

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Slovenian Institute of Hop Research and Brewing

Hmeljarski bilten

Hop Bulletin

25(2018)



Žalec, 2018

Hmeljarski bilten / Hop Bulletin

ISSN za tiskano izdajo 0350-0756

ISSN za spletno izdajo 2536-1988

Izdaja / Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) /
Issued by Slovenian Institute of Hop Research and Brewing (IHPS)
Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija / Slovenia

Urednika / dr. **Barbara Čeh** in dr. **Boštjan Naglič**
Editor

Uredniški odbor / dr. **Barbara Čeh** (IHPS), izr. prof. dr. **Andreja Čerenak** (IHPS), prof.
Editorial board dr. **Anton Ivančič** (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
Univerze v Mariboru / Faculty of Agriculture and Life Sciences
University of Maribor – FKBV UM), izr. prof. dr. **Jernej Jakše**
(Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani / University of Ljubljana,
Biotechnical Faculty – BF UL), prof. dr. **Branka Javornik** (redna
profesorica v pokoju / retired professor), dr. **Josef Ježek** (Hop
Research Institute, Žatec, Czech Republic), doc. dr. **Iztok Jože Košir**
(IHPS), dr. **Boštjan Naglič** (IHPS), prof. dr. **Martin Pavlovič** (IHPS
in FKBV UM), dr. **Sebastjan Radišek** (IHPS), dr. **Magda Rak Cizej**
(IHPS), dr. **Elisabeth Seigner** (Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft / Bavarian State Research Center for Agriculture,
Freising, Germany), dr. **Siniša Srečec** (Visoko gospodarsko učilište u
Križevcima, Hrvaška / College of Agriculture at Križevci, Croatia),
prof. dr. **Anton Tajnšek** (redni profesor v pokoju / retired professor),
prof. dr. **Dominik Vodnik** (BF UL)

Naslov uredništva, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, Slovenija / Slovenia;

politika / e-pošta / e-mail: barbara.ceh@ihps.si

Editorial office and
policy

Člani uredniškega odbora so tudi recenzenti prispevkov. Prispevki so najmanj
dvojno recenzirani. Za jezikovno pravilnost odgovarjajo avtorji. S poslanim
člankom se avtorji strinjajo tudi za spletno objavo revije. /

Articles are reviewed and revised. Authors are fully responsible for linguistic
structure of the text. By sending an article, the authors agree for the online and
printed publication of the journal.

Recenzenti v tej številki izven uredniškega odbora:

Reviewers

outside the Editorial Board for this number:

doc. dr. **Klemen Eler** (BF UL), doc. dr. **Darja Kocjan Ačko** (BF UL),
doc. dr. **Anita Kušar** (Inštitut za nutricionistiko / Nutrition institute),
Gregor Leskošek (IHPS), dr. **Miha Ocvirk** (IHPS), prof. dr. **Denis**
Stajnko (FKBV UM), prof. dr. **Stanislav Trdan** (BF UL), **Marjeta**
Zagožen (IHPS)

Domača stran /
Home page

<http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/hmeljarski-bilten/>

Bilten zajemajo /
Indexed and
abstracted by

COBISS, CABI Publishing, EBSCO Publishing

Tisk / Printed by

Grafika Gracer d.o.o.

Avtorske pravice /
Copyright

© 2018 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije /
© 2018 Slovenian Institute of Hop Research and Brewing

Izdajo sofinancira Agencija za raziskovalno dejavnost RS. /

The issue was financially supported by the Slovenian Research Agency.

VSEBINA / CONTENTS

Zalika ČREPINŠEK in Barbara ČEH

Odvisnost pridelka hmelja sort Aurora in Savinjski golding od vremenskih razmer do konca julija

Dependence of hop yield cv. Aurora and Savinjski golding on weather conditions until the end of July5

Silvo ŽVEPLAN, Magda RAK CIZEJ in Franček POLIČNIK

Defolianti na hmelju (*Humulus lupulus* L.)

Defoliants on hop (*Humulus lupulus* L.)18

Iztok Jože KOŠIR, Andreja ČERENAK in Miha OCVIRK

Primerjava različnih genotipov hmelja glede na vsebnost beta-kislin

Comparison of different hop genotypes with respect to beta-acids content26

Magda RAK CIZEJ in Franček POLIČNIK

Škodljivci industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji

Pests on industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Slovenia36

Marko FLAJŠMAN, Darja KOCJAN AČKO in Barbara ČEH

Karakteristike sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) v pridelavi v Sloveniji

Characteristics of common hemp varieties that are grown in Slovenia.....44

Marjeta ZAGOŽEN, Samo KREFT in Andreja ČERENAK

Kanabidiol (CBD) in delta-9-tetrahidrokanabinol (THC) v navadni konoplji (*Cannabis sativa* L.)

Cannabidiol (CBD) and delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) in hemp (*Cannabis sativa* L.)59

Jan Jurij ERŽEN in Darja KOCJAN AČKO

Vpliv stresa na tvorbo terpenofenolnih spojin - kanabinoidov v navadni konoplji (*Cannabis sativa* L.)

Effects of stress on the formation of terpenophenolic compounds – cannabinoids in hemp (*Cannabis sativa* L.)68

Anita KUŠAR, Marko FLAJŠMAN, Darja KOCJAN AČKO, Igor PRAVST in
Barbara ČEH

Prehranska sestava industrijske konoplje glede na sorto

Nutritional composition of hemp in relation to the variety 76

Silvo HRIBERNIK, Tanja KOS, Marko FLAJŠMAN in Barbara ČEH

Analiza mehanskih lastnosti vlaken, izoliranih iz različnih sort konoplje

Analysis of mechanical properties of fibres, isolated from different
hemp varieties 85

Ivan PAHOLE, Matej PAL, Boštjan RAZBORŠEK, Urban BELCA in
Aleš BELŠAK

Potrebne dodelave na univerzalnem kombajnu za natančno žetev konoplje

The necessary reconstruction of combine for accurate harvesting of
industrial hemp seed 96

Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT in Tatjana RUPNIK

Vpliv uporabe pripravkov Mineral na pridelek zgodnjega zelja

Impact of the use of products Mineral on the yield of early cabbage 108

ODVISNOST PRIDELKA HMELJA SORT AURORA IN SAVINJSKI GOLDING OD VREMENSKIH RAZMER DO KONCA JULIJAZalika ČREPINŠEK¹ in Barbara ČEH²

Izvirni znanstveni članek / original scientific paper

Prispelo / received: 25. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 10. december 2018

Izvleček

Napoved pridelka hmelja konec julija je za hmeljarje zelo zanimiva, saj je na to vezana vrsta njihovih aktivnosti, kljub temu, da je le okvirna, saj je pridelek zelo odvisen tudi od razmer v avgustu oziroma v zadnjem mesecu do obiranja. S tem namenom smo izdelali regresijski model povezave med pridelkom sort Aurora in Savinjski golding in vremenskimi razmerami do konca julija za obdobje 1992-2017. Z izdelanima regresijskima modeloma lahko pojasnimo velik del medletne variabilnosti pridelka na osnovi temperatur zraka in padavin (z izdelanim modelom za sorto Aurora lahko pojasnimo 67 % variabilnosti pridelka, za sorto Savinjski golding pa 78 %). Izrazito najslabši pridelek obeh sort je bil dosežen v letu 2003, ki je bilo hkrati zelo vroče in zelo suho, prav tako so bili zelo majhni pridelki v letu 2000, ko je bilo ekstremno vroče ob sicer povprečnih padavinah. Najvišji pridelki so bili doseženi v nadpovprečno namočenih letih 2014 in 1997 ob sicer povprečnih temperaturah. Višje temperature na začetku aprila vplivajo pozitivno na velikost pridelka obeh sort, previsoke temperature v maju in juniju pa negativno. Močno je pridelek koreliran tudi z julijskimi padavinami; pri obeh sortah so pridelki višji pri večjih količinah padavin v juliju.

Ključne besede: pridelek, napoved pridelka, hmelj, Aurora, Savinjski golding, *Humulus lupulus*, temperatura, padavine, regresijski model

DEPENDENCE OF HOP YIELD CV. AURORA AND SAVINJSKI GOLDING ON WEATHER CONDITIONS UNTIL THE END OF JULY**Abstract**

The prediction of the final hop yield already in July of a certain season is much appreciated among hop growers, because some of their activities are linked to this data, although it is only indicative, since the yield depends also a lot on the weather situation in August. A regression models of the relationship between the yield of

¹ Doc. dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: zalika.crepinsek@bf.uni-lj.si

² Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija, e-pošta: barbara.cek@ihps.si

hop varieties Aurora and Savinjski golding and the weather conditions from April until the end of July for the period 1992-2017 were made. We can explain a large part of the yield year variability based on temperatures and precipitation quantity (with the developed model for Aurora we can explain 67 % and for Savinjski golding 78 % yield variability). The lowest yield of both varieties was achieved in 2003, which was at the same time very hot and very dry year, and in year 2000, when there were extremely high temperatures and average precipitation amount. The highest yields were achieved in 2014 and 1997 years with above-average precipitation amounts and average temperatures. Higher temperatures at the beginning of April have positive impact on the yield of the investigated varieties, while too high temperatures in May and June have negative impact on the their yield. The yield is strongly correlated with July precipitation; for both varieties the yields are higher at higher amount of precipitation in July.

Key words: yield, yield forecast, hop variety Aurora, hop variety Savinjski golding, *Humulus lupulus*, temperature, precipitation, regression model

1 UVOD

Napoved pridelka hmelja konec julija je za hmeljarje zelo zanimiva, saj je na to vezana vrsta njihovih aktivnosti (obiranje, priprava kapacitet za sušenje in skladiščenje, prodaja), kljub temu da je le okvirna, saj je pridelek tudi zelo odvisen od razmer v avgustu oziroma v zadnjem mesecu do obiranja. Napoved pridelka lahko trenutno naredimo po metodi štetja cvetov pri posameznih sortah na več reprezentativnih lokacijah (Čeh in sod., 2013) ali z regresijskimi enačbami, ki upoštevajo vremenske razmere do konca julija v tekočem letu. Slednje so izdelane za sorte Celeia, Aurora in Savinjski golding. Enačba za sorto Celeia je izdelana na podlagi podatkov o količini padavin in temperaturah v časovnem obdobju 1992–2015 v rastni sezoni do konca julija ter podatkov o višini pridelka te sorte v posameznih letih (Črepinšek in Čeh, 2016). Za sorti Aurora in Savinjski golding sta regresijski enačbi izdelani z analizo podatkov za obdobje let 1972–1983 glede na padavine v kritičnih obdobjih rasti. Za slovenske rastne razmere je Hacin (1989) namreč ugotovil, da kot najpomembnejši dejavnik za pridelek zgodnjih sort hmelja izstopa količina padavin v obdobju od druge dekade junija do tretje dekade julija; to je obdobje, ko vlage hmelju za dober pridelek ne bi smelo primanjkovati. Takrat v razvoju sort Savinjski golding in Aurora namreč poteka razvoj socvetij in diferenciacija lupulinskih žlez v socvetju.

Ker pa se je v času od preučevanega obdobja 1972–1983 podnebje zelo spremenilo (ARSO, 2018), poleg tega dognanje, da so vremenske razmere v Nemčiji in Sloveniji podobne (Hacin, 1989), ne drži več (Abram in sod., 2015), smo želeli izdelati regresijski model povezave med pridelkom sort Aurora in Savinjski golding in vremenskimi razmerami do konca julija v časovnem intervalu od leta

1992 do 2017. Obenem smo preučili vremenske razmere v letih, ko je bil pridelek finoaromatične slovenske sorte Savinjski golding in aromatične sorte Aurora največji, oziroma katere vremenske razmere do konca julija so pomenile najmanjši pridelek teh sort.

2 MATERIAL IN METODE DELA

2.1 Sorti hmelja Aurora in Savinjski golding

Sorta Aurora je aromatična sorta, požlahtnjena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Je potomka nemške sorte Northern Brewer in slovenske dednine. Ima prijetno hmeljno aromo in grenčico, je srednje zgodnja s pridelkom 1600 do 2400 kg/ha in zavzema 33 % slovenskih hmeljišč. Sorta Savinjski golding je tradicionalna slovenska sorta, ekotip angleške sorte Fuggle, ki so jo prinesli v Slovenijo v 19. stoletju. Je srednje zgodnja, svetovno znana po fini hmeljni aromi ter prijetni in harmonični grenčici. Dosega pridelek med 1200 in 2200 kg/ha in zavzema 11 % slovenskih hmeljišč (The legend ..., 2016; Livk, 2017).

2.2 Podatki o višini pridelka hmelja in vremenskih razmerah

Podatke o višini pridelka sort Aurora in Savinjski golding za obdobje 1992–2017 smo pridobili iz arhiva IHPS (Arhiv ..., 2018). Pridelki po sortah so povprečja hmeljišč na širši lokaciji Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Vremenske razmere smo analizirali glede na podatke meteorološke postaje, ki je na IHPS v Žalcu, za obdobje od 1. aprila do 31. julija za vsako posamezno leto. Upoštevali smo povprečne dekadne temperature zraka in vsoto padavin po dekadah.

2.3 Metode dela

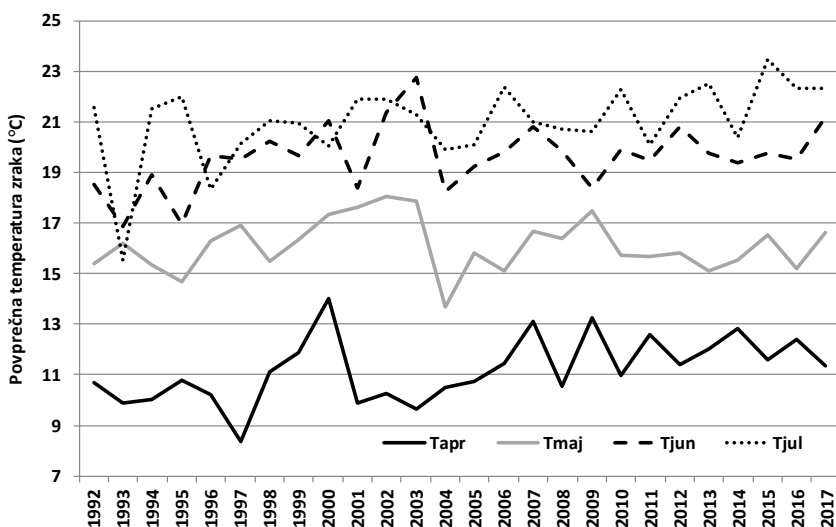
Z metodo multiple regresije smo za obdobje 1992–2014 izdelali model, s katerim lahko z določeno negotovostjo napovemo višino pridelka hmelja Savinjski golding in Aurora (y-odvisna spremenljivka) v odvisnosti od temperature zraka in padavin (x-neodvisni spremenljivki). Za obe meteorološki spremenljivki smo izračunali osnovne opisne statistike (povprečje, maksimum, minimum in variacijski razpon). S korelacijsko analizo smo nato ugotavljali stopnjo povezanosti med višino pridelka (povprečni pridelek za vsa hmeljišča) in dekadnimi (10 dnevno obdobje) vrednostmi temperatur ter količine padavin. Kot vremenske spremenljivke smo v korelacijsko analizo vključili povprečno temperaturo in vsoto padavin od aprila do julija po dekadah za obdobje let 1992–2017 (24 spremenljivk) ter povprečja dveh, treh, štirih in petih zaporednih dekad (skupaj 76 različnih spremenljivk oz. kombinacij). S Studentovim 't-testom' smo testirali statistično značilnost korelacij, za nadaljnjo izdelavo regresijskega modela za napoved pridelka pa smo vključili

samo spremenljivke z značilnim korelacijskim koeficientom $>0,5$. Uporabili smo postopno (stepwise) regresijo. Validacijo modela smo naredili s podatki za obdobje 2015–2017. Z modelom izračunane pridelke za ta leta smo primerjali z dejansko izmerjenimi pridelki. Za analize smo uporabili programa 'R' (R Core Team) in 'Excel' (Microsoft).

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Analiza vremenskih razmer v obdobju 1992-2017

Povprečna količina padavin v štirimesečnem obdobju od 1. aprila do 31. julija v letih 1992–2017 je znašala 505 mm. Najbolj namočen mesec je v povprečju maj (185 mm), sledita junij (124 mm) in julij (114 mm), ki sta glede količine padavin zelo podobna. V aprilu je bilo v povprečju v tem obdobju 82 mm padavin. S slike 1 in preglednice 1 je razvidno, da je medletna spremenljivost višine padavin zelo velika. V obdobju april-julij 2001 je padlo 747 mm padavin, v enakem obdobju leta 1993 pa samo 287 mm, kar pomeni, da znaša razlika med najbolj sušnim in najbolj namočenim letom kar 460 mm. Več o dejanskih padavinskih razmerah nam seveda povedo mesečne vrednosti za posamezna leta. Glede količine padavin ima največji koeficient variabilnosti avgust (51 %), največji razpon pa je bil v mesecu maju; leta 1992 je bilo v celem mesecu samo 33 mm dežja, leta 2007 pa kar 327 mm. Koliko lahko rastline hmelja izkoristijo padavine, pa je odvisno tudi od intenzitete padavin, razporeditve deževnih dni in lastnosti tal.



Slika 1: Povprečne mesečne temperature zraka za obdobje april-julij let 1992–2017 na IHPS, Žalec (Arhiv ..., 2018)

Preglednica 1: Mesečne količine padavin in povprečne temperature zraka za obdobje april-julij let 1992–2017 na meteorološki postaji IHPS Žalec (Arhiv ..., 2018)

	Temperatura zraka (°C)					Količina padavin (mm)				
	apr	maj	jun	jul	apr-jul	apr	maj	jun	jul	apr-jul
povprečje	11,2	16,1	19,6	21,0	17,0	82	98	124	114	418
maksimum	14,0	18,0	22,7	23,5	18,1	176	203	245	233	650
minimum	8,4	13,7	16,9	15,6	14,6	6	33	55	27	254
sd ¹	1,3	1,0	1,3	1,6	0,8	39	45	54	58	118
VR ²	5,6	4,3	5,8	7,9	3,5	170	170	190	206	396

¹-standardni odklon; ²-variacijski razpon

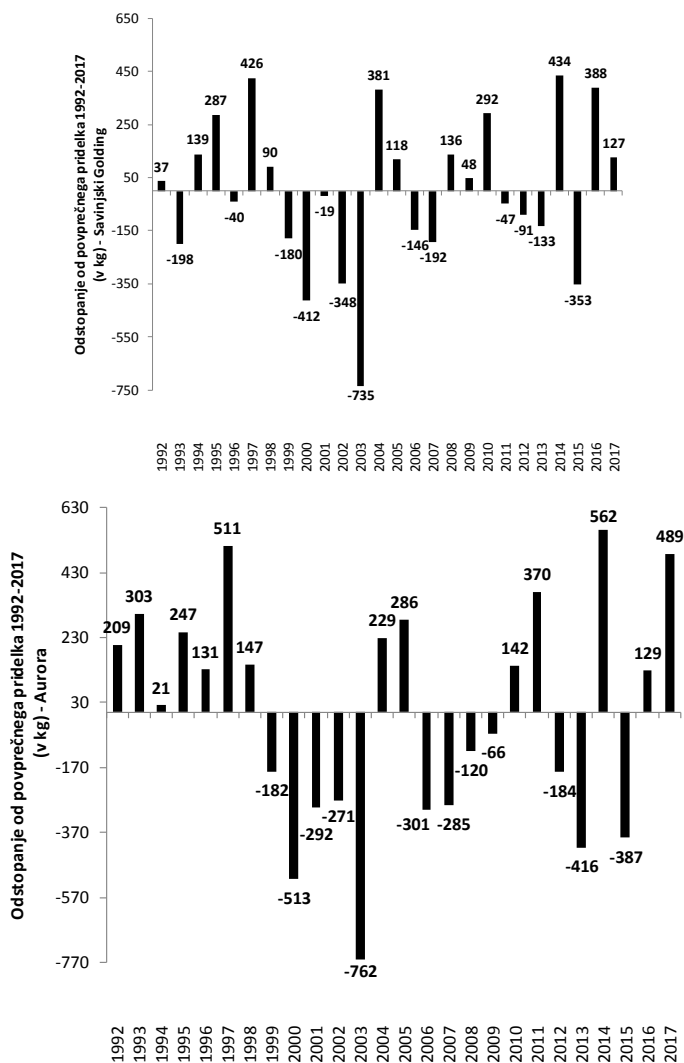
Povprečna temperatura zraka v obdobju od 1. aprila do 31. julija 1992-2017 je znašala 17,0 °C, od aprila do julija pa si sledijo povprečne mesečne temperature 11,2 °C, 16,1 °C, 19,6 °C in 21 °C (preglednica 1). Najtoplejše obdobje april-julij je bilo leta 2000 (18,1 °C) z rekordno toplim aprilom (14 °C) in nadpovprečno toplima mesecema majem in junijem. Zelo toplo obravnavano obdobje (17,9 °C) je bilo tudi v letih 2002, 2003, 2007 in 2017. Leta 2002 je bil ekstremno toplel maj (18 °C), leta 2003 pa junij (22,7 °C).

Leto 1993 je bilo najhladnejše; povprečna temperatura april-julij je bila samo 14,6°C, tako junij (16,9 °C) kot julij (15,6 °C) pa sta imela najnižje temperature v obravnavanem obdobju. Zelo hladna so bila tudi leta 2004 (15,6 °C) z ekstremno hladnim majem (13,7 °C), leti 1995 in 1996 (16,1 °C) ter leto 1997 (16,2 °C) z ekstremno hladnim aprilom (8,4 °C). Koeficient variabilnosti za temperature je bistveno nižji kot za padavine, znaša pa med 6,5 % za maj in 11,6 % za april.

3.2 Pridelek hmelja sort Savinjski golding in Aurora za obdobje 1992–2017

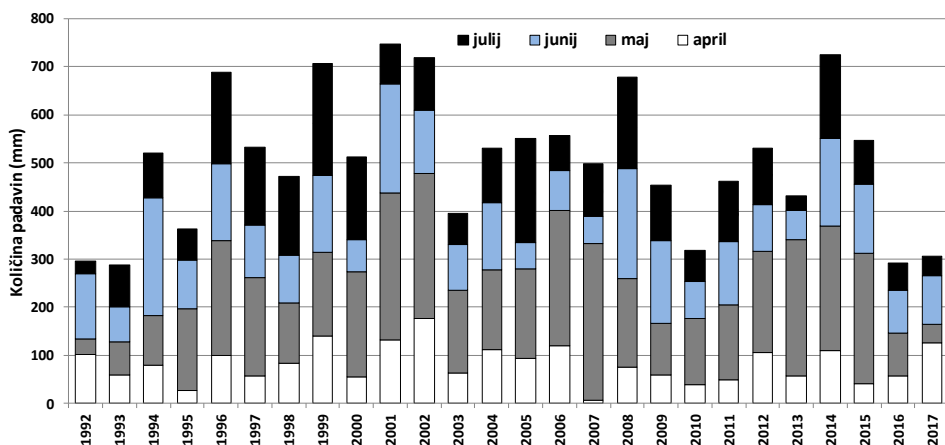
S slike 2 je razvidno, da je bil pridelek pri obeh sortah najnižji v letu 2003; za Savinjski golding je znašal povprečen pridelek samo 428 kg/ha, za Auroro pa 841 kg/ha. Leto 2003 je bilo nadpovprečno toplo, še posebej vroča sta bila meseca junij in julij. Junij 2003 je imel temperaturo kar 3,1 °C nad dolgoletnim povprečjem. Po količini padavin so bili vsi štirje meseci tega leta pod povprečjem, pomanjkanje vode se je od aprila do julija samo stopnjevalo, še posebej suh je bil julij s samo 57 % padavin glede na dolgoletno povprečje. Pri obeh sortah je bilo kar se tiče višine pridelka drugo najslabše leto 2000, ki je bilo v obravnavanem obdobju 1992–2017 najtoplejše z ekstremno toplim aprilom, hkrati pa sta bila april in junij izrazito suha meseca. Zelo nizki pridelki so bili pri obeh sortah (tretji najnižji pridelek za Savinjski golding in četrti najnižji za Auroro) tudi v letu 2015, ko je bil julij

ekstremno vroč in je dosegel najvišjo temperaturo v obravnavanem obdobju (23,5 °C). Hkrati z ekstremnimi temperaturami zraka je bilo julija zelo malo padavin, v prvih dvajsetih dneh samo 18 mm. V raziskavi Črepinšek in Čeh (2016) za hmelj sorte Celeia v nobenem od zgornjih treh let niso bili doseženi najnižji pridelki; najslabši pridelki za sorto Celeia so bili v letih 2001, 2002 in 1999, ki so bila izrazito mokra leta z majskimi ekstremnimi padavinami.



Slika 2: Odstopanja pridelka v posameznih letih od dolgoletnega povprečja 1163 kg/ha za sorto Savinjski golding (zgoraj) ter dolgoletnega povprečja 1603 kg/ha za sorto Auroro (spodaj)

Najvišji pridelki za obe sorti so bili doseženi v letih 2014 in 1997. Leto 2014 je bilo nadpovprečno mokro, štirimesečno povprečje (april-julij) padavin je znašalo 725 mm (slika 3), kar je skoraj polovico več od dolgoletnega povprečja, padavine pa so bile enakomerno razporejene po vseh mesecih. Temperature v tem letu so bile povprečne v vseh štirih mesecih. Tudi v letu 1997 so bile padavine v vseh štirih mesecih nadpovprečne, april je bil ekstremno hladen, ostali meseci pa povprečno topli. Tudi hmelj sorte Celeia je imel v letih 2014 in 1997 drugi oziroma četrti najvišji pridelek v obdobju 1992–2015 (Črepinšek in Čeh, 2016).



