable crops participate in production of food from cultivated plants, and maintain stability of the self-sowing plants in natural phytocenosis and support biological diversity in nature.
3. Vulnerability of bee populations has been documented throughout the world in the form of loss of bee colonies, reduction of bee populations supervised by beekeepers and populations of bee colonies in nature. Since similar problems have been detected with other insects – pollinators, it is time to take action which would provide protection or adaptation to the new, changed conditions, in order to avoid immense consequences for nature.
4. We support the opinion that present and by all means worthy objectives of preservation of biological diversity are oriented towards preserving as many species as possible, and are to a lesser extent focused on the importance of a particular species for the environment. One would expect that a specific species will have precedence in creating and implementing the protection programme, should its importance for the environment be greater than that of the other species. Therefore, the fact that 1/3 of food consumed by mankind is produced by pollination through insects, and that a significant number of plant species which are not used for food also use pollination for reproduction thus maintaining or increasing bio-

logical diversity, should be taken as a strong argument for greater attention to be given to the honey (*Apis mellifera*) and other wild pollinators in free nature.

5. One of the consequences of globalisation is the introduction and spread of new and according to some characteristics superior bee species from one type of ecological conditions to another, from one continent to another. During this process it frequently happened that the level of caution was low, enabling that the introduction of new species or ecotypes also introduces new pests and diseases, such as *Varroa destructor*, *Nosema cerana*, *Aethina tumida*, *Vespa velutina*, to which the autochthonous – „domicile“ breeds are not very resistant.
6. Changes in livestock housing from grazing or mowing to permanent stable farming and ploughing of pastures and meadows used for cultivation of fodder plants resulted in disappearance of vast areas that were once the source of quality bee forage, or due to application of biocidal substances the quality of bee nutrition is reduced, causing (sublethal) poisonings which consequently reduce vitality of bees.
7. Autochthonous bee species in Croatia is the grey bee (*Apis mellifera carnica*) as one of the most appreciated and widespread species of honey bees in the world. This species needs to be preserved and protected in our original area, and with equal attention and care identify and by means of tested scientific methods research and learn about its characteristics and species oriented peculiarities. In this respect it can be stated that we should efficiently protect biological diversity within the breed by means of affirming ecotypes and their peculiarities as a result of adaptation to conditions required by individual forage species.
8. Due to specificities of reproduction protection programmes should be adapted to bees. It is essential to define means and methods of efficient conservation of bee species and ecotypes in those areas where there was no introduction of bees with other genetic characteristics.
9. We are of the opinion that strict implementation of principles and measures of good agricultural practice can reduce and ease negative effect of unprofessional procedures in food production, primarily monoculture, increased and consequently unprofessional use of biocidal chemical substances – pesticides.
10. Climate change poses serious threat to survival of the honey bee, indirectly through change of agroecological conditions which harm honey bee forage plants and environment. Unfavourable weather conditions, like late spring frost, destroy bee forage and negatively affect condi-

ons of honey production, which indirectly affects reduced availability of nectar sources and honey dew, as well as sufficient quantities of pollen necessary for normal and harmonious life of bee colonies.

11. It is necessary to nominatively, economically and legislatively differentiate between apiculture and beekeeping. Apiculture represents raising of bees for the market of bee products as economy branch, whereas beekeeping does not necessarily contain economic characteristics and can in some cases be regarded as a hobby. In this way the burden for consequences which can be expected due to suppressing bees from some areas is transferred from beekeepers to social community. Due to climate change there are certain areas in Croatia where it is no longer possible to keep bees and it can also be expected that significant changes in plant associations of meadows and forests will take place. In order to protect those plant associations in their autochthonous habitat, it is necessary to keep the bees, not only by means of relying on spontaneity and enthusiasm of beekeepers, but also with the assistance and on the account of wider social community. We never lacked enthusiasm, but we frequently lacked resources. It is therefore expected that authorised ministries, primarily Ministry of protection of environment and Ministry of agriculture and forestry recognize and assume their role.
12. It is necessary to improve the existing cadastre of bee forage and access to accommodation of bee colonies of migrant beekeepers on forage localities, because this will influence a more even distribution of bee colonies and better usage of forage, and at the same time reduce the spread of bee diseases, which partly results from overcrowded bee colonies on interesting honey forage localities.
13. It is essential to increase investment in scientific infrastructure, research and projects in the field of biology of bees, their diseases and pests and technology of apiculture with the objective of better adaptation to climate change.
14. Detection of environment pollution through content of polluting agents in honey, which represents the most representative sample from countless flowers from which pollen was collected, is a new and challenging research area.
15. It is necessary to carefully consider the need of introducing the programme of active monitoring and forecast of emergence and spread of all, and especially of new pests and diseases of bees within the existing institutions for monitoring and forecast of plant diseases and phytosanitary protection.

16. Permanent education and life long learning of beekeepers are an irreplaceable factor in advancement of apiculture, especially training for production and use of other bee products beside honey (pollen, propolis, gelee royale, bee venom), in order to strengthen beekeeping family farms through wider offer of marketably valuable bee products. Besides educating the beekeepers, it is also important to educate the consumers about the sensory characteristics of various types of honey, as well as various forms in which honey can be found on the market (crystallization of honey).
17. It is important to limit import of honey and prevent the consumption of cheaper imported honey of significantly lower quality, which results in unstable and very low price of our domestic honey. Furthermore, with the objective of protecting our beekeepers and consumers, all honey placed on the market should be labelled and the label should also contain the information regarding the country of origin. It is also necessary to increase inspection monitoring on the market, since the number of doctored products on the market has recently significantly increased.

Finally, **Croatian Academy of Sciences and Arts supports the idea to build a monument to the bee in Novi Vinodolski, the place where beekeeping was first mentioned by Croats 728 years ago in the Vinodol statute from 1288.** Besides representing world rarity, this monument would stand for devotion, aspiration and inclination of Croats to all values symbolized by the bee: persistence, diligence, level of organization, faithfulness to pure nature, care for plant diversity and food.

In Zagreb on the day of Saint Ambrose – patron of beekeepers – 7. December 2016.

Ferdo Bašić  
Fellow of Croatian Academy of Sciences and Arts  
Croatian Academy of Sciences and Arts  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 11  
10 000 Zagreb

Slavko Matić  
Fellow of Croatian Academy of Sciences and Arts  
Croatian Academy of Sciences and Arts

RADOVI IZLOŽENI NA ZNANSTVENOM SKUPU *DEMISTIFIKACIJA  
I VALORIZACIJA UZGOJA I UPORABE KONOPLJE (Cannabis sativa L.) U  
INDUSTRIJSKE I FARMACEUTSKE SVRHE* U ORGANIZACIJI ZAVODA ZA  
ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI RAD HRVATSKE AKADEMIJE  
ZNANOSTI I UMJETNOSTI KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE,  
KRIŽEVCI, listopad, 2015.

PAPERS PRESENTED AT SCIENTIFIC MEETING *DEMISTIFICATION AND  
VALORISATION OF CULTIVATION AND USE OF HEMP (Cannabis sativa L.)  
FOR INDUSTRIAL AND PHARMACEUTICAL PURPOSES* ORGANISED BY  
THE INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND ARTISTIC WORK OF  
THE CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF  
KOPRIVNICA-KRIŽEVCI COUNTY IN KRIŽEVCI, October, 2015



# KONOPLJA U ETNOBOTANICI I ETNOMEDICINI

## CANNABIS SATIVA L. IN ETHNOBOTANY AND ETHNOMEDICINE

IVANA KELLER

UDK/UDC 633.522:615.89

Pregledni rad / Review paper

Primljeno/Received: 15. 1. 2016.

Prihvaćeno/Accepted: 23. 2. 2016.

<https://doi.org/10.21857/y7v64t5r3y>

Bogatstvo etnobotaničkih značajki pronalazimo u svim predstavnicima biljnog roda *Cannabis*. Rod čine tri predstavnika (podvrste) nastala od jedne biljne vrste, *Cannabis sativa* L., a to su: *Cannabis sativa* subsp. *Sativa*, *Cannabis sativa* subsp. *Indica* i *Cannabis ruderalis*. Iz ovih podvrsta u današnjem biljnom svijetu pronalazimo tisuće biljnih varijeteta, što rod *Cannabis* čini jednim od najširih biljnih rodova. Na to je ponajviše utjecao čovjek, odnosno društvene skupine koje su biljke širile svijetom, a one su se svojim fenotipom i genotipom prilagođavale promijenjenim klimatskim uvjetima. Ovaj rod odlikuju brojna etnobotanička i etnomedicinska svojstva u odnosu čovjek – biljka, o čemu svjedoče beskrajna svjedočanstva i zapisi tijekom prošlosti i sadašnjosti ljudske civilizacije. Odnos čovjeka s prirodom i sinergiju ovih dvaju entiteta najlakše prikazujemo odnosom biljaka roda *Cannabis* i čovjeka. Biljke su u službi čovjeka, kao što je i čovjek u službi biljaka. Uzajamna je ovo ljubav koja pruža brojne korisnosti. Kako biljke služe čovjeku, a kako čovjek biljkama? Biljka je čovjeku prvenstveno hrana i lijek, no, osim toga, biljka je biorazgradiva sirovina koja može poslužiti u izradi mnogobrojnih materijala koje čovjek upotrebljava u svakodnevnom životu. Sve navedeno moguće je proizvesti od biljaka roda *Cannabis* kojima čovjek služi u njihovoj evoluciji i svoju zahvalnost izražava bioetičkim načelima uzgoja.

**Ključne riječi:** *Cannabis*, konoplja, etnobotanika, etnomedicina, bioetika

### UVOD / INTRODUCTION

Biljke roda *Cannabis* jedne su od najznačajnijih etnobotaničkih biljaka na svijetu. Etnobotaničke su biljke biljke koje se na razne načine povezuju s čovjekom kao pripadnikom društva. Etnobotanika je interdisciplinarna znanost koja proučava odnos ljudske kulture i biljaka u širem znanstvenom smislu (poljoprivreda, medicina, arheologija, ekologija, biokemija, povijest, lingvistika, sociologija,

religija i mitologija), a temelji govore da je biljka dio ljudske kulture i čovjek dio biljne evolucije. Biljke služe čovjeku, a čovjek biljkama, doprinoseći širenju biljne populacije. Biljni svijet dragocjeno je bogatstvo s kojim se susrećemo. Na svijetu postoji oko milijun biljnih vrsta<sup>1</sup> koje, osim za hranu, čovjeku služe za mnogo-brojne namjene. Biljke roda *Cannabis* višestruko su korisne biljke od kojih je moguće proizvesti sve osnovne, a i dodatne ljudske svakodnevne potrepštine. Biljke ovog roda imaju posebno širok spektar biljne svojstvenosti te su 100 % iskoristive – od korijena pa sve do cvjetova moguće je proizvesti nekoliko desetaka tisuća proizvoda. Hrana, lijek, vlakno, kozmetika, prirodna plastika, građevni materijal, gorivo, religijski sakrament, materijal u automobilske, biciklističke, glazbenoj i mnogim drugim industrijama – sve ovo može biti proizvedeno od dviju podvrsta biljaka roda *Cannabis*. Ovaj odnos prikazuje iskonsku sinergiju čovjeka i biljaka roda *Cannabis* prisutnu od samih početaka ljudske civilizacije, kada je čovjek počeo jesti i liječiti se kanabisom. Vjerojatno je i Hipokrat, kada je izrekao „Neka tvoja hrana bude tvoj lijek i neka tvoj lijek bude tvoja hrana“, mislio, između ostalih biljaka, i na kanabis. Ne zna se točno kada se čovjek prvi put susreo s biljkama roda *Cannabis*, no u to davno doba postojala je samo jedna takva biljka. Prirodnim staništem smatraju se zemlje Istoka: Kina, Indija, Afganistan, Irak te južni Sibir. S ovih područja biljka se širila svijetom, najviše u zapadnom i južnom smjeru. Sve biljke roda *Cannabis* dvodomne su biljke, odnosno na jednoj su biljci smješteni ženski, a na drugoj muški cvjetovi (kao i kod kivija, ginka, lovora, duda i sl.). Polen se prenosi s muške na žensku biljku u čijem se ocvijeću (*inflorescentia*) stvaraju plodovi, odnosno sjemenke smečkaste boje, sitnog oblika i glatke površine. U transferu peluda sudjeluju životinje i čovjek. Uvidjevši značajnu korisnost biljke kao hrane i lijeka, čovjek je prihvatio kanabis u svim dijelovima svijeta. Nomadske skupine kultivirale su ga i prenosile te tako širile svijetom. Nastale su različite biljke unutar roda *Cannabis*. Najpoznatija *Cannabis sativa* subsp. *Indica* naziva se indijskom konopljom, *Cannabis sativa* subsp. *Sativa* industrijska je konoplja, a postoji i divlji samonikli oblik konoplje – *Cannabis ruderalis*. Sva tri predstavnika biljnog roda *Cannabis* nastala su pod utjecajem kompleksnosti odnosa biljne jedinice i okoliša, koja je odredila i određuje karakterističan genotip i fenotip biljaka. Prema genotipu sve tri biljke sadrže mnogobrojne ljekovite molekule. U ovim biljkama pronađeno je više od 1000 sastojaka, no u različitoj koncentraciji. Antioksidansi, proteini, enzimi, vitamini, pigmenti, fenoli, jednostavne i masne kiseline, ketoni, esteri, aldehidi i mnogi drugi, skupa s najaktivnijim molekulama terpena, flavonoida te unikatnih fitokanabinoida, sudjeluju u liječenju (Hazekamp, 2007). Ove biljke posjeduju moć liječenja – ne samo čovjeka već i

---

<sup>1</sup> Botanic Gardens Conservation International (2010) <https://www.bgci.org/policy/1521/>

životinje, tla, sebe samih te štite druge biljke i pročišćuju zagađeni zrak. Fitokanabinoidi ljekovite su molekule visokog etnomedicinskog značaja koje poboljšavaju opće zdravstveno stanje organizma. Nalaze se u trihomima – kristalnim i ljepljivim tvorevinama kojih najviše ima u cvijetu biljke. Indijska konoplja najviše od svih fitokanabinoida sadrži tetrahidrokanabinol ( $\Delta$ -9 THC), a industrijska kanabidiol (CBD). Danas postoji nekoliko tisuća biljnih varijeteta kanabisa, a prema specifičnosti u liječenju dijele se na tri tipa: biljke s dominantnim THC-om, biljke s dominantnim CBD-om i biljke s podjednakim omjerom THC-a i CBD-a. Etnobotanički odnos biljaka roda *Cannabis* i čovjeka izniman je oblik povezanosti, čak i na organskoj razini. Biljke proizvode fitokanabinoide, a čovjek slične endokanabinoide. Majčino mlijeko sadrži istu masnu kiselinu kao i *Cannabis* te njome potiče apetit i osnažuje imunitet novorođenčadi. U ljudskom mozgu i u mozgu većine sisavaca nalazi se endokanabinoidni sustav kojim se aktivira ljekovito djelovanje kanabinoida. Ove biljke, kao i većina ljekovitih biljaka potpuno, svim svojim aktivnim molekulama liječe uzroke i simptome bolesti. U etnomedicini se biljke roda *Cannabis* od davnih vremena upotrebljavaju u liječenju mnogobrojnih zdravstvenih tegoba. To dokazuju brojne drevne riznice znanja o prirodnim lijekovima zapisane u svjetskim farmakopejama i biljnim preglednicima. Tada je kanabis bio korišten u svim svjetskim kulturama, a u današnje doba najbrojniju društvenu skupinu korisnika čine oboljele osobe. Većina modernih bolesti nastaje zbog prekomjernog broja slobodnih radikala koji imaju sposobnost vezati se s bilo kojom stanicom unutar organizma te tako načiniti štetu njenoj strukturi. Kanabinoidi svojim antioksidativnim djelovanjem poništavaju djelovanje viška slobodnih radikala. Točnije, oni isključuju gene koji slobodnim radikalima dobavljaju energiju kojom se hrane i šire. Slobodni radikali tada, u nedostatku hrane, „pojedu sami sebe“ (apoptoza - smrt stanice)<sup>2</sup>. Medicinska učinkovitost kanabisa širok je pojam, a istraženo je da liječi i pomaže u liječenju oko 250 bolesti (Mikuriya, 1972). Tijekom čitave povijesti ljudske civilizacije kanabis je slobodna biljka, ali je samo zadnjih 90 godina zabranjena, što je onemogućilo legalno liječenje oboljelih osoba te doprinijelo stvaranju ilegalnog tržišta. Mnoge države svijeta uvidjele su ovu nehumanost te uvele kanabis u svoj medicinski sustav. Postoje različiti načini uporabe kanabisa u liječenju, a ovise isključivo o stanju pacijenta i o bolesti od koje boluje. O vrsti bolesti ovisi i fitokanabinoidni tip kanabisa koji će pacijent uzimati. Najviše ljekovitih sastojaka u organizam dopijeva oralnim putem, odmah zatim dermalnim i analnim te vaginalnim putem, dok se najbrže djelovanje događa metodom inhalacije. Brojni su oblici ljekovitog kanabisa: mo-

---

<sup>2</sup> Melamede, R. (2015) Terapeutska uporaba kanabisa, predavanje na konferenciji „Demistifikacija konoplje – konoplja u zdravstvu: teorija i praksa“, Zagreb

guće je napraviti čaj, maslac, razna jela, ulje, napitke, slatkiše, alkoholne tinkture, supozitorije, kreme, suhi cvijet za inhalaciju i dr. Najbitnije je da lijek čini cjelovita biljka jer je jedino takva najučinkovitija s obzirom na to da tada svi sastojci sinergijski sudjeluju u potpunom liječenju.

## **BILJKE RODA CANNABIS U POVIJESTI MEDICINE / CANNABIS PLANTS IN THE HISTORY OF MEDICINE**

Prva farmakopeja u kojoj se spominje kanabis je *Shen nung pen Ts'ao king* iz 2800. godine prije Kristova rođenja. Autor joj je kineski car Shen Nung pod nadimkom „Božanski farmer“, koji se smatra ocem kineske medicine i poljoprivrede. Između ostalih 365 lijekova, uključujući i minerale, životinje i biljke koje je često sam kušao i opisivao, spomenuo je i kanabis kao jednu od ljekovitih biljaka, naročito u liječenju reume, malarije, mučnine i menstrualnih tegoba. Spominje se i 3000 godina prije Krista u doba Sumerana u Mezopotamiji, gdje je klinastim pismom na glinenim pločama kanabis opisan kao biljka protiv grčeva i za klistiranje crijeva. Nomadska plemena sa sjevera Kine počela su se širiti na zapad i jug Azije i tako stigla do doline rijeke Ind gdje su počela širiti svoja znanja o ljekovitim biljkama. Civilizacija doline Inda smatra se kolijevkom hinduističke religije, a njihovi sveti tekstovi nazivaju se Vede. U četvrtoj zbirci *Atharvaveda* spominje se napitak *Bhang* kao relaksant koji se pije u slavu boga Shive. Napitak se spravlja na način da se u mužaru samelju svježe ubrani ženski cvjetovi i listovi kanabisa te se dodaju topljeni maslac, mlijeko i začini (kardamom, cimet). U ayurvedskoj medicini kanabis se prvenstveno upotrebljava kao sedativ, relaksant i anksiolitik (ublažava psihičke neuroze), no indijska farmakopeja i danas ga preporuča kao analgetik (protiv bolova), antiseptik (uklanja štetne mikroorganizme), antipiretik (snižava povišenu tjelesnu temperaturu) i sredstvo za poticanje apetita i pomoć u liječenju ovisnosti. Nadalje, treći dio medicinskog *Papyrusa Ramesseuma* datira iz 1700. godine prije Krista i vrijedna je ostavština egipatskih faraona, a danas se čuva u muzeju u Londonu. U njemu se spominje kanabis koji u kombinaciji s celerom služi kao oblog za liječenje očnog glaukoma, odnosno povišenog očnog tlaka. Nadalje, postoji još nekoliko egipatskih papirusa koji spominju kanabis kao lijek; jedan je *Papyrus Ebers* (1550 godina pr. Kr.) u čijem se svitku opisuje kombinacija kanabisa i meda kao prva pomoć prilikom ginekoloških problema, naročito za uklanjanje povišene temperature u maternici. Ista se kombinacija upotrebljava u liječenju bolesnih nožnih prstiju (*Antique Cannabis Book*, drugo digitalno izdanje, 2014). Procvatom tradicionalne kineske medicine razvija se svijest o energiji liječenja akupresurom (masažom), akupunkturom, tai-chijem, meditacijom, ljekovitom dijetom te biljnom medicinom. Tijekom povijesti kineski

liječnici, šamani<sup>3</sup>, sve više otkrivaju beneficije kanabisa koje pomažu prilikom krvarenja, parazitskih oboljenja, raznih upalnih procesa, gihta te povraćanja. Hua Tuo, kineski liječnik i kirurg koji je živio u doba dinastije istočnih Hana (2. stoljeće), upotrebljavao je anestetik *mafeisan*, spravljen od vina i cvjetova kanabisa, prilikom izvođenja svojih kirurških zahvata. U taoističkoj enciklopediji *Wushang Biyao* (Osnove vrhovnih tajni), koja datira oko 570. godine, spominje se upotreba kanabisa paljenjem vrhova u svrhu pročišćenja unutar ritualnih kadionica. Na Dalekom istoku u razdoblju od 9. do 16. stoljeća prakticirala se muhamedska medicina koja korijene vuče iz arapske, grčke i azijske medicine. Mnogi poznati arapski, perzijski i asirski liječnici prepisivali su kanabis u medicinske svrhe. Jedan od pionira arapske medicine, Al Kindi (801. – 873.), među prvim je upotrebljavao matematiku u medicini te sažeo brojna farmakološka znanja u djela. U svom djelu *Medicinske formule* spominje kanabis kao prirodno sredstvo koje opušta drhtave mišiće, a spominje i ekstrakt iz cvjetova i sjemenki koji se provodi kroz nosnicu u liječenju migrene, upotrebljava i kao prevencija pobačaja te protiv bolova u maternici. Poznati islamski filozof i liječnik Ibn Sina, poznatiji kao Avicenna, napisao je svoje kapitalno djelo *Kanon medicine* 1025. godine. Ova medicinska enciklopedija u 5 knjiga predstavlja organizirani sažetak medicinskog znanja ondašnjeg vremena te se smatra jednom od najvažnijih knjiga u povijesti medicine. Kanabis se u djelu, između ostalog, spominje kao diuretik, analgetik, antiepileptik, antipiretik, protuupalni lijek te lijek protiv mučnine (Lozano, 2001). U drevnoj grčkoj civilizaciji kanabis se nije upotrebljavao samo u ljudskoj medicini, već i u veterinarstvu. Grčki su ratnici pravili obloge od lišća kanabisa da bi zaliječili rane na svojim borbenim konjima. Znanje o kanabisu u Grčku je došlo preko jednog od najvećih povjesničara tog doba, Herodota (400 godina pr. Krista), koji je na svome putovanju u Skitsko Kraljevstvo zapisao običaje Skita u ritualnim kadionicama gdje su se udisale pare ove biljke. Ritual se izvodio u visokim šatorima gdje su se vrhovi cvjetova i sjemenke kanabisa bacali u oganj, a sudionici bi udisali pare u svrhu relaksacije i duševnog čišćenja (Butrica, 2002).