Slika 3: Mesečne količine padavin za obdobje april-julij 1992–2017 na IHPS, Žalec (Arhiv ..., 2018)

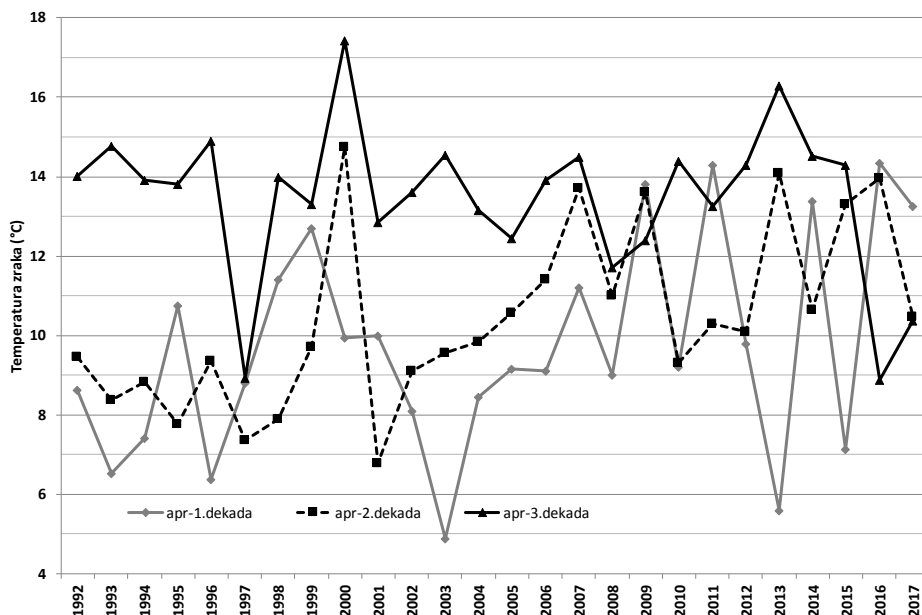
Wagner (1975, cit. po Hacin, 1989) je glede na višino pridelka hmelja v Savinjski dolini kot kriterij za rodovitna oziroma nerodovitna leta uporabil povprečno temperaturo zraka april-avgust. Kot rodovitna leta je definiral tista s temperaturo do 15,6 °C, nerodovitna pa nad 16,5 °C. Kot sta v svoji raziskavi ugotavljali že Črepinšek in Čeh (2016), te vrednosti zaradi spremenjenih temperaturnih razmer v zadnjih desetletjih (ARSO, 2018), ko je značilen pozitiven trend, ne držijo več. Če povzamemo vremenske razmere za najbolj in najmanj rodovitni dve leti, vidimo, da je bil izrazito najslabši pridelek v letu 2003, ki je bilo hkrati zelo vroče in zelo suho, prav tako so bili zelo nizki pridelki v letu 2000, ko je bilo ekstremno vroče ob sicer povprečnih padavinah. Najvišji pridelki so bili doseženi v nadpovprečno namočenih letih 2014 in 1997 ob sicer povprečnih temperaturah.

3.3 Korelacijska analiza velikosti pridelka ter temperaturnih in padavinskih razmer

Povezanost med velikostjo pridelka ter temperaturami zraka in količino padavin smo ugotavljali s korelacijsko analizo. Vremenske spremenljivke smo izrazili kot

dekadne vrednosti ter povprečja 2, 3, 4 in 5 zaporednih dekad. Korelacijska analiza je pokazala tako pozitivne kot negativne predznake korelacijskega koeficienta r , kar pomeni, da se pri nekaterih kombinacijah vremenskih spremenljivk hkrati z njihovim povečanjem poveča tudi pridelek (pozitiven r), pri drugih pa ima sprememba nasprotno smer (negativen r). Za Savinjski golding znaša največji r - 0,78 (temperature od 3. deкаде aprila do 3. deкаде maja), za Auroro pa -0,72 (temperature od 2. deкаде aprila do 1. deкаде maja). Pridelek sorte Savinjski golding je močno koreliran tudi z aprilskimi temperaturami v prvi dekadi ($r=+0,43$) ter junijskimi padavinami v 2. in 3. dekadi ($r=+0,35$). Podobno velja za sorto Aurora, pri kateri je pridelek najbolj pozitivno koreliran z aprilsko temperaturo v 1. dekadi ($r=+0,41$) ter padavinami v 2. in 3. dekadi julija ($r=+0,34$). Višje temperature ob vzniku na začetku aprila torej vplivajo pozitivno na pridelek pri obeh sortah, prav tako zadostne količine padavin v juniju oziroma juliju. Po začetnih fazah rasti hmelj očitno potrebuje zmerne temperature, saj so korelacijski koeficienti med višino pridelka in temperaturami zraka v naslednjih dekadah negativni. Tudi za sorto Celeia v Savinjski dolini smo ugotovili, da je pridelek najbolj pozitivno koreliran z aprilskimi temperaturami in julijskimi padavinami (Črepinšek in Čeh, 2016).

Pomembno je, da v analizi obravnavamo nize, krajše od mesečnih obdobij, saj so lahko padavine znotraj mesecev razporejene zelo neenakomerno, prav tako pa dekadna zaporedja temperatur včasih odstopajo od dolgoletnega povprečja. S slike 4 je tako razvidno, da je v večini let 1. dekada aprila hladnejša od 2. deкаде in 2. dekada hladnejša od 3. deкаде aprila. V letih 2016 in 2017 je bilo to zaporedje obrnjeno – topli 1. dekadi aprila sta sledili ohladitvi v 2. in 3. dekadi, kar upočasni rast hmelja in vpliva na nadaljnji razvoj v mesecu maju. O podobnih ugotovitvah o vplivu aprilskih temperatur na razvoj hmelja poročajo tudi nekatere druge raziskave (Kišgeci in sod., 1984). Korelacije med majskimi temperaturami zraka in pridelkom so negativne, saj prevelike količine toplote, ki so v tem času na voljo rastlinam hmelja, povzročijo prehiter prehod v generativno fazo. Razvoj cvetov v dnevih, ko je dan prekratek, vpliva na manjše število cvetov in s tem posledično manjši pridelek. Na formiranje cvetov pri hmelju ima velik vpliv tudi preskrbljenost z vodo, ker pa je na začetku rasti v klimatskih razmerah Savinjske doline večinoma dovolj padavin, ta povezanost iz korelacijskih koeficientov ni vidna. Na velikost in maso storžkov vplivajo julijske padavine v kombinaciji s temperaturami zraka, s čimer lahko pojasnimo velik pozitiven korelacijski koeficient med pridelkom in poletnimi padavinami, o čemer so poročali za območje Savinjske doline že tudi drugi avtorji (Hacin, 1989; Zmrzlak in Čeh, 2012).



Slika 4: Dekadne temperature zraka za mesec april na IHPS, Žalec (Arhiv ..., 2018)

3.4 Regresijska modela za napoved pridelka Aurore in Savinjskega goldinga

S postopno multiplo regresijo smo s podatki za obdobje 1992–2014 izdelali statistična modela za napoved pridelka hmelja sort Aurora in Savinjski golding, in sicer na način, da je napoved možna na osnovi vremenskih podatkov do konca julija. V preglednici 2 so za oba modela prikazane spremenljivke modela in vrednosti regresijskih koeficientov. Koeficient determinacije R^2 za model Aurora znaša 0,67, vsi multipli korelacijski koeficienti so statistično značilni, stopnja značilnosti F testa je 0,0119. Z izdelanim modelom lahko pojasnimo 67 % variabilnosti pridelka z 8 neodvisnimi spremenljivkami, ki vključujejo različne kombinacije dekadnih temperatur za april in maj ter padavin za junij in julij (preglednica 2).

Z modelom za sorto Savinjski golding lahko pojasnimo 78 % variabilnosti pridelka z neodvisnima spremenljivkama temperatura in padavine ($R^2=0,78$). V model so vključene poleg aprilskih in majskih temperatur še temperature prvih dveh dekad v juniju ter padavine od 2. dekade maja do konca julija. Tako kot za model za Auroro so tudi za model Savinjski golding vsi multipli korelacijski koeficienti statistično značilni, F statistika znaša 0,0007.

Preglednica 2: Spremenljivke in regresijski koeficienti modelov za napoved pridelka hmelja, T -temperatura, P -padavine; 1, 2 in 3 označujejo zaporedne dekade v mesecu

Model za sorto 'Aurora'		Model za sorto 'Savinjski golding'	
Spremenljivka	Regresijski koeficient	Spremenljivka	Regresijski koeficient
a (prosti člen)	4570,7	a (prosti člen)	4720,8
Tapr1	33,5**	Tapr1	15,3**
Tapr3-maj1	-71,5**	Tjun1-jun2	-16,3*
Tapr2-maj1	-18,9**	Pmaj2	-2,2*
Tapr3-maj2	96,9*	Pmaj3	-1,9'
Pjul3	3,5*	Pjun2	-2,1*
Pjun2-jun3	-0,4*	Pjun2-jun3	2,6*
Pjul2-jul3	-0,3**	Pjun-jul	0,3**
Tapr2-maj3	-244,6'	Tapr3-maj3	-222,3'

Stopnja značilnosti: ' - 0,10; * - 0,05; ** - 0,01

Enačba za napoved pridelka (Y) hmelja sorte Aurora:

$$Y = 4570,7 + 33,5T_{apr1} - 71,5T_{apr3-maj1} - 18,9T_{apr2-maj1} + 96,9T_{apr3-maj2} + 3,5P_{jul3} - 0,4P_{jun2-jun3} - 0,3P_{jul2-jul3} - 244,6T_{apr2-maj3}$$

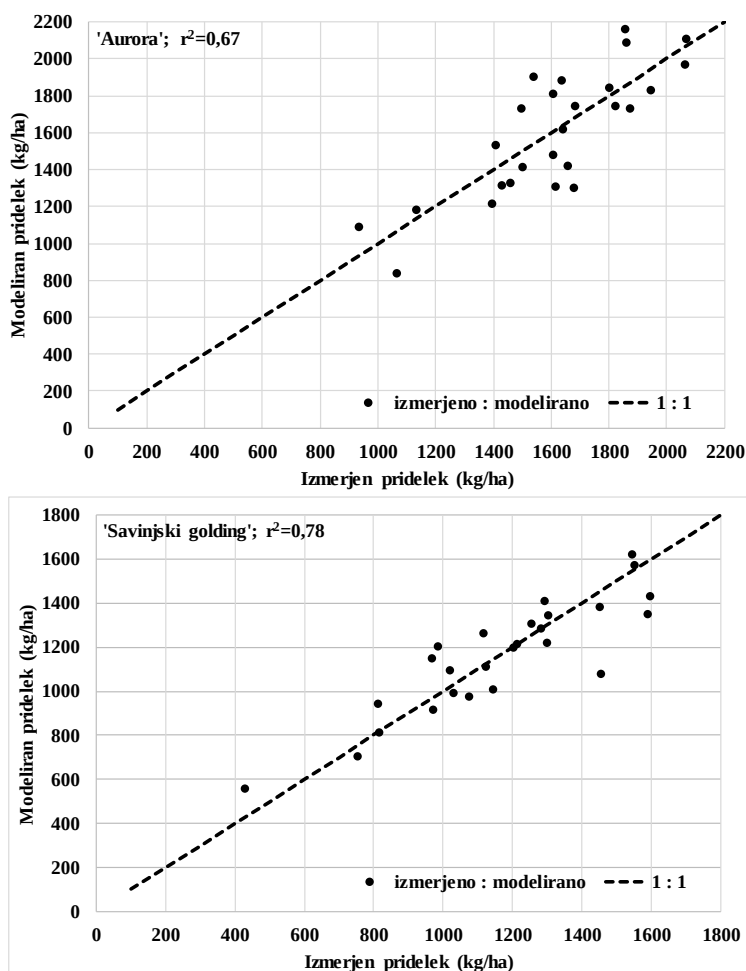
($r=0,819$; $R^2=0,67$; $F=0,0119$)

Enačba za napoved pridelka (Y) hmelja sorte Savinjski golding:

$$Y = 4720,8 + 15,3T_{apr1} - 16,3T_{jun1-jun2} - 2,2P_{maj2} - 1,9P_{maj3} - 2,1P_{jun2} + 2,6P_{jun2-jun3} + 0,3P_{jun-jul} - 222,3T_{apr3-maj3}$$

($r=0,885$; $R^2=0,78$; $F=0,0007$)

Na sliki 5 so prikazani izmerjeni in modelirani pridelki za sorti Savinjski golding in Aurora. Model za Savinjski golding daje za 11 let previsoke in za 12 let prenizke pridelke. Največjo napako navzgor ima model za leto 2003, ko je napovedal za 32 % previsok pridelek, je pa bilo to ekstremno vroče in suho leto. Precej previsoke pridelke je napovedal model tudi za leti 1999 (+23 %) in 1993 (+19 %). Napovedi v ostalih letih odstopajo navzgor do 13 %, za leta 1992, 2002, 2005 in 2009 pa lahko rečemo, da so ustrezne, saj je razlika med modeliranimi in dejanskimi vrednostmi manjša od 1 %. Največje odstopanje modela navzdol znaša 25 % za leto 2010, v preostalih letih pa je model napovedal za manj kot 15 % nižji pridelek od dejansko izmerjenega.



Slika 5: Izmerjeni in modelirani pridelki hmelja sort Savinjski golding (SG) in Aurora (AUR) za obdobje 1992–2017; model je preverjen na podatkih za obdobje 2015–2017.

Modelirani pridelki za sorto Aurora so v primerjavi z izmerjenimi v 12 letih večji in v 11 letih manjši. Največjo napako ima model za leti 2006 in 2003, ko je napoved za 28 % oziroma 26 % prevelika. Veliko odstopanje navzgor je tudi v letu 2001 (23 %). Ostale napovedi, ki odstopajo navzgor, pa se razlikujejo od izmerjenih pridelkov za manj kot 16 %. Odstopanja modela navzdol (11 let) so največja v letu 1993, ko model napove 19 % premajhno vrednost. Za ostalih 10 let model daje 15 % ali manjšo razliko od dejansko izmerjenega pridelka. Regresijska modela za napoved pridelka sort Savinjski golding in Aurora, ki sta bila izdelana na podatkih za obdobje 1992–2014, smo preverili na triletnih podatkih za

temperaturo zraka in padavine za obdobje 2015–2017. Ostopanje modela za napoved pridelka za Savinjski golding znaša v letu 2017 +17 %, v letu 2016 +2 % in v letu 2017 + 9 %. Model za Auroro pa je za leto 2017 napovedal 11 % prenizek pridelek, za leti 2015 in 2016 pa 14 oz 8 % prevelik pridelek.

Z regresijskima modeloma smo na osnovi temperaturnih in padavinskih podatkov pojasnili večji del medletne spremenljivosti pridelka hmelja, na nepojasneni del variabilnosti pa lahko vplivajo številni ostali dejavniki okolja in rastline, kot npr. bolezni in škodljivci na hmelju, preskrbljenost tal s hranili, namakanje, zračna vlaga, veter, sevanje. V modelu smo upoštevali povprečne dekadne vrednosti padavin in temperature, na pridelek pa lahko pomembno vplivajo tudi ekstremno visoke ali nizke temperature (Wagner, 1975), namakanje, intenziteta ekstremnih nalivov ali morebitna visoka podtalnica (Marovt, 2007), česar v modelih nismo upoštevali.

4 SKLEP

Z regresijskima modeloma za napoved pridelka hmelja sort Savinjski golding in Aurora lahko pojasnimo velik del medletne variabilnosti pridelka na osnovi temperatur zraka in padavin. Višje temperature na začetku aprila vplivajo pozitivno na velikost pridelka obeh sort, previsoke temperature v maju in juniju pa negativno. Močno je pridelek koreliran tudi z julijskimi padavinami; pri obeh sortah so pridelki višji pri večjih julijskih količinah padavin, kar sovпада s predhodnimi ugotovitvami Hacina (1989). Nepojasnen del variabilnosti v modelu bi lahko izboljšali z vključitvijo dodatnih vremenskih spremenljivk, ki bi vsebovale ekstremne vrednosti temperature (maksimalne in minimalne dnevne vrednosti), upoštevati pa bi bilo smiselno tudi parametre rastline (starost, bolezni, škodljivci) v posameznih letih.

5 VIRI IN LITERATURA

- Abram V., Čeh B., Vidmar M., Hercezi M., Lazić N., Bucik V., Smole Možina S., Košir I. J., Kač M., Demšar L., Poklar Ulrih N. A comparison of antioxidant and antimicrobial activity between hop leaves and hop cones. *Industrial crops and products*, ISSN 0926-6690. 2015; 64: 124-134.
- Arhiv Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS). Izpis iz baze vremenskih podatkov in podatkov o višini pridelka za sorti Savinjski golding in Aurora. 2018.
- ARSO. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Povzetek dejavnikov okolja z vplivom na kmetijstvo in gozdarstvo. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana. 2018. 31 s.
- Čeh B., Oset Luskar M., Leskošek G., Ferlež Rus A. Vpliv rastnih razmer na rast in razvoj hmelja v letu 2013. *Hmeljar*. 2013; 74 (1-12): 16-17.
- Črepišek Z., Čeh B. Pridelek hmelja sorte Celeia glede na vremenske razmere do konca julija. *Hmeljarski bilten*. 2016; 23: 14-26.

- Hacin J. Prispevek k poznavanju vpliva dejavnikov okolja na rast in razvoj ter na pridelek in vsebnost alfa kislin pri hmelju (*Humulus lupulus* L.). Magistrsko delo, Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja. 1989. 112 s.
- Kišgeci J., Mijavec A., Ačimović M., Spevak P., Vuči, N. Hmeljarstvo. Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, Inštitut za ratarstvo i povrtarstvo. 1984. 374 s.
- Livk J. Letina hmelja v letu 2017 – nad pričakovanji. Hmeljar. 2017; 1-12: s. 42-44.
- Marovt M. Vpliv gostote in razporeditve rastlin na rast, razvoj in kakovost hmelja (*Humulus lupulus* L.) kultivarja 279D112. Dipl. delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo. 2007. 41 s.
- The legend of the noble aroma. Styrian Golding, Celeia, katalog sort, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec. 2016.
- Wagner T. Vpliv temperature in vlage na pridelek hmelja v Sloveniji. Hmeljarski bilten. 1975; 3: 81-88.
- Zmrzlak M., Čeh B. Agroekološke razmere za pridelavo hmelja. V: Hmelj od sadike do storžkov. Čeh B. (ur). Žalec, IHPS. 2012: 38-39.

DEFOLIANTI NA HMELJU (*Humulus lupulus* L.)Silvo ŽVEPLAN¹, Magda RAK CIZEJ² in Franček POLIČNIK³

Strokovni članek / profesional article

Prispelo / received: 25. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 16. december 2018

Izvleček

V letu 2018 smo preizkušali učinkovitost defoliantov na hmelju sorte Aurora. Preizkušali smo herbicid, defoliant Beloukha (aktivna snov pelargonska kislina), skupaj z močilom in gnojilom in sicer: Beloukha samostojno, Beloukha z dodatkom 30 % uree amon nitrata (UAN), Beloukha z močilom Break thru S 240 in Beloukha s 30 % UAN ter dodatkom Break thru S 240. Kot standard smo uporabili herbicid, defoliant Reglone 200 SL, ki nima več dovoljenja za uporabo na hmelju v Sloveniji. V letu preizkušanja nismo dosegli pričakovane učinkovitosti herbicida Beloukha kot defolianta na hmelju, ne samostojno niti v kombinacijah. Dobro učinkovitost Beloukhe smo zabeležili pri enoletnih plevelih. Vzrok za slabo učinkovitost sredstva Beloukha je bil verjetno v neugodnih vremenskih razmerah, saj so bila tla pogosto zasičena z vlago. Ob uporabi herbicida Beloukha na hmelju nismo opazili fitotoksičnosti.

Ključne besede: herbicid, defoliant, hmelj, pleveli, učinkovitost, fitotoksičnost

DEFOLIANTS ON HOP (*Humulus lupulus* L.)**Abstract**

We tested efficiency defoliant on hop Aurora variety in 2018 year. Different combinations of herbicide/defoliant Beloukha (a.i. pelargonic acid), together with adjuvant and fertilizer were tested: Beloukha solo, Beloukha with combination 30 % Urea and ammonium nitrate (UAN), Beloukha with combination Break thru S 240 and Beloukha with combination 30 % UAN and adjuvant Break thru S 240. All combinations compared with standard herbicide/defoliant Reglone 200 SL, which has been banned in Slovenia on hop in this year. In the year of testing herbicide Beloukha in all combinations we did not achieve good efficiency as defoliant on hop. Beloukha had good efficiency for annual weeds. Reason for bad efficiency herbicide Beloukha as defoliant on hop determinate in weather

¹ Univ. dipl. inž. kmet., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: silvo.zveplan@ihps.si

² Dr., isti naslov, e-pošta: magda.rak-cizej@ihps.si

³ Mag. inž. hort., isti naslov, e-pošta: franci.policnik@ihps.si

conditions; soil were often saturated with a lot of moisture. When we used Beloukha on hops, we did not observed phytotoxicity.

Key words: herbicide/defoliant, hop, weeds, efficiency, phytotoxicity

1 UVOD

Na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu (IHPS) smo v letu 2018 preskušali učinkovitosti defoliantov prizemnega dela hmelja (*Humulus lupulus* L.) v rodnem nasadu sorte Aurora. Defoliacija prizemnega dela rastlin hmelja (do višine 0,8 m) se izvaja zaradi lažjega strojnega obiranja, izboljšanja mikroklima v tem predelu rastlin in zmanjšanja potenciala bolezni. Preizkušali smo defoliant Beloukha prizvajalca Belchim Crop protection iz Belgije, in sicer samostojno, kot varianto Beloukha + 30% UAN, kot varianto Beloukha + Break thru S 240 proizvajalca BASF iz Nemčije in v kombinaciji Beloukha + 30% UAN + močilo Break thru. Variante smo primerjali z do nedavnega pri nas dovoljenim pripravkom Reglone 200 SL za defoliacijo spodnjega dela rastline hmelja. Želeli smo dobiti informacije o delovanju in vplivu sredstva Beloukha, ki je imel v letu 2018 v Nemčiji izredno dovoljenje za uporabo v hmeljiščih, na hmelj. Beloukha je herbicid, naravni desikant, ki je od leta 2015 registriran v Franciji, od leta 2016 pa tudi v Italiji, Španiji in na Portugalskem (Nguyen, C. in sod., 2016). V Sloveniji je neselektivni herbicid Beloukha, ki deluje kontaktno, že registriran v krompirju za sušenje krompirjevke ter v vinogradih za zatiranje enoletnega ozkolistnega in širokolistnega plevela ter za uničevanje mladice, ki izraščajo iz spodnjega dela starega lesa vinske trte.

2 MATERIAL IN METODE

V poskusu smo uporabili dva herbicida (Beloukha in Reglone 200 SL; slednjega proizvaja Syngenta Crop protection iz Švice) in dodatke (30 % UAN ter močilo Break thru S 240). Defoliant - herbicid Beloukha bi ob dobrih rezultatih učinkovanja in morebitni razširitvi registracije lahko nadomestil herbicid Reglone 200 SL.

2.1 Uporabljen material

Herbicid Beloukha EC je kontaktni neselektivni herbicid, ki deluje na širok spekter ozkolistnih in širokolistnih plevelov. Herbicid vsebuje 68 % aktivne snovi – pelargonska kislina. Tretirane rastline se 2-3 ure po tretiranju začnejo sušiti. Sredstvo ne deluje na korenine (Seznam ..., 2018).

Herbicid Reglone 200 SL smo uporabili kot primerljiv standard, ki je imel še v letu 2017 izredno dovoljenje kot defoliant spodnjega dela rastline hmelja. Vsebuje 20

% aktivne snovi – dikvat. Je kontaktni neselektivni herbicid za sušenje (desikacijo) krompirjeveke semenskega in jedilnega krompirja, za sušenje (desikacijo) semenske lucerne in detelje. Manjša uporaba: za sušenje (desikacijo) stročnic za pridelavo zrnja (fižol, grah, leča, čičerka, bob, soja). Herbicid vsebuje 20 % aktivne snovi – dikvat (Seznam ..., 2018).

Sorta hmelja Aurora je diploidni križanec med sorto Northern Brewer in TG sejančkom neznanega izvora. Sorta je srednje zgodnja, v Sloveniji je tehnološko optimalno zrela od 23. do 30. avgusta. Goji se v Sloveniji, Avstriji in na Madžarskem. Potrebuje srednje sadiščne razdalje. Storžki so povprečno dolgi 25 mm, 100 suhih storžkov povprečno tehta 15 g. Storžki so gosto raščeni, temno zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo. Rastline imajo obliko srednje širokega valja. Ima 60 cm dolge zalistnike, ki odganjajo tudi na spodnjem delu trte (Hmezd..., 2018).

Poskus smo škropili z nahrbtno škropilnico znamke Solo s škropilno palico s šobo Teejet 110 ° in delovnim tlakom 3 bare. Vse defoliantne in dodatke smo uporabili v tretjinskih hektarskih odmerkih, ker smo škropili v pasovih. Izhodišče za porabo vode pri hmelju je bilo 400 L/m višine škropljenja. Škropili smo le spodnjih 0,8 m višine hmelja in za to uporabili 320 L vode/ha (Hmezd..., 2018).

2.2 Postavitev poskusa

Bločno zasnovan poskus je obsegal pet obravnavanj ter kontrolo, kjer nismo uporabili herbicidov – defoliantov (preglednica 1). Vsa obravnavanja in kontrole so bile izvedene v treh ponovitvah. V ponovitvi je bilo zajetih 72 rastlin hmelja sorte Aurora. Vse defoliantne in dodatke smo uporabili v tretjinskih hektarskih odmerkih, ker smo škropili v pasovih (Lešnik, 2007).

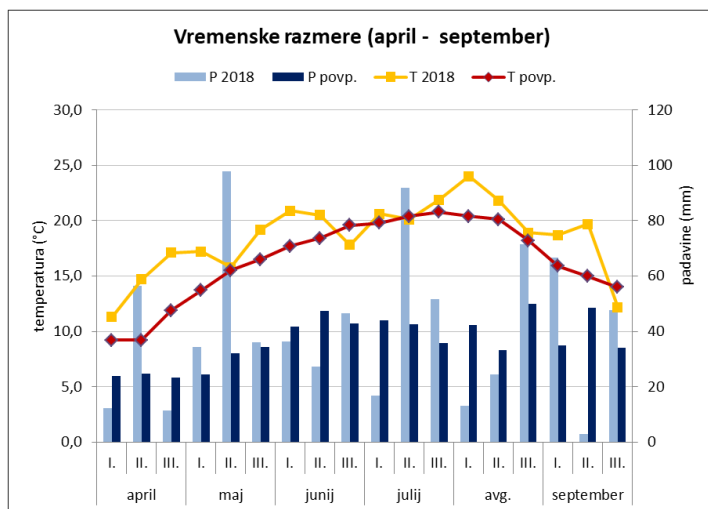
2.3 Škropljenje

Škropljenje pri obravnavanjih 2 do 6 smo izvedli 18. julija. Rastline hmelja so bile v fenofazi konec cvetenja - BBCH 69 (Fenofaze..., 2018). Širokolistni plevli ob škropljenju: bela metlika (CHEAL) v fazi 2-8 parov listov, povprečne višine 13 cm; srhkodlakavi ščir (AMARE) v fazi 2-6 parov listov, povprečne višine 10 cm; perzijski jetičnik (VERPE) višine 5-17 cm, povprečno 12 cm; navadna zvezdica (STEME) višine 3-12 cm, povprečno 9 cm. Ozkolistni plevli ob škropljenju: navadna kostreba (ECHCG) višine 15-80 cm, povprečno 55 cm in enoletna latovka (POAAN) višine 2-10 cm, povprečno 6 cm. S herbicidom - defoliantom smo škropili le spodnji del rastline hmelja do višine 0,8 m.

Preglednica 1: *Herbicidi/defolianti, aktivne snovi, formulacije, odmerki in termini škropljenj*

	Kemični pripravki	Aktivne snovi	Formul.	Odmerki (1/3) za škroplj. v pasovih (kg, L pripr./ha)	Čas škropljenja
1	KONTROLA	-	-	-	-
2	REGLONE 200 SL	Dikvat 200 g/L	SL	1,25	Post-em
3	BELOUKHA (solo)	Pelargonska kislina 680 g/L	EC	5,3	Post-em
4	BELOUKHA + 30% UAN	Pelargonska kislina 680 g/L + amonijski N 7,4%, nitratni N 7,4%, amidni N 15,2 %	EC	5,3 + 33,0 (L UAN-a)	Post-em
5	BELOUKHA + Break thru S 240	Pelargonska kislina 680 g/L + Polietier-polimetilsiloksan-kopolimer 100%	EC + AL	5,3 + 0,1 (L Break thru)	Post-em
6	BELOUKHA + Break thru S 240 + 30% UAN	Pelargonska kislina 680 g/L + Polietier-polimetilsiloksan-kopolimer 100% + amonijski N 7,4%, nitratni N 7,4%, amidni N 15,2 %	EC + AL	5,3 + 0,1 (L Break thru) + 33,0 (L UAN-a)	Post-em

Rastline hmelja so bile ob škropljenju v dobrem zdravstvenem stanju in kondiciji. Povprečna dnevna temperatura na dan škropljenja je bila 22,0 °C, povprečna relativna zračna vlažnost 63,2 %, preskrbljenost tal z vlago 75 %. Južni do jugovzhodni veter je pihal s hitrostjo 0-0,5 m/s. Količina prvih padavin, to je bilo dva dni po škropljenju, je bila 2,8 mm. Od škropljenja do konca meseca julija je padlo 31,4 mm padavin, v mesecu avgustu 91,2 mm padavin. Podatki o temperaturah in padavinah po dekadah so prikazani na sliki 1.



Slika 1: Vremenski podatki (april–september) v letu 2018 (T 2018, P 2018) v primerjavi z dolgoletnim povprečjem (T povp., P povp.) (IHPS vreme, 2018)

2.4 Ocenjevanje

Poskus smo prvič ocenjevali po 14-ih dneh in drugič po 29-ih dneh od škropljenja. V preglednici 2 so predstavljene glavne ocene 29 dni po škropljenju z defolianti. Učinkovitost in fitotoksičnost smo ocenjevali z vizualno procentualno metodo (Eppo PP1..., 2004; Eppo PP1..., 2018). Učinkovitost defoliantov na hmelju smo ocenjevali v odstotku odpadlih poškrupljenih listov. Na podlagi te ocene in morebitne fitotoksičnosti smo podali skupne ocene za defoliante z ocenami od 1 (nezadostno) do 5 (odlično). Po navedeni skali smo ocenjevali učinkovitost herbicidov/defoliantov na prisotne plevelne vrste:

Skala za ocenjevanje učinkovitosti defoliantov (%) za hmelj in plevela:

odlično: 100 – 98 %

zelo dobro: 97 – 94 %

dobro: 93 – 92 %

zadovoljivo: 91 – 87 %

ne dovolj učinkovito: 86 – 65 %

popolnoma nezadovoljivo: < 64 %

Skupna ocena defolianta za hmelj (1 - 5) = učinkovitost + fitotoksičnost:

1 = najslabše, nezadostno delovanje, 5 = najboljše, odlično delovanje

Ocena fitotoksičnosti (%): od 0 do 100

0 - nič fitotoksičnosti na hmeljnih trtah, 100 - popolnoma uničena hmeljna trta zaradi fitotoksičnosti

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Poskusov z uporabo defoliantov na drugih poljščinah, predvsem na stročnicah, je bilo opravljenih veliko. Poskusov na hmelju pa je bilo opravljenih zelo malo in še ti so se večinoma nanašali na pivovarstvo. V našem poskusu smo se držali navodil za uporabo Beloukhe kot defolianta po nemških navodilih za uporabo. V letu 2018 smo beležili slabše učinkovitosti defoliantov kot preizkuševalci iz Francije (Nguyen in sod., 2016).

Preglednica 2: Vizualno ocenjevanje učinkovitosti (%), fitotoksičnosti (%) in skupna ocena defoliantov (1-5) 29 dni po škropljenju

Zap. št.	Latinsko ime	Vizualna procentualna ocena *učinkovitosti (%)					
		Zaporedna številka herbicidne kombinacije					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Chenopodium album</i>	K	92,3	81,0	84,3	88,3	86,7
2	<i>Amaranthus retroflexus</i>	O	97,3	92,0	90,7	95,3	93,7
3	<i>Veronica persica</i>	N	98,0	91,3	89,7	92,0	88,7
4	<i>Stellaria media</i>	T	99,3	88,0	92,0	100,0	88,7
5	<i>Echinochloa crus-galli</i>	R	97,3	92,3	86,0	94,0	88,3
6	<i>Poa annua</i>	O	89,0	91,7	93,0	93,0	86,7
		L					
		A					
	*HMEJ (Humulus lupulus L.) Učinkovitosti defolianta=odpad listov (%)	/	91,7	10,7	36,0	18,3	45,0
	**Ocena defolianta za hmelj (1 - 5)	/	+4	+1	+2	-2	-3
	***Fitotoksičnost na trtah hmelja (%)	/	0	0	0	0	0

Reglone 200 SL smo uporabili po vzniku (Post 2) v odmerku 1,25 L/ha pri obravnavanju št. 2. Ocenili smo odlično učinkovitost (STEME 99,3 % in VERPE 98,0 %), zelo dobro (AMARE in ECHCG oba 97,3 %), dobro (CHEAL 92,3 %) in zadovoljivo (POAAN 89 %). Kot defoliant za hmelj je učinkoval dobro, odpadlo je 91,7 % poškrpljenih listov, rang ocena je +4.

Beloukha (solo) smo uporabili po vzniku (Post 2) v odmerku 5,3 L/ha pri obravnavanju št. 3. Ocenili smo dobro učinkovitost (ECHCG 92,3 %, AMARE 92,0 %, POAAN 91,7 %), zadovoljivo učinkovitost (VERPE 91,3 % in STEME 88,0 %) in nezadovoljivo učinkovitost (DIGSA 81 %). Kot defoliant za hmelj je učinkoval popolnoma nezadovoljivo, listje je ostalo precej zeleno, odpadlo je le 10,7 % poškrpljenih listov, rang ocena je le +1.

Beloukha + 30% UAN smo uporabili po vzniku (Post 2) v odmerku 5,3 L/ha + 33,0 L/ha UAN pri obravnavanju št. 4. Ocenili smo dobro učinkovitost (POAAN 93,0 % in STEME 92,0), zadovoljivo učinkovitost (AMARE 90,7 % in VERPE 89,7 %) in nezadovoljivo učinkovitost (ECHCG 86,0 % in CHEAL 84,3 %). Kot defoliant za hmelj je učinkoval popolnoma nezadovoljivo, listje je ostalo precej zeleno, odpadlo je le 36,0 % poškrpljenih listov, rang ocena je +2.

Beloukha + Break thru S 240 smo uporabili po vzniku (Post 2) v odmerku 5,3 L/ha + 0,1 L/ha Break thru S 240 pri obravnavanju št. 5. Ocenili smo odlično učinkovitost (STEME 100 %), zelo dobro (AMARE 95,3 % in ECHCG 94,0 %), dobro (POAAN 93,0 % in VERPE 92,0 %) in zadovoljivo (CHEAL 88,3 %). Kot defoliant za hmelj je učinkoval popolnoma nezadovoljivo, listje je ostalo precej zeleno, odpadlo je le 18,3 % poškrpljenih listov, rang ocena je -2.

Beloukha + Break thru S 240 + 30% UAN smo uporabili po vzniku (Post 2) v odmerku 5,3 L/ha + 0,1 L/ha Break thru S 240 + 33,0 L/ha UAN pri obravnavanju št. 6. Ocenili smo zelo dobro učinkovitost (AMARE 93,7 %), zadovoljivo učinkovitost (VERPE in STEME oba 88,7 %, ECHCG 88,3 %, CHEAL in POAAN oba 86,7 %). Kot defoliant za hmelj je učinkoval nezadovoljivo, listje je ostalo precej zeleno, odpadlo je le 45,0 % poškrpljenih listov, rang ocena je -3.

4 ZAKLJUČKI

Defoliant Beloukha je v vseh primerih v našem poskusu učinkoval od popolnoma nezadovoljivo do nezadovoljivo. Na plevelne vrste je bila učinkovitost večinoma od zelo dobre, preko dobre do zadovoljive in le redko nezadovoljive. V vseh primerih, tako defolianta za rastline hmelja kot herbicida za plevela, je bila učinkovitost primerjalnega standarda Reglone 200 SL precej boljša od proučevanega defolianta Beloukha in njegovih kombinacij. Tudi defoliant Reglone 200 SL je učinkoval v proučevanem letu slabše (le dobro, 91,7 % učinkovitost). V preteklih letih smo v poskusih ocenili njegovo učinkovitost kot zelo dobro (96,0 %). Pri uporabi herbicida (defolianta) Beloukha samostojno ali v kombinacijah Beloukha + 30% UAN, ali Beloukha + Break thru S 240 ali Beloukha + Break thru S 240 + 30% UAN na trtah hmelja (panogah) nismo opazili znakov fitotoksičnosti. Vzrok za slabšo učinkovitost defoliantov v letu 2018 je po našem mnenju v veliki količini padavin 7 dni pred (74,6 mm padavin) in 7 dni po škropljenju z defolianti

(31,2 mm padavin). Tla so bila pogosto zasičena z vlago, vseskozi je potekala intenzivna rast tako hmelja kot tudi plevelov.

Na podlagi rezultatov poskusa lahko zaključimo, da učinkovitost defoliantov v letu 2018 ni bila zadovoljiva. Za pridobitev realnejših in natančnejših rezultatov učinkovitosti proučevanih defoliantov bi bilo potrebno poskus ponoviti.

5 VIRI IN LITERATURA

- Červenka, M., Ferakova, V., Haber, M., Kresanek, J., Paclova, L., Peciar, V., Šomšak, L., Rastlinski svet Evrope, Ljubljana, Mladinska knjiga Ljubljana, 1988, 102-103, 110-111, 178-179, 200-201, 302-303
- EPPO STANDARDS PP1/139 (3) Weeds in hop, Efficacy Evaluation of Plant protection produce (18. oktober 2018)
- EPPO STANDARDS PP2, Good Plant Protection Practice, 2005, 45
- Fenofaze. Dostopno na: <http://spletni2.furs.gov.si/agromeT/feno/feno.asp> (18. julij 2018).
- Hmezad. Dostopno na: <http://www.hmezad.si/hmelj/sorte-hmelja/aurora-super-styrian>
- IHPS vreme interno, 2018
- Lešnik, M., Tehnika in ekologija zatiranja plevelov, Ljubljana, Kmečki glas, 2007, 186-223
- Nguyen, C., Chemin, A., Vincent, G., 23e Conférence du COLUMA. Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes, Dijon, France, 6-8 décembre 2016, 717-729
- Seznam FFS. Dostopno na: <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (16. julij 2018).
- Šarić, T., Atlas korova, Sarajevo, Svetlost OOUR Zavod za udžbenike, 1978, 8-9, 66-67, 70-71, 166-167, 186-187, 190-191

PRIMERJAVA RAZLIČNIH GENOTIPOV HMELJA GLEDE NA VSEBNOST BETA-KISLIN

Iztok Jože KOŠIR¹, Andreja ČERENAK² in Miha OCVIRK³

Izvirni znanstveni članek / scientific article

Prispelo / received: 26. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 17. december 2018

Izvleček

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

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

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

Abstract

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

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

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

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

³ Dr., isti naslov, e-pošta: miha.ocvirk@ihps.si

1 UVOD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Vzorci hmelja

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

2.2 Določanje vlage v vzorcih

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

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

2.3 Določanje vsebnosti alfa- in beta-kislin

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

2.4 Določanje vsebnosti eteričnega olja

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

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 ZAKLJUČEK

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

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

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

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

5 VIRI IN LITERATURA

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

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

ŠKODLJIVCI INDUSTRIJSKE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V SLOVENIJI

Magda RAK CIZEJ¹ in Franček POLIČNIK²

Pregledni članek / review article
Prispelo / received: 22. oktober 2018
Sprejeto / accepted: 14. december 2018

Izvleček

Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.) spada v družino konopljev (Cannabaceae), enako kot hmelj. V Sloveniji, še posebno v Spodnji Savinjski dolini, je zelo velik potencial hmeljevega bolhača (*Psyllioides attenuatus*) in koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis*), ki sta pomembna ekonomska škodljivca na konoplji kot tudi na hmelju. Poleg omenjenih škodljivcev lahko na konoplji v Sloveniji povzročajo škodo še sovke iz rodu *Agrotis*, stebelna ogorčica (*Ditylenchus dipsaci* Kühn), konopljin zavijač (*Grapholita delineana* Walk.), konopljna uš (*Phorodon cannabis* Pass.) in razne ptice (*Aves*). Zaradi vse višjih temperatur zraka bi lahko na konoplji postala potencialna škodljivka tudi južna plodovrtka (*Helicoverpa armigera*). Fitofarmacevtskih sredstev, s katerimi bi zatirali škodljivce na konoplji, ni. Zaradi spremenjenih klimatskih razmer je vse večja prisotnost škodljivcev na konoplji, katere bo v prihodnje potrebno obvladovati z uporabo metod z nizkim tveganjem.

Ključne besede: industrijska konoplja, *Cannabis sativa*, škodljivci, metode z nizkim tveganjem

PESTS ON INDUSTRIAL HEMP (*Cannabis sativa* L.) IN SLOVENIA

Abstract

Industrial hemp is plant, which is becoming more popular on the World and in Slovenia. It belongs to the family of cannabis (Cannabaceae) the same like hops. In Slovenia, especially in the Lower Savinja Valley, there is a very high potential hop flea beetles (*Psyllioides attenuatus*) and European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). Pests cause economical important damage on hop as well as on hemp. In addition can in Slovenia cause damage on hemp also pests like cutworms *Agrotis*, stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* Kühn), Eurasian hemp moth (*Grapholita delineana* Walk.), cannabis aphid (*Phorodon cannabis* Pass.) and different birds (*Aves*). Due to rising up air temperatures, the potential pests on hemp could be also

¹ Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: magda.rak-cizej@ihps.si

² Mag., inž. hort., isti naslov, e-pošta: franci.policnik@ihps.si

cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*). There are no plant protection products to control pests on cannabis. The climate changing, there are growing presence pests on hemp, which will need to manage in the future with low risk plant protection methods.

Key words: industrial hemp, *Cannabis sativa*, pests, low risk plant protection methods

1 UVOD

Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.) spada v družino konopljev (Cannabaceae), v katero spada tudi hmelj (*Humulus lupulus* L.) (Kocjan Ačko, 1999). Konoplja je rastlina, ki jo lahko vsestransko uporabljamo tako za hrano, krmo, kozmetične izdelke, oblačila, papir, gradbeni material, olje in kurivo. Zgodovina uporabe konoplje sega vse do 20. stoletja, ko so jo uporabljali predvsem za vlakna, kasneje pa so konopljina vlakna pričeli nadomeščati z juto, bombažem, idr. (Kaiser in sod., 2014, Strgulec in sod., 2016).

Rastlina je gostiteljica številnih škodljivcev. V svetu je znanih precej škodljivcev, ki bolj ali manj vplivajo na zmanjšanje količine pridelka konoplje. Če želijo pridelovalci konoplje pridelati visoke pridelke, morajo posejati kakovostno seme konoplje ter upoštevati naslednja načela: redno preventivno pregledovanje posevka, pri najdbi bolezni oziroma škodljivcev nemudoma ugotoviti povzročitelja in se posvetovati s strokovnjakom o zatiranju. Pri zatiranju bolezni in škodljivcev je potrebno uporabiti registrirana fitofarmacevtska sredstva, saj lahko imamo v nasprotnem primeru težave z ostanki fitofarmacevtskih sredstev v konopljinem olju (McPartland in sod., 2000).

V članku smo se osredotočili na pregled literature škodljivcev konoplje, predvsem tistih, ki se pojavljajo na konoplji v Sloveniji in lahko povzročijo pomembno ekonomsko škodo. Pri posameznem škodljivcu je na kratko navedena biologija in škoda, ki jo povzroča na konoplji. Dotaknili smo se tudi preference hmeljeva bolhača. Ker so fitofarmacevtska sredstva, predvsem insekticidi, v pridelavi konoplje v Sloveniji prepovedani, smo se osredotočili tudi na metode z nizkim tveganjem (uporaba entomopatogenih ogorčic, entomopatogenih gliv, sajenje privabilnih posevkov) za obvladovanje škodljivcev na konoplji.

V skladu s Seznamom fitofarmacevtskih sredstev v Sloveniji le-teh ni na voljo za uporabo na konoplji (Seznam FFS..., 2018), zato bo potrebno za obvladovanje bolezni in škodljivcev na konoplji dosledno izvajati vse agrotehnične ukrepe in vpeljati uporabo metod z nizkim tveganjem.

2 ŠKODLJIVCI

V Sloveniji so gospodarsko najpomembnejši škodljivci na industrijski konoplji hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus* Koch), sovke (*Agrotis* spp.), koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), stebelna ogorčica (*Ditylenchus dispaci* /Kulm/Filip). Poleg navedenih škodljivcev lahko na konoplji povzročajo škodo tudi konopljin zavijač (*Grapholita delineaana* Walk), uši, med katerimi prevladuje predvsem konopljna uš (*Phorodon cannabidis* Pass.), ter ptice, ki lahko povzročijo škodo spomladi v času vznika ter v času dozorevanja konoplje, saj se prehranjujejo z zreliimi semeni konoplje. Za divjad konoplja naj ne bi bila privlačna, saj jih lepljiva smola na stebelnih in cvetnih listih odvrča (Kocjan Ačko, 1999; Quarles, 2018). Gomboc (1999) omenja, da je lahko zaradi namnožitve južne plodovrtke (*Helicoverpa armigera* Hueber) škoda tudi na konoplji.

HMELJEV BOLHAČ (*Psyllioides attenuatus* Koch). Odrasli osebki hmeljevega bolhača prezimijo v zemlji in običajno začnejo z letom v začetku aprila in napadajo predvsem mlade liste konoplje. Samice v aprilu odlagajo jajčeca in sicer v povprečju 2,6 jajčec dnevno. Odlaganje jajčec traja vse do julija. V od 5 do 16 dneh, odvisno od vremena, se iz jajčec izležejo ličinke, ki se hranijo na koreninah konoplje, kjer ne povzročajo veliko škodo. Glavne poškodbe povzročajo odrasli bolhači predvsem na mladih listih. Najbolj so aktivni ob toplem in vlažnem vremenu, ob visoki vlagi, v času obilnih padavin, pa so hmeljevi bolhači manj aktivni. Pogosto se zatečejo med razpoke v tleh ali na nižje dele rastlin. Hmeljev bolhač ima eno generacijo letno in sicer s spomladanskim in poletnim pojavljanjem (Rak Cizej in Žolnir 2003). Spomladi se bolhači običajno najintenzivneje pojavljajo maja in povzročijo največ škodo v času vznika konoplje. Poletni pojav hmeljevega bolhača je najintenzivnejši julija in avgusta, ko se odrasli bolhači prehranjujejo na socvetju konoplje. Poleg hmeljevega bolhača lahko škodo na konoplji povzročata še črni kapusov bolhač (*Phyllotreta atra* (L.)) in veliki progast bolhač (*Phyllotreta nemorum* (Fabricius)) (McPartland in sod., 2000).

Hmeljev bolhač je škodljivec tako na konoplji kot tudi na hmelju. Pri *in vitro* ugotavljanju prehranjevanja hroščev hmeljevega bolhača smo potrdili, da ima hmeljev bolhač večjo preferenco do listov hmelja, sorte Aurora kot listov navadne konoplje, sorte Bialobrzeskie (Rak Cizej, 2006). Ker se površine z industrijsko konopljo kot tudi s hmeljem v Sloveniji povečujejo, se je zaradi tega povečal tudi potencial hmeljevega bolhača. Množična uporaba insekticidov je prepovedana v hmeljiščih in tudi pri pridelavi industrijske konoplje. Zaradi tega se v zadnjih letih opaža porast hmeljevega bolhača (Rak Cizej in Žolnir, 2003). Pojav spomladanskega rodu hmeljevega bolhača je največji maja, ravno v času kalitve in intenzivne rasti industrijske konoplje. Če se prideluje konoplja v bližini hmeljišč, bo hmeljev bolhač zaradi preference v spomladanskem času povzročal več poškodb na hmelju kot na konoplji (Rak Cizej, 2006). Poletni pojav hmeljevega bolhača,

kljub večji preferenci na hmelju, na socvetju konoplje povzroča pomembno gospodarsko škodo.

SOVKE (*Agrotis* spp.). Gosenice sovč iz rodu *Agrotis* povzročajo poškodbe na rastlinah konoplje predvsem ponoči. Sovka napada predvsem stebela mladih rastlin, na katerih so poškodbe najpogostejše. Poškodovane rastline zaradi poškodovanega stebela polegajo in propadejo. Poškodbe povzročajo tudi na starejših rastlinah, katere ne propadejo takoj, ampak postopoma hiraajo (McPartland in sod. 2000). V Sloveniji na konoplji povzročajo škodo predvsem epsilon sovka (*Agrotis ipsilon* (Hufnagel)), ozimna sovka (*Agrotis segetum* Denis & Schiffermüller) in njivska sovka (*Agrotis exclamationis* (L.)). Vse sovke so izraziti polifagi in imajo veliko sposobnost letenja na dolge razdalje. Ozimna sovka se zabubi v spomladanskem času, v juniju se pojavi odrasel metulj. Po oploditvi samice začnejo odlagati jajčeca na spodnjo stran listov. Ličinke, gosenice prvih razvojnih stadijev, povzročajo škodo predvsem na listih konoplje. Najbolj so škodljive ličinke višjih razvojnih stadijev, ki ponoči vrtajo luknje v stebela, podnevi pa mirujejo v nižji plasteh rastlin ali tik ob tleh. Epsilon sovka se pojavlja predvsem na temperaturno toplejših in pogostejše poplavljenih tleh. K nam se seli iz južnih krajev, na njeno selitev pa močno vpliva ravno višja vlaga in visoke temperature zraka. Škodo povzročajo predvsem starejše gosenice, ki izjedajo stebela, katere tudi povlečejo v tla in se z njimi prehranjujejo preko dneva (Škerbot in Jesenko, 2011).

KORUZNA VEŠČA (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Koruzna vešča je izrazit polifag, ki največ škode povzroča na koruzi. Na območju Spodnje Savinjske doline povzroča gospodarsko škodo na hmelju. Gostiteljska rastlina koruzne vešče je tudi konoplja. Zaradi opuščanja fitosanitarnih higienskih ukrepov, nepravočasno in nepravilno spravilo gostiteljskih rastlin koruzne vešče ter neuporabe insekticidov, se je populacija koruzne vešče zelo povečala. Zaradi podnebnih sprememb so razmere za razmnoževanje koruzne vešče v Sloveniji zelo ugodne. Koruzna vešča ima v osrednjem delu Slovenije dva rodova letno. Prvi rod se pojavi konec maja, ki na konoplji ne povzroča večje škode. Metulji koruzne vešče drugega rodu se običajno pojavljajo konec julija in dosežejo vrh v avgustu (Rak Cizej in Žolnir, 2003). Škodo povzročajo gosenice, ki se zavrtajo v stebela konoplje, s tem pa povzročijo, da začno rastline zaostajati v rasti, rumenijo in se sušijo. Rovi, ki jih naredijo gosenice, so močno izpostavljeni okužbi z glivo ogljena trohnoba soje (*Macrophomina phaseolina*) in z nekaterimi vrstami fuzarioz (*Fusarium* spp.). Gosenice koruzne vešče druge generacije poleg škode na steblih konoplje povzročajo škodo na cvetovih, kjer se selektivno hranijo z ženskimi cvetovi in semeni, s čemer lahko povzročijo tudi do 40 % izgube pridelka semena konoplje (McPartland in sod., 2000).

KONOPLJIN ZAVIJAJČ (*Grapholita delineana* Walk.). Konopljin zavijač lahko povzroči veliko škodo, saj se njegove ličinke, gosenice, zavrtajo v stebela, v katerih

izjedajo rove. Na mestu vstopa v steblo nastanejo značilne zadebelitve. Zaradi poškodb od konopljinega zavijača se lahko zmanjša kakovost vlaken ter količina semena konoplje tudi do 41 %, saj se gosenice konopljinega zavijača rade prehranjujejo prav na socvetju konoplje (Kocjan Ačko, 1999). Dokazano je, da lahko posamezna gosenica v povprečju uniči do 16 semen. Škodljivec prezimi v obliki gosenice na strniščnih posevkih in plevelih. Gosenice se zabubijo v aprilu pod rastlinskimi ostanki prej omenjenih rastlin. V maju se pojavijo metulji, ki ne letijo daleč. Samica konopljinega zavijača odloži po parjenju od 350 do 500 jajčec. Zanimivost konopljinega zavijača je, da odrasel metulj živi manj kot 14 dni. Iz jajčec se izležejo gosenice v 3 do 6 dneh. Umrljivost gosenic je zelo velika, saj od 350 do 500 odloženih jajčec, preživi le 17 gosenic, kar je odvisno od temperature in vlage. V jesenskem času, ko je dolžina dneva krajša od 14 ur, gosenice konopljinega zavijača preidejo v fazo mirovanja (McPartland in sod., 2000).

KONOPLJINA UŠ (*Phorodon cannabis* Pass.). Konopljina uš sesa sok iz konopljinih listov, zaradi česar se listi konoplje vihajo in pozneje porumenijo. Konopljina uš je tudi pomemben prenašalec, vektor, virusa HSV – hemp streak virus in nekaterih drugih rastlinskih patogenov, zato je pri pridelavi semenske konoplje potrebno zatiranje konopljine uši. Konopljina uš je monoecična vrsta, kar pomeni, da ves njen razvoj poteka samo na konoplji, saj ne menja gostiteljske rastline (McPartland in sod., 2000).

JUŽNA PLODOVRTKA (*Helicoverpa armigera* (Hübner)). Južna plodovrtka je škodljivec, ki spada v skupino sovk. Je predvsem škodljivec, ki se bolj številčno pojavlja in povzroča škodo v tropskih, subtropskih in sredozemskih predelih, kjer je življenjski cikel zaradi višjih temperatur krajši, tudi manj kot 28 dni (McPartland in sod., 2000, Lammers in MacLeod, 2007). Plodovrtka je razširjena predvsem na toplejših območjih Evro-Azije, Avstralije in Južne Amerike. V Severni Ameriki južne plodovrte za zdaj še niso odkrili. V Sloveniji se škodljivka pojavlja sporadično, lahko pa se tudi lokalno prekomerno namnoži in povzroča škodo. Ima vsaj dve generaciji letno, tretja generacija prezimi kot buba v tleh (Modic, 2017). Škodo na konoplji povzročajo gosenice južne plodovrte, ki se zavrtajo v stebila in socvetja ter plodove. Na mestu vstopa se poveča tudi možnost okužbe z rastlinskimi patogeni, kot so različne glivične okužbe, ki zmanjšujejo kakovost pridelka konoplje in navsezadnje tudi propad rastlin (Gomboc, 1999).