Medicinsko znanje Grka i Arapa najčešće se širilo knjigama koje su često bile čuvane, a i pisane unutar samostana. Samostanskom medicinom u 12. stoljeću bavila se benediktinska redovnica sv. Hildegarda iz Bingena. Papa Eugen III. podvrgao je ispitivanju Hildegardin vidovnjački dar i crkveno joj priznao Sveto Nadahnuće te sada, nakon osamstotinjak godina, moderna medicina drži njene medicinske spoznaje točnim. U svom dijelu *Physica* (Nauka o Prirodi) spominje kanabis kao hranu i lijek protiv glavobolje, kao i topli oblog za bolne organe (Ra-

---

<sup>3</sup> U to su se doba u Kini liječnicima smatrali šamani ili magijski ljudi koji su liječili oboljele oslobađajući ih od demona bolesti prilikom ritualnih liječenja.

mos-e-Silva, 1999). Biljka se kao ljekovita širila i u Njemačkoj i širom Europe, a u Vatikanu u 13. stoljeću prvi papa doktor, papa Ivan XXI. – Pedro Hispano, piše medicinski udžbenik *Thesaurus Pauperum* (Blago siromašnih) s ljekovitim biljkama te spominje kanabis kao lijek protiv povišene temperature. U doba srednjeg vijeka herbalna se medicina i dalje širila, kao i sjemenje ljekovitih biljaka. Ljudi su širili znanja, a iskustva zapisivali u volji da pomognu jedan drugome. Smatra se da je preko Arapskog poluotoka kanabis kao predmet robne razmjene između arapskih i indijskih trgovaca došao do Afrike. U 14. se stoljeću preko Egipta i Etiopije proširio čitavom Afrikom, šireći se govornicima skupine bantu-jezika<sup>4</sup>, te se prihvaćanjem u više plemena udomaćio kao višestruko korisna biljka. U Afriku kanabis najprije dolazi pod nazivom istočnjačkog utjecaja *bangue* te tek kasnije dobiva domaći naziv *dagga*, što u prijevodu opisuje osjećaj pod utjecajem biljke, a ne samu biljku. Biljka se uzgajala na području Kafarije, u blizini Rta dobre nade. Kafarijci su imali naviku jesti lišće biljke da osnaže, a ratnici plemena Zulu prije bitke su inhalirali kanabis unutar svojih šatora da bi mogli bolje jurišati. U Kongu i dan-danas postoji pleme *Bena Riamba*, što znači „Sinovi konoplje“, u kojem se vjeruje u biljku *Cannabis* kao u Boga, u lulu kao simbol mira te da je kanabis biljka koja univerzalnom moći liječenja čisti od zlih duhova (Abel, 1980). Kao ljekovito sredstvo biljka se upotrebljava za protuotrov zmijskom ugrizu, protiv dizenterije, malarije, povišene temperature i služi za olakšavanje porođaja (Zuardi, 2010). Širenje sjemena, kao i znanja o zdravstveno blagotvornim učincima ove biljke nije se zaustavilo nego se sve više počelo širiti svijetom iz Kine, Indije, Mezopotamije, sa Sibira, iz Arabije, Perzije i Afrike prema zapadnim dijelovima svijeta. Biljka se lako širila. Prvi europski istraživač, liječnik i naturalist koji ju je pohitao proučiti u Indiju bio je Portugalac Garcia de Orta. Proučavao je napitak *bhanga* koji su Indijci pili da bi stimulirali apetit ili lakše zaspali, a i konzumirali ga u slavu boga Shive. Kanabis se spominje kao ljekovita i psihoaktivna biljka u njegovoj indijskoj farmakopeji iz 1563. godine. U Europu je kanabis dolazio s raznih strana svijeta; sa sjevera od nomadskih plemena Skita, s Arapskog poluotoka, iz Afrike zahvaljujući Napoleonovu ratovanju u Egiptu u 18. stoljeću, kao i iz brojnih europskih kolonija u Africi i Indiji. Prva medicinska referenca o kanabisu u Europi potječe iz 1543. godine, iz biljnog preglednika *Krauterbuch* koji je stvorio Jacobus Theodorus-Tabernaemontanus, njemački doktor i jedan od prvih europskih botaničara i herbalista. Preporučivao je recept udisanja spaljene *Cannabis sativa* za bolne grčeve spolnih organa kod žena (Rätch, 1998). Godine 1621. Robert Burton piše djelo *Anatomija melankolije* u kojem spominje kanabis kao biljni lijek za depresiju. John

---

<sup>4</sup> Skupina 522 afrička jezika koji se govore u središnjoj i južnoj Africi.

Parkinson 1640. godine opisuje korijen kanabisa koji pomiješan s mekinjama<sup>5</sup> liječi upalne procese. Engleske ljekarne iz 17. stoljeća uvrštavaju kašalj i žuticu na listu zdravstvenih tegoba koje liječi dekokt<sup>6</sup> konopljinih sjemenki te korijen preporučuju za liječenje kožnih upala. Švedski botaničar Carl Linne 1753. godine daje naziv biljci *Cannabis sativa* L. te u djelu iz 1786. godine pod naslovom *Disertacija o biljnim spolovima* opisuje njen životni ciklus i spolne karakteristike, uzgajajući je na prozorskoj dasci. Nedugo nakon toga, 1794. godine, edinburške ljekarne objavljuju da je biljka kanabis korisna kod kašlja, spolnih bolesti te urinarne inkontinencije. Godine 1814. Nicolas Culpeper u svom *Kompletnom herbaru* preporučuje kanabis za liječenje opekline, gihta, ublažavanje probavnih tegoba, protiv upala te kao lijek protiv bolova općenito (Guy i sur., 2004). Vrativši se s devetogodišnjeg radnog boravka u Indiji, mladi irski doktor William Brooke O'Shaughnessy obogatio je europsku medicinu novim ljekovitim svojstvima kanabisa. 1840-ih godina svijet medicine počeo se mijenjati zahvaljući biljci i ovom čovjeku, koji ne samo da je podijelio što je naučio od lokalnih hinduističkih i muslimanskih doktora već je doprinio i manufakturnom razvoju farmaceutskih pripravaka napravljenih od ove biljke. Gledajući kako ayurvedski liječnici miješaju smolu kanabisa s ghee-maslacom<sup>7</sup> te proizvode „nervni tonik“, puno je naučio o zdravstvenim blagodatima biljke. Zamijetio je da je smola kanabisa netopiva u vodi, što je tada onemogućavalo primjenu lijeka injekcijom, a nestabilnost i promjenjiv sadržaj aktivnih tvari otežavao je točno doziranje. Kao član Medicinskog društva u Calcutti objavljuje publikaciju pod nazivom *On the preparation of the Indian Hemp, or Gunjah*, u kojoj objavljuje svoje eksperimente sa smolom kanabisa – najprije na životinjama, a kasnije i na ljudima pri uspješnom liječenju tetanusa, bjesnoće, reume, kolere te olakšavanju spastične boli prilikom snažnih grčenja mišića u oboljelih (Lee, 2012). U približno isto vrijeme francuski doktor Louis Aubert-Roche, radeći u Egiptu, uspješno liječi kugu s visokom dozom hašiša<sup>8</sup>, a psihijatar Jacques-Joseph Moreau de Tours istražuje kako pod utjecajem hašiša izliječiti mentalne bolesti. U viktorijansko doba Britanskog Carstva (1840. – 1928.) osobni liječnik kraljice Viktorije, sir John Russel Reynolds, prepisivao je kraljici alkoholnu tinkturu kanabisa za liječenje bolova menstrualnih ciklusa. Također u svojim medicinskim otkrićima opisuje kanabis kao lijek za migrenu, ne-

<sup>5</sup> Mekinje su ljuske sjemenaka koje nastaju kao nusproizvod prilikom procesa mljevenja žitarica.

<sup>6</sup> Čaj od tvrdih dijelova biljaka (korijen, podanak, sjemenje, kora).

<sup>7</sup> Maslo, pročišćeni oblik maslaca. Radi se o procesu kuhanja domaćeg kravljeg maslaca gdje isparava voda i krute mliječne tvari dolaze na površinu te se odvajaju cijeđenjem. Vruće maslo prozirne boje hlađenjem se stvrdnjava i dobiva žutu boju, a zelenu ako je u njega dodan *Cannabis*, što se u Indiji naziva ghee ili sveti maslac. Ako je dobro čuvano (na hladnom i tamnom), vijek je dugotrajan.

<sup>8</sup> Mehanički odvojena smola s cvjetova kanabisa.

sanicu, depresiju i kao relaksant kod nekih vrsta padavica (Grinspoon, 1993). U tijeku je bila manufaktura kanabisa, odnosno „zlatno doba tinktura“ koje je trajalo od ranih godina 19. stoljeća sve do 1930-ih godina prošlog stoljeća. U to je vrijeme bilo uobičajeno da se ljekovita biljka u obliku alkoholnih tinktura nalazi na policama svih ljekarni, privatnih i državnih. Preko Atlanskog oceana, otkrivajući novu zemlju, europski kolonizatori i afrički robovi sa sobom su ponijeli sjeme i raširili biljku po Sjedinjenim Američkim Državama. Prvenstveno se počela uzgajati kao vlaknasta biljka, no brzo su se širila i njena ostala etnobotanička obilježja izuzetno korisne i zdrave biljke. Kada govorimo o europskom kanabisu, većina se toga odnosi na industrijsku konoplju koja osim svojih industrijskih učinkovitosti ima i onu medicinsku. U 17. i 18. stoljeću najveći proizvođač konoplje bila je Austro-Ugarska Monarhija. U Hrvatskoj se uzgajao na gotovo svim područjima (od Slavonije sve do Dalmacije), a optimalni agroekološki uvjeti omogućavali su vrhunsku proizvodnju. U narodnoj medicini čaj od kuhanih listova konoplje upotrebljavao se za eliminaciju crijevnih parazita i liječenje srčanih tegoba. Sirovo lišće služilo je kao protuotrov zmijskom ugrizu, a konopljinu platno u smjesi s bjelanjkom za imobilizaciju zglobova. Kolijevka novorođenčadi ukrašavala se listovima konoplje za mirniji san djeteta, a postojao je i tradicijski običaj na noćnim okupljanjima gdje su nage žene tkale konopljinu vlakno te komadić zašivale u bolesnikovu odjeću s vjerom i molitvom za ozdravljenje<sup>9</sup>. Kanabis se u svijetu najviše udomaćio na području Latinske Amerike. Godine 1854. US Dispensatory prepoznao je i priznao ljekoviti kanabis, a 1870. upisan je u Farmakopeju SAD-a kao lijek za više tegoba. Proizvodnja ovog lijeka najviše se odvijala u privatnim i državnim europskim i američkim ljekarnama gdje su njihovi vlasnici proizvodili jednostavne alkoholne tinkture od kanabisa, a doktori su ih prepisivali za razne zdravstvene tegobe. Pacijenti su u to doba uz recept mogli kupiti i podići tinkturu u lokalnim ljekarnama. Tinkture su često rađene u improviziranim uvjetima i u različitim dozama od biljaka čije je sjeme uvezeno iz Indije i uzgajano na domaćem tlu. U ovo doba laboratoriji još nisu imali uređaje visoke tehnologije kojima su mogli postići zadovoljavajući standard proizvodnje i bilo je raznih tinktura na tržištu. Znalo se dogoditi i da je koncentracija biljne esencije previsoka te da nekim pacijentima nije odgovarala, no jedina zabilježena nuspojava bila je dugotrajan san. Određenim pacijentima odgovara liječenje uz spavanje, naročito onima s jakim bolovima i terminalnim bolestima (tako se upotrebljava i morfij iz biljke mak), dok nekima odgovara kretanje. Medicina tada nije znala što je THC, a što CBD ili CBG, koja su njihova svojstva, kao ni koliko je kojem pacijentu potrebno za borbu s njegovom bolesti. U medicinskoj literaturi i otkrićima kanabis postaje

---

<sup>9</sup> Viljeić, G. (2015) Ljekovitost konoplje, Etnografski muzej Zagreb. Intervju na Radio studentu.

sve zanimljivija biljka znanstvenicima. Doktor R. R. M'Meens 1860. godine predaje medicinski izvještaj Komisiji za indijsku konoplju Medicinskog udruženja u Ohioi temeljen na istraživanjima i konzultacijama s radom dr. W. B. O'Shaughnessyja. U izvještaju potvrđuje korisnost kanabisa u liječenju tetanusa, neuralgije, grčeva, bolnih menstruacija, reume, astme, kroničnog bronhitisa, gonoreje te olakšavanju poroda i postporođajne psihoze, kao i stimuliranju apetita. Njegova psihoaktivna i analgetska svojstva u smislu izazivanja sna uspoređuje s opijumom, no u korist kanabisa jer kanabis uzrokuje prirodniji san bez ometanja rada unutarnjih organa ili poticanja tjelesnog izlučivanja. Tvrdi da je djelovanje kanabisa manje intenzivno od djelovanja opijuma što samu biljku čini sigurnijim lijekom (Grinspoon i Bakalar, 1997). Upotreba kanabisa u liječenju ovisnosti o opijumu spominjala se još davne 1889. u britanskom medicinskom časopisu *The Lancet*. Doktor E. A. Birch liječio je skupinu opijumskih ovisnika tabletama od kanabisa te otkrio da pacijenti nisu klonuli, a biljka im stimulira apetit, poboljšava san i indirektno smanjuje ovisnost (Birch, 1889). Godine 1901. u cijelosti je objavljeno djelo hrvatskih ljekarnika i sveučilišnih profesora Gustava Janečka i Julija Domca pod naslovom *Hrvatsko-Slavonski Ljekopis (Pharmacopoea Croatico-Slavonica)*. Julije Domac utemeljitelj je hrvatske sveučilišne farmakognozije<sup>10</sup> i osnivač sveučilišnog Farmakognostičkog instituta u Zagrebu. U *Ljekopisu* su, uz ostale lijekove prirodnog porijekla, opisana i botanička obilježja biljke *Cannabis Indica*, između ostalog i njezin gorak okus te preporučene doze. Godine 1913. kanadski doktor sir William Osler, poznatiji kao „otac moderne medicine“, opisuje kanabis kao najučinkovitiji lijek protiv migrene jer sprječava njezin ponovni nastanak (Grinspoon, 1993). Iako još nisu bila dovoljno istražena psihoaktivna svojstva kanabisa i biljka se tek počela detaljnije istraživati početkom 20. stoljeća, politika se nameće i širi propagandu oko upotrebe kanabisa. Iako je svijet već bio dobro upoznat s medicinskim dobrobitima ove biljke, njena prva zabrana dogodila se u Ujedinjenom Kraljevstvu 1925. Vladajući su donijeli *Akt o opasnim drogama* gdje zabranjuju upotrebu i proizvodnju maka, koke te kanabisa, dok Amerika 1937. donosi *Zakon o porezu na marihuanu*. Ovakvo zabranjivanje i kontroliranje, odnosno političko odigravanje prohibicijom kanabisa učinilo je veliku štetu za medicinsku znanost te usporilo i pokušalo osporiti neka njena istraživanja; čak je 1941. sama biljka isključena iz Farmakopeje SAD-a. Politička masovna kontrola nad medijima uzela je maha propagirajući lažnu štetnost kanabisa kao biljke koja uzrokuje nasilno ponašanje i ovisnost. Iako za te tvrdnje nisu postojali medicinski dokazi, istraživanja su tvrdila suprotno, to jest da liječi alkoholnu (Mikuriya, 1970) i opijatsku ovisnost te relaksira organizam. Iako zabranjena, biljka se i dalje

---

<sup>10</sup> Znanost o lijekovima prirodnog porijekla.

upotrebljavala, a i znanstvenici su nastavili tragati za njenim ljekovitim blagodatima. Tehnološki razvoj medicine doprinio je boljem razumijevanju ljekovitih svojstava kanabisa i započela su istraživanja o aktivnim tvarima biljke, odnosno što to točno i kako uzrokuje izlječenje. 1940-e godine izrazito su važne u povijesti medicinskog kanabisa. Naime, dvije neovisne grupe znanstvenika naišle su na velika otkrića u kemijskom sastavu biljke. Američki pioniri B. R. Adams i skupina istraživača s Kemijskog odsjeka Sveučilišta Illinois izolirali su prve fitokanabinoide kanabinol (CBN) i kanabidiol (CBD) iz ekstrakta divlje konoplje koja je rasla na području Minnesote. Na europskom kontinentu to su prvi učinili britanski istraživači A. Jacob i A. R. Todd, objavivši u *Žurnalu kemijskog društva* u Londonu uspješnu izolaciju CBD-a i CBN-a iz egipatskog hašiša. Godine 1942. u *Američkom žurnalu kemijskog društva* znanstvenici H. Wollner, J. Matchett, J. Levine i S. Loewe objavljuju prve pokuse s uspješnom izolacijom fiziološki aktivnog tetrahidrokanabinola. Izolirali su mješavinu  $\Delta$ -8 i  $\Delta$ -9 tetrahidrokanabinola, a točne strukture i prostorna organizacija među molekulama CBD-a i THC-a zaokupile su pažnju profesora doktora Raphaela Mechoulama sa Židovskog sveučilišta u Izraelu. On i njegovi suradnici obznani su ih svijetu 1964. godine. U laboratoriju Sveučilišta izolirani su CBD i po prvi put čisti  $\Delta$ -9 THC, a 1965. godine uspješno su i sintetizirani (Partwee, 2006).

Ujedinjeni narodi, sastavljeni u New Yorku 1961. godine, donijeli su na potpisivanje *Jedinstvenu konvenciju o opojnim drogama*. Konvencija je usmjerena prema nezakonitom prometu opojnih droga i psihotropnih supstanci. Njome su se osim opijuma i kokaina definirali i izrazi kanabis i kanabisova smola, a u članku 49. stvoreno je pravilo koje kaže: „Uporaba kanabisa, osim za medicinske i znanstvene svrhe, mora biti prekinuta čim je prije moguće.“ U te medicinske i zdravstvene svrhe dopušten je 1 gram kanabisa po zemlji potpisnici, a tada smo potpisali Konvenciju u sastavu Jugoslavije. Republika Hrvatska ratificirala je ugovor 1991. (Jedinstvena konvencija o opojnim drogama, 1961.<sup>11</sup>). Godine 1962. na Jugoslavenskom institutu za kontrolu droga u Zagrebu hrvatski farmaceut svjetskog glasa Ljubiša Grlić na različitim primjercima kanabisove smole izvodi komparativnu studiju kemijskih i bioloških karakteristika. Testirao je brojne varijetete, odnosno sve što je u to doba mogao pronaći. Između ostalog bili su tu i indijski *charas*<sup>12</sup> te turski i egipatski hašiš (Grlić, 1962). Godine 1968. ispituje različite uzorke postupkom spektrofotometrije<sup>13</sup> i čini kemijsku klasifikaciju prepoznavanja

---

<sup>11</sup> [https://www.unodc.org/pdf/convention\\_1961\\_en.pdf](https://www.unodc.org/pdf/convention_1961_en.pdf)

<sup>12</sup> Indijski naziv za hašiš.

<sup>13</sup> Način određivanja koncentracije materijala u uzorku mjerenjem količine svjetla koju je uzorak apsorbirao.

jući različito doba sazrijevanja (Grlić, 1968), a 1974. razvija metodu za identifikaciju i utvrđivanje porijekla kanabisa i opijata. Rad pod nazivom *Identifikacija korisnika kanabisa utvrđivanjem kanabinoida u biološkom mediju* objavljen je u zagrebačkom časopisu *ACTA pharmaceutica jugoslavica* (Grlić, 2002). Godine 1968. u Americi Sveučilište Mississippi postaje službeni uzgajivač kanabisa za američku vladu. Registrirano je pri DEA-i i započinje uzgajati kanabis za potrebe vlade i za znanstvena istraživanja – od kemijskih analiza preko prekliničke toksikologije na životinjama do kliničkih ispitivanja na ljudima (De Leon, 2012). Savjetodavni Odbor za ovisnosti o drogama britanske vlade 1968. godine piše izvještaj pod nazivom *Wootton Report* u kojemu izjavljuje da dugoročno konzumiranje kanabisa nema štetnih učinaka i da je manje opasno za zdravlje nego alkohol, a naročito manje nego opijati, amfetamini i barbiturati (Abrams, 1967). U studenom 1976. na suđenju Robertu Randallu, pacijentu oboljelom od očnog glaukoma, prvi je put u povijesti Amerike zabilježen slučaj da je netko, pozivajući se na *Zajednički zakon doktrine nužde* (*Common Law Doctrine of Necessity*), oslobođen kriminalnih optužbi za uzgajanje kanabisa. Sudac je opisao i odobrio njegovo korištenje biljke u medicinske svrhe. Nekoliko mjeseci nakon suđenja Robert je mogao podići i na recept doktora primati vladin medicinski kanabis uzgajan u Missisippiju te je tako postao prvi Amerikanac koji je od vlade primio kanabis za liječenje svojih zdravstvenih tegoba (Chapkins i Webb, 2008). Godine 1978. država New Mexico prva je prošla *Akt o terapijskim istraživanjima kontroliranih supstanci* te usvojila legislativu upotrebe kanabisa u medicinske svrhe. Kako je napredovala znanost o medicini kanabisa, tako su se i farmaceuti uhvatili svog posla te 1980. stvorili prvi sintetski oblik THC-a – dronabinol, kapsuliran u sezamovom ulju (sezamovo ulje služi tome da pacijenti ne bi pušenjem zlorabljivali sintetski THC) u obliku tablete pod nazivom *Marinol*. Nakon toga je Nacionalni institut za rak u Americi započeo njegovu eksperimentalnu distribuciju te ga 1985. godine odobrava FDA (Foods and Drugs Administration). Oralno uzimanje Marinola prepisuje se kod pacijenata oboljelih od AIDS-a s gubitkom apetita te kod liječenja mučnine uzrokovane kemoterapijom kod oboljelih od tumora. Kada su u istraživačkom projektu ispitali pacijente što im bolje odgovara kao lijek, kanabis ili sintetički ekvivalent jednog od njegovih kanabinoida - Marinol, tisuće ih se odlučilo za kanabis, što je i logično jer je besmisleno uspoređivati cijelu biljku koja u sebi nosi nekoliko stotina biološki aktivnih molekula s tabletom u kojoj je sintetizirana samo jedna aktivna molekula (Akhavan, 1997). Devedesete su godine godine otkrića endokanabinoidnog sustava i kanabinoidnih receptora. Već prije, 1988. godine, farmakološki je doktorant Medicinske škole, William Anthony Devane, na američkom Sveučilištu St. Louis pod mentorstvom profesorice i istraživačice kanabinoida Allyn Howlett, proučavajući mozak štakora, pronašao receptor kojim se

THC veže za mozak štakora (Devane i sur., 1988). Ovog tada mladog znanstvenika, a i ne samo njega, zaintrigirala je priroda povezanosti strukture mozga i kanabisa, i to ne samo mozga štakora ili svinje nego i čovjeka. Kao što postoje serotoninški receptori koji potiču stvaranje serotonina, tako je Devane čvrsto vjerovao da negdje unutar ljudskog mozga postoji molekula koju čovjekov živčani sustav sam može proizvesti, a ona se veže za isti receptor za koji se povezao i THC iz biljke kanabis. Molekula bi očekivano trebala biti ljudski ekvivalent biljnom THC-u, odnosno endogeni kanabinoid. Devane se 1992. upućuje na Židovsko sveučilište u Jeruzalemu, gdje u grupi s istraživačima Raphaelom Mechoulamom i češkim znanstvenikom Lumírom Ondrejem Hanušem radi eksperiment na tkivu mozga svinje te zajedno s njima pronalazi traženu molekulu. Znanstvenici izoliraju prvi endokanabinoid ikad i dodjeljuju mu naziv *Anandamid* (Devane i sur., 1992). Na zapadu, točnije u Washingtonu 1990. godine na sastanku Medicinskog instituta Nacionalne akademije znanosti farmakologinja Lisa Matsuda objavljuje da su ona i njezine kolege s Nacionalnog instituta za mentalno zdravlje (NIMH) otkrili točnu DNA-sekvencu koja dešifrira receptor za koji se THC veže u mozgu štakora. Ljudi posjeduju isti taj receptor koji se sastoji od 472 aminokiseline, a receptor funkcionira kao osjetljivi uređaj – maleni skener koji neprestano vibrira i navlači na sebe biokemijske signale koji teku okružujući svaku stanicu. Nakon što ga je L. Matsuda uspjela i klonirati, receptor dobiva naziv CB1 (cannabinoid receptor type 1), a upravo je to kloniranje receptora bilo važno da bi se olakšala daljnja istraživanja endokanabinoidnog sustava i kanabinoida. Kloniranim receptorom znanstvenici su lakše mogli skupiti sve molekule koje se vežu na receptor, a vežu se jednostavno i točno si odgovaraju kao što određeni ključ odgovara određenoj bravi. Fitokanabinoid THC iz biljke i njegov organski analog endokanabinoid anandamid vežu se za CB1 receptor (Lee, 2011). Iste godine (1990.) dr. Miles Herkenham sa suradnicima na odjelu neurologije Nacionalnog instituta za mentalno zdravlje u državi Maryland (USA) objavljuje istraživanje kojim su određene lokacije kanabinoidnih receptora u mozgu čovjeka, majmuna, zamorca, svinje i štakora. Inkorporacijom nekoliko sintetičkih i prirodnih kanabinoida u živu stanicu praćene su njihove reakcije i sposobnosti vezivanja na određene proteinske i neuronske stanice koje čine endokanabinoidni sustav. Otkrivena je njihova lokaliziranost u centralnom živčanom sustavu, točnije u stanicama zaduženima za motoričke sposobnosti, odnosno u bazalnim ganglijima te u malom mozgu, hipokampusu<sup>14</sup> i neurokorteksu<sup>15</sup> (Herkenham i sur, 1990). Godine

<sup>14</sup> Hipokampus je područje mozga koje igra vrlo važnu ulogu u pretvaranju informacija kratkoročnog pamćenja u dugoročno. Pripada limbičkom sustavu te služi za sortiranje i pohranjivanje sjećanja i emocija - informacija u memoriji mozga - „ljudski RAM“.