STEBELNA OGORČICA (*Ditylenchus dipsaci* /Kulm/Filip). Stebelna ogorčica povzroča škodo predvsem na nadzemnih delih konoplje. Simptomi se pokažejo kot zbita rast poganjkov in listov, ki so lahko tudi mehurjasti. Stebla konoplje zaradi tega postanejo zvita in ukrivljena. Ker se nadzemni del konoplje začne sušiti in propadati, pogosto začne rastlina odganjati iz spodnjih, spečih brstov. Razvoj stebelne ogorčice se začne v tleh, pozneje pa se začne napad nadzemnih delov konoplje. Škodljivka vstopa v nadzemni del rastline skozi lenticle, listne reže ali

skozi mehansko poškodovana mesta. Širjenje stebelne ogorčice je najbolj hitro ob hladnem in vlažnem vremenu. Značilno je, da se stebelna ogorčica lahko širi s pomočjo semena, kar pa je bilo do sedaj potrjeno le še pri fižolu in čebuli (McPartland in sod., 2000).

PTICE. Ptice lahko povzročijo veliko škodo na konoplji v Sloveniji, saj povzročajo škodo na semenih že v času setve konoplje ter pozneje ob dozorevanju konopljinih semen. Francoski kmetje pri pridelavi konoplje protizoper pticam uporabljajo repelent antrakinson. Škodo v nasadih konoplje povzročajo ptice, kot so: repnik (*Carduelis cannabina* L.), sraka (*Pica pica* L.), škorec (*Sturnus vulgaris* L.), poljski vrabec (*Passer montanus* L.), domači vrabec (*Passer domesticus* L.), brglez (*Sitta europaea* L.), mali detel (*Dryobates minor* L.), idr. (McPartland in sod., 2000), ki so mestoma množično prisotni tudi na slovenskih poljih.

3 BIOTIČNO ZATIRANJE ŠKODLJIVCEV NA KONOPLJI

Uporaba biotičnih pripravkov se zaradi omejevanja uporabe fitofarmacevtskih sredstev povečuje. Pomembno je, da z ustreznimi agrotehničnimi ukrepi prispevamo k čim več naravnih sovražnikov oziroma predatorjev za škodljive organizme. Škodljivci na konoplji imajo veliko naravnih sovražnikov, od omnivorov, predatorjev, ki se prehranjujejo z velikim številom škodljivcev, do specializiranih predatorjev, kateri se prehranjujejo izključno z določenim škodljivcem (Bakro in sod., 2018).

V Sloveniji bi lahko uporabili za zatiranje škodljivcev entomopatogene ogorčice (*Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, entomopatogene glive *Beauveria brogniartii*). V naravnem okolju je prisotnih tudi veliko število naravnih sovražnikov, kot je parazitska osica *Encarsia formosa*. K biotičnem zatiranju škodljivcev na konoplji lahko pristopimo tudi tako, da sadimo privabilne ali odvrčalne dosevke ob nasadu konoplje. Primer odvrčalnega učinka ima česen (*Allium sativum* L.), ki odganja škodljivce iz rodu lepencev (Chrysomelidae), ki so občasni škodljivci na konoplji. Kot privabilni posevek za hmeljevega bolhača se je izkazala kopriva (*Urtica dioica*), še večji privabilni učinek ima hmelj (*Humulus lupulus*). Ob sajenju privabilnih posevkov je potreben natančen monitoring škodljivca. Ko se na rastlinah privabilnega posevka pojavijo škodljivci, moramo spremljati njihov razvoj. Ob najbolj ranljivi razvojni fazi škodljivca je priporočeno uničiti privabilni posevek, s tem pa tudi preprečiti nadaljnji razvoj škodljivca. Tako lahko močno zmanjšamo populacijo škodljivih organizmov oziroma delno zatremo razvoj škodljivcev. Sejemo lahko tudi rastline iz rodu *Tagetes* in ricinus (*Ricinus communis*), ki delujejo kot odvrčalo za talne ogorčice. Pomemben škodljivec, ki bi ga lahko s temi rastlinami omejili, je stebelna ogorčica (*Ditylenchus dispacii*) (McPartland in sod., 2000).

4 ZAKLJUČEK

V prispevku smo se osredotočili na škodljivce na industrijski konoplji in njihovo sedanje in potencialno prisotnost v Sloveniji. Velik izziv je predvsem obvladovanje škodljivcev, ki so sočasno škodljivci konoplje in hmelja. Na območju Spodnje Savinjske doline, kjer se hmelj prideluje na večjih površinah, je velik pritisk hmeljevega bolhača in koruzne vešče, ki sta oba pomembna škodljivca konoplje. Preferenca hmeljevega bolhača je v spomladanskem času večja na listih hmelja kot na konoplji (Rak Cizej, 2006), nasprotno pa hmeljev bolhač v poletnem času povzroči veliko škodo tudi na konoplji. Koruzna vešča povzroča pomembno škodo na hmelju kot tudi na konoplji. Uporaba kontaktnih insekticidov s širokim spektrom delovanja za zatiranje škodljivcev se je v zadnjih dveh desetletjih v Sloveniji precej zmanjšala, zaradi tega pa se je povečala populacija nekaterih škodljivcev, kot je hmeljev bolhač (Rak Cizej in Žolnir, 2003). Ker ni insekticidnih pripravkov, ki bi ustrezno zmanjševali populacijo določenih škodljivcev, se le ti brez težav razmnožujejo in povzročajo pomembno škodo na posevkih konoplje (Kaiser in sod., 2014). V prihodnje bo treba za zatiranje škodljivcev na konoplji povečati raziskave biotičnega zatiranja škodljivih organizmov in uvesti različne metode z nizkim tveganjem.

5 VIRI IN LITERATURA

- Bakro F., Wielgusz K., Bunalski M., Jedryczka M. An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops* 2018; 136(September): 9–20
- Gomboc S. *Helicoverpa armigera* HBN (Lep., Noctuidae) - Karantenski škodljivec, ki ima v Sloveniji že daljšo zgodovino. 1999; 247–253
- Kaiser C., Cassady C., Ernst M. Industrial Hemp Production. *Food and environment; University of Kentucky college of agriculture*. 2014; 1 - 6
- Kocjan Ačko D. Pozabljene poljščine Ljubljana, Založba Kmečki glas, 1999; 101–118
- Kocjan Ačko D. Izobraževalni Seminar »Navadna Konoplja in EU« gradivo. http://www.konoplja.org/web/Konoplja/Industrija/Izobrazevalni_seminar_navadna_konoplja_porocilo.htm (20.11.2018)
- Lammers, J.W., and MacLeod. A. Report of a pest risk analysis. *Plant Protection Service (NL) and Central Science Laboratory (UK) joint Pest Risk Analysis for Helicoverpa armigera* 2007; (August): 1–18.
- McPartland, J.M., Clarke R.C., Watson D.P. Hemp diseases and pests management and biological control *CABI Publishing*. 2000; 1-233
- Modic Š. Južna plodovrtka (*Helicoverpa armigera*). *Kmetijski inštitut Slovenije -tehnološka navodila*; 2017; 18–19
- Quarles W. The IPM for Cannabis Pests. *IPM Practitioner*. 2018; 36(5/6): 1-16
- Rak Cizej M., Žolnir M.. Hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus* Koch) vse pogostejši škodljivec hmelja v Sloveniji. *Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin Zreče, 4. – 6. marec 2003*. 2003; 233–238
- Rak Cizej, M. Interakcije med hmeljevim bolhačem, *Psylliodes attenuatus* Koch

(Coleoptera: Chrysomelidae) in gostiteljskimi rastlinami: Doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta, 2006.

Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev na dan 29.11.2018,
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (29.11.2018)

Škerbot I., Jesenko T. Talni škodljivci v pridelavi. *Tehnološka navodila KGZS*. 2011 (november).

Strgulec M., Jesenko T., Škerbot I., Poženel A., Dolenšek M., Kalan M., Škerbot I. Tehnologija pridelave industrijske konoplje. *Tehnološka navodila_KGZS*. 2016 (november).

KARAKTERISTIKE SORT NAVADNE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V PRIDELAVI V SLOVENIJI

Marko FLAJŠMAN¹, Darja KOCJAN AČKO² in Barbara ČEH³

Pregledni članek / review article
Prispelo / received: 22. oktober 2018
Sprejeto / accepted: 3. december 2018

Izvleček

Konopljo (*Cannabis sativa*) pri ponovnem uvajanju že dve desetletji spremljajo precejšnje tehnične ovire pri pridelavi in predelavi. Agrotehnika pridelave se v naših krajih zelo razlikuje; še vedno je zelo veliko ročnega dela. Običajen pridelek semena v praksi je 300 do 600 kg/ha. V določenih letih ga ni mogoče uspešno spraviti z njive in je nižji oziroma dosega v dobrih letih do slabo tona. V prvi fazi je potrebno pozornost nameniti izboru ustrezne sorte za setev, slovenskih sort za zdaj nimamo. Pri pregledu tuje literature smo ugotovili, da sorte dosegajo zelo različne pridelke stebel, semena in socvetij, kar je zelo odvisno od leta in lokacije pridelave, pa tudi v slovenskih pridelovalnih razmerah se sorte prav tako med seboj različno odzovejo. V Sloveniji se na površinah, večjih od 10 ha, prideluje 13 sort. Površina pod sortami Fedora 17, USO 31 in Finola od leta 2015 vztrajno pada, površina pod sorto KC Dora je okrog 60 ha, povečuje pa se površina pod sortama Tiborszallasi in Futura 75. Omenjenih šest sort pokriva okrog 260 ha njiv, kar je bilo v letu 2018 84 % njiv s konopljo. V različnih geografskih območjih dajejo pridelovalci prednost različnim sortam konoplje glede na namen pridelave.

Ključne besede: navadna konoplja, industrijska konoplja, *Cannabis sativa*, pridelek stebel, pridelek semena, površina setve

CHARACTERISTICS OF COMMON HEMP VARIETIES THAT ARE GROWN IN SLOVENIA

Abstract

Hemp (*Cannabis sativa*) growing in its two decade's reintroduction in cultivation and processing in Slovenia has been accompanied by considerable technical barriers. Production practice varies widely in Slovenia and there is still a lot of manual work. The usual yield of seed is 300 to 600 kg/ha. However, in certain

¹ Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-naslov: marko.flajsman@bf.uni-lj.si

² Doc. dr., isti naslov, e-naslov: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

³ Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija, e-naslov: barbara.ceph@ihps.si

years, yields are much lower and in favourable conditions up to one ton of seed can be achieved. Selection of the appropriate varieties must have highest priority, since we have no Slovenian varieties at the moment. In the literature review, we found that hemp varieties can achieve very different yields of seed, stems and inflorescences and that yields are highly year and location dependent. Field experiments in Slovenia showed that yields of seed, stems and inflorescences differ greatly among varieties. In Slovenia, 13 varieties are cultivated on areas larger than 10 ha. The cultivation area of varieties Fedora 17, USO 31 and Finola has been steadily decreasing since 2015, the cultivation area of the KC Dora is about 60 ha, while the area under the varieties Tiborszallasi and Futura 75 is increasing. These six varieties were grown on about 260 ha in 2018, which was 84 % of all hemp fields. In different geographical regions of Slovenia growers give priority to different hemp varieties with regard to the purpose of cultivation for different end-uses.

Key words: hemp, industrial hemp, *Cannabis sativa*, stem yield, seed yield, cultivation area

1 UVOD

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L.) je vsestransko uporabna poljščina. Iz delov rastline dobimo surovine za obrtno-industrijsko predelavo v hrano (seme, olje, moka, beljakovine), učinkovine za izboljševanje zdravja in dobrega počutja ter zmanjševanje čustvenih napetosti (nahajajo se v semenu in olju, listih za čaj, prahu iz liofiliziranih svežih listov in smoli, bogati s kanabinoidi, ki so v žleznihih trihomih ženskih socvetij), oblačila (stebelna vlakna), papir in gradbeni material (stebila). Kot možno dobičkonosno alternativno poljščino z majhnim deležem zemljišč v svetu in pri nas jo pri ponovnem uvajanju že dve desetletji spremljajo precejšnje tehnične ovire pri pridelavi in predelavi (Kocjan Ačko in sod., 2002; Amaducci in sod., 2015; Andre in sod., 2016; Fike, 2016; Flajšman in sod., 2016).

V skladu z zakonskimi zahtevami glede vsebnosti Δ^9 THC v zgornji tretjini ženske ali dvospolne rastline so na seznamu »Skupni katalog sort poljščin EU« (Evropska sortna lista) vpisane samo sorte konoplje z manj kot 0,2 % Δ^9 THC. Kljub znanim agronomskim lastnostim posameznih tujih sort, ki jih v literaturi navajajo žlahtnitelji in drugi strokovnjaki (Jankauskiene in Gruzdeviene, 2009; Salentijn in sod., 2015; Tang in sod., 2016), se lahko iste sorte pri nas odzivajo drugače, zato je uvajanje tujih sort k nam enako pomembno kot pri glavnih poljščinah, pri katerih je introdukcija redna praksa, pridelovalci pa so vajeni podpore pri izbiri sort v obliki vsakoletnega seznama in opisov priporočenih sort.

Ker kroži o konoplji med laiki in pridelovalci-začetniki precej posplošenih in iz pridelovalnega vidika tveganih trditev, je čas, da se stroka odmakne od smelih trditev v poljudnih medijih, kot so: »konoplja ne potrebuje gnojil«, »konoplja dobro razplevela tla«, »konoplja ni občutljiva za bolezni in škodljivce« in podobno. Več kot bo slovenski pridelovalec vedel o izbrani sorti, bolj natančno bo lahko opravljal s tveganji pridelave. Ker so slovenski pridelovalci konoplje usmerjeni v različne namene uporabe pridelka, jih zanimajo sorte, ki bi imele prednost pri izbiri bodisi za čaj, seme, olje, smolo, vlakna, stebila, kar pa ni razvidno z Evropske sortne liste. S pomočjo analize nekaterih parametrov imamo največ podatkov za pridelek in kakovost stebel in semen posameznih sort. Rezultate dopolnujemo z vsebnostmi najbolj znanih kanabinoidov (THC in CBD) in drugih učinkovin, kot so terpeni in nekatere fenolne snovi.

V prispevku smo zbrali podatke o najbolj razširjenih sortah konoplje v Sloveniji iz tuje in domače literature ter izkušnje domačih pridelovalcev.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Površina pod konopljo

Pridobili smo podatke o površinah po posameznih sortah konoplje v Sloveniji v obdobju med letoma 2015 in 2018, ki so jih zbrali na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP), in jih primerjali med seboj po sortah in letih pridelave ter s podatki o površinah v državah članicah EU, ki nam jih je posredoval gospod Dominik Vogt iz nemškega inštituta »nova-Institute« oziroma so v bazi EUROSTAT.

2.2 Pregled literature s poljskimi poskusi z navadno konopljo

Znanstvene članke, nastale na podlagi raziskav, v okviru katerih so opravljali večletne poljske poskuse z navadno konopljo, smo iskali v javno dostopnih bazah podatkov, in sicer Web of Science, ScienceDirect, Scopus, Proquest in Google Scholar. Iz pregledane literature (različne evropske študije in slovenski poljski poskusi) smo zbrali podatke iz takšnih poljskih poskusov, s katerimi so raziskovalci testirali vpliv različnih tehnoloških ukrepov na pridelek semena, stebel in socvetja sort, ki se v zadnjih letih pridelujejo v Sloveniji na vsaj 10 ha.

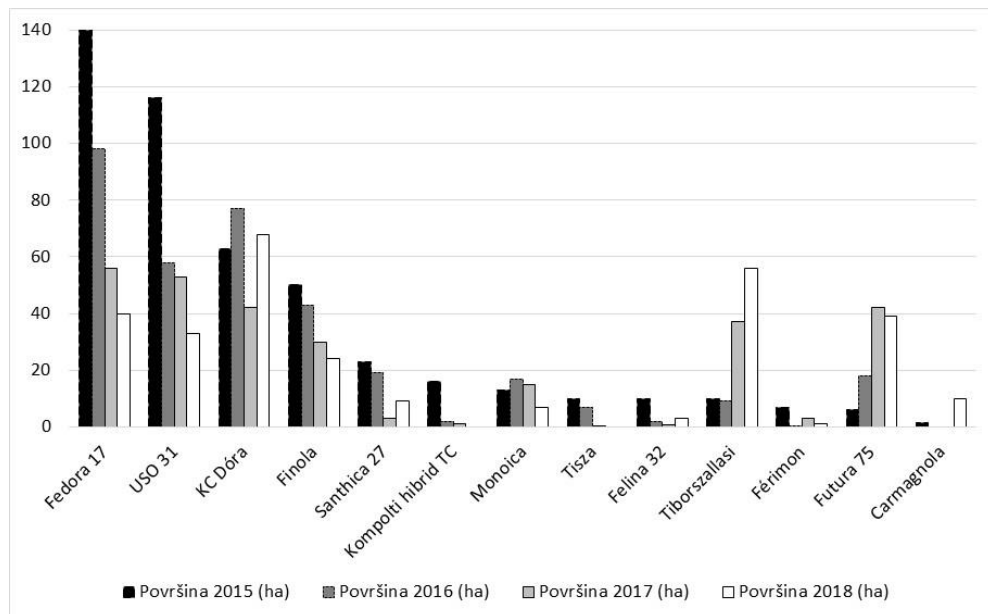
2.3 Izkušnje nekaterih slovenskih pridelovalcev s pridelavo konoplje

Izdelali smo vprašalnik, s katerim smo želeli pridobiti podatke o posameznih sortah konoplje, ki izvirajo iz izkušenj slovenskih pridelovalcev konoplje. Vprašanja smo ustno oziroma pisno posredovali nekaterim pridelovalcem, s katerimi tudi sicer sodelujemo.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Površina glede na sorto konoplje v Sloveniji

Na sliki 1 je prikazana površina pod sortami konoplje v Sloveniji med letoma 2015 in 2018 in sicer za tiste sorte, katerih površina je bila vsaj enkrat v teh letih 10 ha ali več, torej 13 sort. Na prvih treh mestih po površini pridelave v Sloveniji so bile od leta 2015 do leta 2016 iste štiri sorte, in sicer Fedora 17, USO 31, KC Dora in Finola. Že v letu 2017 sta sorto Finola prehiteli sorti Futura 75 in Tiborszallasi, tako da je bila na petem mestu, v letu 2018 pa je po površini na šestem mestu. V letu 2018 je na drugo mesto skočila sorta Tiborszallasi, na četrto sorta Futura 75, na petem je bila sorta USO 31. Površina pod sortami Fedora 17, USO 31 in Finola od leta 2015 vztrajno pada, površina pod sorto KC Dora je okrog 60 ha, povečuje pa se površina pod sortama Tiborszallasi in Futura 75. Omenjenih šest sort je v letu 2017 pokrivalo 260 ha njiv, kar je predstavljalo 88 % vseh njiv s konopljo, v letu 2018 pa 261 ha (84 % njiv s konopljo). Vse ostale sorte se pridelujejo na površini manjši od 10 ha, in predstavljajo skupaj 16 % njiv s konopljo. Razširjenost sort je odvisna od lastnih izkušenj pridelovalcev iz preteklih let, pa tudi od reklame (informacij ponudnikov) in bližine ponudbe (prodajnega mesta).



Slika 1: Površina glede na sorto konoplje od leta 2015 do leta 2018 v Sloveniji po podatkih MKGP

Po podatkih FAOSTAT (2018) je bila površina pod konopljo (hempseed) v letu 2016 24.429 ha, od tega v Evropi 75 % oziroma 18.251 ha. 73 % evropskih površin

s konopljo je bilo v Franciji, to je 13.254 ha. Sledila je Ruska Federacija z 2.333 ha, Ukrajina z 891 ha, Romunija z 890 ha in Madžarska z 817 ha. V letu 2017 je bilo v Evropi največ površin s konopljo posejanih v Franciji (17.000 ha), sledile so Estonija s 6.000 ha, Italija z 2.700 ha in Litva z 2.500 ha. Nizozemska, Nemčija in Romunija so imele okoli 2.000 ha (za leto 2017 ni podatka o površinah pridelave v Ukrajini in Rusiji; Dominik Vogt, osebna komunikacija). V svetovnem merilu je bila površina pod konopljo v letih 2010 do 2016 med 18.961 (leta 2011) in 24.429 ha (leta 2016), v Evropi pa med 10.565 ha (leta 2011) in 18.251 ha (leta 2016). V Sloveniji se je med letoma 2015 in 2016 površina pod konopljo zmanjšala s 496 ha na 351 ha, v letih 2017 in 2018 pa ostaja okrog 300 ha (podatki MKGP).

3.2 Karakteristike sort v pridelavi v Sloveniji iz katalogov in literature

V preglednici 1 je so predstavljene osnovne lastnosti 13 sort navadne konoplje, ki so v pridelavi v Sloveniji na najmanj 10 ha v zadnjih treh letih.

Preglednica 1: Osnovne karakteristike sort konoplje glede na podatke v literaturi

Sorta	Izvor	Spol	Zrelostna skupina*	Namen pridelave
Carmagnola	Italija	dvodomna	zelo pozna	vlakna
Fedora 17	Francija	enodomna	zgodnja	seme/CBD/vlakna
Felina 32	Francija	enodomna	srednja	seme
Ferimon	Francija	enodomna	zgodnja	vlakna
Finola	Finska	dvodomna	zelo zgodnja	seme
Futura 75	Francija	enodomna	pozna	seme/CBD/vlakna
KC Dóra	Madžarska	dvodomna	pozna	seme/CBD/vlakna
Kompolti hibrid TC	Madžarska	dvodomna	srednja	vlakna
Monoica	Madžarska	dvodomna	srednja	seme/CBD/vlakna
Santhica 27	Francija	enodomna	srednja	seme/vlakna
Tiborszallasi	Madžarska	dvodomna	pozna	CBD/vlakna
Tisza	Madžarska	dvodomna	pozna	seme/stebila
USO 31	Ukrajina	enodomna	zgodnja	seme/stebila

*Zelo zgodnja = do 110 dni; zgodnja = do 125 dni; srednja = do 135 dni; pozna = do 145 dni; zelo pozna = do 160 dni

Pri pregledu dosegljive znanstvene literature, v kateri navajajo rezultate poljskih poskusov s sortami, ki se pridelujejo v zadnjih letih tudi v Sloveniji, smo ugotovili, da je uporabljen sortiment konoplje močno prostorsko in časovno specifičen. Poleg tega, da se v različnih državah sejejo različne sorte, je pri pregledu literature

opazen tudi trend menjavanja sort; npr. le nekaj izmed sort, ki so se pridelovale pred 10 do 15 leti, je v uporabi še danes. Podobno je opaziti tudi v Sloveniji. V letih 2000 in 2001 so Kocjan Ačko in sod. (2002) testirali 5 sort (Novosadska konoplja, Juso-11, Beniko, Unico-B in Bialobrzeskie), od katerih sta danes na Evropski sortni listi samo še Bialobrzeskie in Beniko, ki pa se trenutno v Sloveniji ne pridelujeta.

Futura 75. Ena izmed najpogostejše uporabljenih sort v poljskih poskusih je francoska enodomna sorta Futura 75. Pridelek stebel te sorte je bil v poskusih v Italiji med 5 in 13 t/ha (Cosentino in sod., 2012; Amaducci in sod., 2008), 11 t/ha v Grčiji (Papastilianou in sod., 2018), okoli 10 t/ha na Švedskem (Svennerstedt in Severson, 2006) in v Franciji (Harrabi in sod., 2017; Tang in sod., 2016), 15,2 t/ha na Češkem in do 20 t/ha v Latviji (Tang in sod., 2016; Ivanovs in sod., 2015). Največji pridelek semena v poskusih so pri tej sorti izmerili v Italiji, in sicer 1,4 t/ha, medtem ko je bil pridelek v poskusih na Češkem 1 t/ha, v Franciji 0,5 t/ha (Tang in sod., 2016). V Italiji so v poskusih izmerili tudi manjše pridelke semena, in sicer 0,4 t/ha (Baldini in sod., 2018) in 0,15 t/ha (Campiglia in sod., 2017). Futura 75 se je v poljskem poskusu v Ljubljani leta 2016 (Flajšman in sod., 2016) pokazala kot najbolj rodna sorta izmed preučevanih sedmih sort s pridelkom stebel 3,3 t/ha in pridelkom semena 1,6 t/ha. V letu 2017 pa je ta sorta na isti lokaciji dosegla pridelek stebel 8,8 t/ha in pridelek semena 0,8 t/ha (Flajšman in Ačko, 2017; Flajšman, še neobjavljeni podatki).

V Italiji (Campiglia in sod., 2017) so ugotovili, da gostota posevka (40, 80 in 120 rastlin/m²) ni vplivala na pridelek semena sorte Futura 75, pri večjem odmerku dušika (50 oz. 100 kg/ha N, pognojenem v dveh odmerkih 15 in 30 dni po vzniku) pa je bil pridelek semena dokazljivo večji. Največji pridelek stebel in socvetij je sorta dosegla pri največji gostoti setve in večjem odmerku dušika. Baldini in sod. (2018) so odrezali socvetja v času polnega cvetenja in dobili pridelek socvetij okoli 3 t/ha v povprečju dveh let, medtem ko so iste rastline dale še pridelek semena 0,3 t/ha. Papastilianou in sod. (2018) so ugotovili, da sta se pri gostoti posevka 125–130 rastlin/m² z večanjem odmerka dušika (120, 180 in 240 kg/ha N, pognojeno pred setvijo z ureo) pridelka stebel in socvetij povečevala in bila največja pri odmerku 240 kg/ha N; pridelek stebel se je povečal za 49 %, pridelek socvetij pa za 34 %. Tang in sod. (2016) so ugotovili, da ima sorta v času polne zrelosti semena največji pridelek socvetij v Latviji (povprečna temperatura in količina padavin v rastni dobi 16,3 °C in 217 mm; dolžina svetlobe 21. junija okoli 17,5 h), največji pridelek semena v Italiji (povprečna temperatura in količina padavin v rastni dobi 21,6 °C in 131 mm, dolžina svetlobe 21. junija okoli 15,3 h) in največji pridelek stebel na Češkem (povprečna temperatura in količina padavin v rastni dobi 16 °C in 260 mm; dolžina svetlobe 21. junija okoli 16 h), kar pomeni, da se sorta različno odziva na vremenske razmere v območju pridelave. V Franciji (povprečna temperatura in količina padavin v rastni dobi 17,7 °C in 331 mm; dolžina svetlobe

21. junija okoli 15,8 h) je imela Futura 75 najmanjši pridelek socvetij in semena, tudi pridelek stebel je bil nizek, čeprav je imela Francija največ padavin v rastni dobi. Cosentino in sod. (2012) so za italijanske razmere ugotovili, da je sorta Futura 75 dosegla največji pridelek stebel, če so jo sejali v sredini maja. Bolj zgodna ali poznejša setev se je odražala v nižjih pridelkih stebel. Amaducci in sod. (2008) so preizkušali vpliv gostote setve in časa žetve na pridelek stebel in vlaken te sorte. Ugotovili so, da je bil največji pridelek stebel in vlaken dosežen pri gostoti 120 rastlin/m² (gostoti 240 and 360 rastlin/m² sta bili manj primerni) ter pri žetvi ob začetku cvetenja (žetev v času polnega cvetenja se je izkazala kot manj primerna). Svennerstedt in Severson (2006) sta ugotovila, da na Švedskem, kjer je dolg dan, povečanje količine semena za setev (s 30 na 60 kg/ha) pri setvi v maju in gnojenju z N gnojili v količini 80 kg/ha pred setvijo ter 40 kg/ha pri višini rastlin 10 cm ni imelo vpliva na pridelek stebel oz. nadzemne biomase.