<sup>15</sup> Neurokorteks je kora velikog mozga debljine svega 2 mm, sastavljena od 6 slojeva. Naziva se i

1992. na simpoziju u Keystonu u Coloradu osniva se Internacionalno društvo istraživača kanabinoida (ICRS) koje svake godine održava seminare i prezentira postignuća u istraživanjima. Znanost o ljekovitim sastojcima biljaka roda *Cannabis* u '90-im se godinama razvijala sve više i brže te je svakim novim otkrićem biljka (p)ostajala sve zanimljivija znanosti. Ubrzo dolazi do mnoštva novih otkrića. Godine 1993. na Sveučilištu Cambridge u Velikoj Britaniji znanstvenik Sean Munro zajedno sa suradnicima identificira receptore perifernog živčanog sustava na marginalnim dijelovima slezene te ih klonira, nazivajući ih perifernim endokanabinoidnim receptorima – CB2 (Cannabinoid receptor type 2) (Munro i sur. 1993). Tadašnji (1994. – 1995.) student doktorskog studija na Židovskom sveučilištu u Jeruzalemu Shimon Ben-Shabat, radeći u timu profesora R. Mechoulama, dobio je priliku otkriti periferni ligand<sup>16</sup> koji aktivira CB2 receptor. Nakon nekoliko mjeseci tim znanstvenika dolazi do otkrića. Pripremili su aktivnu mješavinu koja se vezala za oba receptora, CB1 i CB2. Ova mješavina nije sadržavala očekivane amide masnih kiselina, već tri glicerolna estera masnih kiselina od kojih se samo jedan, arahidonil, uspio povezati s receptorima. Dakle, otkriven je drugi po redu prirodni endokanabinoid. Stojeći uz bok anandamidu, 2AG (2-arahidonilglicerol), odnosno ester formiran od omega-6 masne kiseline, arahidonske kiseline i glicerola donosi nova uzbuđenja u svijetu kanabinoidnih otkrića (Mechoulam i sur., 1995). Molekularna biologinja sa Sveučilišta Complutense u Madridu, dr. Christina Sánchez od 1997. godine istražuje kako sastojci medicinskog kanabisa u suradnji s endokanabinoidnim receptorima utječu na zloćudne stanice. Kliničkim istraživanjem *in vivo* 1998. godine zaključila je da najkoncentriraniji kanabinoid pronađen u kanabisu, Δ9-tetrahidrokanabinol (THC), uzrokuje apoptozu živčanih stanica zahvaćenih gliomom<sup>17</sup>. THC kroz kanabinoidni receptor CB1 ulazi u tumorsko okruženje te postepeno zaustavlja rast i širenje zloćudnih malignih stanica (Sánchez i sur., 1998). Kanabis postaje sve češći u istraživanjima diljem svijeta, a najnovija istraživanja usredotočuju se na liječenje zloćudnih bolesti. Jedno takvo istraživanje napravljeno je 2007. godine kada su znanstvenici utvrdili da CBD smanjuje agresivan učinak gena *Id-1* kod raka dojke (McAllister i sur., 2007).

Medicinski kanabis pacijentima podiže kvalitetu življenja i pomaže u liječenju modernih bolesti, a kada bi konvencionalna medicina, farmacija i vlade svijeta to dopustile, sigurno bi se pokazao i kao učinkovit lijek. Kanabis je ljekovita biljka

---

izokorteks. Slojevi nose neurone različitih funkcija poput vida, sluha, njuha, osjeta dodira, govora, pamćenja, razmišljanja, samonapredovanja i stvaranja.

<sup>16</sup> Ligand (lat. *ligare* = vezati, povezati) je ion ili molekula koja se sa svojim centralnim ionom vezuje u kompleks.

<sup>17</sup> Najčešći oblik tumora na mozgu.

koja prati čovjeka od samih početaka civilizacije i zaslužuje priliku u liječenju. Postoje ljudi diljem svijeta koji su ovu priču iskušali na svojim bolesnim tijelima i dan-danas to čine uz rizik da ih se proglasi kriminalcima. Za njih je kanabis lijek koji je djelotvoran, a njegova je jedina nuspojava koju su osjetili dugotrajni i okrepljujući san, što ga čini dosta sigurnim lijekom. Za ove pacijente najbitnije je pitanje pitanje života. Koja je cijena zdravlja: pokušati ozdraviti pod bilo koju cijenu ili biti pokusni tester izmišljenim lijekovima i metodama s nepoznatim posljedicama? Mnoga su pitanja. Na kocki su, osim zdravlja, i sloboda bolesnika koji žele ozdraviti te bi im se u tome trebala pružiti zaštita i podrška. Vladajući bi upravo zbog ovih najosjetljivijih pacijenata, koji su liječili i ilegalno liječe tumore i teške bolesti, trebali razumjeti i jasno naučiti razliku između medicinskog kanabisa i narkotičkih droga te prema naučenom djelovati, odnosno zakonskom legislativom izdvojiti pojam medicinskog kanabisa. U Republici Hrvatskoj zainteresiranost pacijenata za ovu vrstu liječenja, kao i njezina nužnost, svakim danom raste, a da bi se te pacijente zaštitilo od riskiranja slobode i kupovanja nemedicinskog kanabisa, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere te im omogućiti kvalitetno i zakonito liječenje zdravstveno ispravnim lijekom.

Širenjem znanja o svim ljekovitim biljkama, kao i o biljkama roda *Cannabis* obogaćujemo odnos čovjeka s lijekovima iz prirode. Čovjek živi u dragocjenoj prirodi koja je puna ljekovitosti. Fitoaromaterapija je provjeren i jednostavan način liječenja. Znanost o ljekovitim biljkama jedan je od najstarijih civilizacijskih nauka te je potrebno i dalje razvijati i širiti znanje i njime se pravilno koristiti. Prirodni su nam lijekovi bogomdani i dostupni na svim stranama svijeta. Naša je misija bioetičkim načelima zahvalno održati njihovu evoluciju te njima obogatiti sustav liječenja.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Abel, E. L. (1980) *Marijuana – The first twelve thousand years*. Shaffer Library of Drug Policy. <http://druglibrary.org/schaffer/hemp/history/first12000/abel.htm>
- Abrams, S. (1967) *Soma and the Wootton Report*. Shaffer Library of Drug Policy <http://www.druglibrary.org/schaffer/library/studies/wootton/soma1.htm>
- Akhavan, K. (1997) *Marinol vs. Marijuana*. International Substance Use Library <http://www.drugtext.org/Cannabis-marijuana-hashisch/marinol-vs-marijuana-politics-science-and-popular-culture.html>
- Antique Cannabis Book*, drugo digitalno izdanje (2014) <http://antiquecannabisbook.com/>

- Birch, E. A. (1889) *The use of Indian Hemp in the treatment of chronic choral and chronic opium poisoning*. Reprinted from *Lancet*, vol. I, March 30, 1889, p. 625 [http://mikuriyamedical.com/about/s3\\_2.pdf](http://mikuriyamedical.com/about/s3_2.pdf)
- Butrica, J. L. (2002) *The medical use of Cannabis among the Greeks and Romans*. *Journal of Cannabis Therapeutics*, Vol. 2(2) The Haworth Press, Inc. , 51-70
- Chapkis, W., Webb, R. J. (2008) *Dying to get high: Marijuana as medicine*. New York University Press, 257. str.
- Devane, W. A., Dysarz, F. A., Johnson, M. R., Melvin, L. S. i Howlett, A. C. (1988) *Determination and characterization of a cannabinoid receptor in rat brain*. *Molecular Pharmacology*, 34(5): 605-13.
- Devane, W. A., Hanuš, L., Breuer, A., Partwee, R. G., Stevenson, L. A., Griffin, G., Gibson, D., Mandelbaum, A., Etinger, A. i Mechoulam, R. (1992) *Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor*. *Science*, 258(5090): 1946-1949
- Grinspoon, L. i Bakalar, J. B. (1997) *Marihuana – zabranjeni lijek*. Prvo hrvatsko izdanje. Biblioteka Pitija, SARA, 93. str., Zagreb
- Grlić, Lj. (1962) *A comparative study on some chemical and biological characteristics of various samples of cannabis resin*. United Nations Office on Drugs and Crime [http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin\\_1962-01-01\\_3\\_page005.html](http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin_1962-01-01_3_page005.html)
- Grlić, Lj. (1968) *A combined spectrophotometric differentiation of samples of cannabis*. United Nations Office on Drugs and crime [http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin\\_1968-01-01\\_3\\_page005.html](http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin_1968-01-01_3_page005.html)
- Grlić, Lj. (2002) *Svijet halucinogenih droga*. Drugo prošireno izdanje, Nova Knjiga Rast, Zagreb, 216. str.
- Guy, G. W., Whittle, B. A. i Robson, P. (2004) *The Medicinal Uses of Cannabis and Cannabinoids*. Pharmaceutical Press. Publications division of the Royal Pharmaceutical Society of Great Britain. 488. str.
- Hazekamp, A. (2007) *Cannabis; extracting the medicine*. Doktorska disertacija. Leiden University. 181. str. <https://openaccess.leidenuniv.nl/handle/1887/12297>
- Herkenham, M., Lynn, A. B., Little, M. D., Johnson, M. R., Melvin, L. S., de Costa, B. R. i Rice, K. C. (1990) *Cannabinoid receptor localization in brain*. *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, 87(5): 1932-1936
- Lee, M. A. (2011) *CBD: How It Works*. O'Shaughnessy's The Journal of Cannabis in Clinical Practice, 14-15 <http://www.beyondthc.com/wp-content/uploads/2012/07/CBDiary21.pdf>
- Lozano, I. (2001) *The Therapeutic Use of Cannabis sativa (L.) in Arabic Medicine*. *Journal of Cannabis Therapeutics*, 1(1)

- McAllister, S., Christian, R. T., Horowitz, M. P., Garcia, A. i Desprez, P. (2007) Cannabidiol as a novel inhibitor of Id-1 gene expression in aggressive breast cancer cells. *Molecular CancerTherapy*, 6 (11): 2921-2927
- Mechoulam, R., Ben-Shabat, S., Hanuš, L., Ligumisky, M., Kaminski, N. E., Schatz, A. R., Gopher, A., Almog, S., Martin, B. R., Compton, D. R., Partwee, R. G., Griffin, G., Bayewitch, M., Barg, J. i Vogel, Z. (1995) *Identification of an endogenous 2-monoglyceride, present in canine gut that binds to cannabinoid receptors*. *Biochemical Pharmacology*, 50(1), 83-90
- Mechoulam, R., Peters, M., Murillo-Rodriguez, E. i Hanuš, L. O. (2007) *Cannabidiol – Recent Advances*. *Chemistry & Biodiversity*, 4:1678 – 1692. doi:10.1002/cbdv.200790147
- Melamede, R. (2015) *Terapeutska uporaba kanabisa, predavanje na konferenciji „Demistifikacija konoplje – konoplja u zdravstvu: teorija i praksa“, Zagreb*
- Mikuriya, H. T. (1970) *Cannabis substitution. An adjunctive therapeutic tool in the treatment of alcoholism*. *Medical Times* 98(4): 169-176
- Mikuriya, H. T. (1972) *Marijuana Medical Papers: 1839. – 1972*. MediComp Press, 440. str. <http://mikuriyamedical.com/about/mmp.html>
- Munro, S., Thomas, K. L. i Abu-Shaar, M. (1993) Molecular characterization of a peripheral receptor for cannabinoids. *Nature* 365, 61-65, doi: 10.1038/365061a0
- Partwee, R. G. (2006) *Cannabinoid pharmacology: the first 66 years*. *British Journal of Pharmacology*, 147 (suplement 1): 163-171 doi: 10.1038/sj.bip.0706406
- Ramos-e-Silva, M. (1999) *Saint Hildegard Von Bingen (1098. – 1179.): The light of her people and of her time*. *International Journal of Dermatology* 38(4): 315-320
- Rätsch, C. (1998) *Marijuana Medicine: A World Tour of the Healing and Visionary Powers of Cannabis*. Healing Arts Press. 113. str.
- Sánchez, C., Galve-Roperh, I., Canova, C., Brachet, P. i Guzman, M. (1998) *Delta9-tetrahydrocannabinol induces apoptosis in C6 glioma cells*. *The Federation of European Biochemical Societies (FEBS) Letters* 436(1), 6-10
- Zuardi, A. W., Shirakawa, I., Finkelfarb, E. i Karniol, I. G. (1982) *Action of cannabidiol on the anxiety and other effects produces by  $\delta$ 9-THC in normal subjects*. *Psychopharmacology*, 76 (3), 245-250

## SUMMARY

### CANNABIS SATIVA L. IN ETHNOBOTANY AND ETHNOMEDICINE

Wealth of ethnobotany features are found in all natural representatives of plant genus *Cannabis*. Genus is made up of three members (subspecies) derived from one plant species *Cannabis sativa* L., and those are: *Cannabis sativa* subsp. *Sativa*, *Cannabis sativa* subsp. *Indica* and *Cannabis ruderalis*. From these subspecies, in today's world of plants, we can find thousands of plant varieties, which makes *Cannabis* genus one of the widest plant genera. For it is mainly influenced by man in social groups, which spread plants worldwide and plants with their phenotype and genotype are adapted to changed climate conditions. This genus is characterized by numerous ethnobotany and ethnomedical properties in relationship man – plant, as evidenced by the endless testimony and literature through past and present of human civilisation. The relationship of man and nature and the synergy of these two entities are easily shown on the example of *Cannabis* plants and man. Plants are in the service of man, as the man is in service of plants. This is mutual love which provides a number of utilisation possibilities. How do plants serve man and how does a man serve plants? Plants are primarily food and medicine for humans, but in addition, plants are biodegradable raw material that can be used in the preperation of many materials that man uses in everyday life. All of the above can be produced from the *Cannabis* plants, which man serves in their evolution and expressing gratitude by bioethical principles of growing.

**Key words:** cannabis, hemp, ethnobotany, ethnomedicine, bioethics

Ivana Keller  
keller.ivana@gmail.com



# KONOPLJA KAO INDUSTRIJSKA BILJKA

## HEMP AS INDUSTRIAL PLANT

ZVJEZDANA AUGUSTINOVIĆ  
MILAN POSPIŠIL  
JASMINKA BUTORAC

UDK/UDC 633.522  
Pregledni rad / Review paper  
Primljeno/Received: 20. 2. 2016.  
Prihvaćeno/Accepted: 15. 3. 2016.  
<https://doi.org/10.21857/yl4okf30v9>

Konoplja (*Cannabis sativa* L.) je sve do kraja 18. stoljeća bila nezamjenjiva prediva kultura od čijih se vlakana izrađivala odjeća, konopci i sl. Masovna pojava jeftinih sintetičkih vlakana te stroga kontrola ili čak zabrana uzgoja kao preventivna mjera u borbi protiv njene upotrebe kao droge rezultirali su time da je njezin ekonomski značaj u tolikoj mjeri smanjen da je gotovo potpuno nestala iz proizvodnje, prerade i uporabe. U svjetlu ponovne renesanse konoplje sve je veći interes za njezin uzgoj, kako unutar EU-a, tako i širom svijeta. Pored tradicionalnih proizvoda sve veću važnost dobiva uzgoj konoplje kao sirovine za potrebe različitih industrija. Danas je konoplja sve važnija sirovina za tekstilnu industriju, industriju papira, automobilsku industriju, graditeljstvo i dr. Od sjemena konoplje dobiva se vrlo kvalitetno ulje koje se upotrebljava u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji, a sjeme se sve više primjenjuje u makrobiotičkoj prehrani i proizvodnji visokoproteinske hrane.

**Ključne riječi:** konoplja, *Cannabis sativa* L., sirovina, industrija

## UVOD / INTRODUCTION

Konoplja je jednogodišnja dvodomna biljka. Raste kao divlja biljka, ali povijesni nalazi bilježe više tisućljeća njezina kontinuiranog kultiviranja, kao i samostalnog širenja, što je rezultiralo izuzetnom varijabilnošću vrste (Schultes i sur., 1975; Stearn, 1975).

Etnobotanička su istraživanja tijekom proteklih 250 godina rezultirala razlikovanjem triju varijanti iste botaničke vrste: *Cannabis sativa* L., koju je 1753. godine opisao Linné, *Cannabis indica* koju je 1783. godine Lamarck prepoznao kao biljku biološki različitu od Linnéove, te *Cannabis ruderalis* koju je početkom XX. stoljeća definirao ruski botaničar V. Janischevski, ostavljajući otvorenim pitanje radi li se o posebnoj vrsti ili tek o posebnom tipu (Grlić, 2002; cit. Dubreta, 2006).

Svaka od spomenutih podvrsta potječe iz geografski i klimatski različitih dijelova svijeta – *Cannabis sativa* je biljka uzgajana u Europi, *Cannabis indica* je donesena iz Indije, dok je *Cannabis ruderalis* pronađena u jugoistočnim dijelovima centralne Rusije. Small i Cronquist (1976) smatraju da postoji samo jedna vrsta, *Cannabis sativa*, ali s dvjema podvrstama: *C. sativa* L. subsp. *sativa* (L.) (nije psihoaktivna) i *C. sativa* L. subsp. *indica* (Lam.) (psihoaktivna).

Biljka konoplje sadrži više od 460 poznatih kemijskih sastojaka (Amar, 2006) od kojih najmanje 66 ima psihoaktivno djelovanje (Pertwee, 2004). Kanabinoidi su najviše prisutni u vršnim listovima i cvjetovima ženskih biljaka (Small i Marcus, 2003), ali mogu se naći u svim dijelovima biljke izuzev sjemena (Lachenmeier i Walch, 2005). Vodeći kanabinoid kod konoplje je delta-9-tetrahidrokanabinol (THC), koji je glavni „krivac“ za zabrane uzgoja industrijske konoplje. Naime, industrijska konoplja sadrži do 1% THC-a, dok konoplja koja se uzgaja u medicinske svrhe sadrži znatno više, čak 5 – 20% THC-a (Lachenmeier i Walch, 2005). Iako postoje i neke morfološke razlike među njima, o kojoj se konoplji radi sa sigurnošću možemo reći isključivo na temelju analize THC-a u suhoj tvari biljke.

Industrijska konoplja višestruko je iskoristiva biljka. Uzgaja se za dobivanje stabljike, vlakna iz stabljike, kao i za dobivanje sjemena.

Konopljina vlakna pripadaju skupini grubljih vlakana, odlikuju se velikom čvrstoćom, dugotrajnošću i otpornošću na vodu. Zbog tih su se osobina oduvijek upotrebljavala za proizvodnju užadi, konopaca, jedara, šatora, ribarskih mreža, vatrogasnih cijevi i sl.

Nakon izdvajanja vlakna ostaje drvenasti dio stabljike, tzv. pozder koji se upotrebljava kao ogrjev, kao prostirka za životinje i za dobivanje papira.

Konopljino sjeme sadrži od 25 do 38 % ulja, 22 % bjelančevina, 16 % celuloze, 5 % ugljikohidrata i 19 % mineralnih tvari pri 9 % vode (Pospíšil, 2013). Služi kao izvanredna hrana za ptice te kao cijenjena sirovina za dobivanje ulja, a sve se više primjenjuje i u makrobiotičkoj prehrani i proizvodnji visokoproteinske hrane (Mediavilla i Steinemann, 1997).

## KONOPLJA TIJEKOM POVIJESTI / HEMP THROUGHOUT HISTORY

Pretpostavlja se da se konoplja uzgajala u Kini prije oko 8000 godina. Preko Indije i antičkih kultura na području današnjeg Iraka dolazi i u druge dijelove tada poznatog svijeta. Najstariji nalazi konoplje u Europi stari su oko 5500 godina i potječu s područja Njemačke, dok je na području današnje Litve nađeno sjeme iz vremena oko 2500 godina p. n. e. i konopljino vlakno iz vremena oko 2300 godina p. n. e. (Small, 1979).