Fedora 17. Pridelek stebel sorte Fedora 17 so izmerili v poskusih v Italiji od 4 do 7,5 t/ha (Tang in sod., 2016; Campiglia in sod., 2017; Baldini in sod., 2018;), do 8 t/ha na Švedskem (Svennerstedt in Severson, 2006), 9 t/ha v Belgiji (Faux in sod., 2013) in 15 t v Latviji (Adamovičs in Rivža, 2015; Tang in sod., 2016), torej več v bolj severnih deželah. V Žalcu so v letih 2016 in 2017 izmerili pridelek stebel 8,5 t/ha oz. 8 t/ha (Čeh in Čremožnik, 2016; Čeh in sod., 2017), v Ljubljani pa je bil letu v 2016 pridelek 1,7 t/ha, ko so rastline poželi v času zrelega semena in je bilo število rastlin 81 rastlin/m² (Flajšman in sod., 2016), leta 2017 pa je bil pridelek 8 t/ha, ko so rastline želi že v avgustu pred dozorevanjem semena, gostota pa je bila 310 rastlin/m² (Flajšman in Kocjan Ačko, 2017). Tang in sod. (2016) so za sorto Fedora 17 določili največji pridelek socvetij v Latviji in najmanjšega v Franciji, največji pridelek semena v Italiji in najmanjšega v Franciji ter največji pridelek stebel na Češkem in najmanjšega v Italiji. Fedora 17 lahko dosega visok pridelek semena; dosegla je tudi do 2,3 t/ha v poskusih na Češkem in 2,4 t/ha v Italiji (Tang in sod., 2016; Campiglia in sod., 2017). V Belgiji so izmerili pridelek 1,8 t/ha (Faux in sod., 2013), v Ljubljani leta 2016 1,2 t/ha (Flajšman in sod., 2016), leta 2017 pa 0,3 t/ha (Flajšman, še neobjavljeni podatki). Campiglia in sod. (2017) so ugotovili, da se je pridelek semena in socvetja sorte Fedora 17 z gostoto setve (40, 80 in 120 rastlin/m²) povečeval, medtem ko gnojenje z dušikom (50 ali 100 kg/ha N) nanju ni imelo dokazljivega vpliva. Pridelek stebel se je povečeval z gostoto in povečevanjem odmerka dušika. Baldini in sod. (2018) so po tem, ko so rastlinam odrezali socvetja v fazi polnega cvetenja, dobili pridelek semena 0,5 t/ha, pridelek porezanih socvetij pa je bil v povprečju dveh let 2 t/ha. Faux in sod. (2013) so s poskusom v Belgiji testirali vpliv petih terminov setve, od 16. aprila do 16. julija, in ugotovili, da so pridelki semena in stebel pri zgodnejši setvi večji. Pridelek stebel se je zmanjševal z vsakim zakasnenim dnem setve v primerjavi setvijo 16. aprila za 0,103 t/ha na dan, pridelek semena pa za 0,023 t/ha na dan. Svennerstedt in Severson (2006) sta ugotovila, da povečana količina semena za setev s 30 kg/ha

na 60 kg/ha ni dokazljivo vplivala na spremembo pridelka stebel oz. nadzemne biomase.

USO 31. Največji pridelek stebel sorte USO 31 (13,6 t/ha) so določili v Latviji (Adamovičs in Rivža, 2015), nižje pridelke stebel pa v Belgiji (8 t/ha) (Faux in sod., 2013), Italiji (4 do 6 t/ha) (Campiglia in sod., 2017; Baldini in sod., 2018) in na Finskem (4,7 t/ha; Sankari, 2000). Pridelek stebel je bil v letih 2016 in 2017 v Žalcu 7,7 t/ha (Čeh in Čremožnik, 2016) in 4,6 t/ha (Čeh in sod., 2017), v Ljubljani v letu 2017 pa 5,2 t/ha (Flajšman in Ačko, 2017). Največji (1,8 t/ha; Campiglia in sod., 2017) in najmanjši (0,55 t/ha; Baldini in sod., 2018) pridelek semena sorte USO 31 so izmerili v Italiji. V poskusih v Belgiji je bil 1,5 t/ha (Faux in sod., 2013) in v Ljubljani v letu 2017 0,2 t/ha (Flajšman, še neobjavljeni podatki). Sorta USO 31 se je v poskusih Campiglia in sod. (2017) odzivala na uporabljene agrotehnične ukrepe (gostota setve in gnojenje z N) podobno kot sorta Fedora 17. Baldini in sod. (2018) so izmerili povprečen pridelek socvetij 1,4 t/ha, iste rastline pa so dale še 0,37 t/ha semena. Faux in sod. (2013) so za belgijske razmere ugotovili, v primerjavi s setvijo 16. aprila, zmanjšanje pridelka stebel z vsakim kasnejšim dnem setve za 0,097 t/ha na dan in zmanjšanje pridelka semena za 0,021 t/ha na dan.

KC Dora. Pridelek stebel sorte KC Dora je bil v Latviji 22,1 t/ha, na Češkem 16,9 t/ha (pridelek semena 0,9 t/ha), v Italiji 8,9 t/ha (pridelek semena 1,4 t/ha) in v Franciji 7,3 t/ha (pridelek semena 0,3 t/ha) (Tang in sod., 2016). V drugem poljskem poskusu v Italiji je bil pridelek stebel te sorte 7,7 t/ha in pridelek semena 0,6 t/ha (Baldini in sod., 2018). V Ljubljani je bil pridelek stebel in semena v letu 2016 2,6 t/ha in 1,2 t/ha (Flajšman in sod., 2016), v letu 2017 pa 7,6 t/ha in 0,4 t/ha (Flajšman in Ačko, 2017; Flajšman, še neobjavljeni podatki). V Žalcu je bil pridelek stebel sorte KC Dora 14,1 t/ha (Čeh in sod., 2017). Baldini in sod. (2018) so določili pridelek okoli 1 t/ha porezanih socvetij, na istih rastlinah pa so pridobili še 0,37 t/ha semena. V poskusih Tang in sod. (2016) je KC Dora največji pridelek socvetij (2,4 t/ha) dosegla v Italiji in v Latviji, najmanjšega v Franciji (0,1 t/ha). Pridelek semena je bil največji v Italiji (1,4 t/ha), najmanjši v Franciji (0,3 t/ha). Največji pridelek stebel, ki so jih poželi hkrati s semenom, je bil v Latviji (17,6 t/ha), najmanjši v Franciji (5,9 t/ha).

Monoica. V poljskih poskusih s sorto Monoica so Tang in sod. (2016) izmerili naslednje pridelke stebel/semena: v Latviji 21,2 t/ha stebel (pridelka semena niso določili), na Češkem 14,8 t/ha stebel in 0,7 t/ha semena, v Franciji 5,9 t/ha stebel in 0,8 t/ha semena ter v Italiji 5,9 t/ha stebel in 0,8 t/ha semena. Baldini in sod. (2018) so v Italiji v drugem poljskem poskusu izmerili pridelek stebel 7,8 t/ha in pridelek semena 0,49 t/ha. V Ljubljani je imela sorta leta 2016 pridelek stebel 2 t/ha in pridelek semena 1,3 t/ha (Flajšman in sod., 2016), leta 2017 pa pridelek stebel 8,5 t/ha in semena 0,3 t/ha (Flajšman in Kocjan Ačko, 2017; Flajšman, še neobjavljeni

podatki). Pridelek stebel sorte Monoica je bil v Žalcu 8,7 t/ha (Čeh in sod., 2017). Baldini in sod. (2018) so pri sorti Monoica določili pridelek socvetij 1,25 t/ha, medtem ko je bil pridelek semena istih rastlin 0,26 t/ha. Največji pridelek socvetij je sorta Monoica dosegla v Latviji (3,5 t/ha), najmanjšega v Franciji (0,6 t/ha). Pridelek semena je bil največji v Italiji (1,8 t/ha), najmanjši na Češkem (0,7 t/ha). Pridelek stebel, ki so jih poželi hkrati s semenom, je bil največji v Latviji (19,6 t/ha) in najmanjši v Franciji (5,8 t/ha; Tang in sod., 2016).

Tisza. Tang in sod. (2016) so za sorto Tisza izmerili naslednje pridelke stebel/semena: v Latviji 18,8 t/ha stebel (pridelka semena niso določili), na Češkem 17,9 t/ha stebel in 0,9 t/ha semena, v Italiji 7,4 t/ha stebel in 1,5 t/ha semena ter v Franciji 6,5 t/ha stebel in 0,5 t/ha semena. V Sloveniji smo izmerili pridelek stebel v Žalcu 8,7 t/ha (Čeh in sod., 2017) in v Ljubljani 7,1 t/ha (Flajšman in Kocjan Ačko, 2017). Tang in sod. (2016) so ugotovili, da je imela sorta Tisza največji pridelek socvetij v Italiji in Latviji (2,8 t/ha), najmanjšega v Franciji (0,3 t/ha). Pridelek semena je bil največji v Italiji (1,5 t/ha) in najmanjši v Franciji (0,5 t/ha). Pridelek stebel, ki so jih poželi hkrati s semenom, je bil najvišji v Latviji (18,1 t/ha), najmanjši pa v Franciji (5,6 t/ha).

Tiborszallasi. Pridelek stebel sorte Tiborszallasi je bil v poskusih v Italiji 10,6 t/ha (Amaducci in sod., 2008), 8,5 t/ha (Cosentino in sod., 2012) in 8,3 t/ha stebel ter 1,2 t/ha semena (Tang in sod., 2016). V poskusih na Češkem je bil pridelek stebel 17 t/ha in 1,2 t/ha semena, v Franciji 8,7 t/ha stebel in 0,5 t/ha semena ter v Latviji 17,4 t/ha stebel (Tang in sod., 2016). V Ljubljani je bil pridelek stebel 8,7 t/ha in pridelek semena 0,4 t/ha (Flajšman in Kocjan Ačko, 2017; Flajšman, še neobjavljeni podatki), v Žalcu pa je bil pridelek stebel 8,8 t/ha (Čeh in sod., 2017). Tang in sod. (2016) so ugotovili, da je imela sorta Tiborszallasi največji pridelek socvetij v Latviji (3,5 t/ha), najmanjšega v Franciji (0,6 t/ha). Pridelek semena je bil največji na Češkem (1,2 t/ha) in najmanjši v Franciji (0,5 t/ha). Pridelek stebel, ki so jih poželi hkrati s semenom, je bil največji v Latviji (18,1 t/ha), najmanjši pa v Franciji (7,2 t/ha). Cosentino in sod. (2012) so ugotovili, da je v južno-italijanskih razmerah (okolica mesta Catania) potrebno sorto Tiborszallasi za doseganje največjih pridelkov stebel sejati konec aprila do sredine maja. Zelo zgodnja setev (konec marca) ali zelo pozna (konec julija) sta se pokazali kot neprimerni. Pri preizkušanju gostote setve in časa žetve so Amaducci in sod. (2008) za severno-italijanske razmere (okolica mesta Cadriano) ugotovili, da gostota setve 120 rastlin/m² ter žetev ob začetku cvetenja pripomoreta k največjemu pridelku stebel in vlaken pri sorti Tiborszallasi.

Santhica 27. Največji pridelek stebel sorte Santhica 27 so glede na naš pregled literature izmerili v poljskem poskusu v Latviji, in sicer 14,1 t/ha (Ivanovs in sod., 2015). Slabih 11 t/ha stebel je sorta dosegla tudi v Belgiji (Faux in sod., 2013) in v Grčiji (Papastylianou in sod., 2018). V Italiji (Campiglia in sod., 2017) so izmerili

pridelek stebel 8,3 t/ha, pridelek semena pa 0,13 t/ha. V Žalcu je sorta Santhica 27 v letu 2017 dosegla pridelek stebel 6,3 t/ha (Čeh in sod., 2017), v Ljubljani je bil v letu 2016 pridelek stebel 2,3 t/ha in pridelek semena 1,3 t/ha (Flajšman in sod., 2016) ter 5,6 t/ha stebel in 0,28 t/ha semena v letu 2017 (Flajšman in Kocjan Ačko, 2017; Flajšman, še neobjavljeni podatki). Na večji pridelek semena sorte Santhica 27 je imela pozitiven vpliv večja gostota setve (40, 80 in 120 rastlin/m²; največji pridelek pri 120 rastlin/m²) in večji odmerek dušika (50 in 100 kg/ha N; največji pridelek pri 100 kg/ha N) (Campiglia in sod., 2017). Na pridelek socvetja je imelo povečanje gostote posevka sicer pozitiven vpliv, razen pri odmerku dušika 100 kg/ha, kjer se je pri največji gostoti pridelek socvetja znižal. Papastylianou in sod. (2018) so pri sorti Santhica 27 ugotovili povečevanje pridelka stebel s povečevanjem odmerka N; pri gnojenju z 240 kg/ha N se je v primerjavi s kontrolo (negnojeno) pridelek stebel povečal za trikrat. Po drugi strani pa je imelo gnojenje z večjimi odmerki N negativen vpliv na pridelek socvetij; pri odmerku 120 kg N/ha se je pridelek socvetij v primerjavi s kontrolo (negnojeno) povečal za 10 %, s povečevanjem odmerka N pa se je zmanjšal; pri odmerku 180 kg/ha N za 32 %, pri odmerku 240 kg N/ha pa za 7 %. Faux in sod. (2013) so ugotovili zmanjšanje pridelka stebel za 0,095 t/ha na dan, pridelek semena pa 0,020 t/ha na dan z vsakim zakasnenim dnevom setve v primerjavi setvijo 16. aprila.

Finola. Za sorto Finola nismo našli nobene reference, da bi se uporabila v poljskih poskusih drugod v Evropi, razen v Sloveniji. Callaway (2004) navaja, da lahko sorta na Finskem doseže pridelek stebel in listja do 5 t/ha, pridelek semena pa do 1,7 t/ha. So pa sorto Finola testirali v Kanadi in določili pridelek 0,8 t/ha (Vera in sod., 2006). Poleg tega so še ugotovili, da večja količina semena za setev (60 kg/ha in 80 kg/ha, v primerjavi z 20 kg/ha) ugodno vpliva na zmanjšan pojav plevelov, prav tako pa se poveča pridelek nadzemne biomase in semena. V slovenskih poljskih poskusih se je Finola izkazala za nekonkurenčno sorto, če ne zatiramo plevela, saj ni uspešno tekmovala s pleveli. V Ljubljani smo leta 2016 določili pridelek stebel 0,16 t/ha in pridelek semena 0,3 t/ha (Flajšman in sod., 2016), v Žalcu pa je bil pridelek stebel leta 2017 0,5 t/ha (Čeh in sod., 2017).

3.3 Vpliv agrotehnike na pridelek različnih sort konoplje in sortni poskusi – rezultati poskusov v Sloveniji

V poljskem poskusu v letu 2016 se je v Žalcu nakazalo, da je izmed preučevanih količin semena za setev (20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha in 50 kg/ha) pri dveh različnih sortah konoplje (USO 31 in Fedora 17) najbolj primerna za pridelek socvetij pri sorti USO 31 40 kg/ha, pri sorti Fedora 17 pa 20 kg/ha semena, vendar razlik med obravnavanji niso dokazali. Za pridelek stebel se je pri obeh sortah pokazala kot najbolj primerna največja uporabljena količina semena za setev, to je 50 kg/ha (Čeh in Čremožnik, 2016).

V letu 2017 so v Žalcu v sortnem poskusu z 12 sortami konoplje z EU sortne liste ugotovili, da so se sorte po višini rastlin dokaj razlikovale; najvišji sta bili v končni fazi sorti Carmagnola in Antal, visoki do 3,4 m, zelo zgodnja sorta Finola pa je bila najnižja med vsemi vključenimi sortami; dosegla je do 0,9 m v višino. Višina rastlin znotraj parcel iste sorte je bila zelo neenakomerna, kakor tudi dolžina socvetij, pa tudi podatki o višini spodnjega dela najnižjih in najvišjih socvetij kažejo, kako neenakomerna je konoplja glede teh parametrov in s tem zelo neugodna za strojno žetev za seme. Pridelek stebel je bil največji pri sorti Carmagnola, 18 t/ha suhe snovi, sledili sta sorti Antal (17,0 t/ha) in KC Dora (14 t/ha). Sorta Kompolti hibrid TC je dosegla 11,5 t/ha, medtem ko so ostale sorte imele manjše pridelke od 10 t/ha in indekse nižje od 100. V pridelku socvetja je najbolj izstopala sorta Férimon (6,5 t/ha suhe snovi), sledili sta sorti Fedora 17 (4,8 t/ha) in USO 31 (3,9 t/ha). Tudi v vsebnosti eteričnega olja je v tem enoletnem poskusu prednjačila sorta Férimon (0,73 ml/100 g vzorca; indeks glede na povprečje vseh sort kar 219), sledili sta sorti USO 31 in Fedora 17 z 0,42 oziroma 0,41 ml/100 g vzorca (Čeh in sod., 2017).

Flajšman in sod. (2016) so ugotovili, da so sorte Monoica, KC Dóra in Fedora 17 večji pridelek semena dosegle pri redkejši setvi (medvrstna razdalja 50 cm in količina semena za setev 25 kg/ha), sorte Futura 75, Santhica 27 in Kompolti hibrid TC pa so večji pridelek semena dosegle pri gostejši setvi (medvrstna razdalja 12,5 cm in količina semena za setev 35 kg/ha). Pridelek stebel je bil pri sortah KC Dora in Kompolti hibrid TC večji pri redkejši setvi, pri sortah Futura 75, Santhica 27, Monoica in Fedora 17 pa je bil pridelek stebel večji pri gostejši setvi. V letu 2017 je bilo za sorte Futura 75, Helena, Tiborszallasi, KC Dora, Kompolti hibrid TC, Fedora 17, Monoica, Santhica 27 in USO 31 ugotovljeno, da gostota 100 rastlin/m² ni najbolj primerna za pridobivanje semena ali stebel. Bolj primerni sta se pokazali gostoti 200 in 300 rastlin/m², med katerima v pridelku ni bilo statističnih razlik (Flajšman, še neobjavljeni podatki).

3.4 Izkušnje nekaterih slovenskih pridelovalcev s pridelavo konoplje

Po pogovorih s pridelovalci konoplje iz različnih koncev Slovenije ugotavljamo, da se tehnologija pridelave med njimi zelo razlikuje. Različna je že količina semena za setev, in sicer od 10 do 50 kg/ha. Čas setve je od zgodaj v aprilu v kraških pridelovalnih razmerah (sušna poletja in tla jerina), pa vse do junija z namenom, da rastline ne zrastejo previsoko. Največkrat pa se seje maja. Seje se strno z žitno sejalnico ali poprek ročno, kar zaradi gostega sklopa konoplje pomeni, da (običajno) nimajo težav s pleveli, ali na širše medvrstne razdalje do 60 do 70 cm, kar omogoča mehansko zatiranje plevelov. Na kmetiji, ki to izvaja, plevela zatirajo z doma prirejeno frezo, dokler rastline niso visoke 1 m.

Med rastno sezono se pojavljajo bolezni in škodljivci (siva plesen vrste *Botrytis*, koruzna vešča, ptice), vendar večinoma ne v epifitotičnem obsegu. Nekateri pridelovalci jih ignorirajo in požanjejo pridelek, ki ostane na njivi, nekateri okužene rastline sproti odstranjujejo iz nasada. Pojavljajo se: koruzna vešča, konopljin/siva plesen, veliko škode pa naredijo ptiči, ki lahko zmanjšajo pridelek semena tudi do 15 %. Največje težave povzročajo pleveli (osat, pirnica, njivski slak in drugi).

Problemi so pri tehnologiji žetve; zaradi navijanja vlaken v kombajnu lahko prihaja do zastoja pri spravilu ali okvar strojnih delov. Žetev opravi veliko pridelovalcev kar ročno s pomočjo prostovoljnih akcij zainteresiranih udeležencev, nekateri pa tudi s snopovezalko, pri čemer povezane snope sušijo v hali z napravami za prepihanje zraka, kot jih uporabljajo za seno. Suho seme mehansko omlatijo, čiščenje le-tega pa poteka na doma prirejenem stroju. Pridelek socvetja, ki se uporablja za čaj, liofilizirane izdelke in eterično olje, se pobere/poreže ročno. Nekateri pridelovalci seme požanjejo s svojim ali najetim kombajnom in pri tem imajo nekateri težave, drugi pa ne. Posledica žetve z žitnim kombajnom je ponekod velika izguba semena na njivi, zato se odločajo raje za ročno žetev, če je površina dovolj majhna. Prednost ročne žetve je tudi pridobitev nepoškodovanega semena in manj izgub.

Pridelek semena je zelo odvisen od lokacije, kjer konoplja raste, in doseže do nekaj manj kot 1 t/ha v dobrih letih. Višji pridelek običajno dajo posevki, ki rastejo na bolj peščenih in lahkih tleh. Običajen pridelek je 300 do 600 kg/ha. Pridelka lahko tudi ni oziroma ga zaradi zapleveljenosti posevka in neugodnih rastnih razmer ne morejo spraviti z njive (primer leta 2017, ko je dolgotrajno septembrsko deževje otreslo seme, oziroma leta 2018 na težkih tleh zaradi nenehnega deževja v rastni dobi in stoječe vode seme ni enakomerno kalilo, rastline so zelo neenakomerno vzniknile oziroma je bil vznik zelo slab, tudi kasneje je posevek slabo rasel in se razvijal, preraščal ga je plevel).

Pridelovalec iz okolice Kranja kot najbolj zanimivi sorti izpostavlja madžarski sorti KC Dora in Kompolti hibrid TC ter finsko sorto Finola, in sicer zaradi visokega deleža kanabinoida kanabidiola (CBD). Kot sorti z ugodnim razmerjem med CBD in THC sta se pokazali še sorti Fedora 17 in Futura 75. Zaradi lepega in debelega semena so vse našteje sorte primerne tudi za pridelavo za stiskanje olja in luščenje. Izjema je Finola, ki ima drobno seme in ni primerna za luščenje, je pa Finola zanimiva za eterično olje. Veliko pridelovalcev seje USO 31 in Fedoro 17, ker sta bili najbolj razširjeni sorti. Nekateri navajajo, da je USO 31 zaradi nizkih vsebnosti kanabinoidov manj primerna sorta za pridobivanje ekstrakta, zelo se ji usipa seme in ne diši. V Notranjsko-kraški regiji navajajo kot dobri sorti za seme Santhico 27 in Monoico, sta pa obe visoki okrog 2 m in zaradi tega za žetev s kombajni precej »naporni«. Sorta Monoica ima zelo okusno seme, je košata in dobra tudi za

pridelavo čaja in CBD v liofiliziranih izdelkih in smoli. Sorta KC Dora je na teh lokacijah prepozno zorela, torej za pridelavo semena v teh krajih ni najbolj primerna, poleg tega je bila pri njih nerazvejana. Sorta Tisza zraste previsoko, tudi do 4 m. Sorto Fedora 17 pa navajajo kot primerno za vse namene pridelave v teh krajih in prav tako v okolici Celja. V Prekmurju za namen pridelave semena in za stiskanje olja izpostavljajo sorto KC Dora, za namen pridelave socvetja za čaj sorti Tiborszallasi in Monoica, za namen pridelave CBD pa sorte Tiborszallasi, Monoica in KC Dora. Za pozno setev navajajo, da se obnesejo vse sorte, za zgodnjo setev prav tako vse, če se vršičkajo. Najbolj zanesljive sorte za Prekmurje naj bi bile Tiborszallasi, Monoica in KC Dora. Tudi v okolici Celja in v nekaterih drugih krajih dajejo prednost sorti KC Dora za eterično olje, CBD in jedilno olje.

Uspeh pri pridelavi konoplje imajo pridelovalci, ki svoje izdelke predelajo in prodajo na domu. CBD in druge učinkovine v obliki prehranskih dopolnil ponujajo že skoraj vsi večji pridelovalci, ker se najbolj splača. Takšen je primer blagovne znamke »Kras Kanabis« (olje, moka, proteini, čaj, itd.), kjer s prodajo nimajo težav. V zadruzi »Agrosloven« poleg semena pri žetvi zbirajo tudi žetvene ostanke, ki pridejo iz kombajna (posušena socvetja, semenske ovojnice, manjši lističi, ipd.), kar uporabijo za pridobivanje konopljinega ekstrakta. Iz semena pridobivajo hladno stiskano olje, iz pogač pa konopljino moko in proteine. Semena tudi luščijo. Tudi blagovna znamka »The secret village« zajema lepo paleto zanimivih izdelkov iz konoplje, prodaja pa poteka na domu in preko spletne strani. Ekološki kmetiji Rengeo Gorička ves in Ileršič prodajata svoje izdelke (olje, čaj, moka, proteini, luščeno seme, idr.) prav tako na domu, na kmetiji Vrhivšek pa nudijo poleg svojih prehranskih izdelkov paleto izvirnih delavnic, na katerih svoje izdelke uporabijo v namen izdelave pekarskih, kuharskih in kozmetičnih izdelkov.

Pridelavo pa opuščajo tisti, ki nimajo svojih kapacitet za sušenje in čiščenje semena ter za predelavo/dodelavo, na primer luščenje ali stiskanje olja. Tako morajo poleg težav, ki jih imajo z boleznimi in škodljivci, ki povzročajo sčasoma večjo ekonomsko škodo (pri setvi konoplje v ozkem kolobarju in širjenju konoplje v pridelavi bo predvidoma večja čez nekaj let), tudi težave pri žetvi, ko je treba pridelek prevažati v različne kraje Slovenije, da se posuši, očisti in/ali predela, kar predstavlja dodatne (prevelike) stroške. Zaradi zasičenja trga namreč cena samemu semenu z leti hitro pada. Tako pridelovalci ugotavljajo, da če sami ne proizvajajo končnih izdelkov in nimajo svojih naprav za predelavo, je prihodek od prodaje semena (pre)nizek, četudi pridelujejo po smernicah ekološke pridelave. Številni se zato usmerjajo v izdelavo prehranskih dopolnil.