Herodot (4550. p. n. e.) navodi da su se Grci i Egipćani odijevali u odjeću od konopljne tkanine.

Pretpostavlja se da se sjeme konoplje upotrebljava kao hrana već najmanje 2000 godina.

U Indiji je u razdoblju 800. – 900. godine p. n. e. konoplja bila poznata i kao ljekovita biljka. Tamo se uzgajala forma konoplje s velikim sadržajem narkotičkih tvari, koja se preko zemalja Srednjeg istoka proširila do Sredozemlja.

Sve do kraja 18. stoljeća konoplja je bila nezamjenjiva prediva kultura od čijih se vlakana izrađivala odjeća, konopci, ribarske mreže i dr.

O važnosti konoplje tijekom povijesti govore i sljedeće činjenice:

- 90 % svih brodskih jedara i užadi izrađeno je od konoplje (*Webster's New World Dictionary*), čime je konoplja odigrala važnu ulogu u ratovima jer je, između ostalog, opremala brodove jedrenjake,
- sve knjige i udžbenici do 1880. bili su napravljeni od papira dobivenog preradom konoplje ili lana (*Jack Frazier, Hemp Paper Reconsidered, 1974*),
- odbijanje uzgoja konoplje u Americi je tijekom 17. i 18. stoljeća čak bilo kažnjivo zakonom (*G. M. Herdon hemp in Colonial Virginia*),
- plaćanje poreza konopljom u Americi je bilo legalno od 1631. pa sve do ranih 1800-tih (*LA Times, 12. kolovoza 1981.*),
- George Washington i Thomas Jefferson uzgajali su konoplju,
- Benjamin Franklin bio je vlasnik jedne od prvih tvornica papira u Americi koja je prerađivala konoplju (*Jack Herer. Emperor Wears No Clothes*),
- model T-auto koji je napravio Henry Ford bio je pogonjen gorivom od konoplje, a konoplja je i sirovina od koje su izrađeni dijelovi gotovo neuništive karoserije (*Popular Mechanics, 1941.*),
- 80 % cjelokupnog tekstila (tkanine, odjeće, posteljine...) do 1820. godine izrađeno je od vlakana konoplje,
- Gutenbergova Biblija, stare karte, pomorske mape, zastave, prvi nacrti američke Deklaracije nezavisnosti i prvi Ustav SAD-a izrađeni su na papiru od konoplje.

S dolaskom industrijalizacije početkom 19. stoljeća masovna pojava jeftinih sintetičkih vlakana potisnula je ovu kulturu iz proizvodnje. Interesantno je da je istodobno u mnogim, prije svega zapadnim državama uvedena stroga kontrola ili čak zabrana uzgoja konoplje kao preventivna mjera u borbi protiv njene upotrebe kao droge. Pod tim okolnostima njen je značaj u tolikoj mjeri smanjen da je ona gotovo potpuno nestala iz proizvodnje, prerade i uporabe. Teško je

povjerovati da je jedini uzrok pada proizvodnje konoplje isključivo proizvodnja sintetičkih vlakana. Istina je da su sintetička vlakna kao jeftinija brzo osvojila svijet. Istina je i da nije bio na odgovarajući način riješen tehnološki postupak žetve i prerade konoplje tako da se proizvodnja bazirala na ljudskoj radnoj snazi, a nje je bivalo sve manje i postajala je sve skuplja. Međutim, činjenica je da je konoplja mnogim industrijama i velikim korporacijama postala prijetnja i da im je u interesu bila zabrana njezina uzgoja.

Protiv konoplje je započeo pravi "rat"; izraz marihuana počinje se upotrebljavati bez obzira na to o kojoj se konoplji radi. Nažalost, ljudi su povjerovali da je biljka koja se stoljećima uzgajala, koja je prehranjivala obitelji i školovala djecu postala najnasilnija droga poznata čovjeku, kako se konoplju prikazivalo.

Danas smo svjedoci renesanse konoplje i povećanog interesa za njezin uzgoj. Razlog je tome povećana svijest ljudi i povratak prirodnim, biorazgradivim proizvodima.

## INDUSTRIJSKA UPOTREBA KONOPLJE / INDUSTRIAL USE OF HEMP

Pored tradicionalnih proizvoda sve veću važnost dobiva uzgoj konoplje za potrebe različitih industrija. Small i Marcus (2002) navode da se od konoplje može dobiti više od 25 000 različitih proizvoda.

Van der Werf i Turunen (2008) najavljuju povratak konoplje u tekstilnu industriju jer po svojim karakteristikama koje osiguravaju izvrsnu udobnost i trajnost, estetiku i funkcionalnost, prirodna su vlakna još uvijek cijenjena sirovina za proizvodnju odjeće, ali i brojnih drugih vrsta proizvoda. Štoviše, u posljednje vrijeme konoplja postaje pravi hit na tržištu mode jer je izbor odjeće od konoplje ekološki prihvatljiv način odijevanja, što mnogima danas postaje sve važnije.

Budući da vlakna konoplje, ali i drvenasti dio (pozder) sadrže visok postotak celuloze, konoplja je pobudila veliki interes kao sirovina za proizvodnju papira (Dang i Nguyen, 2006). Papir se može dobiti od cijele stabljike, od drvenastog dijela (pozdera) nakon izdvajanja vlakana, te od samih vlakana konoplje. Ukoliko se papir dobiva od vlakana, onda su to specijalne vrste najkvalitetnijih papira kao što su papir za novčanice, cigaretni papir i čitava paleta filter-papira. Papir dobiven od konoplje može se reciklirati 7 – 8 puta, za razliku od papira dobivenog od drveta koji se može reciklirati maksimalno 3 puta (Conrad, 1994). Nadalje, postotak je lignina manji kod konoplje nego kod drveća i potrebno je manje kemijskih sredstava kod prerade (McDougall i sur., 1993).

Conrad (1994) ističe veliku važnost konoplje kao kulture koja može spasiti šume. Iz ekoloških je razloga sve intenzivnija potreba da se drvo zamijeni jednogodišnjim sirovinama za proizvodnju papira. Konoplja s jednog hektara daje

znatno više drveta od šumskih vrsta za jednu godinu. Naprimjer, godišnji prirast drveta borove šume iznosi 2,5 m<sup>3</sup>/ha, dok konoplja istodobno prinose od 10 t/ha stabljike daje 10 – 12 m<sup>3</sup>/ha drveta i to tijekom vegetacije koja traje oko 120 dana. Svakako treba spomenuti da žetva konoplje ne uništava prirodna staništa tisuća životinjskih i biljnih vrsta.

Sve veću važnost konoplja dobiva kao sirovina za izradu pojedinih dijelova za potrebe automobilske industrije (Wirtshafter, 2004). Automobilska industrija konstantno traži nove načine smanjenja težine vozila da bi dodatno smanjila potrošnju goriva koja utječe kako na isplativost vožnje, tako i na očuvanje životne sredine. Upotreba konoplje u automobilskoj industriji nije ništa novo. Još je davnih 40-ih godina prošlog stoljeća Henry Ford proizveo automobil od materijala baziranih na konoplji, koji je bio nekoliko puta lakši i nekoliko puta čvršći od čeličnog.

Konopljna vlakna danas su u automobilima uglavnom prisutna u komandnim pločama i unutrašnjosti automobila.

Konoplja se vraća i u graditeljstvo gdje je pronašla svoje mjesto u izgradnji stambenih prostora, u obliku tzv. konopljinog betona (engl. *hempcrete*). Radi se o mješavini konopljinih vlakana s vapnom, pri čemu se dobiva energetski učinkovit i stabilni materijal koji prirodno regulira vlažnost u prostoriji. Danas postoje brojne kuće napravljene isključivo od konoplje. Samo jedan hektar konoplje može osigurati dovoljno materijala za gradnju prosječne kuće. To su moderne kuće i bitno je istaknuti da ne mora biti nikakve razlike u arhitekturi same kuće. U Francuskoj, gdje je oporavak proizvodnje konoplje započeo prije nekoliko desetljeća, postoji nekoliko tisuća kuća građenih ovom biljkom (Vrančić, 2013).

Konoplja je moguća alternativa plastičnim materijalima (Wibowo i sur., 2004). Današnja se plastika izrađuje od fosilnih goriva i toksičnih dodataka. Danas je sve prepuno plastike, celofana i najlona, a osim što su štetni za ljudski organizam, osiromašuju naš planet i bionerazgradivi su, za razliku od proizvoda od konoplje koji su potpuno razgradivi i bezopasni za ljudsko zdravlje.

Od vlakana konoplje, cijele stabljike ili drvenastog dijela (pozdera) izrađuju se različiti toplinski izolatori koji su ekološki prihvatljivi i potpuno biorazgradivi (Collet i sur., 2008; Elfordy i sur., 2008).

Uzgoj konoplje vrlo je važan za farmere u EU-u i zbog proizvodnje sjemena (Höppner i sur., 2004).

Od sjemena konoplje dobiva se ulje koje se nalazi u grupi najkvalitetnijih jestivih ulja i ima najbolje izbalansiran odnos omega-3 i omega-6 masnih kiselina (Callaway, 2004). Sadrži nutritivno vrijedne komponente od kojih su najznačajnije esencijalne (linolna i linolenska) masne kiseline te tokoferol. Brojne studije pokazale su da ovo ulje pozitivno djeluje na imunološki sustav i opće

zdravstveno stanje organizma (Leizer i sur., 2000). Konopljinu ulje upotrebljava se u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji. Kozmetička industrija upotrebljava ulje konoplje kao dodatak raznim preparatima za njegu tijela, kupkama, šamponima, sapunima, uljima za masažu itd. Osim uljem, sjeme je bogato bjelančevinama, osobito edistinom i albuminom koje su lako probavljive.

Konoplja će se u budućnosti zasigurno uzgajati i za dobivanje biogoriva (Prade, 2011). Dosad se bioetanol uglavnom proizvodio iz sirovina na bazi šećera (saharoze) i na bazi škroba. Dok je u Sjevernoj Americi korištenje biomase konoplje za tu svrhu upitno jer na tom kontinentu postoje velike zalihe drveta i energija se može proizvesti relativno jeftino iz različitih izvora, u Europskoj uniji, sukladno Strategiji o biogorivima iz 2006., promovira se druga generacija biogoriva, između ostalog i bioetanol iz lignocelulozne mase (Janušić i sur., 2008). Današnja generacija biogoriva, etanol i biodizel, konkurentni su proizvodi hrani jer se proizvode iz istih sirovina (Van der Aar, 2007). Stoga Krička i sur. (2008) ističu da će kulture koje nisu direktno namijenjene prehrani ljudi dugoročnije gledano dobiti na važnosti, a tu onda svakako svoje mjesto zauzima i konoplja.

## AGRONOMSKA VAŽNOST KONOPLJE / AGRICULTURAL IMPORTANCE OF HEMP

S agronomskog gledišta konoplja je izvrsna industrijska kultura. Može se smatrati pravom «ekološkom biljkom» s obzirom na to da njen uzgoj ne iziskuje primjenu praktično nikakvih pesticida. Zasada nisu ustanovljene štetočine od većeg ekonomskog značaja, kako za konoplju za vlakno, tako i za sjeme. Konoplja se često naziva „ekološkim herbicidom“. Radi se o efektu zasjenjivanja korova ispod bujno razvijene nadzemne mase, posebice konoplje za vlakno. U optimalnom sklopu konoplja koja se uzgaja za vlakno izuzetno dobro suzbija korove tako da iza nje tlo ostaje u potpunosti bez korova (Butorac, 2009).

Istraživanja su pokazala poboljšanje u kvaliteti tla kada je u plodored uključena konoplja. Kulturama koje su u plodoredu iza nje prinos se povećava 10% te se smanjuje ili u potpunosti izostavlja upotreba herbicida (Roulac, 1997).

Za visoke prinose stabljike i vlakna ne zahtijeva intenzivnu gnojidbu, a može postići zadovoljavajuće prinose stabljike i vlakna i bez gnojidbe dušikom (Augustinović, 2010).

Konoplja djeluje kao repelent i pesticid, tj. uništava ili ubija bakterije, gljivice ili insekte (McPartland, 1997) te suzbija nematode, posebice *Meloidogyne spp.* (McPartland i Glass, 2001).

Danas, kada smo suočeni sa sve većim onečišćenjima tla, važna je i njezina dokazana sposobnost izvlačenja teških metala iz tla (Citterio i sur., 2003).

Preliminarna istraživanja Lingera i sur. (2002) te Vandenhoevea i Heesa (2005) dokazuju da se konoplja može uzgajati na kontaminiranim tlima bez štetnog utjecaja na količinu ili kvalitetu vlakna. Kozłowski i sur. (1995) na temelju istraživanja u Poljskoj dolaze do spoznaje da sjeme apsorbira velike količine bakra.

Konoplja razvija jako bočno korijenje koje se međusobno isprepliće te štiti tlo od erozije, posebice pri gušćoj sjetvi (Bócsa i Karus, 1998).

Pored već navedenog, konoplja se odlično uklapa u plodored (Ranalli, 2004). Zahtijeva tlo bogato hranivima, ali ih iz njega uzima malo te hranjive tvari ostaju u tlu za iduću kulturu. Gusti sklop smanjuje mogućnost gubitka vlage iz tla što je za područja ili razdoblja sa smanjenim količinama oborina vrlo značajno (Pospišil, 2013).

## PROIZVODNJA KONOPLJE U HRVATSKOJ / HEMP PRODUCTION IN CROATIA

Konoplja je stoljećima zbog povoljnih agroekoloških uvjeta za uzgoj uz lan bila naša glavna prediva kultura. Bivša Jugoslavija je od pedesetih godina pa sve do 1967. godine bila najveći izvoznik vlakna konoplje. Najveće su površine pod konopljom u Hrvatskoj bile 1949. godine kada je na 21 127 hektara proizvedeno 96 524 tone zrakosuhe stabljike. Sve do prije dvadesetak godina konoplja se uzgajala na području Đakova i Donjeg Miholjca. Prestankom rada tvornica za preradu konoplje i lana u Črncovcima (1996.) i Viškovcima kod Đakova (1998.) prestala je i proizvodnja konoplje za vlakno u nas (Pospišil, 2013).

Danas se u Hrvatskoj konoplja uzgaja samo za proizvodnju sjemena (Tablica 1). Sjeme se prerađuje u ulje i brašno u nekoliko miniuljara. Prosječni prinosi sjemena variraju od 0,5 do 1,2 t/ha.

Tablica 1. Proizvodnja konoplje u Hrvatskoj / Hemp production in Croatia

| Godina | Površina, ha | Broj izdanih dozvola* |
|--------|--------------|-----------------------|
| 2012.  | 106,68       | 12                    |
| 2013.  | 175,84       | 31                    |
| 2014.  | 658,00       | 109                   |
| 2015.  | 1660,00      | 181                   |

\* - zahtjevi se podnose do 31. 5. tekuće godine

Izvor: Ministarstvo poljoprivrede RH

Proizvodnja konoplje u Hrvatskoj regulirana je Pravilnikom o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih

droga u veterinarstvu (NN 18/2012) te Zakonom o suzbijanju zloupotrebe opojnih droga (NN 107/01, 87/02, 163/03, 141/04, 40/07, 149/09, 84/11, 80/13).

Ovim Pravilnikom regulirani su svi preduvjeti za dobivanje dozvole za sjetvu konoplje u nas. U Hrvatskoj i zemljama članicama EU-a dozvoljeno je uzgajati sorte industrijske konoplje koje sadrže do 0,2 % THC-a u suhoj tvari biljke i nalaze se na zajedničkoj sortnoj listi Europske unije (Common catalogue).

Proizvođači konoplje u Hrvatskoj u ovome su trenutku suočeni s nekoliko problema. Postojećim Pravilnikom stabljika konoplje, umjesto da se iskoristi kao sirovina za niz industrija, mora se uništiti, što dovodi u pitanje profitabilnost uzgoja ove kulture, te stoga proizvođači konoplje s nestrpljenjem očekuju najavljene izmjene Pravilnika. Osim toga, relativno je nepoznata tehnologija uzgoja konoplje za sjeme s obzirom na to da se kod nas gotovo isključivo uzgajala konoplja za vlakno. Upravo zbog toga trebalo bi poboljšati uvjete za znanstveno-istraživački rad. To se odnosi u prvom redu na oplemenjivanje, unapređenje tehnologije uzgoja, žetve i prerade konoplje.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Augustinović, Z. (2010). Prinos i kvaliteta stabljike konoplje (*Cannabis sativa* L.) u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- Butorac, J. (2009). Predivo bilje. Kugler, Zagreb
- Amar, M. B. (2006). Cannabinoids in medicine: A review of their therapeutic potential. *Journal of Ethnopharmacology*; 105 (1 – 2): 1-25.
- Bócsa, I., Karus, M. (1998). The cultivation of hemp. Botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastoplo, California, pp. 184.
- Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview, *Euphytica* 140: 65-72.
- Citterio, S., Santagostino, A., Fumagalli, P., Prato, N., Ranalli, P., Sgorbati, S. (2003). Heavy metal tolerance and accumulation of Cd, Cr and Ni by *Cannabis sativa* L. *Plant and Soil*. Kluwer academic publishers, Dordrecht, Netherlands: 256: 243-252.
- Collet, F., Bart, M., Serres, L., Miriel, J. (2008). Porous structure and water vapour sorption of hemp-based materials. *Construction and building materials*, 22: 1271-1280.
- Conrad, C. (1994). Hemp: lifeline to the future. Los Angeles: Creative Expressions Publications, pp. 314.
- Dang, V., Nguyen, K. L. (2006). Characterisation of the heterogeneous alkaline pulpin kinetics of hemp woody core. *Bioresource technology*, 97: 1353-1359.

- Dubreta, N. (2006). Konoplja – sociološki aspekti uzgoja i upotrebe. Soc. ekol. Zagreb, 15, 1 – 2: 103-123.
- Elfordy, S., Lucas, F., Tancrét, F., Scudeller, Y., Goudet, L. (2008). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete ("hempcrete") manufactured by a projection process. Construction and building materials, 22: 2116-2123.
- Grlić, Lj. (2002): Svijet halucinogenih droga. Zagreb. Nova knjiga RAST.
- Höppner, F., Menge-Hartmann, U., Michael Greef, J. (2004). The influence of changing sowing rate and harvest time on yield and quality for the dual use of fibres and seeds of hemp (*Cannabis sativa* L.). 4th International Crop Science Congress <[http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/3/5/596\\_ho-p-pnerf.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/3/5/596_ho-p-pnerf.htm)>
- Janušić, V., Ćurić, D., Krička, T., Voća, N., Matin, A. (2008). Predtretmani u proizvodnji bioetanola iz lignocelulozne biomase. Poljoprivreda, 14(1): 53-58.
- Kozłowski, R., Baraniecki, P., Grabowska, L., Mankowski, J. (1995). In: Nova Institute, Bioresourche hemp-proc. Symposium, pp. 259-267.
- Krička, T., Grbeša, D., Varga, B., Svečnjak, Z. (2008). Proizvodnja biogoriva i njen utjecaj na poljoprivredu. Proceedings. 43rd Croatian and 3rd international symposium on agriculture. Opatija, Croatia, 17-23.
- Lachenmeier, D., Walch, S. (2005). Analysis and toxicological evaluation of cannabinoids in hemp food products. Journal of environ. Agric. and food chem., 4(1): 812-826.
- Leizer, C., Ribnický, D., Poulev, A., Dushenkov, S., Raskin, I. (2000). The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods, 2(4): 35-53.
- Linger, P., Müssih, J., Fischer, H., Kobert, J. (2002). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) growing on heavy metal contaminated soil: fibre quality and phytoremediation potential, Industrial crops and products, 16: 33-42.
- McDougall, G. J., Morrison, I. M. D., Stewart, J. D., Weyers, B., Hillman, J. R. (1993). Plant fibres: botany, chemistry and processing for industrial use. Journal of the science of food and agriculture, 62: 1-20.
- McPartland, J. M. (1997). Cannabis as repellent and pesticide. Journal of the international hemp association (4): 89-94.
- McPartland, J. M., Glass, M. (2001). The nematicidal effect of hemp (*Cannabis sativa* L.) may not be mediated by cannabinoid receptors. N. Z. journal of crop and horticultural science, 29: 301-307.
- Mediavilla, V., Steinemann, S. (1997). Essential oil of *Cannabis sativa* L. Strains. Journal of the international hemp association, 4(2): 80-82.
- Pertwee, R. (2004). Pharmacological and therapeutic targets for tetrahydrocannabinol and cannabidiol. Euphytica, 140: 73-82.

- Pospišil, M. (2013). Ratarstvo 2. dio – industrijsko bilje. Zrinski, Čakovec.
- Prade, T. (2011). Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) - a High-Yielding Energy Crop: doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences.
- Ranalli, P. (2004). Current status and future scenarios of hemp breeding. *Euphytica*, 140: 121-131.
- Roulac, J. (1997). Hemp Horizons: the comeback of the worlds most promising plant' Chelsea Green Publishing Company, pp. 11.
- Schultes, R. E., Klein, W. M., Plowman, T., Lockwood, T. E. (1975). An Example of Taxonomic Neglect. U: Rubin, V. (ed.). *Cannabis and Culture*. Hague, Paris. Mouton Publishers.
- Small E., Cronquist A. (1976). A practical and natural taxonomy for Cannabis. *Taxon* 25: 405-435.
- Small, E. (1979). The species problem in cannabis, *Science and Semantics*. Vol. I & II
- Small, E., Marcus, D. (2002). Hemp: A new crop with new uses for North America. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), pp. 284-326.
- Small, E., Marcus, D. (2003). Tetrahydrocannabinol levels in hemp (*Cannabis sativa*). *Econ. Bot.* 57(4): 545-558.
- Stearn, W. T. (1975). Typification of *Cannabis sativa* L. U: Rubin, V. (ed.) *Cannabis and Culture*. Hague, Paris. Mouton Publishers.
- Vandenhove, H., Van Hees, M. (2005). Fibre crops as alternative land use for radioactively contaminated arable land, *Journal of environmental radioactivity*, 81: 131-141.
- Van der Aar (2007). Biofuels: implications for the feed industry. In *Biofuels: Implications for the feed industry* (Eds. Doppenberg, J., P. Van der Aar), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 11-12.
- Van der Werf, H. M. G., Turunen, L. (2008). The environmental impacts of the production of hemp and flax textile yarn, *Industrial crops and products*, 27: 1-10.
- Wibowo, A. C., Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T. (2004). Chopped industrial hemp fiber reinforced cellulosic plastic Bio-composites: Thermomechanical and morphological characterization. *Industrial and engineering chemistry research*, 43(16): 4883-4888.
- Wirtshafter, D. E. (2004). Ten years of a modern hemp industry. *Journal of industrial hemp*, 9(1): 9-14.
- Vrančić, T. (2013). Konoplja kao građevni materijal. *Građevinar*, 65(4): 397-398.
- Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih droga u veterinarstvu (NN 18/2012)
- Zakon o suzbijanju zloupotrebe opojnih droga (NN 107/2001)

## SUMMARY

### HEMP AS INDUSTRIAL PLANT

Until the end of the 18th century hemp (*Cannabis sativa* L.) was an irreplaceable spinnable culture and its fibres were used in production of clothes, ropes etc. Mass emergence of cheap synthetic as well as a strict control or even ban of cultivation as prevention measure in the fight against its usage as a drug substance resulted in reduction of its economic importance to such an extent that it almost completely disappeared from production, processing and usage. In the light of renewed renaissance of hemp, the interest for its cultivation is increasing, not only in the EU member states, but also worldwide. Hemp cultivation as raw material for the needs of various industries is rapidly increasing in importance along with traditional products.