4 ZAKLJUČEK

Pozornost pri pridelavi konoplje je treba v prvi fazi nameniti izboru ustrezne sorte za setev. Slovenskih sort za zdaj nimamo, tuje sorte pa se lahko nepričakovano

odzovejo v razmerah, drugačnih od okolja, v katerem so bile požlahtnjene. Pri pregledu literature smo ugotovili, da dosegajo le-te izredno različne pridelke stebel, semena in socvetij glede na leto in lokacijo pridelave. V raziskovalnih poskusih po Evropi je najbolj pogosta sorta Futura 75. Kot so ugotovili v raziskovalnih poskusih v slovenskih pridelovalnih razmerah, se sorte med seboj različno odzovejo s pridelkom socvetja, semena in stebel. Agrotehnika pridelave se v naših krajih zelo razlikuje; še vedno je zelo veliko ročnega dela.

Zahvala. Delo je bilo narejeno v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-1611 Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji. Financerjema MKGP in ARRS se najlepše zahvaljujemo. MKGP se zahvaljujemo tudi za posredovanje podatkov o površini posejane konoplje. Zahvaljujemo se pridelovalcem konoplje, ki so delili z nami svoje izkušnje.

5 VIRI IN LITERATURA

- Adamovičs A., Rivža Z. S. Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) productivity and risk assessment in hemp production. V: *Nordic View to Sustainable Rural Development, Proceedings of the 25th NJF Congress*, Riga, Latvia, 2015. NJF Latvia, 2015: 243-248.
- Amaducci S., Scordia D., Liu F. H., Zhang Q., Guo H., Testa G., Cosentino S. L. Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*. 2015; 68: 2-16.
- Amaducci S., Zatta A., Pelatti F., Venturi G. Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. *Field Crops Research*. 2008; 107(2): 161-169.
- Andre C. M., Hausman J. F., Guerriero G. *Cannabis sativa*: The Plant of the Thousand and One Molecules. *Front Plant Sci*. 2016; 7: 19.
- Baldini M., Ferfui C., Piani B., Sepulcri A., Dorigo G., Zuliani F., Danuso F., Cattivello C. The Performance and Potentiality of Monoecious Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivars as a Multipurpose Crop. *Agronomy*. 2018; 8(9): 162.
- Callaway J. C. Hemp seed production in Finland. *Journal of Industrial Hemp*. 2004; 9(1): 97-103.
- Campiglia E., Radicetti E., Mancinelli R. Plant density and nitrogen fertilization affect agronomic performance of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Mediterranean environment. *Industrial crops and products*. 2017; 100: 246-254.
- Cosentino S. L., Test G., Scordia D., Copani V. Sowing time and prediction of flowering of different hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes in southern Europe. *Industrial crops and products*. 2012; 37.1: 20-33.
- Čeh B., Čremožnik B. Vpliv sorte in količine semena za setev na pridelek vršičkov in stebel navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.). *Hmeljarski bilten*. 2016; 23: 80-87.
- Čeh, B., Čremožnik, B., Kolenc, Z. Sorte konoplje z EU sortne liste v Sloveniji: površina, pridelek stebel in vsebnost eteričnega olja v socvetju. *Hmeljarski bilten*, 2017, 24, s. 99-108
- FAOSTAT. Food and agriculture data. 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (okt. 2018)
- Faux A. M., Draye X., Lambert R., d'Andrimont R., Raulier P., Bertin P. The relationship

- of stem and seed yields to flowering phenology and sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.). *European journal of agronomy*. 2013; 47: 11-22.
- Fike J. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop. *Journal Critical Reviews in Plant Sciences*. 2016; 35.5-6: 406-424.
- Flajšman M., Jakopič J., Košmelj K., Kocjan Ačko D. Morfološke in tehnološke lastnosti sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) iz poljskega poskusa Biotehniške fakultete v letu 2016. *Hmeljarski bilten*. 2016; 23: 88-104.
- Flajšman M., Kocjan Ačko D. Pridelek in morfološke lastnosti stebel 12 sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) v letu 2017. *Hmeljarski bilten*. 2017; 24: 109-120.
- Harrabi L., Dréan J. Y., Tritter A. First Trials Of Hemp Cultivation For Fiber Applications In The East Of France: Irrigation And Fertilization Analysis. *International journal of scientific & technology research*. 2017; 6(10): 262-268.
- Ivanovs S., Adamovics A., Rucins A. Investigation of the technological spring harvesting variants of the industrial hemp stalk mass. *Agronomy Research*. 2015. 13(1): 73-82.
- Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. Beniko and Bialobrezskie-Industrial hemp varieties in Lithuania. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference*. 2009; 1: 176-182
- Kocjan Ačko D., Baričević D., Rengeo D., Andrešek S. Gospodarsko pomembne lastnosti petih sort konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) iz poljskih poskusov v Markišavcevi pri Murski Soboti. *Zbornik Biotehniške fakultete univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*. 2002; 79(1): 237-252.
- Papastylianou P., Kakabouki I., Travlos I. Effect of Nitrogen Fertilization on Growth and Yield of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2018; 6(1): 197-201.
- Salentijn E.M., Zhang Q., Amaducci S., Yang M., Trindade L.M. New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial Crops and Products*. 2015; 68: 32-41.
- Sankari H. S. Comparison of bast fibre yield and mechanical fibre properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. *Industrial crops and products*. 2000; 11(1): 73-84.
- Svennerstedt B., Svensson G. Hemp (*Cannabis sativa* L.) trials in southern Sweden 1999-2001. *Journal of industrial hemp*. 2006; 11(1): 17-25.
- Tang K., Struik P. C., Yin X., Thouminot C., Bjelková M., Stramkale V., Amaducci S. Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. *Industrial Crops and Products*. 2016; 87: 33-44.
- Vera C. L., Woods S. M., Raney J. P. Seeding rate and row spacing effect on weed competition, yield and quality of hemp in the Parkland region of Saskatchewan. *Canadian journal of plant science*. 2006; 86(3): 911-915.

KANABIDIOL (CBD) IN DELTA-9-TETRAHIDROKANABINOL (THC) V NAVADNI KONOPLJI (*Cannabis sativa* L.)

Marjeta ZAGOŽEN¹, Samo KREFT² in Andreja ČERENAK³

Pregledni članek / review article

Prispelo / received: 24. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 20. november 2018

Izvleček

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L.) je ena najstarejših gojenih rastlin, ki so jo uporabljali za prehrano, pridobivanje vlaken ter v zdravstvene namene. Navadna konoplja vsebuje številne sekundarne metabolite. Najbolj preučevana kanabinoida sta delta-9-tetrahidrokanabinol (THC) in kanabidiol (CBD), pri čemer je THC psihoaktivna snov, CBD pa ne. V Sloveniji je dovoljeno gojiti konopljo z deležem THC < 0,2 %. Delež kanabinoidov v konoplji je odvisen od številnih biotskih in abiotskih dejavnikov, v največji meri nanj vpliva genotip. Največji delež kanabinoidov se nahaja v ženskih socvetjih. Glede na razmerje med THC in CBD ločimo tri kemotipe in sicer kemotip I, kemotip II in kemotip III. CBD ima pri ljudeh številne pozitivne učinke, predvsem pri zdravljenju nevroloških in nevrodegenerativnih bolezni. THC je glavna psihoaktivna snov v konoplji, ki lahko povzroča anksioznost, motnje v spominu in druge psihotične učinke, po drugi strani pa ima tudi pozitivne učinke, in sicer deluje protivnetno, kot antioksidant ter je bronhodilatator in nevroprotektor. V kolikor sta molekuli hkrati prisotni v telesu, ima lahko CBD tudi antagonističen učinek na THC. Ugotovili smo, da natančna raziskava določanja vsebnosti kanabinoidov v različnih sortah navadne konoplje v Sloveniji ni bila narejena oz. so bile meritve narejene v neoptimalnem času tehnološke zrelosti rastlin.

Ključne besede: navadna konoplja, *Cannabis sativa*, THC, delta-9-tetrahidrokanabinol, CBD, kanabidiol, kanabinoidi, sorte

¹ Mag. inž. agr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija, e-pošta: marjeta.zagozen@ihps.si

² Prof. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Aškerčeva cesta 7, 1000 Ljubljana, e-pošta: samo.kreft@ffa.uni-lj.si

³ Izr. prof. dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija, e-pošta: andreja.cerenak@ihps.si

CANNABIDIOL (CBD) AND DELTA-9-TETRAHYDROCANNABINOL (THC) IN HEMP (*Cannabis sativa* L.)

Abstract

Hemp (*Cannabis sativa* L.) is one of the oldest cultivated plants that was used for food, fiber and health purposes. Hemp contains many secondary metabolites. The most studied cannabinoids are delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD), where the THC is psychoactive substance while CBD is not. In Slovenia it is permitted to cultivate hemp with THC content under 0.2 %. The proportion of cannabinoids depends on many biotic and abiotic factors, the main impact has genotype. The highest proportion of cannabinoids is found in female inflorescences. Depending on the ratio between THC and CBD we distinguish three major chemotypes namely chemotype I, chemotype II and chemotype III. CBD has many positive effects on human health, especially on the treatment of neurological and neurodegenerative diseases. THC is the major psychoactive molecule in cannabis which can cause anxiety, memory disorders and other psychotic effects but it also has positive effects and otherwise acts anti-inflammatory, as an antioxidant, and bronchodilator and neuroprotector. CBD may also have an antagonistic effect on THC if the molecules are presented simultaneously in the body. In Slovenia we have found out that detailed research of cannabinoid's content in different hemp varieties has not been made, they were done only in non optimal time of plant technological ripeness.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, THC, delta-9-tetrahydrocannabinol, CBD, cannabidiol, cannabinoids, varieties

1 UVOD

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L.) je ena najstarejših gojenih rastlin, s katero so si ljudje zagotavljali potrebe po hrani s semeni in vlaknih, ter je bila pomembna rastlina za uporabo v zdravstvene namene. Je večinoma dvodomna, enoletna rastlina, ki se oprašuje z vetrom (Hillig, 2005).

Vrste in podvrste navadne konoplje so preučevali številni znanstveniki. Pollio (2016) opisuje, da je Linne v svoji knjigi *Species Plantarum* (1753) opredelil samo eno vrsto navadne konoplje, in sicer *Cannabis sativa*, medtem ko je Lemarck (1785) predlagal delitev navadne konoplje na dve vrsti, *Cannabis sativa* (vrsta, ki se goji predvsem na zahodu) in *Cannabis indica* (divja vrsta konoplje, ki jo najdemo v Indiji in sosednjih državah). V drugi polovici 90. let pa so Schultes in sod. (1974) določili še eno novo vrsto navadne konoplje *Cannabis ruderalis*. Sawler in sod. (2015) so z uporabo SNP markerjev dokazali, da se indijska konoplja in navadna konoplja znatno razlikujeta na ravni genomov. Dokazali so, da so si različni tipi indijske konoplje dostikrat genetsko zelo narazen, ter da vsebnost

THC ni povezana z genetskim razlikovanjem med navadno in indijsko konopljo. V bazi podatkov *The Plant List* navajajo eno vrsto konoplje, in sicer *Cannabis sativa*, ter tri podvrste: *Cannabis sativa* ssp. *sativa* (navadna konoplja), *Cannabis sativa* ssp. *indica* (indijska konoplja) in *Cannabis sativa* ssp. *ruderalis* (ruderalna konoplja) (The ..., 2013). Razlikovanje navadne in indijske konoplje se lahko izvede tudi na podlagi poznavanja kemotipov konoplje.

V preteklosti so navadno konopljo uporabljali predvsem za pridobivanje vlaken in olja, vendar pa so v začetku 20. stoletja njeno pridelavo in uporabo prepovedali tako v Ameriki kot v Evropi, predvsem zaradi indijske konoplje, ki vsebuje visoko vsebnost delta-9-tetrahidrokanabinola (THC) in povzroča psihotične učinke. V Sloveniji se je zanimanje za konopljo začelo spet po letu 2004, ko je bilo okoli 30 ha njiv posejanih s konopljo. Leta 2014 se je pridelava konoplje povečala na okoli 500 ha, leta 2017 pa je bilo konoplje okoli 300 ha (Čeh in sod., 2017). V Sloveniji je dovoljena pridelava sort konoplje, ki so na sortni listi EU in vsebujejo manj kot 0,2 % THC (Kocjan Ačko, 2015).

Konoplja vsebuje različne sekundarne metabolite, kot so kanabinoidi, terpeni, flavonoidi, steroidi, alkaloidi, lignani (Janatova in sod., 2018). Največ raziskav je zaradi njihovega terapevtskega učinka narejenih ravno na kanabinoidih. Znanstveniki ugotavljajo, da naj bi tudi terpeni imeli podoben terapevtski učinek kot kanabinoidi, predvsem pa dajejo terpeni konoplji značilno aromo (Namdar in sod., 2018). Najbolj pogosta kanabinoida sta kanabidiol (CBD) in delta-9-tetrahidrokanabinol (THC). CBD je bil prvič izoliran iz mehiške indijske konoplje leta 1940 (Mechoulam in Hanuš, 2002; cit. po Adams, 1941).

2 KANABINOIDI

Kanabinoidi so terpenofenolne snovi značilne za konopljo, ki se tvorijo v steblih (0,02 %), listih (0,06 %), oplojenih cvetovih (13 %), neoplojenih cvetovih (30 %) in žleznihih trihomih (60 %); v koreninah in semenih kanabinoidov ni (Russo in Marcu, 2017). Do danes je znanih okrog 113 različnih kanabinoidov (Namdar in sod., 2018). Večina jih je biosintetiziranih v obliki kislin, ki se nato s pomočjo toplote in sušenja v času žetve dekarboksilirajo. Najbolj pogosti kanabinoidi so kanabigerol (CBG), kanabigerovarin (CBGV), kanabikromen (CBC), kanabivarikromen (CBCV), kanabidiol (CBD), kanabidivarin (CBDV), delta-9-tetrahidrokanabinol (THC) in 9-tetrahidrokanabivarin (THCV). V največji meri se v rastlinah proizvajata kanabinoida THC in CBD, pri čemer sta THC in THCV psihoaktivni snovi, CBD, CBC in ostale pa ne (Hillig in Mahlberg 2004).

Delež kanabinoidov v konoplji je odvisen od številnih biotskih in abiotskih dejavnikov, kot so genotip, spol, zrelost rastline, dolžina dneva, temperatura, dostopnost hranil, svetloba (Hillig in Mahlberg, 2004). Na pridelek rastlin konoplje

najpomembneje vpliva svetloba in ne genotip, medtem ko ima genotip večji vpliv na vsebnost kanabinoidov, kar pomeni, da imajo različni genotipi različna razmerja med THC in CBD (Janatova in sod., 2018, Vanhove in sod., 2011). V času suhega in vetrovnega obdobja v rastni dobi konoplje se lahko vsebnost kanabinoidov poveča, vsebnost kanabinoida THC pa se lahko ob konstantnem gnojenju z dušikom zmanjša (Pacífico in sod., 2008; Bocsa in sod., 1997). Namdar in sod. (2018) so preučevali vsebnost kanabinoidov in terpenov v socvetju navadne konoplje. Ugotovili so, da se največji delež kanabinoidov nahaja v socvetjih, ki ležijo najvišje, najmanjši delež pa v najnižje ležečih socvetjih.

Posplošeno ločimo sorte konoplje tudi glede na razmerje med THC in CBD; pri prvih je razmerje med THC in CBD v prid prvemu, in obratno. Konoplja se glede na vsebnost THC in CBD deli v osnovi na tri kemotipe. Kemotip I ima v suhi snovi socvetja vsebnost THC $> 0,3 \%$ in CBD $< 0,5 \%$ in se uporablja v medicinske namene, kemotip II pri katerem je razmerje med THC in CBD približno enaka in kemotip III kjer je vsebnost THC $< 0,3 \%$ in prevladuje predvsem vsebnost CBD, to uporabljajo v predelavi za vlakna in v prehrani (de Meijer in sod., 2003). Pozneje so določili še dva druga kemotipa in sicer kemotip IV, ki vsebuje visoko vsebnost kanabinoida CBG $> 0,3 \%$ in CBD $> 0,5\%$ in kemotip V, kjer je večina kanabinoidov v zanemarljivih količinah (Pacífico in sod., 2008). Segregacijske analize potomcev štirih družin F_1 generacije in desetih potomcev F_2 generacije so nakazale model, da je razmerje CBD/THC značilno vezano s potomstvom posamezne linije, ki ga določa lokus B z 2 kodominantnima aleloma. Po tem modelu določa kemotip visokega deleža CBD ali THC homozigotno stanje alelov, medtem ko heterozigotnost omogoča mešani kemotip z določenim deležem tako CBD kot THC (de Meijer in sod., 2003). Žlahtnjenje navadne konoplje vedno bolj poteka v smeri nizke vsebnosti THC ($< 0,2 \%$) in visoke vsebnosti CBD v navadni konoplji za različne medicinske namene. Z markerji, ki so povezani s kemotipom konoplje, lahko uspešno izvajamo selekcijo rastlin z visoko vsebnostjo THC, ter na podlagi tega izvajamo žlahtnjenje konoplje v smeri visoke vsebnosti CBD (Saletijn, 2015).

Za določanje kanabinoidov so razvili različne metode kemotipizacije in genotipizacije. Najbolj pogoste metode so plinska kromatografija, tekočinska kromatografija ter molekularni markerji. Plinska ali tekočinska kromatografijo se uporabljata predvsem za določitev kemotipa, vendar ga s tekočinsko kromatografijo določimo natančneje. Za najbolj natančno določanje pa se uporabljajo DNA markerji povezani z geni, ki kodirajo THCA in/ali CBDA sintazo. Najbolj proučena izmed njih sta SCAR markerja dominantni D589 (Staginnus in sod. 2014) in kodominantni B1080/ B1192 (Pacífico in sod., 2006; Welling in sod., 2016). Sawler in sod. (2015) so z genotipizacijo (GBS – genotyping by sequencing) 124 genotipov konoplje različnih kemotipov ugotovili, da so akcesije z višjo vsebnostjo THC produkt križanj modernih komercialnih

virov in domačih genotipov (landraces), medtem ko genotipi navadne konoplje vključujejo dednino evropsko-azijskega porekla in modernih sort. Prav tako so določili jasno ločnico med genotipi z višjo in nižjo vsebnostjo THC. Van Bakel in sod. (2011) so s sekvenciranjem DNA in RNA določili večjo aktivnost genov, vključenih v sintezo kanabinoidov pri indijski konoplji imenovani Purple Kush kot pri finski sorti navadne konoplje Finoli, medtem ko je med Finolo in USO 31 (sorta navadne konoplje) le malo razlik v številu ponovljivih genov kanabinoidne encimatske poti.

3 KANABIDIOL (CBD) IN DELTA-9-TETRAHIDROKANABINOL (THC)

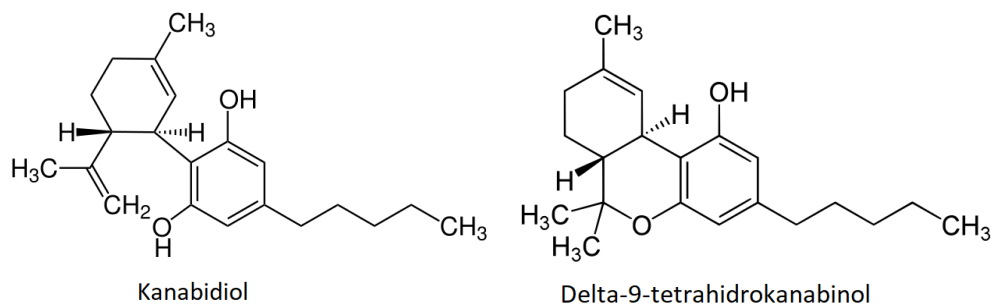
Kanabidiol (CBD) in njegov prekurzor kanabidiolna kislina (CBDA) sta dva glavna kanabinoida, ki nista psihoaktivna. CBD ima pri ljudeh antikonvulzivne, protivnetne, antipsihotične in antioksidativne farmakološke učinke. Pomaga pri zdravljenju nevroloških in nevrodegenerativnih bolezni kot so epilepsija, Parkinsonova bolezen, Alzheimerjeva bolezen, multipla skleroza, Huntingtonova bolezen in amiotrofična lateralna skleroza (Hofmann in Frazier, 2013). CBD ima sposobnost preprečevanja škodljivih učinkov konoplje in lahko zmanjša neželene učinke THC (Russo in Marcu, 2017). Deluje antibakterijsko in antiglivično in močno deluje proti bakteriji *Staphylococcus aureus* (Apendino in sod., 2008).

Delta-9-tetrahidrokanabinol (THC) je glavna psihoaktivna molekula v konoplji in hkrati tudi najbolj preučevana (Bhattacharyya in sod., 2010). Zaradi vezave z receptorjema CB1 in CB2 vpliva na spastičnost, apetit, bolečino, umirjenost in razpoloženje pri ljudeh. Je tudi bronhodilatator, nevroprotektor in ima 20-krat večjo protivnetno moč kot aspirin (Russo in Marcu, 2017). Po drugi strani pa lahko povzroča dodatne psihotične učinke, anksioznost in pomanjkanje spomina. Prav tako je lahko pri redni uporabi konoplje z visoko vsebnostjo THC odgovoren za povečano tveganje za razvoj shizofrenije (Bhattacharyya in sod., 2010).

Sinteza CBD in THC je katalizirana s serijo sintaznih encimov. V zadnjem koraku pride do pretvorbe kanabigerolne kisline (CBGA) bodisi v tetrahidrokanabinolno kislino (THCA) s pomočjo THCA sintaze, THCA se nato dekarboksilira v THC, bodisi v kanabidiolno kislino (CBDA) s pomočjo CBDA sintaze, ki ji sledi dekarboksilacija v CBD (Stiasna in sod., 2015). Nekatere študije navajajo, da lahko CBD v *in vitro* pogojih v kislem okolju izomerizira v THC, vendar pa ne obstajajo dokazi, da bi se to lahko zgodilo tudi pri ljudeh (Russo in Marcu, 2017).

Kanabinoidi imajo regulacijski učinek na endokanabinoidni sistem pri ljudeh ter pozitivno vplivajo na številne psihopatološke procese s tem, da se vežejo na receptorje CB1 in CB2. THC se močno veže na receptorje, medtem ko ima CBD

manjšo afiniteto za vezavo (Russo in Marcu, 2017). Formuli molekul CBD in THC sta prikazani na sliki 1.



Slika 1: Formuli molekul CBD in THC

Čeprav naj bi bil THC glavni dejavnik, ki je odgovoren za učinke konoplje, so v številnih študijah dokazali, da na njeno delovanje vplivajo tudi druge snovi v rastlini, ena od teh snovi je CBD. Če sta hkrati v telesu prisotna tako CBD kot THC, ima lahko CBD antagonističen učinek na THC s tem, ko zmanjšuje anksioznost (tesnobo) pri ljudeh, medtem ko jo, če je v telesu prisotna samo molekula THC, spodbuja. CBD ima nasprotno nevrološke učinke kot THC (Zuardi in sod., 2006, Bhattacharyya in sod., 2010). Na podlagi razmerja med vsebnostjo THC:CBD je možno določiti posamezne odmerke za paciente na individualni ravni, glede na postavljeno diagnozo in stopnjo bolezni. Največji napredek na področju zdravljenja ljudi s kanabinoidi so dosegli v Izraelu, kjer so leta 2015 s konopljo zdravili že okrog 23.000 ljudi (Janatova in sod., 2018).

3.1 Sorte navadne konoplje (*Cannabis sativa* ssp. *sativa* L.) v Sloveniji in vsebnost kanabinoidov (CBD in THC)

Zaradi pozitivnih učinkov konoplje na zdravje ljudi gre vse več raziskav v smeri žlahtnjenja in iskanja genotipov konoplje z visoko vsebnostjo CBD in nizko vsebnostjo THC. Raziskave so do sedaj potekale predvsem na indijski konoplji, kjer je vsebnost THC višja od 0,2 %, kar pomeni, da se lahko v nekaterih državah goji samo za raziskovalne namene. Navadna konoplja v večini primerov vsebuje nizko vsebnost CBD (2-4 %) oz. kanabinoidov na splošno, vendar pa je razmerje med CBD in THC še vedno okrog 10:1. Sorte konoplje, ki imajo delež CBD > 12 % (v času cvetenja), imajo tudi delež THC > 0,3 % in jih je v skoraj vseh državah Evropske unije prepovedano gojiti (Mead in sod., 2017), z izjemo parih evropskih držav, kjer je dovoljena uporaba indijske konoplje v medicinske namene in pa tudi v rekreativne namene. Gojenje in pridelava indijske konoplje sta na Nizozemskem dovoljena s strani Ministrstva za zdravje, regulirano pa imajo tudi uporabo indijske konoplje v rekreativne namene. Pridelava je dovoljena tudi na Češkem, kjer jo je

poleg tega dovoljeno na recept predpisati pacientom. Pacientom je dovoljeno indijsko konopljo predpisati še v Veliki Britaniji in v Švici. Do delne dekriminalizacije indijske konoplje je prišlo še v Nemčiji, Makedoniji in na Poljskem (Janatova in sod., 2018).

Na Evropski sortni listi je do sedaj za gojenje dovoljenih 69 sort navadne konoplje (Plant ..., 2018). V Sloveniji lahko kmetje gojijo konopljo, če zaprosijo za dovoljenje gojenja konoplje na Ministrstvu za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (Pravilnik ..., 2018). Od leta 2015 do 2017 so bile v Sloveniji po površini pridelave najpogostejše sorte konoplje kot so: Feodra 17, USO 31, KC Dora, Tiborszallasi in Finola (Čeh in sod., 2017). Večinoma so francoske in madžarske sorte konoplje ter ena finska sorta, ki so namenjene za pridobivanje olja, vlaken, za krmo živali in prehrano ljudi (Tehnologija ..., 2018), z vsebnostjo THC < 0,2 %.

Flajšman in sod. (2016) so v poljskem poskusu Biotehniške fakultete preučevali morfološke in tehnološke lastnosti navadne konoplje pri 7 sortah in sicer Fedora 17, Santhica 27, Futura 75, KC Dora, Finola, Kompolti hibrid TC in Monoica. Med drugimi so izvedli tudi analizo vsebnosti kanabinoidov CBD in THC s HPLC (High-performance liquid chromatography). Vse zgoraj naštetе sorte spadajo v skupino kemotip III. Ugotovili so, da sta imeli najvišjo vsebnost CBD sorti Monoica (0,27 %) in KC Dora (0,21 %), najnižjo vsebnost pa sorta Santhica 27 (0,07 %). Ostale sorte so imele vsebnost okrog 0,15 %. V poskusu so izmerili dokaj nizke koncentracije CBD. Vsebnosti THC so bile pri istih sortah od pet do šestkrat nižje od vsebnosti CBD. Sorte z večjim številom ženskih socvetij so bolj primerne za pridobivanje CBD.

4 ZAKLJUČEK

Konoplja vsebuje različne bioaktivne snovi, najbolj pomembni med njimi so kanabinoidi. Ti imajo številne zdravilne učinke na človeško telo in njegov endokanabinoidni sistem. Znanstvene raziskave potekajo predvsem v smeri kliničnih raziskav učinkov kanabinoidov (CBD in THC) na različne nevrološke procese. Večina raziskav je narejenih na indijski konoplji, ki ima vsebnost THC višjo od 0,2 %, gojenje takšne konoplje pa v Sloveniji ni dovoljeno. Vse več raziskav gre tudi v smeri žlahtnjenja navadne konoplje z ugodnim razmerjem med CBD in THC za medicinske namene, ter v smeri povezav različnih kemotipov in genotipov konoplje. Ugotovili smo, da natančne raziskave na področju določanja vsebnosti CBD in ostalih kanabinoidov v različnih sortah navadne konoplje iz Evropske sortne liste posebej niso bile narejene oz. so bile meritve za nekatere sorte narejene postransko in zato rezultati niso povsem optimalni. Zato bo potrebnih še kar nekaj raziskav za določanje optimalne vsebnosti CBD v različnih genotipih navadne konoplje ter odbira in vzgoja rastlin z višjo vsebnostjo CBD.

5 VIRI IN LITERATURA

- Appendino G., Gibbson S., Giana A., PAgani A., Grassi G., Stavri M. Antibacterial cannabinoids from *Cannabis sativa* : a structure-activity study. *Journal of Natural Products*. 2008; 71: 1427-1430.
- Bhattaacharyya S., Morrison P. D., Fusar-Poli P., Martin-Santos R., Borgwardt S., Winston-Brown T., Nosarti C., O' Carroll C. M., Seal M., Allen P., Mehta M. A., Stone J. M., Tunstall N., Giampietro V., Kapur S., Murray R. M., Zuardi A. W., Crippa J. A., Atakan Z., McGuire P. K. Opposite Effects of Δ -9-tetrahydrocannabinol and Cannabidiol on Human Brain Function and Psychopathology. *Neuropsychopharmacology*. 2010; 35: 764-774.
- Bocsa I., Mathe P., Hangyel L. Effect of nitrogen on tetrahydrocannabinol (THC) content in hemp (*Cannabis sativa* L.) leaves at different positions. *Journal of Industrial Hemp*. 1997; 4: 80-81.
- Čeh B., Čremožnik B., Kolenc Z. Sorte konoplje z EU sortne liste v Sloveniji- površina, pridelek stebel in vsebnost eteričnega olja. *Hmeljarski bilten*. 2017; 24: 99-108.
- De Meijer E. P. M., Bagatta M., Carboni A., Crucitti P., Moliterni V. M. C., Ranalli P., Mandolino G. The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L. *Genetics*. 2003; 163 (1): 335-346.
- Flajšman M., Jakopič J., Košmelj K., Kocjan Ačko D. Morfološke in tehnološke lastnosti sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) iz poljskega poskusa Biotehniške fakultete v letu 2016. *Hmeljarski bilten*. 2016; 23: 88-104.
- Hillig K. W., Mahlberg P. G. A chemotaxonomic analysis of cannabinoid variation in *Cannabis* (Cannabaceae). *American Journal of Botany*. 2004; 91(6): 966-975.
- Hillig K. W. Genetic evidence for speciation in *Cannabis* (Cannabaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2005; 52: 161-180.
- Hofmann M. E., Frazier C. J. Marijuana, endocannabinoids and epilepsy: Potential and challenges for improved therapeutic intervention. *Experimental Neurology*. 2013; 244: 43-50.
- Janatova A., Frankova A., Tlustoš P., Hamouz K., Božik M., Klouček P. Yield and cannabinoids contents in different cannabis (*Cannabis sativa* L.) genotypes for medical use. *Industrial Crops and Production*. 2018; 112: 363-367.
- Kocjan Ačko D. Poljščine: pridelava in uporaba. *Kmečki glas*, Ljubljana. 2015; 187 s.
- Mead A., D. J., M. LL. The legal status of cannabis (marijuana) and cannabidiol (CBD) under U.S. law. *Epilepsy and Behavior*. 2017; 70: 288-291.
- Mechoulam R., in Hanuš L. Cannabidiol: an overview of some chemical and pharmacological aspects. Part I: chemical aspects. *Chemistry and Physics of Lipids*. 2002; 121: 35-43.
- Namdar D., Mazuz M., Ion A., Koltai H. Variation in the compositions of cannabinoid and terpenoids in *Cannabis sativa* derived from inflorescence position along the stem and extraction methods. *Industrial Crops and Products*. 2018; 113: 376-382.
- Pacifico D., Miselli F., Carboni A., Moschella A., Mandolino G. Time course of cannabinoid accumulation and chemotype development during the growth of *Cannabis sativa* L. *Euphytica*. 2008 160; 231-240.
- Pacifico D., Miselli F., Mischeler M., Carboni A., Ranalli P., Mandolino G. Genetics and marker-assisted selection on the chemotype in *Cannabis sativa* L. *Molecular Breeding*. 2006; 17: 257-268.

- Plant variety database- European Commission. Dostopno na:
http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=SearchVariety&ctl_type=A&species_id=240&variety_name=&listed_in=0&show_current=on&show_deleted (oktober 2018)
- Pollio A. The name of Cannabis: A short guide for nonbotanists. Cannabis and cannabinoid research. 2016; 1.1: 234-238.
- Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka. 2018. Ur. l. RS, št. 40/11. Dostopno na:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10544> (oktober 2018)
- Russo E. B. in Marcu J. Cannabis pharmacology: The usual suspect and a few promising leads. Advances in Pharmacology. 2017; 80: 67-134.
- Saletijn E. M. J., Zhang Q., Amaducci S., Yang M., Trindade L. M. New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. Industrial Crops and Products. 2015; 68: 32-41.
- Sawler J., Stout J. M., Gardner K. M., Hudson D., Vidmar J., Butler L., Page J. E., Myles S. The genetic structure of marijuana and hemp. Plos one. 2015; 1-9.
- Schultes R.E., Klein W. M., Plowman T., Lockwood T. E. Cannabis: an example of taxonomic neglect. Botanical Museum Leaflets Harvard University. 1974; 23: 337-367.
- Staginnus C, Zornlein S, de Meijer E. A PCR marker linked to a THCA synthase polymorphism is a reliable tool to discriminate potentially THC-rich plants of *Cannabis sativa*. L. J Forensic Sci. 2014; 59: 919-926.
- Stiasna K., Presinszka M., Vyhnánek T., Trojan V., Mrkvicová E., Hrivná L., Havel L. 2015. Analysis of genes from cannabinoid biosynthetic pathway. Dostopno na:
https://www.researchgate.net/profile/Tomas_Vyhnánek3/publication/283715294_analysis_of_genes_from_cannabinoid_biosynthetic_pathway/links/56446b0208ae9f9c13e4508c/analysis-of-genes-from-cannabinoid-biosynthetic-pathway.pdf (oktober 2018)
- Tehnologija pridelave industrijske konoplje. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Ljubljana. 2016; 9 s.
- The Plant List 2013. Dostopno na:
<http://www.theplantlist.org/> (oktober 2018)
- Van Bakel H., Stour J. M., Cote A. G., Tallon C. M., Sharpe A. G., Hughes T. R., Page J. E. The draft genome and transcriptome of *Cannabis sativa*. Genome biology. 2011; 17 str.
- Vanhove W., Surmont T., Van Damme P., De Ruyver B. Yield and turnover of illicit indoor cannabis (*Cannabis* spp.) production. Forensic Science International. 2012; 212: 158-163.
- Welling M. T., Liu L., Shapter T., Raymond C. A., King G. J. Characterisation of cannabinoid composition in a diverse *Cannabis sativa* L. germplasm collection. Euphytica. 2016; 208: 463-475.
- Zuardi A. W., Crippa J. A., Hallak J. E., Moreira F. A., Guimaraes F. S. Cannabidiol, a Cannabis sativa constituent, as an antipsychotic drug. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2006; 39 (4): 421-429.

VPLIV STRESA NA TVORBO TERPENOFENOLNIH SPOJIN - KANABINOIDOV V NAVADNI KONOPLJI (*Cannabis sativa* L.)

Jan Jurij ERŽEN¹ in Darja KOCJAN AČKO²

Pregledni članek / review article
Prispelo / received: 22. oktober 2018
Sprejeto / accepted: 17. december 2018

Izvleček

Konoplja (*Cannabis sativa* L.) od preloma tisočletja ponovno pridobiva na pomenu kot vsestranska industrijska in prehranska rastlina, v zadnjih letih pa je tudi raziskovana kot zdravilna rastlina, in sicer zaradi smole, ki vsebuje kanabinoidno zmes tetrahidrokanabinola (THC) in kanabidiola (CBD). Njun pomen za človeka in sodobno fitoterapijo je neizpodbiten. Kemijska analitika smole omogoča jasno poznavanje razmerij farmacevtsko pomembnih spojin. Omejujoči dejavniki okolja določajo uspešnost rasti in tvorjenje sekundarnih metabolitov - kanabinoidov, ki so sestavni del žlezni trihomov ženskega socvetja. Poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na fiziologijo in biokemične odzive rastline, so sestavni del ekonomsko upravičljive pridelave socvetij konoplje za farmacevtske in kozmetične namene.

Ključne besede: konoplja, *Cannabis sativa*, smola, žlezni trihomi, THC, CBD, fitoterapija, okoljski dejavniki, sekundarni metabolizem, kemotip

EFFECTS OF STRESS ON THE FORMATION OF TERPENOPHENOLIC COMPOUNDS – CANNABINOIDS IN HEMP (*Cannabis sativa* L.)

Abstract

From the start of the new millennia, hemp (*Cannabis sativa* L.) gains importance as a versatile industrial and food crop. In the last few years research has moved forward on the medicinal properties of cannabinoid rich resin containing the most important two cannabinoids tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD). Evidence for their importance for human phytotherapy is accumulating. Chemical analysis of resin content allows us precise quantification of the constituents and their respected ratios enabling identification of chemically important compounds. The environmental limiting factors dictate plant growth success and the final chemical composition of glandular trichomes of female inflorescences. Understanding the parameters, that affect physiology and biochemical responses of

¹ Študent, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Slovenija, e-naslov: jan.jurij.erzen@gmail.com

² Doc. dr., isti naslov, e-naslov: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

the plant are necessary for the economically viable production of cannabis flowers intended for various pharmaceutical and cosmetic applications.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, resin, glandular trichomes, THC, CBD, phytotherapy, enviromental factors, secondary metabolism, chemotype

1 UVOD

Na aktivnost sekundarnega metabolizma pri rastlinah vplivajo različni zunanji stresni signali, ki povzročijo odziv različnih prilagoditvenih mehanizmov (Taiz, 2010). Abiotski oziroma okoljski dejavniki odločilno vplivajo na fiziološke in biokemične procese. Medsebojna povezanost obeh vrst procesov v rastlini povzroči razporejanje energije za tvorbo primarnih in sekundarnih spojin. V stresnih okoliščinah rastline nehalo vlagati energijo v tvorbo primarnih gradnikov rastlinskih tkiv, celičnih sten, maščobnih kislin in proteinov ter jo preusmerijo v tvorbo bolj zahtevnih obrambnih komponent. Med stresne dejavnike prištevamo temperaturni stres, fotosintetski stres in tvorbo repelentnih aromatičnih snovi ob napadu herbivorov (Herms and Mattson, 1992).

Rastline imajo mehanizme in načine odzivanja na stresne dejavnike, mesto tvorbe sekundarnih spojin pa je odvisno od rastlinske vrste. Količina in stopnja izraženosti posameznih sekundarnih spojin sta genetsko in okoljsko pogojeni, pri čemer večji stresni signali povečajo njihovo akumulacijo (Siegler, 2012). Rastline se z žleznimi trihomi branijo in reagirajo v skladu s stresnimi signali, ki jih prejemajo iz okolja.

Pri konoplji, sorodnici hmelja iz družine konopljevok (Cannabaceae) in rodu koprivovk (Urticales), ni bilo opravljenih veliko raziskav glede vpliva abiotskih dejavnikov na sestavo in produkcijo kanabinoidov (Hazeekamp, 2016). Redke študije se posvečajo vplivu posameznega stresnega dejavnika, kar zakriva možnost podrobnega razumevanja pri tvorbi trihomov, smolnatih žleznih izcedkov, v katerih se akumulirajo kanabinoidi. Ker v naravi na procese v rastlini pogosto vpliva sočasno več stresnih dejavnikov, kot so intenziteta svetlobe, višja temperatura, nizka zračna vlaga in sušni stres, to otežuje jasno kvantifikacijo vpliva posamičnega dejavnika na sestavo obrambnih spojin.

V znanstveni literaturi so glede abiotskih dejavnikov v povezavi s tvorbo kanabinoidne smole mnenja deljena, posamezne raziskave so mestoma pripeljale do nasprotujočih dognanj. V študiji kanadskih raziskovalcev so ugotavljali, da povečevanje dušika negativno vpliva na končno vsebnost kanabidov ob žetvi (Small, 2015), obratno pa je ugotovila ob žetvi madžarskih sort madžarska raziskovalna skupina (Bosca 1998).

V prispevku bomo predstavili nekaj glavnih vplivov okolja in njihove znane učinke.

2 OBRAMBNE FUNKCIJE TRIHOMOV KONOPLJE

Konopljeni trihomi predstavljajo širok spekter obrambnih mehanizmov rastline, ki jih lahko razdelimo glede na osnovno funkcijo:

- filtriranje škodljivih valovnih dolžin sončnega sevanja,
- preprečevanje izsuševanja ali hlajenja listne površine,
- preprečevanje premikanja insektov po nadzemnih delih rastline,
- privabljanje ali odvrčanje insektov in preprečevanje prehranjevanja herbivorov,
- preprečevanje vzpostavljanja glivičnih in bakterijskih kolonij z inhibiranjem njihove rasti.

2.1 Sestava trihomov

Znano je, da trihomi pri večini višjih rastlin prevzemajo več obrambnih funkcij hkrati. Enako velja za žlezne trihome konoplje. Trihomi konoplje so kemično zelo raznovrstni smolnati izcedki epidermalnih žlez konoplje, ki tvorijo kompleksno zmes terpenofenolnih spojin, izhajajočih iz dveh biosinteznih poti - malonilne in malonske (Fellermeier, 2001). Vsaka od njih tvori enega od prekurzorjev geranil pirofosfat in olivetol, ki skupaj tvorita CBG - kanabigerol, prekurzor vsem kanabinoidom, z izjemo kanabinola CBN, ki je znan kot razpadni produkt THC, CBD in drugih (El Sohly, 2005; Florez-Sanchez, 2008). Različne molekule kanabinoidov absorbirajo specifične valovne dolžine svetlobe, oddajajo različne aromatične spojine ter sestavljajo bolj in manj trpežne strukture trihomov (Clarke, 1981).

3 OKOLJSKI DEJAVNIKI TVORBE KANABINOIDOV

3.1 Vpliv dolžine cvetenja na vsebnost kanabinoidov

Rastlina konoplje je zaradi svoje izjemne fenotipske plastičnosti najdena v vseh geografskih širinah našega planeta. Od ekvatorja do 60. poldnevnik najdemo različne podvrste konoplje, prilagojene na različne klimate (Hillig, 2005; Chandra, 2009). Kljub temu da je v večini primerov rastlina enoletnica, lahko v ekvatorialnih temperaturnih in svetlobnih razmerah postane trajnica (Clarke in Merlin, 2013). Tako je v ekvatorialnih območjih najdena *Cannabis sativa* L. spp. *sativa*, znana po daljšem obdobju cvetenja in slabšem fotoperiodičnemu odzivu ter višjem odstotku THC v nadzemnih delih in socvetjih (Bazzaz, 1975). V subekvatorialnih pasovih, kjer so razlike med dnevom in nočjo jasno poudarjene, bolje uspeva *Cannabis sativa* L. spp. *indica*, kjer je čas cvetenja krajši zaradi prilagajanja na krajšo rastno

sezono. Temu primerno je odstotek vsebnosti kanabinoidov na socvetjih manjši vendar bolj raznolik. V severnih območjih Finske in Rusije pa poznamo podvrsto *Cannabis sativa* L. spp. *ruderalis*, katere posebnost je neodzivnost na fotoperiodo. Prehod iz vegetativnega razvoja v generativnega je pri tej podvrsti vnaprej določen s starostjo rastline in ne s krajšanjem dneva (Hillig, 2005).

Rastline z antociani, fenoli, tanini, karotenoidi, stilbeni, kumarini in navsezadnje tudi kanabinoidi branijo svoje rastne in reproduktivne organe (Florez-Sanchez, 2009). Spodbujanje proizvodnje sekundarnih metabolitov je pri prehranskih in zdravilnih rastlinah pomemben vidik, ki lahko močno vpliva na produktivnost posamezne rastlinske vrste. Znano je, da so rastline, ki doživljajo stresne dejavnike v okolju, bogatejše v hranilih in učinkovitejše za prehranske potrebe posameznika (Brandt, 2001).

3.2 Vpliv dolžine osvetljenosti

Genotipi podvrst konoplje *sativa*, *indica* in *ruderalis* reagirajo na krajše ali daljše dobe osvetljenosti z različno tvorbo kanabinoidov (Potter, 2009). Večja gostota osvetljenosti vpliva na tvorbo krajših internodijev in na gostejši cvetni nastavek, kar poveča količino biomase, na kateri se nahajajo kanabinoidi (Russo, 2011). Ker so fotosintetski produkti prekurzorji v sintezni poti kanabinoidov, se z daljšim osvetljevanjem v času cvetenja tvori več tistih, ki so nujni za sintezo sekundarnih spojin terpenov in fenolov. Tako *ruderalis*, ki ni fotoperiodično občutljiva podvrsta, cveti pod daljšim svetlobnim režimom (18 ur svetlobe in 6 ur teme) in tvori več primarnih in sekundarnih metabolitov, kar pomeni več smole v povezavi s povečano maso socvetij (Potter, 2014). Podobno so ugotovili za šentjanževko, pri kateri večja fotosintetska aktivnost vpliva na večjo sintezo hipericina ob povečanju biomase (Mosaleeyanon, 2005). Povezave med omenjenimi interakcijami so kompleksne in zahtevajo nadaljnja znanstvena preučevanja, ki bi teze potrdila ali zavrgla.

3.3 Vpliv UV žarkov na kanabinoidni profil trihomov

Pomen sestave valovnih dolžin svetlobe je bil ugotovljen s preučevanjem škodljivih UV žarkov, ki so pokazali znaten vpliv na sintezo THC. To se ujema s spoznanji o večji vsebnosti bioaktivnih snovi v rastlinah, ki se nahajajo v višjih gorskih območjih (Zhang, 2008; Jansen, 1998). V raziskavi pa UV sevanje ni imelo vpliva na količino trihomov na splošno, ampak predvsem na sestavo, ki je bila nagnjena k večji sintezi THC (Lydon, 1987).

3.4 Vpliv sušnega stresa

Znana funkcija žlezatega trihoma pri rastlinah je prekrivanje nadzemnih delov z namenom preprečevanja izsuševanja površine rastlinskih tkiv (Lusa, 2015). Konopljni trihomi služijo podobnemu evolucijskemu prilagoditvenemu namenu. Konoplja, ki raste v sušnem podnebju, je v primerjavi z deževnimi območji proizvajala manjše količine kanabinoidov, predvsem THC, saj ima v deževnih sezonah na voljo več vode za rast in ne potrebuje zaščite pred izsušitvijo. Zadostna preskrbljenost z vodo pomeni tudi, da bo rastlina manj vlagala v sekundarne metabolne procese (Pate, 1983). Nasprotno pa je primerjava osojnega in prisojnega hriba v maroškem hribovju je pokazala manjše količine smole tam, kjer je bil vdor vlažnega zraka iz morja večji (Bouquet, 1950).

3.5 Vpliv povečane koncentracije CO₂

Dodajanje CO₂ je pogost ukrep v cvetličarski in vrtnarski industriji za hitrejši in večji pridelek (Lavola, 1994). Ker so vplivi dodajanja CO₂ dokazani na različnih rastlinskih modelih in je komercialna uporaba tega inertnega plina čedalje pogostejša, je vredno omeniti vpliv, ki ga CO₂ nudi gradnikom sekundarnih metabolitov. Dodajanje CO₂ konoplji v rastnih komorah je znatno povečalo kapaciteto fotosinteznega aparata za fiksacijo ogljika in zvišalo saturacijske nivoje (Chandra, 2008). Povečanje fotosinteze pomeni povečanje kapacitete rastline za fiksacijo ogljikovih skeletov in tvorbo produktov sekundarnega metabolizma (Akula, 2011). Zaradi tega preide v sintezne korake sekundarnega metabolizma več prekursorskih molekul, ki vplivajo na večjo sintezo kanabinoidov. Ker so terpeni in fenoli organske molekule, sestavljene iz ogljikovih skeletov, ki prihajajo kot intermediarni produkti biosintezne poti, ki poteka v kloroplastu, je dodajanje večjih koncentracij CO₂ kot prekursorja za večjo aktivnost fotosinteze posledično omogočalo tudi več gradnikov za tvorbo smole.

3.6 Vpliv tal

Nasprotujoči izsledki študij na področju vplivov tal na tvorbo kanabinoidov nudijo različne interpretacije. Raziskan je predvsem vpliv dušika (Bosca, 1998), medtem ko so ostali elementi raziskani v manjšem obsegu. Različni izsledki dajejo nasprotujoče podatke o vplivu dušika, saj so študije glede na določene večje ali manjše odmerke dušika poročale tako o povečevanju kot zmanjševanju vsebnosti THC. Poročila o vplivu fosforja in kalija so maloštevilna, vendar je opažena pozitivna korelacija med povečevanjem gnojilnih odmerkov in povečevanjem sinteze kanabinoidov (Pate, 1999), prav tako so znani vplivi težkih kovin na povečanje THC (Linger, 2005). Vsekakor pa so vplivi tal slabo raziskani, poleg tega raziskave za zdaj niso dale jasnih in enoznačnih rezultatov.

3.7 Vpliv napada/privabljanja insektov

Napad škodljivcev in s tem povezan metabolični odziv rastlin je natančno raziskal Acamovic (2005). Rastline konoplje izločajo vrsto metabolitov kot obrambni odziv na signale vdora v organizem, ki se prenašajo preko mehanskih poškodb (McPartland, 2000). Različni genotipi konoplje tvorijo raznolike terpenske profile, ki imajo odvrčalni vpliv na obnašanje insektov (Regnault-Roger, 1997).

3.8 Vpliv prisotnosti patogenov

Patogeni delujejo kot elicitorji signalov za obrambno reakcijo rastline na molekularni ravni. Spregledan vidik pri raziskavah je vpliv endogeno naseljenih organizmov – endofitov, ki nudijo dodatni imunski odziv rastlinskemu gostitelju. Izolacija in identifikacija teh gliv bi pomenila nove možnosti uravnavanja imunskega odziva rastline. Rezultati raziskav *Phomopsis* na konoplji so pokazali razlike v sestavi kanabinoidov ob interakciji z glivnim patogenom (McPartland, 1984). To lahko povzroči večjo odpornost rastline na bolezni ali pa izzove njen sekundarni metabolizem in pripelje do večje proizvodnje kanabinoidov (Kusari in sod., 2013).

4 ZAKLJUČKI

Rastne razmere, ki zadostijo potrebam konoplje, so prisotne v večini zemeljskih ekosistemov. Glavni dejavniki, kot so temperatura, zračna vlaga, prehranjenost tal, količina padavin, vplivajo tako na primarne kot tudi sekundarne procese v rastlini in predstavljajo pomembno točko preučevanja v naslednjih desetletjih, saj je potrebno zapolniti vrzeli, ki so nastale v času stigmatizacije rastline kot škodljive prepovedane droge. Okoljski dejavniki in poznavanje okoliščin tvorbe smole je vidik, ki v zadnjih letih prihaja v ospredje zaradi potreb po izobraževanju javnosti in ločevanja med navadno in indijsko konopljo. Pridelovanje rastlin za pridobivanje kozmetičnih, prehranskih ali farmacevtskih substanc zahteva nadaljnja raziskovanja na nivoju laboratorijskih in poljskih poskusov. Raziskave, ki bi omogočile standardizacijo sort konoplje in procesov pridelave in predelave, bodo v prihodnosti pridobivale na pomenu skupaj drugimi vzpenjajočimi vejami industrije, kozmetike in farmacije.

5 VIRI IN LITERATURA

- Acamovic, T., & Brooker, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2005; 64(3), 403-412.
- Akula, R., & Ravishankar, G. A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 2011; 6(11), 1720-1731.

- Brandt, K., & Mølgaard, J. P. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001; 81(9), 924-931.
- Chandra, S., Lata, H., Khan, I. A., & Elsohly, M. A. Photosynthetic response of *Cannabis sativa* L. to variations in photosynthetic photon flux densities, temperature and CO₂ conditions. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 2008; 14(4), 299-306.
- Clarke, R. C., & Merlin, M. D. *Cannabis: evolution and ethnobotany*. Univ of California Press. 2013; 465p.
- Clarke, R. C. *Marijuana botany: An advanced study: The propagation and breeding of distinctive cannabis*. Ronin publishing, 1981; 197p.
- ElSohly, M. A., & Slade, D. Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. *Life sciences*, 78(5), 2005; 539-548.
- Flores-Sanchez, I. J., & Verpoorte, R. Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry reviews*, 7(3), 2008; 615-639.
- Gershenzon, J. *Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. Phytochemical adaptations to stress* Springer, Boston, MA, 1984; 273-320.
- Gorelick, J., & Bernstein, N. Elicitation: An underutilized tool in the development of medicinal plants as a source of therapeutic secondary metabolites. In *Advances in agronomy*, 124, Academic Press, 2014; 201-230.
- Hazekamp, A., Tejkalová, K., & Papadimitriou, S. Cannabis: from cultivar to chemovar II—a metabolomics approach to Cannabis classification. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 1(1), 2016; 202-215.
- Herms, D. A., & Mattson, W. J. The dilemma of plants: to grow or defend. *The quarterly review of biology*, 67(3), 1992; 283-335.
- Hillig, K. W. Genetic evidence for speciation in *Cannabis* (Cannabaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52(2), 2005; 161-180.
- Jansen, M. A., Gaba, V., & Greenberg, B. M. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends in plant science*, 3(4), 1998; 131-135.
- Kusari, P., Kusari, S., Spiteller, M., & Kayser, O. Endophytic fungi harbored in *Cannabis sativa* L.: diversity and potential as biocontrol agents against host plant-specific phytopathogens. *Fungal diversity*, 60(1), 2013; 137-151.
- Latta, R. P., & Eaton, B. J. Seasonal Fluctuations in Cannabinoid Content of Kansas Marijuana. *Economic Botany*, 1975; 153-163.
- Lanyon, V. S., Turner, J. C., & Mahlberg, P. G. Quantitative analysis of cannabinoids in the secretory product from capitate-stalked glands of *Cannabis sativa* L.(Cannabaceae). *Botanical Gazette*, 142(3), 1981, 316-319.
- Lavola, A., & Julkunen-Tiitto, R. The effect of elevated carbon dioxide and fertilization on primary and secondary metabolites in birch, *Betula pendula* (Roth). *Oecologia*, 99(3-4), 1994; 315-321.
- Linger, P., Ostwald, A., & Haensler, J. *Cannabis sativa* L. growing on heavy metal contaminated soil: growth, cadmium uptake and photosynthesis. *Biologia plantarum*, 49(4), 2005; 567-576.
- Lusa, M. G., Cardoso, E. C., Machado, S. R., & Appezzato-da-Glória, B. Trichomes related to an unusual method of water retention and protection of the stem apex in an arid zone perennial species. *AoB PLANTS*, 2015; 7.