Today hemp is an increasingly important raw material for the textile industry, paper industry, automotive industry, construction and others. Hemp seed gives very good quality oil used in food, chemical and pharmaceutical industry, and is being increasingly used in macrobiotic diet in the production of high protein food.

**Key words:** hemp, *Cannabis sativa* L., raw material, industry

Dr. sc. Zvezdana Augustinović  
Visoko gospodarsko učilište  
M. Demerca 1  
48 260 Križevci  
zaugustinovic@vguk.hr

Prof. dr. sc. Milan Pospišil  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Svetošimunska cesta 25  
10 000 Zagreb

Prof. dr. sc. Jasminka Butorac  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet



# STANDARDIZACIJA KAO ALAT ZA PROPISIVANJE LIJEKOVA NA BAZI KANABINOIDA

## STANDARDIZATION AS A TOOL FOR PRESCRIBING CANNABIS BASED MEDICINES

MARTA GOLD  
ARNO. HAZEKAMP  
TJALLING ERKELENS

UDK/UDC 615.1  
Primljeno/Received: 02. 03. 2017  
Prihvaćeno/Accepted: 15. 03. 2017.  
Pregledni rad / Review paper  
<https://doi.org/10.21857/mjrl3uxkk9>

*“Cannabis-based medicines have been used for thousands of years in Asia and were popular for hundred years in Western medicine after their introduction in the mid-nineties in the mid-nineteenth century. They fell out of use largely because of the difficulties that physicians encountered in obtaining consistent results from batches of plant material of varying potency. Patients consequently suffered from either treatment with an ineffective dose or unwanted intoxicating effects often overdose that could last for many hours. Modern techniques of plant breeding and cultivation have undoubtedly solved the problem of quality control in the use of herbal cannabis as a medicine, but the issue of a narrow therapeutic window between the desired benefits and the usually unwanted psychic effects remains a challenge.”*

*Dr. Franjo Grotenhermen*

*Kanabis za upotrebu u medicini u sve većoj mjeri postaje stvaran farmaceutski proizvod. Međutim, budući da se radi o supstanci koja se kontrolira u skladu s Konvencijom Ujedinjenih naroda protiv nezakonitog prometa opojnih droga i psihotropnih supstancija iz 1961., te biljke stoga nisu priznate kao pravi lijek, teško je uvjeriti donositelje odluka i stručnjake iz medicine u dostupnost standardiziranog kanabisa kao stvarne opcije za pacijente kojima je kanabis potreban kao lijek.*

*Pregled relevantnih studija ukazuje na preferirane metode uzimanja te supstance od strane pacijenata, kao i na važnost standardizacije u kontekstu propisivanja i uzimanja proizvoda. Znanstvene studije provedene u više zemalja identificirale su inhalaciju kao preferiranu metodu uzimanja ove supstance. Da bi se dokazala učinkovitost inhaliranog kanabisa u određenim uvjetima, potrebno je osigurati*

*registrirani medicinski uređaj za inhalaciju biljnog materijala zajedno s pripadajućom opremom u svrhu provedbe kliničkog istraživanja. Osim registriranog uređaja za inhalaciju razvijen je i stvarni placebo te se rezultati kliničkih studija očekuju u 2020. godini. Kliničko istraživanje moglo bi rezultirati razvojem alternativnih metoda za olakšavanje simptoma za više bolesti ili medicinskih stanja. Prilikom svakog uzimanja lijeka od strane pacijenta mora se raditi o identičnom lijeku jer pacijent na taj način može odrediti koja je doza lijeka imala blagotvoran učinak. U tu je svrhu potrebno provesti standardizaciju proizvoda, što je potrebno i za plasman tih proizvoda u regulativni okvir (kontrolirani uzgoj) i propisivanje takvog lijeka od strane liječnika.*

**Ključne riječi:** *medicinski kanabis, tetrahidrokanabinol, THC, CBD, kanabinoidi, terpeni, UN-ova konvencija protiv nezakonitog prometa opojnim drogama iz 1961., placebo kanabisa, kliničke studije s kanabisom i kanabinoidima, upotreba konoplje*

## UVOD I METODA RADA / INTRODUCTION AND WORK METHOD

Biljka *Cannabis sativa* L. i njezini dijelovi u modernoj su medicini prisutni u obliku farmakološkog proizvoda (sirovog materijala) te jednokomponentnog ili višekomponentnog lijeka. U Nizozemskoj se od 2002. godine uzgaja standardizirani medicinski kanabis za potrebe nizozemskih pacijenata. U Europi postoje dvije kompanije koje legalno uzgajaju medicinski kanabis, GW Pharmaceuticals u Velikoj Britaniji (THC sprej i CBD sprej na bazi kanabisa) i Bedrocan BV u Nizozemskoj (*Cannabis flos*). Od 2003. godine proizvod medicinski kanabis u Nizozemskoj je dostupan u ljekarnama u formi sirovog standardiziranog farmaceutskog materijala (*flos*). Od 2007. godine nizozemski Ured za medicinski kanabis koji djeluje pod okriljem nizozemskog Ministarstva zdravlja počinje s izvozom proizvoda pod uvjetom da nakon tri godine država u koju se uvozi krene s lokalnom proizvodnjom.

Proizvod je standardiziran da bi i liječnik i pacijent znali koliko se čega preporučuje odnosno konzumira s obzirom na to da se radi o cvijetu koji sadržava više komponenti koje djeluju zajedno u organizmu i može se konzumirati na razne načine. Svako tijelo u lancu prodaje kanabisa, od proizvođača do ljekarnika, naplaćuje svoje tarife za obavljeni rad, tj. proizvodnju i manipulaciju cvijetom, o čemu ovisi i cijena. Neke su države pacijentima dale popuste ili putem osiguravajućih kuća omogućile besplatan medicinski kanabis s obzirom na to da je sve regulirano na državnom nivou.

Obuhvaćena su internacionalna istraživanja s ciljem da se pokaže što točno pacijenti žele od raznih mogućnosti koje kanabis kao biljka, tj. sirovi farmaceutski materijal pruža s naglaskom na uporabu za medicinske svrhe.

## STANDARDIZACIJA KAO ALAT ZA PROPISIVANJE/STANDARDIZATION AS A PRESCRIBING TOOL

Standardizacija uzgoja cvijeta može se postići uzgojem biljaka u kontroliranim uvjetima sa striktnim rasporedom njege i održavanja svake serije. Standardizacija je dokazana višegodišnjim analizama standardiziranog sirovog farmaceutskog materijala *Cannabis flos* koje su javno dostupne na web-stranicama nizozemskog Ureda za medicinski kanabis. Sintetički i prirodni lijekovi na bazi kanabinoida dostupni su na tržištu više od 30 godina. Legalna je prodaja organizirana na način da vlada, tj. država ima kontrolu nad proizvodnjom i distribucijom jer su cijela biljka i njeni ekstrakti te tinkture na rasporedu 1. UN-ove konvencije o opojnim drogama iz 1961. godine, što znači da se proizvodnja, distribucija i upotreba moraju kontrolirati od strane države te svako nekontrolirano manipuliranje ovom biljkom mora biti prijavljeno nadležnim vlastima (Jedinstvena UN-ova konvencija o opojnim drogama iz 1961.).

Sintetički kanabinoidi na tržištu, koji su proizvodi farmaceutskih kompanija, dolaze u obliku tableta ili pilula, no cvijet se može primijeniti na mnogo načina: inhalacijom, oralno, topikalno, supozitorijem ili se može napraviti neki drugi proizvod od sirovog farmaceutskog materijala (Gold i sur., 2010). Internacionalno krossekcionalno istraživanje načina primjene medicinskog kanabisa i kanabinoida (Hazekamp i sur., 2013) pokazalo je da pacijentima najviše odgovara inhalacija cvijeta. U istraživanju je sudjelovalo 953 ljudi i najviše je ispitanika izabralo upotrebu proizvoda na prirodnoj bazi i inhalaciju kao najrasprostranjeniju metodu konzumacije među sljedećim ponuđenim metodama: pušenje, inhaliranje (vaporiziranje), pripravljanje čaja, uzimanje hrane/tinktura, lijek dronabinol, nabilon, THC vap., nabiximols ili nešto drugo.

Mogućnost proizvodnje, prodaje i upotrebe proizvoda na bazi kanabinoida i kanabisa u današnje je vrijeme ogroman izazov jer se s jedne strane radi o kontroliranoj supstanci koja još uvijek nije lijek, a s druge strane nije ni biljni proizvod jer je sam po sebi kontrolirana supstanca. Razvoj različitih proizvoda koji sadrže kanabis (neke komponente koje se ne tretiraju kao kontrolirana supstanca, primjerice CBD iz konoplje) danas je nezaustavljiv i stoga je od vrlo velike važnosti da se napravi sustav kvalitete poput kliničkih istraživanja u farmaceutskoj industriji. S obzirom na to da se radi o proizvodnji za farmaceutsku/medicinsku industriju, važno je da proizvođač (licencirana kompanija) koji proizvodi biljni sirovi materijal implementira barem dosada već postojeće standarde poput dobre proizvodne i poljoprivredne prakse, kao i ISO-certifikaciju, što garantira kvalitete u proizvodnji.

Zbog što kvalitetnije kontrole kvalitete važno je biljni medicinski kanabis proučavati kao cjelinu koja sadrži više od 400 komponenti (terpena, kanabinoida i dr.). Zbog velikog broja spojeva provode se analize svake serije jer svaki varijetet nema jednaki omjer spojeva, što je važno, primjerice, pri izradi ekstrakata ili tinktura, tj. kod pacijenata koji su osjetljivi zbog bolesti. Način uporabe i omjer spojeva u varijetetu od izuzetno su velike važnosti za doziranje. Godine 2013. provedeno je istraživanje s pacijentima koji su konzumirali biljni proizvod i bilježena je učestalost konzumacije naspram sintetičkih proizvoda. Rezultati uporabe biljnog kanabisa variraju s obzirom na to da nemaju svi pacijenti pristup standardiziranom kanabisu, već ga nabavljaju na ilegalni način ili sami uzgajaju u kućnoj radinosti, što nije kontrolirano, i najčešće biraju cvijet koji potom puše (Hazekamp, 2013).

Hazekamp i Heerdink (2013) objedinjuju rezultate u istraživanju koje uključuje više od 5000 pacijenata koji su praćeni tijekom sedam godina. S obzirom na to da je riječ o kanabisu na recept, podrazumijeva se da se radi o standardiziranom medicinskom kanabisu, dakle dolazi se do konkretnijih podataka o količini, tj. doziranju, što u ovom slučaju ispada 0,7 grama po danu pa upućuje na prosječnu potrošnju propisanog kanabisa u obliku cvijeta na recept.

Za pravilno provođenje kliničkog istraživanja cvijeta kao lijeka potreban je placebo. Godine 2014. dokazana je učinkovitost prvog medicinskog biljnog placeba na varijetetu kanabisa *Bedrocan*®. Istraživanje je potvrdilo da placebo-proizvod radi, a pacijenti su ga konzumirali inhalirajući preko medicinskog uređaja za inhalaciju medicinskog kanabisa (Kowal i sur., 2014). Prvi rezultati kliničkih studija o uporabi sirovog farmaceutskog materijala kao lijeka za inhalaciju očekuju se 2020. godine.

## ZAKLJUČCI / CONCLUSIONS

Povodom jednodnevne znanstvene konferencije pod naslovom „Demistifikacija i valorizacija uzgoja i uporabe konoplje (*Cannabis sativa* L.) u industrijske i farmaceutske svrhe“ predstavljena je prezentacija pod naslovom „Standardizacija kao alat za propisivanje lijekova na bazi kanabinoida“. Zaključno:

- mala količina uporabe standardiziranog biljnog proizvoda *Cannabis flos.*,
- najčešći način konzumacije je inhaliranje,
- na tržištu postoje medicinska pomagala za inhaliranje kanabisa pa se i sama najnovija klinička istraživanja kreću u tom smjeru.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Gold, M. (2010). Konoplja u društvenom i bioetičkom aspektu, VGUK; Završni rad, str. 24-35, Križevci
- Hazekamp, A., Heerdink, E. R. (2013). The prevalence and incidence of medicinal cannabis on prescription in Netherlands, *Pharmacoepidemiology and prescription*, Eur J Clin Pharmacol, Springer-Verlag, Heidelberg, str. 1575-1580, Berlin
- Hazekamp, A., Ware, M. A., Muller-Vahl, K. R., Abrams, D., Grontenhermen, F. (2013). The medicinal use of cannabis and cannabinoids – and international cross-sectional survey on administration forms, *Journal of psychoactive drugs*, 45 (3), str. 199-210, Germany
- Hazekamp, A. i Grotenhermen, F. (2010): Review on clinical studies with cannabis and cannabinoids 2005 – 2009, *Cannabinoids 2010*; 5 (Special issue): str. 1-21, Institut of Biology Leiden, Leiden University, The Netherlands, Nova-Institut, Germany
- Kowal, M. A., Hazekamp, A., Colzato, L. S., Steenbergen, H., Wee, N. J. A., Durioux, J., Manai, M., Hommel, B. (2014). Cannabis and creativity: highly potent cannabis impairs divergent thinking in regular cannabis users, *Psychopharmacology (Berl)* 2015.; 232(6), str. 1123-1134
- The single convention on narcotic drugs 1961, as ammended as a protocol ammen-  
ding the single convention on narcotic drugs, 1961., status at: 12-11-2015.

## SUMMARY

### Standardization as a tool for prescribing cannabis based medicines

Cannabis for medicinal use is getting more and more a real pharmaceutical product. However because cannabis is a controlled substance by *Single UN convention on narcotic drugs from 1961* and plants are hardly recognized as a true medicine, it is hard to convince regulators and medical professionals that standardized cannabis is available as a real option for patients that are in need of cannabis as a medicine.

Reviewing relevant studies this review shows what is the preferred administration method for patients as well as importance of standardization when it comes to prescribing and intake of product.

Scientific studies done in multiple countries have identified that the most preferred method of intake is inhalation. To show efficacy of inhaled cannabis in certain conditions, a registered medical device for inhalation of herbal material and tools to do clinical research are needed. Besides a registered inhalation device, real placebo has been developed now and results of clinical studies on cannabis based medicine are expected in 2020 what might result in alternatives for relieving of symptoms for multiple diseases/conditions.

Medicine must be the same each time patient is taking it, that way patient knows the dosage which is beneficial, therefore standardization of products is needed and required when it comes to bringing such products into the regulatory framework (controlled cultivation) and prescribing from doctors perspective.

**Key words:** medicinal cannabis, tetrahydrokanabinol, THC, CBD, cannabinoids, terpenes, UN convention on narcotic drugs 1961, cannabis placebo, clinical studies with cannabis and cannabinoids, hemp use

Marta Gold  
Zwaikom 4,  
9641 Veendam  
The Netherlands  
doosista@gmail.com

Arno.Hazekamp  
Tjalling Erkelens

# ANALIZA INDUSTRIJSKE KONOPLJE

## ANALYSIS OF INDUSTRIAL HEMP

MARINKO PETROVIĆ  
ANDREA GROSS-BOŠKOVIĆ  
VLATKA BUZJAK SLUŽEK

UDK/UDC 633.522  
Pregledni rad / Review paper  
Primljeno/Received: 10. 10. 2016.  
Prihvaćeno/Accepted: 1. 11. 2016.  
<https://doi.org/10.21857/moxpjhg6jm>

*Industrijska konoplja (Cannabis sativa subsp. sativa) jedna je od najstarijih kultiviranih biljaka koja ima široku primjenu u različitim industrijskim granama. U Europskoj uniji, prema tome i Hrvatskoj, dopušten je uzgoj sorti kojima udio THC-a nije veći od 0,2 % u suhoj tvari. Analiza biljaka plinskom kromatografijom pokazala je da samo jedan uzorak nije zadovoljio taj kriterij. Ulje sjemenki industrijske konoplje ima omjer omega-6 masnih kiselina i omega-3 masnih kiselina u skladu s preporukama EFSA-e, što iznosi 3 – 5 : 1. Također sadrži esencijalne masne kiseline (linolnu i alfa-linolensku kiselinu), kao i gama-linolensku i stearidonsku kiselinu koje nisu sadržane u većini ulja koja svakodnevno konzumiramo, stoga su brojne kliničke studije pokazale da hrana od sjemenki ima pozitivno djelovanje na imunološki sustav. S druge strane, udio THC-a u prehrambenim proizvodima od sjemenki nema negativni utjecaj na zdravlje potrošača i mnogostruko je niži od koncentracija koje mogu izazvati psihoaktivni učinak.*

**Ključne riječi:** analiza kanabinoida, industrijska konoplja, masne kiseline, THC

### 1. POVIJEST UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE / HISTORY OF INDUSTRIAL HEMP CULTIVATION

Industrijska konoplja spada u najstarije kultivirane biljke. Porijeklom je iz ravnica središnje Azije i upotrebljavana je u Kini prije najmanje 10 000 godina u prehrambene svrhe (sjeme), za proizvodnju vlakna i papira te u medicinske svrhe. Prvi pisani trag o medicinskom djelovanju konoplje potječe iz 2740 g. pr. Kr., iz doba cara Šen-Nunga, kada se spominje kao pomoć oboljelima od malarije, reume i konstipacije (Rudgley, 1995; Grlić, 2002). Proizvodnja papira od konoplje bila je dobro čuvana tajna, a kvaliteta je bila znatno bolja od papirusa koji su proizvodili Egipćani. Tijekom 9. stoljeća Arapi su usvojili tehnologiju proizvodnje papira i donijeli je u Europu, u svoje posjede na Pirinejskom poluotoku. Nakon

toga proizvodnja se proširila najprije u Italiju, a zatim u Njemačku i Veliku Britaniju. Uzgoj i prerada konoplje za proizvodnju vlakana i živežnih namirnica bila je prisutna u Europi dugi niz godina. Konoplja je bila nezamjenjiva u brodogradnji jer brodska užad i jedra od konopljinih vlakana najbolje podnose vodu i slanu atmosferu.

Prvi pisani podatci o uzgajanju konoplje u našim krajevima datiraju iz 15. i 16. stoljeća (Habsburška Monarhija), ali intenzivnija proizvodnja počela je nakon 1745. godine kada počinje kolonizacija iz njemačkih i slovačkih područja gdje je proizvodnja bila puno razvijenija. Sredinom 18. stoljeća konoplju su počeli uzgajati veleposjednici iz naših krajeva i konoplja je predstavljala značajnu gospodarsku kulturu. Proizvodnja je rasla i nakon 1935. g., kada je počelo zatiranje proizvodnje konoplje u SAD-u. Nakon II. svjetskog rata Jugoslavija se uzdigla među glavne proizvođače konoplje u svijetu i to je ostala sve do 1970-ih kada se i kod nas proizvodnja zabranjuje. Posljednja kudeljara u Črncovcima kod Osijeka zatvorena je 1996. g. kada se u svijetu ponovno rađa interes za proizvodnju industrijske konoplje. Obnavljanje proizvodnje započelo je 2012. g. donošenjem Pravilnika o uzgoju konoplje i maka. Proizvodnja je te godine bila na oko 100 ha da bi se do 2015. g. povećala na 1660 ha te se predviđa i daljnji rast.

## MORFOLOŠKA OBILJEŽJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE / MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF INDUSTRIAL HEMP

Porodicu *Cannabinaceae* čine dva roda konoplja (*Cannabis*) i hmelj (*Humulus*). Podjela konoplje na niže sistemske jedinice nije jedinstvena: Small i Cronquist (1976) smatraju da postoji samo jedna vrsta, *Cannabis sativa*, čije su dvije podvrste *C. sativa* L. subsp. *sativa* (industrijska konoplja) i *C. sativa* subsp. *indica* Lam. (indijska ili medicinska konoplja). Neki autori (Janischevski) također spominju i *C. ruderalis* (divlju konoplju) o kojoj se dvoji je li posebna podvrsta ili ne (Grlić, 2002). Glavna je karakteristika konoplje prepoznatljivi oblik listova. Prvi je par listova jednostavan i po obodu nazubljen. Drugi par listova sastoji se od 3 segmenta, a kod svakog idućeg para listova broj segmenata plojke raste na 5 – 7 – 9 – 11. Cvjetovi su skupljeni u gornjoj trećini biljke i čine cvat. Konoplja je prirodno dvodomna biljka (muška i ženska), no selekcijom su stvorene i jednodomne biljke. U usjevu se obično nalazi više ženskih nego muških biljaka. Ženski su cvatovi robusniji, lisnatiji i kompaktniji. Glavna je razlika između industrijske i medicinske konoplje u izgledu biljke. Industrijska može narasti i preko 4 metra i ima krupnije listove. Medicinska je konoplja visine oko jedan metar, stabljika je niska i razgranata, a listovi su sitniji, prugasti i brojniji. No najbitnija je razlika u količini psihoaktivnog kanabinoida  $\Delta$ -9-tetrahidrokanabinola (THC), čiji udio u

medicinskoj konoplji može biti i oko 20%, dok udio u industrijskoj konoplji prema Pravilniku smije biti do 0,2 % (Off. J. EU, 2008, UNODC, 2009).

## **ANALIZA KANABINOIDA U INDUSTRIJSKOJ KONOPLJI / ANALYSIS OF CANNABINOIDS IN INDUSTRIAL HEMP**

Kao što je spomenuto, industrijska konoplja sadrži malo THC-a u odnosu na indijsku konoplju. Prema literaturi Ureda za droge i kriminal Ujedinjenih naroda najviše THC-a sadrži lupina koja okružuje sjemenku iako i ostali dijelovi sadrže THC. Sama sjemenka ne sadrži THC, ali s obzirom na to da je u kontaktu s lupinom, dio THC-a ostaje na površini sjemenke i tako dopijeva u prehrambene proizvode od industrijske konoplje (UNODC, 2009).

Plinska kromatografija s plamenoionizacijskim detektorom najviše se upotrebljava za analizu THC-a i ostalih kanabinoida u biljci. Uzorci biljke uzimaju se tako da se odreže 20 cm cvjetnog vrha na 30 biljaka, osuši na 8 – 13 % vlage i homogenizira. Prije analize uzorak treba čuvati na suhom i tamnom mjestu jer se THC raspada pod utjecajem kisika iz zraka i svjetlosti. Udio THC-a u biljci je relativno mali, a veći dio koji se oslobađa tijekom pušenja indijske konoplje potječe od dekarboksilacije THC-kiseline. Temperatura injektora u plinskoj je kromatografiji veća od 150 °C. THC-kiselina kod injektiranja se dekarboksilira pa nije moguće zasebno odrediti THC i THC-kiselinu, nego se rezultat izražava kao ukupni THC (*Total THC*) (UNODC, 2009). Prema metodi Službenog lista Europske unije (Official Journal of the European Communities – Off. J. EU, 2008) uzorak se ekstrahira heksanom, a kao interni standard upotrebljava se skvalen. Metoda koju predlaže Ured za droge i kriminal Ujedinjenih naroda (UNODC, 2009) sastoji se od upotrebe etanola kao otapala, pri čemu se kao interni standard upotrebljava tribenzilamin. Obje metode rabe kapilarne kolone s nepolarnom stacionarnom fazom i plamenoionizacijski detektor za analizu. Analizom 27 uzoraka industrijske konoplje koje je dostavila Agencija za plaćanje u poljoprivredi i 8 privatnih uzoraka otkriven je samo jedan uzorak s udjelom THC-a većim od dopuštene vrijednosti, a sadržavao je 0,39 % THC-a. Udio THC-a u ostalim se uzorcima dosta razlikovao i bio je u području od 0,03 % do 0,16 %. Udio kanabidiola CBD-a, kanabinoida koji nije psihoaktivan, također je bio različit i kretao se od 0,66 % pa do 2,65 %. Karakteristika je industrijske konoplje sadržavanje više CBD-a nego THC-a pa je njihov omjer sezao do 30. Najmanje CBD-a bilo je u uzorku koji je imao udio THC-a veći od granice i taj je uzorak imao najniži omjer CBD-a i THC-a.

## SASTAV MASNIH KISELINA ULJA SJEMENKI INDUSTRIJSKE KONOPLJE / COMPOSITION OF FATTY ACIDS OF THE INDUSTRIAL HEMP SEED OIL

Većina unesenih masnih kiselina u organizam služi kao izvor energije, pri čemu je energetska vrijednost pojedine masne kiseline ovisna o strukturi i broju ugljikovih atoma u molekuli. Oksidacija masnih kiselina odvija se u mitohondrijima nizom biokemijskih reakcija, pri čemu se oslobađa energija potrebna za život stanica. Masne kiseline u organizmu imaju još nekoliko važnih uloga: građivni su element bioloških membrana, prekursori su biološki važnih molekula, olakšavaju apsorpciju vitamina topivih u mastima i drugo. Organizam nema enzime koji bi mogli desaturirati masne kiseline u položaju  $\omega$ -3 i  $\omega$ -6 pa su linolna i  $\alpha$ -linolenska kiselina esencijalne. Njihovom desaturacijom nastaju  $\gamma$ -linolenska (iz linolne,  $\omega$ -6 masna kiselina) i stearidonska (iz  $\alpha$ -linolenske,  $\omega$ -3 masna kiselina) kiselina te daljnjim elongacijama i desaturacijama arahidonska ( $\omega$ -6), eikosa-pentaenska (EPA,  $\omega$ -3) i dokosaheksaenska (DHA,  $\omega$ -3) kiselina. Ove su masne kiseline polazni spojevi za sintezu prostaglandina, prostaciklina, leukotriena i tromboksana. Neravnoteža ovih spojeva u organizmu može dovesti do poremećaja raznih procesa i razvoja bolesti. S obzirom na to da se ovi procesi odvijaju na istim enzimima, važan je odnos  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 u prehrani (Simopoulos, 2002; Chow, 2008; EFSA, 2009).

Ulje sjemenki industrijske konoplje jedno je od rijetkih ulja koja imaju omjer omega-6 i omega-3 masnih kiselina oko 3 : 1, što je u skladu s preporukom EFSA-e (3 – 5 : 1). Time doprinosi smanjenju tog omjera u prehrani koji je obično 15 : 1 pa i više (EFSA, 2009; Chen i sur., 2010; Teh i Birch, 2013; Petrović i sur., 2015). Sadrži oko 80 % višestrukonezasićenih masnih kiselina, od kojih je najzastupljenija esencijalna linolna ( $\omega$ -6) kiselina s udjelom do 60 %, a zatim  $\alpha$ -linolenska ( $\omega$ -3) kiselina s udjelom do 20 %. Osim toga, ulje sadrži do 4,5 %  $\gamma$ -linolenske kiseline i do 1,6 % stearidonske kiseline koje nisu sadržane u biljnim uljima koja se uobičajeno koriste u prehrani (Oomah i sur., 2002; Kapoor i Nair, 2005; Matthaus i Bruhl, 2008; Kirialan i sur., 2010; Da Porto i sur., 2012; Teh i Birch, 2013; Petrović i sur., 2015).

Brojne kliničke studije dokazale su pozitivan utjecaj ulja sjemenki konoplje na imunološki sustav i opće zdravstveno stanje organizma (Zurier i sur., 1996; Lanzmann-Petithory, 2001; Simopoulos, 2002; Laidlaw i Holub, 2003; Schwab i sur., 2006). Rezultati kliničke studije koju je objavio Grigoriev (2002) pokazali su da je ulje konoplje učinkovito i u zacjeljivanju rana na sluznici nakon operacije uha, nosa i grla. Callaway i sur. (2004) pokazali su da konzumacija ulja sjemenki konoplje uzrokuje promjene u sastavu masnih kiselina plazme i povoljno djeluje

na atopijski dermatitis. Udio  $\gamma$ -linolenske kiseline također je važan, naročito u slučaju atopijskog dermatitisa, jer koža ima malo enzima koji mogu desaturirati linolnu kiselinu u  $\gamma$ -linolensku pa može doći do nedostatka te kiseline u koži. U tom slučaju ulje sjemenki konoplje primjenjuje se oralno i dermalno (Whitaker i sur., 1996; van Gool i sur., 2003).

Sastav masnih kiselina također se analizira i plinskom kromatografijom s plamenoionizacijskim detektorom. Masnoća se ekstrahira iz uzorka nekim otapalom, npr. petroleterom ili heksanom, a uzorci ulja sjemenki industrijske konoplje mogu se analizirati bez ekstrakcije. Iz triglicerida masnih kiselina nekom se od metoda, npr. transesterifikacijom s metanolnom otopinom kalijeva hidroksida, formiraju metilni esteri masnih kiselina koji se zatim razdvajaju na kapilarnoj koloni s polarnom stacionarnom fazom i detektiraju na FID-u (Seppanen-Laasko i sur., 2002; Mendez Antolin, 2008; Petrović i sur., 2010).

Analize ulja sjemenki industrijske konoplje iz 2012. i 2013. g. pokazuju znatnu razliku među uzorcima. Naročite razlike postignute su u udjelima gama-linolenske i stearidonske kiseline. Udio gama-linolenske kiseline ulja iznosio je 0,51 – 4,55 %, a udio stearidonske kiseline iznosio je 0,26 – 1,57 % (Petrović i sur., 2015). Deklaracije ulja konoplje raznih proizvođača također pokazuju znatne razlike u sadržaju gama-linolenske i stearidonske kiseline. Na tržištu postoje dječetski proizvodi, kao što su ulja noćurka i boražine koja su cijanjena upravo zbog gama-linolenske kiseline. Široke specifikacije za gama-linolensku i stearidonsku kiselinu, u kojima su prisutne razlike i do 9 puta, u najmanju ruku mogu zbuniti kupce.

## KANABINOIDI U ULJU SJEMENKI INDUSTRIJSKE KONOPLJE / CANNABINOIDS IN THE INDUSTRIAL HEMP SEED OIL

Sjemenke konoplje sadrže THC i ostale kanabinoide na površini zbog toga što su bile u kontaktu s dijelovima biljke koji ih sadrže u većoj količini (Lachenmeier i sur., 2005; UNODC, 2009). Ross i sur. (2000) u svom su radu dokazali da je najveća koncentracija THC-a na vanjskoj površini sjemenke. S obzirom na to da se ulje konoplje na tržištu nalazi uglavnom kao hladno prešano ulje, proizvođačima se preporuča da obrate pažnju na pažljivo čišćenje sjemenki od zelenih sjemenki, vanjskih ljuskica i dijelova biljke prije prerade jer će taj postupak, kao i upotreba sjemenja sorti s niskim udjelom THC-a, omogućiti proizvodnju ulja sa smanjenim udjelom THC-a. Ukoliko bi se ulje podvrglo rafinaciji, THC bi se iz njega potpuno uklonio (Matthäus i Brül, 2008), no takvo ulje onda ne može biti označeno kao hladno prešano nego kao rafinirano ulje. Udio THC-a u ulju sjemenki konoplje objavljen u literaturi kreće se od 3 do 150 mg/kg (Alt, 1997; Zoller i sur.,

2000; Petrović i sur., 2015). Količine od 4 do 880 mg/kg, 3 – 1500 mg/kg te 2 – 3568 mg/kg nađene su u ulju konoplje tijekom istraživanja provedenih u Švicarskoj, ali se pretpostavlja da se radi o konoplji s višim sadržajem THC-a od razine dopuštene za industrijsku upotrebu (Mediavilla i sur., 1997).

S obzirom na to da je udio THC-a i ostalih kanabinoida u hrani od konoplje znatno manji nego u biljci, plinska kromatografija s masenoselektivnim detektorom (GC/MS) metoda je izbora za njihovu analizu (Poortman-van der Meer i Huizer, 1999; Lachenmeier i sur., 2004; Pellegrini i sur., 2005; Yotoriyama i sur., 2005; Petrović i sur., 2015). Ova metoda, prema navedenoj literaturi, može se upotrijebiti za razne vrste hrane uz odgovarajuću predobradu uzorka.

Metoda tekućinske kromatografije s raznim detektorima (UV, FLD, MS/MS) također se može rabiti za određivanje kanabinoida u hrani od konoplje. Prednost je ove tehnike u tome što se njome može odvojeno analizirati sadržaj THC-a i THC-kiseline (Zoller i sur., 2000; Dussy i sur., 2005). Kod proizvodnje hrane od konoplje uglavnom se ne primjenjuju temperature veće od 50 °C pa ne dolazi do dekarboksilacije THC-kiseline u THC. THC-kiselina nema psihoaktivna svojstva pa je kod takvih proizvoda opasnost od intoksikacije značajno manja, stoga ima smisla odvojeno analizirati THC i THC-kiselinu iako uobičajeni testovi na droge daju pozitivan rezultat na obama spojevima.

## **ANALIZA THC-a U PROIZVODIMA OD SJEMENKI INDUSTRIJSKE KONOPLJE / THC ANALYSIS IN THE INDUSTRIAL HEMP SEED PRODUCTS**

Hrvatska agencija za hranu je 2014. godine provela istraživanje pod naslovom "Određivanje prisutnosti THC-a u različitim vrstama hrane" u sklopu nadopune znanstvenog mišljenja o utjecaju na zdravlje proizvoda od industrijske konoplje koji se konzumiraju. Tijekom istraživanja prikupljena su 43 uzorka prehrambenih proizvoda od sjemenki konoplje i onih koji sadrže sjemenke konoplje. Plan uzorkovanja napravljen je na temelju na tržištu dostupnih prehrambenih proizvoda domaćih i stranih proizvođača. Sukladno zastupljenosti na tržištu, analizirano je 14 uzoraka ulja, 9 uzoraka sjemenki, po 5 uzoraka proteina i brašna, po 2 uzorka grickalica, čokolade, keksa i po 1 uzorak mislija, tijesta, kruha i energetskih pločica.

Metodom plinske kromatografije sa spektrometrom masa (GC/MS) koncentracije kanabinoida u svim su uzorcima određene istom metodom kao i u prethodnoj studiji koja je obuhvatila samo uzorke ulja sjemenki industrijske konoplje. Nakon ekstrakcije acetonitrilom uzorci su centrifugirani i analizirani na instru-

mentu, a udio pojedinih kanabinoida u uzorcima izračunat je iz kalibracijskog pravca dobivenog injektiranjem standardne otopine kanabinoida.

Pretpostavljeno je da se dnevno konzumira 30 g ulja (2 žlice), što odgovara preporukama za unos masnoća. Dnevna konzumacija proteina i sjemenki određena je prema uputama na pakiranju proizvoda, dok je za dnevni unos grickalica, čokolade, keksa i energetskih pločica uzeta masa jednog pakiranja proizvoda. Kod brašna je uzeta vrijednost od 100 g jer konzumirana količina ovisi o recepturama jela koja se od njega pripremaju. Vrijednosti dnevne konzumacije za kruh i tjesteninu određene su prema srednjoj vrijednosti normativa, s tim da je određena količina za suhu tjesteninu jer je kao takva i analizirana. Utvrđeno je da je dnevni unos THC-a u uzorcima znatno ispod utvrđene ADI vrijednosti, odnosno da konzumacijom tih proizvoda unesene količine THC-a nemaju negativan utjecaj na zdravlje potrošača i mnogostruko su niže od koncentracija koje mogu izazvati psihoaktivni učinak.

Istraživanja provedena 2004. godine u CVUA Karlsruhe Institutu, koji je ovlašten za kontrolu hrane u Njemačkoj, pokazuju da je najveći broj analiziranih uzoraka sadržavao THC ispod granica preporučenih količina za određene vrste hrane i kretao se od 0,01 do 4,44 mg/kg. U čaju je nađeno 0,04 – 0,23 mg/kg, što je bilo nešto više od vrijednosti dobivenih u našem istraživanju. Također, razlika u rezultatima određivanja THC-a u hrani u ranijim godinama i analizama rađenim poslije 2000. godine može se pripisati zabrani uzgoja konoplje s povećanom koncentracijom THC-a i kontroli nasada. Količina THC-a u uzorcima smanjena je i do 100 puta u odnosu na rane 90-e godine. U ulju dobivenom iz sjemenki nađeni su uzorci s 11,48 mg/kg THC-a, iz čega se dobilo jestivo ulje s 5 mg/kg. Primjenom ulja u prehrambene svrhe poboljšalo se industrijsko pročišćavanje i razina THC-a je prestala biti višom od dopuštene za industrijsku uporabu (Mediavilla i sur., 1997). U listu konoplje za čaj nađen je sadržaj THC-a u količini od 1020 – 1480 mg/kg, odnosno 0,10 – 0,15%, što je u skladu s ograničenjem udjela THC-a u industrijskoj konoplji (Zoller i sur., 2000). U pivu su nađene količine od 0,004 do 0,016 mg/l (Iten i Coray, 1996), a u likerima od 0,02 mg/l (Giroud i sur., 1997). Samo jedan znanstveni rad opisuje da je konzumacijom ulja konoplje došlo do psihotropnog utjecaja na ispitanike, odnosno njihova osjenčavanja pod utjecajem THC-a, i to im je bilo davano ulje koje je sadržavalo 1500 mg/kg THC-a. Svih 6 ispitanika primijetilo je simptome karakteristične za intoksikaciju THC-om: dezorijentiranost, laganu zbunjenost i mamurnost nakon 90 – 150 minuta.

## ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Navedena istraživanja i pripremljeno znanstveno mišljenje o utjecaju na zdravlje različitih vrsta hrane od sjemenki industrijske konoplje i one koja ih sadrži potvrđuju da nema bojazni da će ti prehrambeni proizvodi negativno utjecati na zdravlje potrošača. Isto tako, pozitivne nutritivne karakteristike govore u prilog tome da ti prehrambeni proizvodi budu uključeni u prehranu.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Alt, A. (1997) Lebensmittel auf Hanfbasis und deren forensische Bedeutung. U GTFCh-Symposium 1997, str. 156-165. Verlag Dr. Helm, Heppenheim, Njemačka.
- Callaway, J. C. (2004) Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140, str. 65-72.
- Chen, T., He, J., Zhang, J., Zhang, H., Qian, P., Hao, J., Li, L. (2010) Analytical characterization of hempseed (seed of *Cannabis sativa* L.) oil from eight regions in China. *Journal of Dietary Supplements*, 7, str. 117-129.
- Chow, C. K. (2008) *Fatty Acid in Foods and Their Health Implications*, 3<sup>rd</sup> edition, Marcel Dekker, New York.
- Da Porto, C., Decorti, D., Tubaro, F. (2012) Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*, 36, str. 401-404.
- Dussy, F. E., Hamberg, C., Lubinbuhl, M., Schwerzmann, T., Briellmann, T. A. (2005) Isolation of  $\Delta^9$ -THC-A from hemp and analytical aspects concerning the determination of  $\Delta^9$ -THC in cannabis products. *Forensic Science International*, 149, str. 3-10.
- EFSA, European Food Safety Authority (2009) Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission related to labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids, *EFSA Journal*, 1176, str. 1-11.
- Giroud, C., Augsburg Rivier, M., Mangin, L. P. (1997) Hemp tea versus hemp milk: subjective effects and elimination studies of THC and its main metabolite. U Proceedings XXXV TIAFT Meeting, Padova.
- Grigiriev, O. V. (2002) Application of hempseed (*Cannabis sativa* L.) oil in the treatment of the ear, nose and throat (ENT) disorders. *Journal of Industrial Hemp*, 7, 5-15.
- Grlić, Lj. (2002) *Svijet halucinogenih droga*. Nova knjiga Rast, Zagreb
- Iten, P. X., Coray, M. (1996) Hanf-Bier neu auf dem Markt in der Schweiz - THC-Gehalt und forensische Bedeutung. U 75. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Zürich, Switzerland.

- Kapoor, R., Nair, H. (2005) Gamma Linolenic Acid Oils. U Bailey's Industrial Oil and Fat Products 3, Edible oil and Fat Products, Specialty Oils and Oil Products. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Kiralan, M., Gul, V., Metin Kara, S. (2010) Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 8, str. 385-390.
- Lachenmeier, D. W., Kroener, L., Musshoff, F., Madea, B. (2004) Analysis and toxicological evaluation of cannabinoids in hemp food products – a review. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 378, str. 183-189.
- Lachenmeier, D. W., Walch, S. G. (2005) Analysis and toxicological evaluation of cannabinoids in hemp food products – a review. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 4, str. 812-826.
- Laidlaw, M., Holub, B. J. (2003) Effects of supplementation with fish oil-derived n-3 fatty acids and gammalinolenic acid on circulating plasma lipids and fatty acid profiles in women. American Journal of Clinical Nutrition, 77, str. 37-42.
- Lanzmann-Petithory, D. (2001) Alpha-Linolenic Acid and Cardiovascular Diseases. Journal of Nutrition, Health and Aging, 5, str. 179-183.
- Lehmann, T., Sagner, G., Brenneisen, R. (1997) Excretion of Cannabinoids in Urine after Ingestion of Cannabis Seed Oil. Journal of Analytical Toxicology, 21, str. 373-375.
- Matthäus, B., Brühl, L. (2008) Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. European Journal of Lipid Science and Technology, 110, str. 655-661.
- Mediavilla, V., Derungs, R., Känzig, A., Mägert, A. (1997) Qualität von Hanfsamenöl aus der Schweiz. Agrarforschung Schweiz, 4, str. 449-451.
- Mendez Antolin, E., Marrero Delange, D., Gonzalez Canavaciolo, V. (2008) Evaluation of five methods for derivatization and GC determination of a mixture of very long chain fatty acids. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analyses, 46, str. 194-199.
- Official Journal of European Union (2008). Commission Regulation (EC) No 1124/2008 of 12 November 2008. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:303:0007:0009:EN:PDF>
- Oomah, D. B, Busson, M., Godfrey, D. V., Drover, J. C. G. (2002) Characteristics of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil. Food Chemistry, 76, str. 33-43.
- Pellegrini, M., Marchie, E., Pacifici, R., Pichini, S. (2005) A rapid and simple procedure for determination of cannabinoids in hemp food products by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 36, str. 939-946.

- Petrović, M., Kezić, N., Bolanča, V. (2010) Optimization of the GC method for routine analysis of the fatty acid profile in several food samples. *Food Chemistry*, 122, str. 285-291.
- Petrović, M., Debeljak, Ž., Kezić, N., Džidara, P. (2015) Relationship between cannabinoids content and composition of fatty acid in hempseed oils. *Food Chemistry*, 170, str. 218-225.
- Poortman-van der Meer, A. J., Huizer, H. (1999) A contribution to the improvement of accuracy in the quantitation of THC. *Forensic Science International*, 101, str. 1-8.
- Ross, S. A., Mehmedic, Z., Murphy, T. P., ElSohly, M. A. (2000) GC-MS analysis of the total delta-9-THC content on both drug- and fiber-type cannabis seeds. *Journal of Analytical Toxicology*, 24, str. 715-717.
- Rudgley, R. (1995) Essential substances. A cultural history of intoxicants in society. Kodansha America Inc., New York.
- Schwab, U. S., Callaway, J. C., Erkkilä, A. T., Gynther, J., Uusitupa, M. I., Järvinen, T. (2006) Effects of hempseed and flaxseed oils on the profile of serum lipids, serum total and lipoprotein lipid concentrations and haemostatic factors. *European Journal of Nutrition*, 45, str. 470-477.
- Seppanen-Laakso, T., Laakso, I., Hiltunen, R. (2002) Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta*, 465, str. 39-62.
- Simopoulos, A. P. (2002) The importance of the ratio of omega-6/omega-3 fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, str. 365-379.
- Small, E. (1975) American law and the species problem in cannabis: Science and semantics. <http://www.unodc.org/unodc/bulletin/html>
- Small, E., Cronquist, A. (1976) A practical and natural taxonomy for Cannabis. *International Association for Plant Taxonomy*, 25, str. 405-435.
- Teh, S. S., Birch, J. (2013) Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, str. 26-31.
- UNODC, United Nations Office on Drugs and Crime (2009) Recommended methods for the identification and analysis of cannabis and cannabis products. United Nations, New York.
- Van Gool, C. J., Thijs, C., Henquet, C. J., Van Houwelingen, A. D., Dagenlie, P. C., Schrandt, J., Menheere, P. P., Van der Brandt, P. A. (2003) Gamma-Linolenic acid supplementation for prophylaxis of atopic dermatitis - a randomized controlled trial in infants at high familial risk. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, str. 943-951.

- Whitaker, D. K., Chilliers, J., de Beer, C. (1996) Evening primorose (Epogam) in the treatment of chronic hand dermatitis; disappointing therapeutic results. *Dermatology*, 193, str. 115-120.
- Yatoriyama, M., Ishiharajima, E., Kato, Y., Nagato, A., Setsuko, S., Watanabe, K., Yamamoto, I. (2005) Identification and determination of cannabinoids in both commercially available and cannabis oils stored long term. *Journal of Health Sciences*, 51, str. 483-487.
- Zoller, O., Rhyn, P., Zimmerli, B. (2000) High-performance liquid chromatographic determination of delta9-tetrahydrocannabinol and the corresponding acid in hemp containing foods with special regard to the fluorescence properties of delta9-tetrahydrocannabinol. *Journal of Chromatography A*, 872, str. 101-110.
- Zurier, R. B., DeLuca, P., Rothman, D. (1996) Gamma-linolenic acid, inflammation, immune responses and rheumatoid arthritis. U *Gamma-linolenic acid: Metabolism and its roles in nutrition and medicine*. AOCS Press, Champaign.

## SUMMARY

### Analysis of industrial hemp

Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) is one of the oldest cultivated plants with various possibilities of usage in different types of industries. In the European Union, as well as in Croatia it is only allowed to cultivate the cultivars whose THC proportion in dry matter is lower than 0,2%. Gas chromatography of plants indicated that only one sample failed to fulfil that standard. Industrial hemp seed oil has the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in line with the EFSA recommendations of 3-5:1. It also contains essential fatty acids (linolenic and alpha-linolenic acid) as well as gamma-linolenic and stearic acid which are not contained in the majority of oils we consume on a daily basis. Numerous clinical studies have therefore indicated that food made of seeds has a positive effect on the immune system. On the other side the proportion of THC in seed food doesn't have negative effect on consumers' health and it is multiply lower from those proportions which can induce psychoactive effect.

**Keywords:** *analysis of cannabinoids, industrial hemp, fatty acids, THC*

Dr. sc. Marinko Petrović  
Nastavni zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar"  
Mirogojska 16  
10 000 Zagreb

Dr. sc. Andrea Gross-Bošković  
Nastavni zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar"

Dr. sc. Vlatka Buzjak Služek  
Hrvatska agencija za hranu  
Ulica I. Gundulića 36b  
31 000 Osijek

**OSVRT NA ZNANSTVENI SKUP „DEMISTIFIKACIJA I  
VALORIZACIJA UZGOJA I UPOTREBE KONOPLJE (*Cannabis  
sativa* L.) U INDUSTRIJSKE I FARMACEUTSKE SVRHE“**

**OVERVIEW OF THE SCIENTIFIC MEETING  
“DEMISTIFICATION AND HEMP (*Cannabis sativa* L.)  
CULTIVATION AND USAGE FOR INDUSTRIAL  
AND MEDICINAL PURPOSES”**

SINIŠA SREČEC

U organizaciji Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Koprivničko-križevačkoj županiji 13. listopada 2015. u Križevcima je u prepunoj Velikoj vijećnici održana jednodnevna znanstvena konferencija pod naslovom „Demistifikacija i valorizacija uzgoja i uporabe konoplje (*Cannabis sativa* L.) u industrijske i farmaceutske svrhe“. Konferencija je započela s radom točno u 10,00 sati, a budući da je bio radni dan (utorak), kao moderator konferencije pribojavao sam se niske posjećenosti. Međutim, stanje je bilo upravo suprotno očekivanom. Dvorana je bila ispunjena, i to ne samo auditorijem iz redova studenata Visokoga gospodarskog učilišta, koji su bili najbrojnija publika jer konoplju izučavaju u redovitom studijskom programu, već i građanima, koji su došli prvenstveno poradi zadovoljenja svoje vlastite potrebe da čuju nešto o toj uistinu važnoj industrijskoj i ljekovitoj biljci, čije je ime, poglavito zbog zlorabe njezinih opojnih sastojaka, bilo desetljećima stigmatizirano. Konferenciju je otvorio ravnatelj Zavoda, akademik Franjo Tomić.

Na konferenciji su održana ukupno četiri predavanja, a nakon svakog predavanja povela se izuzetno kvalitetna i korisna rasprava, koja je rasvijetlila sve dileme, nepoznanice i ujedno razbila sve predrasude oko moguće uporabe konoplje u industrijske i medicinske svrhe. Valorizacija uzgoja i uporabe konoplje izvršena je sa svih znanstvenih i stručnih aspekata, konkretno – s etnobotaničkog, industrijskog, farmakološkog, ekološkog i analitičkog aspekta.

Dva dana nakon održane konferencije (14. listopada) stupio je na snagu Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o mjerilima za razvrstavanje lijekova te o propisivanju i izdavanju lijekova na recept, po kojem se određenim skupinama bolesnika u Hrvatskoj omogućuje upotreba lijekova na bazi medicinske konoplje.

Svi sudionici konferencije dostavili su svoja predavanja u pismenom obliku, koja se sada mogu pročitati na stranicama novog broja glasnika Zavoda „Civitas Crisiensis“, a budući da su na konferenciji sudjelovali znanstvenici i farmaceutski stručnjaci iz više znanstvenih i gospodarskih organizacija iz Hrvatske i Nizozemske, ova konferencija mogla bi biti i začetak buduće znanstvene i stručne suradnje.

Kao moderator konferencije u vlastito ime i u ime svih njezinih sudionika iskreno zahvaljujem Zavodu za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Koprivničko-križevačkoj županiji na organizaciji konferencije, a svoj konačni sud o koristi i kvaliteti konferencije donijet će sami čitatelji.

Prof. dr. sc. Siniša Srećec  
Visoko gospodarsko učilište  
M. Demerca 1  
48 260 Križevci

## SUMMARY

### **Overview of the scientific meeting “*Demistification and valorisation of hemp (Cannabis sativa L.) cultivation and usage for industrial and medicinal purposes*”**

On 13. October 2015 the Institute for Scientific Research and Artistic Work of the Croatian Academy of Sciences and Arts of Koprivnica-Križevci County organized a one-day scientific meeting under the title „*Demistification and valorisation of hemp (Cannabis sativa L.) cultivation and usage for industrial and medicinal purposes*” The city hall was full to the last seat and the conference started at 10,00. Since it was a work day (Tuesday), as I moderator I was afraid that there would not be many visitors. However, the situation was quite the opposite. The hall was full and the auditorium included not only the students of Križevci College of Agriculture who came there in large numbers, since they study hemp within their study programme, but also citizens who came there to satisfy their own need of learning more about this important industrial and medicinal plant, whose name, primarily due to misuse of its narcotic substances, has been stigmatized for decades. The conference was opened by the head of the Institute, academician Franjo Tomić.

Four lectures were held at the conference, each followed by useful and quality discussions that cleared all dilemmas, doubts and prejudice related to possible use of hemp for industrial and medicinal purposes. Valorisation of cultivation and use of hemp was administered from all scientific and professional aspects, primarily from ethnobotanical, industrial, pharmacological, ecological and analytical aspect.

Two days after the conference (14. October) the rulebook on changes and amendments of the rulebook on measures for classification of medications and on prescribing and issuing of prescription drugs, according to which certain groups of patients in Croatia are entitled to use medications based on medicinal hemp.

All participants at the conference submitted their lectures in written form and they are now available in the new volume of „*Civitas Crisiensis*”, and due to the fact that numerous scientists and pharmaceutical experts from several scientific and economic organisations from Croatia and the Netherlands participated at the conference, it can be stated that this conference will be a trigger of future scientific and professional cooperation.

As conference moderator on behalf of all participants, as well as in my own name, I most sincerely thank the Institute for Scientific Research and Artistic Work of the Croatian Academy of Sciences and Arts of Koprivnica-Križevci County for organisation of this conference, whereas the readers will provide the final assessment regarding the benefits and quality of the conference.

Siniša Srečec, Ph. D., scientific advisor  
Križevci College of Agriculture  
M. Demerca 1  
48 260 Križevci



RAD IZLOŽEN NA OKRUGLOM STOLU *UZGOJ VOĆARSKIH KULTURA U*  
ORGANIZACIJI ZAVODA ZA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI I UMJETNIČKI  
RAD HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI KOPRIVNIČKO-  
KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE, KRIŽEVCI, rujan 2014.

PAPER PRESENTED AT ROUND TABLE DISCUSSION ON CULTIVATION  
OF FRUIT CULTIVARS IN ORGANISATION OF THE INSTITUTE FOR  
SCIENTIFIC RESEARCH AND ARTISTIC WORK OF THE CROATIAN  
ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF KOPRIVNICA-KRIŽEVCI  
COUNTY IN KRIŽEVCI, September, 2014



# DJELOVANJE MIKORIZE NA RAST I RODNOST VOĆAKA

## EFFECT OF MYCORRHIZA ON GROWTH AND YIELD OF FRUIT TREES

TOMISLAV JEMRIĆ  
PETRA ŠKRLEC  
MARTINA  
SKENDROVIĆ BABOJELIĆ  
MIHAELA BLAŽINKOV  
GORAN FRUK  
MARKO VUKOVIĆ

UDK/UDC 631.466:634  
Pregledni rad / Review paper

Primljeno/Received: 1. 11. 2014  
Prihvaćeno/Accepted: 15. 1 2015.  
<https://doi.org/10.21857/y6zolz8dwm>

*Cilj je ovoga rada predstaviti mikorizu u voćarstvu te njezino djelovanje na rast i rodnost voćaka na temelju dosadašnjih istraživanja. Mikoriza je simbioza korijena viših biljaka i gljiva. Postoje tri vrste mikorize: endomikoriza, ektomikoriza i endoektomikoriza. Ova simbiotska zajednica donosi brojne povoljnosti biljkama, koje su u ovom radu predstavljene interakcijom s biotskim i abiotskim čimbenicima. Od biotskih čimbenika analizirano je štetno djelovanje patogena na voćke, a od abiotskih čimbenika djelovanje vode, soli, teških metala, svjetlosti, temperature i hraniva. Mikoriza pomaže preživljavanju voćaka u uvjetima suše, ali i pomaže pri obnavljanju šteta uzrokovanih viškom vode u tlu. Mikorizacijom voćaka navodnjavanih zaslanjenom vodom znatno se smanjuju štetne posljedice djelovanja soli na rast i razvoj biljaka i povećava im se rodnost. Mikoriza pomaže pri usvajanju biljnih hraniva i omogućava bolji rast, razvoj i rodnost voćaka koje su pretrpjele temperaturni stres izazvan visokim temperaturama, ali je pri temperaturama ispod biološkog minimuma njezino povoljno djelovanje smanjeno. Mikorizacija znatno povećava fotosintetsku aktivnost voćaka te time direktno utječe na rast i rodnost. Mikorizacijom se značajno može smanjiti štetno djelovanje teških metala. Ona je učinkovita u borbi protiv patogena te se može rabiti umjesto štetnih kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Kod mikoriziranih voćaka povećanje priroda može iznositi i do 50 %.*

**Ključne riječi:** mikoriza, abiotski čimbenici, biotski čimbenici, rast, razvoj, rodnost, priroda

### UVOD / INTRODUCTION

Mikoriza je simbiotska asocijacija korijena viših biljaka i gljiva, pri čemu biljke imaju korist prvenstveno u opskrbi hranivima i vodom iz tla, a gljive dobi-

vaju produkte fotosinteze od biljaka. Mikorizne gljive učinkovitije usvajaju hraniva od korijena viših biljaka, a naročito fosfor, željezo, cink, bakar, bor i dušik (Kristek i sur., 2007). Mikorizna simbioza povećava apsorpciju hraniva kod više od 85% kopnenih biljaka (Xavier i Germida, 1999). Prvenstveno se to odnosi na usvajanje slabo topljivih hraniva kao što je fosfor (Novak, 1998; Veresoglou i sur., 2012). Mehanizam olakšanog primanja hraniva tumači se strukturnom različitosti korijena i hifa, a važan je za kruženje hraniva u prirodi (Novak, 1998). Procjenjuje se da je kod mikoriziranih biljaka 80 % fosfora usvojeno posredstvom gljiva (Nadeem i sur., 2014). Osim što mikorizirane biljke imaju bolji rast i razvoj, bolje podnose i nepovoljne uvjete u tlu, kao što su nedostatak vode, salinitet i nepovoljna temperatura (Xavier i Germida, 1999; Abbaspour i sur., 2012). Nedostatak vode u tlu jedan je od glavnih abiotičkih stresova koji smanjuje prinose biljaka i do 50 % (Heidari i Karami, 2014). Brojna istraživanja pokazuju da mikorizne gljive poboljšavaju otpornost biljke na sušne uvjete u usporedbi s biljkama koje nisu bile mikorizirane (Goicoechea i sur., 1997; Abbaspour i sur., 2012; Nadeem i sur., 2014). Navode se brojni mehanizmi zahvaljujući kojima su mikorizirane biljke otpornije na stresne uvjete u okolišu, kao što su regulacija opskrbe hranivima, produkcija antioksidativnih enzima i hormona, povećanje sadržaja prolina, peroksida, topljivih šećera i elektrolita i regulacija fizioloških procesa (Abbaspour i sur., 2012; Nadeem i sur., 2014). Mikorizne gljive također stvaraju antibiotske tvari kojima štite biljku od fitopatogenih gljiva i nematoda (Kristek i sur., 2007). Mikorizne gljive potiču stvaranje strukturnih agregata u tlu jer svojom razgranatom mrežom micelija vežu čestice tla, stvarajući glikoprotein glomalin koji također doprinosi stvaranju stabilne strukture tla (Nadeem i sur., 2014).

Prema načinu uspostave simbioznog odnosa razlikuju se dvije glavne vrste mikoriza – endomikoriza i ektomikoriza. Razlika je u tome što hife gljiva u ektomikorizi ne prodiru u pojedinačne stanice unutar korijena, već stvaraju omotač oko korijena, a kod endomikorize infektivne hife gljiva rastu unutar stanica korteksa korijena, stvarajući intracelularne strukture (arbuskule). Ektomikorizne gljive pripadaju razredima *Zygomycetes*, *Ascomycetes* i *Basidiomycetes*, česte su kod drvenastih kultura te se rabe u šumarstvu, a posebno u rasadničarstvu (Rossi i sur., 2007). Arbuskularne mikorizne gljive pripadaju razredu *Zygomycetes* i redu *Glomales* (Wu i sur., 2013), a uspostavljaju simbiozu s velikim brojem biljnih vrsta. Primjenjive su na većini povrtnih, ratarskih i voćarskih kultura. S obzirom na niz koristi koje biljka ima od simbioze s mikoriznom gljivom, u poljoprivrednoj se proizvodnji ova korisna asocijacija nastoji što više primjenjivati. Sadržajom presadnica povrća inokuliranih mikoriznim gljivama mogu se očekivati veći prinosi uz smanjenu uporabu mineralnih gnojiva i pesticida (Novak, 1998). Premda su mikorizne asocijacije dugo vrijeme poznate agronomskoj struci, u našoj im se zemlji tek

u posljednje vrijeme počinje pridavati pozornost. U voćarstvu mikoriza omogućuje veću otpornost biljaka na sušu, štetne soli, patogene iz tla, omogućuje bolji razvoj voćke, bolju djelotvornost gnojiva i smanjen štetan utjecaj teških metala. Cilj je ovog preglednog rada predstaviti mikorizu u voćarstvu te njezino djelovanje na rast i rodnošć voćaka na temelju dosadašnjih spoznaja i istraživanja drugih autora.

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA SUŠU / EFFECT OF MYCORRHIZA ON DROUGHT RESISTANCE OF FRUIT TREES**

Voda je jedan od najvažnijih ekoloških čimbenika. Smatra se da mikoriza može pomoći voćkama da u uvjetima nedostatka vode ne prestanu s rastom i razvojem, a dokazano je da mikorizirane biljke imaju veću biomasu i rodnošć u usporedbi s nemikoriziranim biljkama (Kaya i sur., 2003). Translokacija i apsorpcija vode idu vanjskim hifama gljive (Runjin, 2008). Osim na stablima jabuke mikoriza se u borbi protiv vodnog stresa upotrebljava i na drugim voćnim vrstama. Tako Jinying i sur. (2003) navode da je potrošnja vode kod mikoriziranih voćaka žižule za proizvodnju jednog grama suhe tvari bila od 16,5 do 29,8 % manja nego u nemikoriziranih biljaka. Moglo bi se reći da je mikorizacija voćaka učinkovita metoda zaštite od suše. Prednost je ovog "prirodnog sustava navodnjavanja" u tome što se postavlja jednom i traje koliko i sama voćka, odnosno voćnjak. Osim toga, nisu potrebni nikakvi popravci ni servisiranja, čime se štedi vrijeme i ekonomski resursi.

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA VIŠAK VODE U TLU / EFFECT OF MYCORRHIZA ON RESISTANCE OF FRUIT TREES TO EXCESS WATER IN THE SOIL**

Jednako kao što je štetan nedostatak vode u tlu, tako je štetan i njezin višak. Dugotrajna zasićenost rizosfere vodom dovodi do pojave asfiksije pri čemu se u korijenu, zbog anaerobnih procesa, stvara etanol koji ima fitotoksičan učinak. Mikorizne gljive mogu opstati i u uvjetima suviška vode u tlu, pa čak i povećati populaciju (Khanam, 2008). U uvjetima poplave tkivo mikoriziranih biljaka ima veću sposobnost prilagodbe na povećani osmotski tlak, što omogućuje veću otpornost na povećan sadržaj vode (Neto i sur., 2004). Učinak plavljenja korijena istraživao je na mikoriziranim i nemikoriziranim sadnicama breskve koje su rasle u tlu s niskim sadržajem fosfora. Mikorizirane sadnice pokazale su relativno brži razvoj prije poplave te su kod njih zabilježene veće koncentracije fosfora, kalija i cinka u vršcima korijena, a povećao se i prinos biomase korijena. Akumulacija etanola u zoni korijena bila je značajno viša u nemikoriziranih u odnosu na mikorizirane sadnice 3 dana od početka plavljenja. Brži pad vitalnosti voćaka uočen

je u nemikoriziranih sadnica (Rutto i sur., 2002). Ove spoznaje mogu pomoći u ishrani bilja, smanjenju štetnog utjecaja asfiksije te poboljšati uspješnost uzgoja voćaka u područjima s rizikom od poplave.

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA VIŠAK SOLI U TLU / EFFECT OF MYCORRHIZA OF FRUIT TREES TO EXCESS SALT IN THE SOIL**

Toksičnost visoke koncentracije soli ogleda se u inhibiciji enzima, smanjenju sinteze proteina i fotosinteze te promjenama intenziteta respiracije. Onemogućen je rast i razvoj biljke, a time i rodnost (Pevalek-Kozlina, 2003). Mikoriza može pomoći pri ublažavanju posljedica zaslanjenosti tla i blagotvorno djeluje na rast biljaka i njihovu produktivnost poboljšanjem tolerancije na stres i boljim usvajanjem hraniva (Heikham i sur., 2009). Pre-inokulacijom voćaka arbuskularno mikoriznim (AM) gljivama moguće je ublažiti štetne posljedice zaslanjenosti tla i poboljšati prinos (Al-Karaki, 2006). Tako arbuskularna mikoriza na korijenu sadnica agruma povećava tolerantnost na zaslanjenje, čime omogućuje bolji rast voćaka, razvoj korijena i fotosintezu te ionsku ravnotežu u biljci (Wu i sur., 2010). Upotreba mikorizne gljive *Glomeromycota mosseae* kao inokulanta na korijenu biljaka može znatno smanjiti štetno djelovanje soli, ali i poboljšati sposobnost fotosinteze (Sheng i sur., 2008). Zaslanjenost značajno smanjuje sadržaj suhe tvari kod jagode, no kod mikoriziranih sadnica jagode došlo je do značajnog povećanja sadržaja suhe tvari, 20,99 % više u odnosu na kontrolu (Fan i sur., 2000). Također je zabilježena značajno bolja kondicija i vegetativni rast mikoriziranih biljaka u odnosu na nemikorizirane. Ponekad je zabilježen i štetni učinak zaslanjenosti na brojnost arbuskularno mikoriznih gljiva u dubokim slojevima tla (Levy i sur., 1983). Kod agruma (*Citrus aurantium* i *Citrus volkameriana*) koloniziranih arbuskularno mikoriznim gljivama povećanje sadržaja soli u tlu s 0 na 5000 ppm izaziva nestanak mikorizne populacije gljiva korijena. Smanjenje koloniziranosti je linearno tako da se za svakih 1000 ppm povećanja koncentracije soli koloniziranost smanjuje oko 10% (Hoda i sur., 2011).

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA NEDOSTATAK HRANIVA / EFFECT OF MYCORRHIZA ON NUTRIENT DEFICIENCY RESISTANCE OF FRUIT TREES**

Kada su rast i razmnožavanje voćaka ograničeni sadržajem hranjivih elemenata u tlu, mikorizna infekcija povećava sadržaj hraniva u vočki i tako značajno utječe na razvoj biomase vočke (Smith i Read, 1997). Osim što omogućuje bolji rast i razvoj voćaka u normalnim uvjetima, mikoriza povećava količinu hranji-

vih tvari u biljkama izloženim stresu (Schubert i Lubraco, 2000). Primjerice, na usvajanje hraniva kod borovnice uzgajane na zaslanjenom tlu značajno utječe prisustvo mikoriznih gljiva (Read i Stribley, 1973). Tip mikorize koji se javlja u borovnice erikoidna je mikoriza zbog koje ovo voće ima povećani sadržaj fosfora (Pearson i Read, 1973; Maronek i sur., 1981) i dušika (Stribley i Read, 1974; Stribley i Read, 1976). Istraživanjem utjecaja mikorize i fosfora na apikalan rast podloga šljive i jabuke došlo se do zaključka da mikorizna inokulacija smanjuje potrebu za gnojibom fosforom (Fortuna i sur., 1996). Koncentracije makroelemenata (dušik, fosfor, kalij, kalcij i magnezij) i mikroelemenata (cink, mangan, željezo) u listovima znatno su smanjene u uvjetima vodnog stresa, no mikorizna kolonizacija povećala je količinu hranjivih tvari u listovima do količine koja se nalazi u listovima biljaka koje su dobro zalijevane, ali nemikorizirane (Kaya i sur., 2003). Korijen ananasa mikoriziran je trima različitim arbuskularno mikoriznim gljivama (*Glomus mosseae*, *Glomus fasciculatum* i *Acaulospora leavis*). Bez obzira na vrstu gljive upotrijebljene za mikorizaciju, sadržaj suhe tvari, dušika, fosfora i kalija u biljci povećao se za prosječno 50 %. Najbolje rezultate pokazale su biljke mikorizirane s gljivom *G. mosseae*, čiji je sadržaj dušika u kontroli iznosio 74,0 mg po biljci, a u mikoriziranih biljaka 235,2 mg po biljci. Kod mikorizacije s istom gljivom sadržaj fosfora povećao se s 12,2 mg po biljci u kontroli na čak 727,5 mg po mikoriziranoj biljci. Povećanje kalija bilo je gotovo deset puta veće (s 25,1 mg po biljci u kontroli na 245,3 mg po biljci u mikoriziranih sadnica) (Jaizme-Vega i Azcón, 1995). Premda je mikoriza osjetljiva na dodatak mineralnih gnojiva (Karglan Todorović i Malić, 1997), njezina prisutnost povećava usvajanje hraniva, što dovodi do povećanja prinosa i u uvjetima kada se ne dodaje nijedna vrsta organskog ili mineralnog gnojiva. Ona je i ekonomski isplativa jer u nekim slučajevima može zamijeniti gnojdbu te time smanjiti ulaganja u voćnjak.

## DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA TEŠKE METALE U TLU / EFFECT OF MYCORRHIZA ON RESISTANCE OF FRUIT TREES TO HEAVY METALS IN THE SOIL

Visoke koncentracije teških metala u biljci izazivaju anatomske, morfološke i fiziološke promjene, utječu na metabolizam fitohormona, tj. na rast biljaka, smanjuju intenzitet fotosinteze, utječu na vodni režim biljaka itd. (Kerovec, 2010) Postoje naznake da mikorizacija može zaštititi biljke od posljedica uzrokovanih djelovanjem teških metala. Sadržaj teških metala u mikoriziranim biljkama uzgajanim u tlu s visokom koncentracijom teških metala manji je nego kod biljaka uzgajanih u tlu s „normalnim“ koncentracijama teških metala (Weissenhorn i sur., 1995). Također se smatra da bi mikorizacija mogla biti važna pri obnovi vegetaci-

je onečišćenih područja (Gildon i Tinker, 1983). No postoje i razlike u djelovanju pojedinih vrsta mikoriznih gljiva. Tako vrste roda *Glomeromycota* imaju pozitivan učinak, dok kod *Ascomycota* i *Basidiomycota* nije dokazan pozitivan učinak na smanjenje koncentracije teških metala u biljci (Díaz i sur., 1996). Koncentracija teških metala u biljkama varira ovisno o količini metala dodanog u tlo i o inokulaciji. Na niske doze teških metala u tlu biljke mikorizirane s *G. mosseae* reagirale su jednakom ili većom koncentracijom cinka ili olova od nemikoriziranih. Kod većih doza teških metala u tlu mikorizirane biljke imale su niže koncentracije od kontrole (Díaz i sur., 1996). Liao i sur. (2003) sugeriraju da se upotrebom mikorizne gljive *G. caledonium* mogu postići obećavajući rezultati u obnovi tla onečišćenog teškim metalima. Mikorizne gljive mogu povećati barijeru između biljaka domaćina i toksičnih teških metala te stoga igraju važnu ulogu u otpornosti biljaka na teške metale (Dehn i Schüepp, 1990). Mikorizne gljive mogu tolerirati široki raspon koncentracija teških metala u tlima (González-Guerrero i sur., 2009), u čemu se i krije sposobnost mikorize da zaštiti biljku od njihova toksičnog djelovanja.

## DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA TEMPERATURNI STRES / EFFECT OF MYCORRHIZA TO TEMPERATURE STRESS RESISTANCE OF FRUIT TREES

Pretpostavlja se da mikorizacija može pomoći biljkama da prežive štetno djelovanje temperaturnog stresa (Lozić, 2005). Istraživanje utjecaja mikoriznih gljiva (*Glomus mosseae*) na rast, fotosintezu i usvajanje hraniva sadnica mandarine u uvjetima temperaturnog stresa pokazalo je da mikoriza ima pozitivan učinak na rast, fotosintezu i unos hraniva kod sadnica uzgojenih pri umjerenoj temperaturi. Nasuprot tome, korisno se djelovanje mikorize gotovo u potpunosti izgubilo na niskoj temperaturi zraka (Wu i sur., 2010). Istovrsno istraživanje na sadnicama podloga naranče *Poncirus trifoliata* (Wu i sur., 2011) pokazalo je da mikorizacija mikoriznom gljivom *G. mosseae* može poboljšati rast podloge u uvjetima temperaturnog stresa uzrokovanog visokim temperaturama. Rezultati pokazuju značajno povećanje broja listova, veći promjer debla, veći sadržaj suhe i svježije tvari korijena te veću visinu biljaka kod mikoriziranih sadnica na temperaturama od 25 i 35°C. Povoljno djelovanje mikorize na niskim je temperaturama smanjeno. Povećanje sadržaja suhe tvari korijena, pojačan rast korijena i veći prinos u odnosu na kontrolu izmjereni su i u uzgoju mikoriziranih sadnica jagoda u uvjetima temperaturnog stresa izazvanog visokim temperaturama (Li i sur., 2006). Premda se pri nižim temperaturama povoljno djelovanje mikorizacije kod voćaka koje su osjetljive na niske temperature smanjuje, ono ipak može biti dovoljno da opravda svoju upotrebu.

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA INTENZITET FOTOSINTEZE / EFFECT OF MYCORRHIZA TO PHOTOSYNTHESIS INTENSITY**

Najvažniji čimbenik koji omogućava optimalan rast i rodnošć voćaka pravilno je odvijanje svih procesa fotosinteze. Povećanjem intenziteta fotosinteze povećava se rodnošć. Smatra se da mikoriza može povećati intenzitet fotosinteze. Wu i Xia (2006) smatraju da je intenzitet fotosinteze veći u mikoriziranim agrumima nego u nemikoriziranim. Kod jagode mikorizacija povećava stopu fotosinteze za 71 % (Fan i sur., 2008). Istraživanjima na žižuli došlo se do zaključka da mikoriza stopu fotosinteze povisuje na način da povećava ukupan broj stanica s klorofilom i koncentraciju karotenoida te ubrzava akumulaciju ugljičnog dioksida (Mathur i Vyas, 1995). Mikoriza kod jagoda uzgajanih u mraku značajno poboljšava rast. Kod sadnica jagode izloženih visokom intenzitetu svjetlosti rast se povećao, ali u nešto manjoj mjeri (Borkowska, 2009). Osim na jagodi, djelovanje intenziteta svjetlosti proučavano je i na naranči. Tako Johnson i sur. (1982) istražuju djelovanje mikorizacije na intenzitet fotosinteze i rast naranče u uvjetima dugog i kratkog dana. Rezultati su pokazali da biljke uzgojene u uvjetima dugog dana (11 sati dnevnog svjetla) imaju najveći intenzitet fotosinteze i najbolje djelovanje mikorize premda je pozitivan učinak mikorize zabilježen i u uvjetima kratkog dana (9 sati dnevnog svjetla). Osim što povećava intenzitet fotosinteze kod voćaka uzgajanih u optimalnim uvjetima, mikoriza omogućava potpuno obnavljanje fotosintetske aktivnosti nakon djelovanja stresa (Borkowska, 2002). Osim u uvjetima stresa izazvanog svjetlošću mikoriza pozitivno djeluje i na obnavljanje fotosintetske aktivnosti kod voćaka uzgajanih na zaslanjenom tlu. Tako mikorizacija šljive uzgajane u uvjetima zaslanjenja može zaštititi fotosustav II i poboljšati učinkovitost pretvorbe primarne svjetlosti u energiju. Mikoriza također omogućava održavanje strukture tilakoidnih membrana te štiti strukturu i funkciju kloroplasta od štetnog djelovanja visokog sadržaja natrijeva klorida (NaCl) (Zai i sur., 2012). Johnson (1984) je istraživao djelovanje mikorize na intenzitet fotosinteze i sadržaj fosfora u listovima gorke naranče. Došao je do zaključka da su mikorizirane biljke bogatije fosforom, a intenzitet fotosinteze povećao im se više od 50 %.

## **DJELOVANJE MIKORIZE NA OTPORNOST VOĆAKA NA BOLESTI / EFFECT OF MYCORRHIZA TO DISEASE RESISTANCE OF FRUIT TREES**

Sve do nedavno u kontroli biljnih bolesti upotrebljavala su se isključivo kemijska sredstva širokog spektra djelovanja. Međutim, postoji razlog za zabrinutost zbog mogućeg oštećenja ekosustava i zagađenja podzemnih voda. Intenzivna upotreba takvih kemikalija dovela je do pojave rezistentnosti, stoga se počinju razvijati alternativni pristupi u kontroli biljnih patogena (Mukerji i sur.,

2000). Rana mikorizacija podloga šljive *Myrobalana* 29 mikoriznom gljivom *G. mosseae* u tlima zaraženim nematodom *Pratylenchus vulnus* povećava toleranciju *Myrobalana* 29 C na štetne nematode, ali i stimulira razinu ishrane biljke i njezin vegetativni rast (Pinochet i sur., 1998). Pozitivno djelovanje mikorize potvrđuje činjenica da se kod mikoriznih tretmana na podlozi jabuke EMLA 26 količina nematoda *Pratylenchus vulnus* značajnije smanjila nego kod nemikoriziranih podloga (Pinochet i sur., 1993). U uzgoju mikoriziranih banana na tlu zaraženom nematodima *Meloidogyne incognita* nije potrebna kemijska zaštita jer mikorizirane biljke pokazuju veći rast od onih nemikoriziranih uzgajanih na nezaraženom tlu (Jaizme-Vega i sur., 1997). Indeks nekroze korijena (RDI) mjereno je na korijenu banane zaraženom fitopatogenom gljivom *Cylindrocladium spathiphylli*. Rezultati su pokazali da se mikorizacijom korijena banane s gljivom *Glomus sp.* indeks nekroze korijena smanjuje 50 % (Declerck i sur., 2002). Smatra se da upotreba mikorize u voćarstvu s ciljem zaštite voćaka može značajno smanjiti upotrebu kemijskih preparata ili ih u potpunosti izbaciti iz upotrebe (Čatská, 1994).

## ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Posljednjih godina sve veći broj znanstvenika smatra mikorizu jednim od rješenja za očuvanje ekosustava, ali i antropogenih poljoprivrednih sustava koje je stvorio čovjek. Ono što mikoriznu zajednicu čini posebnom njena je dugovječnost; jednom kada je uspostavljena, traje koliko i sama voćka. Mikoriza može premostiti probleme s kojima se voćari susreću ili ih barem pomoći rješavati. Danas se relativno malo upotrebljavaju prednosti mikorize, ali postoji nada da će u budućnosti doći do promjene i da će se ovom prirodnim bogatstvu dati veći značaj, pogotovo u ekološkoj voćarskoj proizvodnji.

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- Abbaspour, H., Saeidi-Sar, S., Afshari, H., Abdel-Wahhab, M. A. 2012. Tolerance of Mycorrhiza infected Pistachio (*Pistacia vera* L.) seedling to drought stress under glasshouse conditions. *Journal of Plant Physiology*, 169 (2012), str. 704-709.
- Al-Karaki, G. N. 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, 109, (2006), str. 1-7.
- Borkowska, B. 2002. Growth and photosynthetic activity of micropropagated strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi (AMF) and growing under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 24, (2002), str. 365-370

- Borkowska, B. 2009. Chlorophyll *a* fluorescence method as a physiological marker of plant response to light stress and endo-mycorrhiza (AMF), *Acta Horticulturae* 711, (2009), str. 177-182.
- Čatská, V. (1994) Interrelationships between vesicular-arbuscular mycorrhiza and rhizosphere microflora in apple replant disease. *Biologia Plantarum*, 36, (1994), str. 99-104.
- Declerck, S. J., Risede, M., Rufyikiri, G., Delvaux, B. 2002. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on severity of root rot of bananas caused by *Cylindrocladium spathiphylli*. *Plant Pathology*, 51, (2002), str. 109-115.
- Dehn, B., Schüepp, H. 1990. Influence of VA mycorrhiza on the uptake and distribution of heavy metals in plants. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 29, (1990), str. 79-83.
- Díaz, G., Azcón-Aguilar, C., Honrubia, M. 1996. Influence of arbuscular mycorrhiza on heavy metal (Zn and Pb) uptake and growth of *Lygeum spartum* and *Anthyllis cytisoides*. *Plant and Soil*, 180, (1996) str. 241-249.
- Fan, L., Fang, C., Dube, C., Deschenes, M., Dalpe, Y., Tao, S., Kainizadeh, S. 2000. Arbuscular mycorrhiza improves growth of strawberry cultivars undergrown salinity, Agriculture and agrifood, Canada, (2000), [http://www.pgris.com/pdf\\_file/Myco%20biomass-Rev%202%20CD.pdf](http://www.pgris.com/pdf_file/Myco%20biomass-Rev%202%20CD.pdf)
- Fan, Y., Luan, Y., An, L., Yu, K. 2008. Arbuscular mycorrhiza formed by *Penicillium pinophilum* improve the growth, nutrient uptake and photosynthesis of strawberry with two inoculum-types. *Biotechnology Letters*, 30, (2008), str. 1489-1494.
- Fortuna, P, Citeresi, A. S., Morini, S, Vitagliano, C, Giovannetti, M. 1996. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphate fertilization on shoot apical growth of micropropagated apple and plum rootstocks. *Tree Physiology* 9, (1996), str. 757-763.
- Gildon, A., Tinker, P. B. 1983. The effects of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytologist* 95, (1983), str. 247-261.
- Goicoechea, N., Antolin, M. C., Sanchez-Diaz, M. 1997. Influence of arbuscular mycorrhiza and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought stressed alfalfa. *Plant and Soil* 192, (1997), str. 261-268.
- González-Guerrero, M., Benabdellah, K., Ferrol, N., Azcón-Aguilar, C. 2009. *Mycorrhizas - Functional Processes and Ecological Impact*, Springer (2009).
- Heidari, M., Karami, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 13, (2014), str. 9-13.
- Heikham, E., Rupam, K., Giri, B. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress, str. a review. *Annals of Botany* 105, (2009), str. 1263-1280.

- Hoda, A., Khalil, H. A., Eissa, A. M., El-Shazly, S. M., Aboul Nasr, A. M. 2011. Improved growth of salinity-stressed citrus after inoculation with mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae* 130, (2011), str. 624-632.
- Jaizme-Vega, M. C., Azcón, R. 1995. Responses of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 5, (1995), str. 213-217.
- Jaizme-Vega, M. C., Tenoury, P., Pinochet, J., Jaumot, M. 1997. Interactions between the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Glomus mosseae* in banana. *Plant and Soil* 196, (1997), str. 27-35.
- Jinying, L., Yongmin, M., Lianying, S., Shiqi, P., Xiaolin, L. 2003. Effects of VA mycorrhizal fungi inoculated on drought tolerance of wild jujube (*Zizyphus spinosus* Hu) seedlings. *Acta Horticulturae Sinica*, (2003)-01
- Johnson, C. R., Menge, J. A., Schwab, S., Ting, I. P. 1982. Interaction of photoperiod and vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and metabolism of sweet orange. *New Phytologist*, 90, (1982), str. 665-669
- Johnson, C. R. 1984. Phosphorus nutrition on mycorrhizal colonization, photosynthesis, growth and nutrient composition of *Citrus aurantium*. *Plant and Soil*, 80, (1984), str. 35-42.
- Karoglan Todorović, S. i Malić, D. 1997. *Osnove biovrta i biopoljoprivrede*. Hrvatski centar „Znanje za okoliš“, (1997), Zagreb
- Kaya, C., Higgs, D., Kirmak, H., Tas, I. (2003) Mycorrhizal colonisation improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions, *Plant and Soil*, 253, (2003), str. 287-292.
- Kerovec, D. 2010. *Određivanje koncentracije teških metala pomoću AAS-a i ICP-OES-a u uzorcima tla i biljke*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, diplomski rad, Osijek, (2010).
- Khanam, D. 2008. Influence of Flooding on the Survival of Arbuscular Mycorrhiza. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 25, (2008), str. 111-114.
- Kristek, S., Kristek, A., Guberac, V., Stanisavljević, A., Račić, S. 2007. The influence of mycorrhiza on pea yield and quality in drought caused stress conditions. *Cereal Research Communications*, 35, (2007), str. 681-684.
- Levy, Y., Dodd, J., Krikun, J. 1983. Effect of irrigation, water salinity and rootstock on the vertical distribution of vesicular-arbuscular mycorrhiza in citrus roots, *New Phytologist*, 95, (1983), str. 397-403
- Li, Y., Matsubara, Y., Miyawaki, C., Liu, Y., Koshikawa, K. 2006. Temperature stress tolerance and increase in antioxidative enzyme activities in mycorrhizal strawberry plants. *Acta Horticulturae* 774, (2006), str. 391-395.
- Liao, J. P., Lin, X. P., Cao, Z. H., Shi, Y. Q., Wong, M. H. 2003. Interactions between arbuscular mycorrhiza and heavy metals under sand culture experiment. *Chemosphere*, 50, (2003), str. 847-853

- Lozić, S. 2005. *Odabrana poglavlja iz klimatologije*, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar, (2005).
- Maronek, D. M., Hendrix, J. W., Kiernan, J. (1981) Mycorrhizal fungi and their importance in horticultural crop production. *Horticultural Reviews*, 3, (1981), str. 172-213.
- Mathur, N., Vyas, A. 1995. Influence of VA Mycorrhiza on net photosynthesis and transpiration of *Ziziphus mauritiana*. *Journal of Plant Physiology*, 147, (1995), 328-330.
- Mukerji, K. G., Chamola, B. P., Singh, J. (2000). *Mycorrhizal Biology*, Springer, (2000).
- Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, Z. A., Javaid, A., Ashraf, M. 2014. The role of mycorrhiza and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32, (2014), str. 429-448.
- Neto, D., Carvalho, L. M., Cruz, C., Martinis-Longão, M. A. (2004) How do mycorrhizas effect C and N relationships in flooded *Aster trifolium* plants. *Plant and Soil*, 279, (2004), str. 52-63.
- Novak, B. 1998. Učinkovitost endomikorize na neke povrtne kulture. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 63, (1998), str. 187-198.
- Pearson, V., Read, D. H. (1973) The biology of mycorrhiza in the Ericaceae. The isolation of the endophyte and synthesis of mycorrhizas in aseptic culture. *New Phytologist*, 7, (1973), str. 371-379.
- Pevalak-Kozlina, B. (2003) *Fiziologija bilja*, Profil, Zagreb, (2003).
- Pinochet, J., Camprubi, A., Calvet, C. 1993. Effects of the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on the growth of EMLA-26 apple rootstock. *Mycorrhiza*, 4, (1993), str. 79-83.
- Pinochet, J., Camprubi, A., Calvet, C., Fernández, C. 1998. Inducing Tolerance to the Root-lesion Nematode *Pratylenchus vulnus* by Early Mycorrhizal Inoculation of Micropropagated Myrobalan 29 C Plum Rootstock. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123, (1998), str. 342-347.
- Read, D. J., Stribley, D. P. 1973. Effect of mycorrhizal infection on nitrogen and phosphorus nutrition of Ericaceous plants. *Nature New Biology*, 244, (1973), str. 81-82.
- Rossi, M. J., Furigo, A., Oliveira, V. L. 2007. Inoculant production of Ectomycorrhizal Fungi by Solid and Submerged Fermentations. *Food Technology and Biotechnology* 45, (2007), str. 277-286.
- Runjin, L. 2008. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas and phosphorus on water status and growth of apple. *Jurnal of Plant Nutrition*, 12, (2008), str. 997-1017.

- Rutto, K. L., Mizutani, F., Kadoya, K. (2002) Effect of root-zone flooding on mycorrhizal and non-mycorrhizal peach (*Prunus persica* Batsch) seedlings. *Scientia Horticulturae*, 94, (2002), str. 285-295.
- Schubert, A., Lubraco, G. 2000. Mycorrhizal inoculation enhances growth and nutrient uptake of micropropagated apple rootstocks during weaning in commercial substrates of high nutrient availability. *Applied Soil Ecology*, 15, (2000), str. 113-118
- Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F., Huang, Y. (2008) Influence of arbuscular mycorrhiza on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Micorrhiza* 18, (2008), str. 287-296.
- Smith, S. E., Read, D. J. (1997) *Mycorrhizal symbiosis*. Second edition. Academic Press, (1997), New York, USA
- Stribley, D. P., Read, D. J. (1974) The biology of mycorrhiza in the ericaceae. *New Phytologist*, 73, (1974), str. 731-741.
- Stribley, D. P., Read, D. J. (1976) The effects of mycorrhizal infection and concentration of ammonium nitrogen on growth of cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) in sand culture. *New Phytologist*, 77, (1976), str. 63-72
- Veresoglou, S., Chen, B., Rilling, M. C. 2012. Arbuscular mycorrhiza and soil nitrogen cycling. *Soil Biology and Biochemistry*, 46, (2012), str. 53-62.
- Weissenhorn, I., Leyval, C., Berthelin, J. 1995. Bioavailability of heavy metals and abundance of arbuscular mycorrhiza in a soil polluted by atmospheric deposition from a smelter. *Biology and Fertility of Soils*, 19, (1995), str. 22-28.
- Wu, Q. S., Xia, R. X. (2006) Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163, (2006), str. 417-425.
- Wu, Q. S., Zou, Y. N., He, X. H. (2010) Contributions of arbuscular mycorrhizal fungi to growth, photosynthesis, root morphology and ionic balance of citrus seedlings under salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 32, (2010), str. 297-304.
- Wu, Q. S., Zou, Y. N., He, X. H., Luo, P. (2011) Arbuscular mycorrhizal fungi can alter some root characters and physiological status in trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) seedlings. *Plant Growth Regulation*, 65, (2011), str. 273-278.
- Wu, Q. S., Zou, Y. N., Huang, Y. M., Li, Y., He, X. H. 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi induce sucrose cleavage for carbon supply of arbuscular mycorrhiza in citrus genotypes. *Scientia Horticulturae* 160, (2013), str. 320-325.
- Xavier, L. J. C., Germida, J. J. 1999. *Impact of human activities on mycorrhiza*. Microbial Biosystems, str. New Frontiers, Proceedings of the 8th International Symposium of Microbial Ecology, Halifax, Canada. (1999), <http://plato.acadiau.ca/isme/Symposium25/xavier.PDF>

Zai, X. M., Zhu, S. N., Qin, P., Wang, X. Y., Che, L., Luo, F. X. (2012) Effect of *Glomus mosseae* on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence parameters, and chloroplast ultrastructure of beach plum (*Prunus maritima*) under NaCl stress. *Photosynthetica*, 50, (2012), str. 323-328.

## SUMMARY

### Effect of mycorrhiza on growth and yield of fruit trees

The aim of this paper is to present mycorrhiza in fruit growing and its effect on the growth and yield of fruit trees based on previous researches. Mycorrhiza is symbiosis of higher plants roots and fungi. There are three types of mycorrhiza: endomycorrhiza, ectomycorrhiza and endoectomycorrhiza. This symbiotic association brings many benefits to plants, through interaction with biotic and abiotic factors (pathogens, water, salinity, heavy metals, light, temperature and plant nutrients). Mycorrhiza helps surviving of the trees in drought conditions, but it also helps restoring the damage caused by excess water in the soil. Mycorrhization of fruit trees irrigated with saline water significantly reduces the harmful consequences of salt on plant growth and development, but it also increases yield. Mycorrhiza helps the intake of plant nutrients, allowing better growth, development and yield when the fruit trees have suffered temperature thermal stress caused by high temperatures. However, at temperatures below the biological minimum its beneficial effect is reduced. It was noted that mycorrhiza significantly increases the rate of fruit photosynthetic activity and thus directly affects the growth and yield. Mycorrhiza can significantly reduce the harmful effects of heavy metals. It is effective against pathogens and can be used instead of harmful chemical plant protection products. All mentioned affects growth and yield, which is increased up to 50% in mycorrhized fruit trees.

**Keywords:** mycorrhiza, abiotic factors, biotic factors, growth, development, yield, natural produce

Prof. dr. sc. Tomislav Jemrić  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Svetošimunska cesta 25  
10 000 Zagreb  
e-mail: tjemric@agr.hr

Dr. sc. Petra Škrlec  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Mihaela Blažinkov  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Martina Skendrović Babojelić  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Goran Fruk  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr. sc. Marko Vuković  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet



*Nakladnik*

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, HR-10000 Zagreb

*Za nakladnika*

Akademik Pavao Rudan, glavni tajnik

*Lektura i korektura*

Tomislav Hrebak

*Prijevod na engleski*

Valentina Papić Bogadi

*UDK klasifikacija*

Nataša Daničić

*Tisak*

Tiskara Zelina d.d.

*Naklada*

200 primjeraka

Tiskano u srpnju 2018.

ISSN 1849-3998



9 771849 399006

105,00 kn