- Lydon, J., Teramura, A. H., & Coffman, C. B. UV-B radiation effects on photosynthesis, growth and cannabinoid production of two *Cannabis sativa* chemotypes. *Photochemistry and Photobiology*, 46(2), 1987; 201-206.
- McPartland, J. Pathogenicity of *Phomopsis ganjae* on *Cannabis sativa* and the fungistatic effect of cannabinoids produced by the host. *Mycopathologia*, 87(3), 1984; 149-153.
- McPartland, J. M., Clarke, R. C., & Watson, D. P. Hemp diseases and pests: management and biological control: an advanced treatise. CABI, 2000; 272s.
- Mosaleeyanon, K., Zobayed, S. M. A., Afreen, F., & Kozai, T. Relationships between net photosynthetic rate and secondary metabolite contents in St. John's wort. *Plant Science*, 169(3), 2005; 523-531.
- Pate, D. W. Chemical ecology of Cannabis. *Journal of the International Hemp Association*, 2(29), 1994; 32-37.
- Pate, D. W. The phytochemistry of Cannabis: its ecological and evolutionary implications. *Advances in hemp research*. Food Product Press, New York, 1999; 21-42.
- Potter, D. J. Cannabis horticulture. *Handbook of Cannabis*; Pertwee, RG, Ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2014; 65-88.
- Regnault-Roger, C. The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, 2(1), 1997; 25-34.
- Russo E.B. Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*, 163,2011; 1344-1364.
- Small, E. Evolution and classification of *Cannabis sativa* (marijuana, hemp) in relation to human utilization. *The Botanical Review*, 81(3), 2015; 189-294.
- Seigler, D. S. *Plant secondary metabolism*. Springer Science & Business Media, 2012; 759p.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* 5th Ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2010; 782p.
- Zhang, W. J., & Björn, L. O. The effect of ultraviolet radiation on the accumulation of medicinal compounds in plants. *Fitoterapia*, 80(4), 2009; 207-218.

PREHRANSKA SESTAVA INDUSTRIJSKE KONOPLJE GLEDE NA SORTO

Anita KUŠAR¹, Marko FLAJŠMAN², Darja KOCJAN AČKO³, Igor PRAVST⁴ in Barbara ČEH⁵

Izvirni znanstveni članek / scientific article

Prispelo / received: 15. 10. 2018

Sprejeto / accepted: 10. 11. 2018

Izvleček

Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) predstavlja aktualno popestritev sodobnih jedilnikov zaradi svoje ugodne prehranske sestave. Vsebuje prehransko pomembne beljakovine in maščobe z ugodno maščobnokislinsko sestavo. V raziskavi je bil preučevan vpliv sorte na prehransko sestavo semen konoplje, pridelanih v bločnem poljskem poskusu v letu 2017 v Ljubljani. Obravnavanih je bilo 9 različnih sort: Fedora 17, KC Dóra, Santhica 27, Kompolti hibrid TC, Monoica, Futura 75, Helena, Tiborszallasi in USO 31. Rezultati kažejo na dokazljive razlike med sortami v pridelku surovih beljakovin in maščob na enoto pridelave ter v vsebnosti maščob, medtem ko ni dokazanih razlik med sortami v vsebnosti beljakovin. Vsebnost surovih beljakovin je bila med 19,0 % in 22,6 %, vsebnost maščob pa med 18,2 % in 28,6 %. Z vidika prehranske sestave in pridelka surovih beljakovin oz. maščob (kg/ha) so se kot najbolj ustrezne sorte v poskusnih razmerah pokazale sorte Futura 75, Tiborszallasi in KC Dóra.

Ključne besede: industrijska konoplja, *Cannabis sativa*, prehranska sestava semena, beljakovine, maščobe

¹ Doc. dr., Inštitut za nutricionistiko, Tržaška cesta 40, 1000 Ljubljana, e-pošta: anita.kusar@nutris.org

² Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: marko.flajsman@bf.uni-lj.si

³ Doc. dr., isti naslov, darja.kocjan@bf.uni-lj.si

⁴ Prof. dr., Inštitut za nutricionistiko, Tržaška cesta 40, 1000 Ljubljana, e-pošta: igor.pravst@nutris.org

⁵ Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: barbara.ceh@ihps.si

NUTRITIONAL COMPOSITION OF HEMP IN RELATION TO THE VARIETY

Abstract

Hemp (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) represents the current improvement of modern diets because of its favorable nutritional composition. It contains nutritionally important proteins and oil with a favorable fatty acid composition. The study examined the influence of the variety on the nutritional composition of hemp seeds produced in a field experiment in 2017 in Ljubljana, where nine different varieties were used: Fedora 17, KC Dóra, Santhica 27, Kompolti hybrid TC, Monoica, Futura 75, Helena, Tiborszallasi and USO 31. The results indicated that there are differences between varieties in the yield of crude proteins and fats per unit of production and in the content of fat, while the varieties did not prove to be different in protein content. The crude protein content was between 19.0 % and 22.6 % and the fat content was between 18.2 % and 28.6 %. From the point of view of the nutritional composition and yield of raw proteins/fats (kg/ha), the varieties Futura 75, Tiborszallasi and KC Dóra turned out to be the most interesting varieties in the conditions of the experiment in 2017.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, nutritional composition of seeds, proteins, fats

1 UVOD

Konopljina semena imajo pomembno mesto v sodobni prehrani, saj so bogat vir nenasičenih maščobnih kislin, beljakovin, prehranskih vlaknin ter nekaterih vitaminov in mineralov (Kriese in sod., 2004; Leizer in sod., 2000; Callaway in sod., 2004; Galasso in sod., 2016; Mattila in sod., 2018). Vsebujejo 25 do 35 % maščob, 20 do 30 % beljakovin, 20 do 30 % ogljikovih hidratov, od tega 10 do 15 % prehranskih vlaknin, od vitaminov predvsem A in E, od mineralov pa magnezij, baker, cink in železo. Za konopljine beljakovine je značilna ugodna aminokislinska sestava; semena namreč vsebujejo tudi esencialne aminokisline, po svoji sestavi pa so precej podobne beljakovinom živalskega izvora in so dobro prebavljive (Russo in Reggiani, 2015; Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2017). Konopljino olje pa odlikuje ugodna maščobno-kislinska sestava, predvsem visoka vsebnost nenasičenih maščob; običajno jih vsebuje več kot 80 % (Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2018). Med nenasičenimi maščobami v konopljinem olju je največ linolne kisline (omega-6), v pomembnem deležu pa sta zastopani tudi α -linolenska (omega-3) in oleinska kislina (omega-9) (Dulf in sod., 2005; Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2017). V sodobni prehrani je pomembno nadomeščanje nasičenih maščob z nenasičenimi, saj to prispeva k nižjim vrednostim holesterola v krvi, kar zmanjšuje tveganje za razvoj bolezni srca in ožilja (Kris-Etherton in sod., 2002; Mišurcová in sod., 2011; Orsavova in sod., 2015). V prehrani ima konopljino olje pomembno vlogo tudi zaradi ugodnega razmerja med linolno in α -linolensko

kislino (Dulf in sod., 2006), ki je opredeljeno v razmerjih med 3:1 in 5:1 (EFSA, 2009). V sodobni prehrani je omenjeno razmerje pogosto precej višje, predvsem zaradi uživanja olj s prevladujočo linolno kislino (omega-6), kar povečuje tveganje za razvoj številnih nenalezljivih bolezni, tudi srčno-žilnih bolezni (Simopoulos, 2008; Gomez Candela in sod., 2011).

Raziskave pridelovanja industrijske konoplje v različnih evropskih državah in drugod po svetu kažejo na to, da je prehranska sestava semen močno odvisna od sorte in agrotehničnih dejavnikov (Galasso in sod., 2016; Kriese in sod. 2004; Vogl in sod., 2008; Mölleken in sod., 2000), zato je vključevanje vrednotenja prehranske sestave eden od pomembnih parametrov pri preizkušanju sort za pridelovanje.

V raziskavi, ki smo jo zastavili v letu 2017, smo želeli primerjati prehranske lastnosti različnih sort konoplje, pridelane v naših agroekoloških razmerah na isti lokaciji.

2 MATERIAL IN METODE

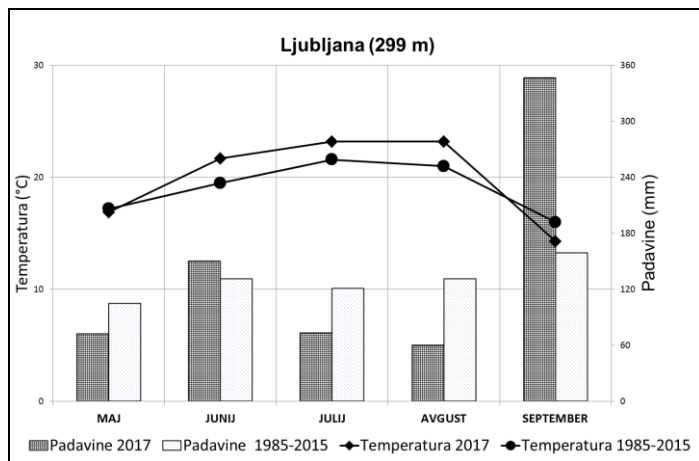
2.1 Vzorci semena devetih različnih sort navadne konoplje

Vzorci semena devetih različnih sort konoplje smo pridobili iz poljskega poskusa v letu 2017, zasnovanega v okviru ciljnega raziskovalnega projekta »V4-1611 Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji« na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskus je bil postavljen kot bločni poljski poskus v treh ponovitvah, kjer smo izvedli 3 gostote setve (100, 200 in 300 kalivih semen/m²) in vključili 9 sort konoplje: Fedora 17, KC Dóra, Santhica 27, Kompolti hibrid TC, Monoica, Futura 75, Helena, Tiborszallasi in USO 31. Poskusno polje je bilo jeseni 2016 preorano do globine 20 do 25 cm, pred setvijo spomladi 2017 pa dopolnilno obdelano z vrtavkasto brano do globine 10 cm. Velikost osnovne parcele je bila 3 x 6 m (18 m²). Setev je bila izvedena 19. maja 2017 s poskusno parcelno sejalnico Plotman PM proizvajalca Wintersteiger (Avstrija). Pred setvijo smo glede na rezultate analize tal opravili založno gnojenje s 500 kg/ha NPK 0-14-28 in 260 kg/ha KANa. Med rastjo posevka nismo dognojevali in nismo zatirali plevelov. Vzorci semena smo pobrali v času tehnološke zrelosti, in sicer od 28. septembra do 3. oktobra 2017. Vzorci semen za posamezno sorto so bili v vsakem bloku združeni po gostotah setve in dostavljeni v laboratorij Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, kjer so opravili kemijske analize.

2.2 Vremenske razmere v času poljskega poskusa v Ljubljani

V maju 2017 je padlo manj padavin kot v dolgoletnem povprečju, tudi temperatura je bila nekoliko nižja. V juniju je padlo relativno veliko padavin (150 mm),

razporeditev je bila neenakomerna, temperatura pa je bila več kot 2 stopinji nad povprečjem. V juliju, ki je bil tudi nadpovprečno tople, je padlo le 73 mm padavin, kar pa ni imelo opaznih posledic na razvoj rastlin. V avgustu je padlo manj kot polovica povprečnih padavin (samo 60 mm), temperatura je bila 2,2 stopinji nad povprečjem. September je bil nekoliko hladnejši od dolgoletnega povprečja in nadpovprečno moker, saj je padlo kar 347 mm padavin, od tega večina (97 %) do 20. septembra (slika 1).



Slika 1: Povprečne mesečne temperature in vsote padavin za mesece v času izvedbe poljskega poskusa v letu 2017 ter za obdobje 1985 - 2015 v Ljubljani (ARSO, 2018)

2.3 Določanje vlage v vzorcih semena

Vsebnost vlage so določali v laboratoriju IHPS po metodi SIST EN ISO 665:2001. 5 g vzorca konopljinih semen so zatehtali v aluminijasto posodo in jo dali v sušilnik, ogret na 102 - 104 °C za 3 h. Zaprte posode so ohladili na sobno temperaturo v eksikatorju in jih stehali. Z ohlajenimi semeni so ponovili postopek sušenja za 1 h, jih ponovno stehali in po ugotovitvi enakih mas zaključili, da so bila semena popolnoma suha. Iz razlike mas so izračunali vsebnost vlage, ki so jo upoštevali pri vseh ostalih parametrih pri izračunih vsebnosti na suho snov. Vse določitve so bile narejene v dveh ponovitvah.

2.4 Določanje vsebnosti maščob in maščobnokislinske sestave

Vsebnost maščob in maščobnokislinsko sestavo so določali v laboratoriju IHPS po Soxhletu (SIST EN ISO 659:1998). Semena so zmleli v mlinčku do granulacije velikosti pod 2 mm. 10 g zmletega vzorca so prenesli v bučko, ki so jo opremili s

Soxhletovim aparatom in dodali 150 ml topila heksan (Sigma-Aldrich). Ekstrakcijo so izvajali 6 ur. Topilo so odstranili iz vzorca s sušenjem pri 105 - 107 °C do konstantne mase. Iz razlike mas so izračunali vsebnost maščob. Vse določitve so bile narejene v treh ponovitvah. S pomočjo plinske kromatografije so določili kvalitativno in kvantitativno sestavo esencialnih ter neesencialnih maščobnih kislin po njihovi derivatizaciji v metilne estre, v skladu z metodo SIST EN ISO 12966:2015).

2.5 Določanje vsebnosti beljakovin v vzorcih semena

Vsebnost beljakovin so v laboratoriju IHPS določali po metodi Analytica-EBC, 3.3.1. Pri tem so uporabljali reagente podjetja Sigma-Aldrich. 1g zmletga vzorca so prenesli v razklopne kivete, dodali 10 g katalizatorske zmesi (Se:CuSO₄:Na₂SO₄ = 6:6:375) in 20 ml 98 % H₂SO₄. Sledil je razklop pri 110 °C 4 h. Ohlajeni razklopni zmesi so dodali raztopino NaOH (450 g/l) in destilirali. Destilat so uvajali v raztopino H₃BO₃ (20 g/l) z dodatkom indikatorja bromkrezol zeleno. Sledila je titracija z 0,5 M raztopino HCl. Iz porabe kisline in ob upoštevanju ustreznega faktorja (14) so izračunali vsebnost beljakovin v vzorcu. Vse meritve so bile narejene v treh ponovitvah.

2.6 Statistična analiza

Statistično analizo smo izvedli s programom R (R core Team, 2016). Kjer je bil ugotovljen vpliv sorte na merjeno odzivno spremenljivko, smo razlike med povprečji preverili z Duncan-ovim testom ($p \leq 0,05$).

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Raziskava je pokazala, da na vsebnost surovih beljakovin v konopljinih semenih sorta ni imela značilnega vpliva ($p=0,316$). Vsebnost surovih beljakovin je bila med 19,0 in 22,6 % (preglednica 1). V primerjavi z razpoložljivimi rezultati drugih raziskav je vsebnost nekoliko manjša (Anwar in sod., 2006; Vonapartis in sod., 2015; Galasso in sod., 2016), prav tako tudi v primerjavi z našo preliminarno raziskavo iz leta 2016, ko so bile vrednosti najmanj 22,4 in največ 28,8 % (Kušar in sod., 2017). Navedeno dejstvo kaže na to, da je na vsebnost surovih beljakovin pomembno vplivalo leto pridelave. Rezultatov vsebnosti surovih beljakovin med obema letoma ni mogoče med seboj neposredno primerjati, saj je šlo v letu 2016 zgolj za preliminarno raziskavo, ki je vključevala vrednotenje semen navadne konoplje, pridelanih na različnih lokacijah in v različnih razmerah. Ker v letu 2018 raziskavo iz leta 2017 nadaljujemo, bomo v prihodnje na podlagi analize semen iz 2018 lahko ovrednotili tudi vpliv leta pridelave na preučevane parametre. Dodatno ugotavljamo, da so se sorte značilno razlikovale po pridelku surovih beljakovin na enoto pridelave ($p < 0,001$); kot najbolj produktivna se je pokazala sorta Futura 75

(173 kg/ha), sledijo pa ji sorte Helena (102 kg/ha), Tiborszallasi (92 kg/ha), KC Dóra (80 kg/ha) in Kompolti hibrid TC (73 kg/ha). Najmanj beljakovin na enoto pridelave smo pridelali s sortama Santhica 27 (60 kg/ha) in USO 31 (39 kg/ha).

Preglednica 1: Vsebnost in pridelek surovih beljakovin ter maščob v semenih industrijske konoplje iz poskusa v Ljubljani v letu 2017 (% oz. kg/ha, povprečje $\pm$ standardna napaka)

Sorta	Vsebnost surovih beljakovin (%)	Pridelek surovih beljakovin (kg/ha)	Vsebnost maščob (%)	Pridelek maščob (kg/ha)
KC Dora	21,0 $\pm$ 0,2	79,8 $\pm$ 0,8 cd*	26,4 $\pm$ 1,1 ab*	100,3 $\pm$ 4,1 c*
Fedora 17	21,9 $\pm$ 1,6	73,3 $\pm$ 5,2 de	25,2 $\pm$ 0,2 b	84,3 $\pm$ 0,7 d
Futura 75	22,6 $\pm$ 2,7	172,9 $\pm$ 20,9 a	28,6 $\pm$ 0,5 a	218,1 $\pm$ 3,9 a
Helena	20,8 $\pm$ 0,8	102,3 $\pm$ 3,9 b	25,6 $\pm$ 0,9 ab	125,7 $\pm$ 4,3 b
Kom. hibrid	20,0 $\pm$ 1,4	72,7 $\pm$ 5,0 de	27,2 $\pm$ 1,5 ab	99,0 $\pm$ 5,3 c
Monoica	20,1 $\pm$ 0,4	59,0 $\pm$ 1,1 e	26,7 $\pm$ 1,1 ab	78,3 $\pm$ 3 d
Santhica 27	21,3 $\pm$ 1,6	59,7 $\pm$ 4,5 e	18,2 $\pm$ 3,6 d	51,0 $\pm$ 10,1 e
Tiborszallasi	21,1 $\pm$ 2,5	91,6 $\pm$ 10,9 bc	28,2 $\pm$ 0,8 a	122,8 $\pm$ 3,6 b
USO 31	19,0 $\pm$ 1,6	39,0 $\pm$ 3,3 f	21,6 $\pm$ 1,8 c	44,19 $\pm$ 3,7 e

*p<0,001; p-vrednosti vpliva

V nasprotju s surovimi beljakovinami je bil vpliv sorte na vsebnost maščob značilno pomemben ($p<0,001$). Semena so vsebovala med 18,2 in 28,6 % maščob (preglednica 1). Največ maščob je vsebovala sorta Futura 75 (28,6 %), sledijo sorte Kompolti hibrid TC (27,2 %), Monoica (26,7 %) in Helena (25,6 %). Najmanj maščob sta vsebovali sorti USO 31 (21,6 %) in Santhica 27 (18,2 %). Ugotavljamo, da je bila tudi vsebnost maščob, v primerjavi z rezultati preliminarne raziskave iz leta 2016, ko so semena vsebovala med 32,5 in 37,7 % maščob (Kušar in sod., 2017), v semenih, pridelanih v letu 2017, bistveno manjša. Prav tako je bila vsebnost podpovprečna v primerjavi z rezultati drugih raziskav, v katerih so primerjali različne sorte oz. genske vire konoplje (Kiralán in sod, 2010; Vonapartis in sod., 2015, Galasso in sod, 2016). V nadaljevanju raziskovalnega dela bomo ovrednotili tudi vpliv leta pridelave na vsebnost maščob v semenih navadne konoplje, s čimer bomo dobili več informaciji glede tega parametra. Sorte pa so se med seboj značilno razlikovale tudi po pridelku maščob na enoto pridelave. Dokazljivo največji pridelek maščob je imela sorta Futura 75 (218 kg/ha), sledijo pa ji sorte Helena (126 kg/ha), Kompolti hibrid TC (99 kg/ha) in KC Dóra (110 kg/ha).

Preglednica 2: Vsebnost skupnih nenasičenih maščob in nekaterih izbranih nenasičenih maščob v semenih navadne konoplje (%), povprečje $\pm$ standardna napaka), pridelane v poskusu v Ljubljani v letu 2017, ter razmerje med linolno (omega-6) in α -linolensko kislino (omega-3)

Sorta	Nenasičene maščobe (%)	α -linolenska kisl. omega-3 (%)	Linolna kislina, omega-6 (%)	Oleinska kislina, omega-9 (%)	$\omega 6 : \omega 3$
KC Dora	84,3 $\pm$ 1,1 ab * ¹	16,2 $\pm$ 0,6 ab * ²	52,2 $\pm$ 0,4 ab * ²	13,5 $\pm$ 0,2 bc * ²	3,2 : 1 ab * ²
Fedora 17	80,3 $\pm$ 2,6 abcd	12,5 $\pm$ 1,8 bc	49,5 $\pm$ 2,2 abc	15,1 $\pm$ 1,5 abc	4,0 : 1 abc
Futura 75	85,5 $\pm$ 0,9 ab	16,3 $\pm$ 0,3 ab	52,8 $\pm$ 0,7 ab	14,0 $\pm$ 0,1 bc	3,2 : 1 ab
Helena	79,4 $\pm$ 2,9 abcd	13,4 $\pm$ 1,7 bc	48,5 $\pm$ 2,5 abc	15,1 $\pm$ 1,3 abc	3,7 : 1 abc
Kom.hibrid	76,8 $\pm$ 7,1 bcd	11,8 $\pm$ 3,7 bc	45,2 $\pm$ 6,3 bc	17,3 $\pm$ 3,0 ab	4,0 : 1 bc
Monoica	81,9 $\pm$ 2,5 abc	13,6 $\pm$ 1,7 abc	49,9 $\pm$ 2,1 abc	15,9 $\pm$ 1,2 abc	3,7 : 1 abc
Santhica 27	71,8 $\pm$ 4,3 d	9,4 $\pm$ 1,8 c	42,7 $\pm$ 3,7 c	17,0 $\pm$ 1,6 abc	4,6 : 1 c
Tiborszallasi	87,6 $\pm$ 0,4 a	18,2 $\pm$ 0,3 a	53,9 $\pm$ 0,5 a	13,2 $\pm$ 13,2 c	3,0 : 1 a
USO 31	74,1 $\pm$ 10,0 cd	11,1 $\pm$ 5,7 c	42,7 $\pm$ 8,6 c	18,4 $\pm$ 4,3 a	4,2 : 1 bc

*¹p<0,01; *²p<0,05; p-vrednosti vpliva sorte na sestavo semena

Konopljinna semena so dober vir nenasičenih maščobnih kislin, ki imajo pomembno vlogo v prehrani, predvsem z vidika nadomeščanja nasičenih maščob z nenasičenimi (Dulf in sod., 2006; Orsavova in sod., 2015). Skupna vsebnost nenasičenih maščob je bila v semenih, pridelanih v letu 2017, med 71,8 in 87,6 % (preglednica 2). Razlike med sortami so precejšnje, vendar na to kažejo tudi rezultati drugih raziskav (Vogl in sod., 2004; Orsavova in sod., 2015; Galasso, 2016). Med nenasičenimi kislinami v konopljinah semenih je v največjem deležu zastopana linolna kislina (omega-6), sledita pa ji še α -linolenska kislina (omega-3) in oleinska kislina (omega-9). Omenjene nenasičene maščobne kisline imajo varovalno vlogo pri preprečevanju bolezni srca in ožilja, zato je priporočljivo, da le te predstavljajo večji del zaužitih maščob s prehrano (Kris-Etherton in sod., 2002; Mišurcová in sod., 2011). Največji delež linolne in α -linolenske kisline so v našem poskusu vsebovale sorte Tiborszallasi (53,8 %; 18,2 %), Futura 75 (52,8 %; 16,3 %) in KC Dóra (52,2 %; 16,2 %), oleinske kisline pa sorti USO 31 (18,4 %) in Kompolti hibrid TC (17,3 %) (preglednica 2). Variabilnost v vsebnosti omenjenih nenasičenih maščobnih kislin je bila ugotovljena tudi v drugih podobnih raziskavah, ki so preučevale vpliv genotipa na maščobno-kislinsko sestavo pri konoplji (Vogl in sod., 2004; Galasso in sod., 2016; Anwar in sod., 2006).

Pri preučevanju maščobno-kislinske sestave ima pomembno vlogo tudi razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami, ki je pri konopljinem olju

ugodnejše v primerjavi z nekaterimi drugimi rastlinskimi olji, kot so na primer sončnično, koruzno in nekatera druga olja (Dulf in sod.; Orsavova in sod., 2015). Tudi pri tem parametru se kažejo razlike med sortami; razmerje je precej variabilno, to je med 3:1 do 4,6:1 (preglednica 2). Dokazano je, da so v prehrani najbolj priporočljiva živila z razmerjem omega-6 in omega-3 v vrednosti 3:1 do 5:1 (EFSA, 2009), kar pomeni, da v naveden rang po svoji maščobno-kislinski sestavi sodijo vse preučevane sorte. Najbolj ugodno razmerje med obravnavanimi sortami so dosegle sorte Tiborszallasi (3:1), KC Dóra (3,2:1) in Futura 75 (3,2:1).

4 ZAKLJUČEK

Z vidika prehranske sestave in pridelka surovih beljakovin oz. maščob (kg/ha) so bile v poskusu v Ljubljani v letu 2017 najbolj ustrezne sorte Futura 75, Tiborszallasi in KC Dóra. Med temi sortami sta Futura 75 in KC Dóra glede uporabe namenjeni za pridelavo semen, Tiborszallasi pa pridelavi vlaken, vendar je očitno sorta univerzalna, torej tudi za pridelavo semen. Ker prehranska sestava v letu 2017 pridelanih semen bistveno odstopa od rezultatov v preliminarni raziskavi v letu 2016 in rezultatov iz drugih raziskav, bomo raziskavo ponovili na isti lokaciji v letu 2018 in rezultate primerjali med leti.

Zahvala. Delo je bilo narejeno v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-1611 Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji. Financerjema MKGP in ARRS se najlepše zahvaljujemo.

5 VIRI IN LITERATURA

- Aluko R.E. Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Proteins: Composition, Structure, Enzymatic Modification, and Functional or Bioactive Properties. V: Sustainable protein resources. Elsevier Academic Press Inc., San Diego. Nadathur S.R., Wanasundara J.P.D., Scalini L. (ur.). 2017; 121-132
- Anwar F., Latifa S., Ashraf M. Analytical Characterization of Hemp (*Cannabis sativa*) Seed Oil from Different Agro-ecological Zones of Pakistan. JAOCS. 2006; 83(4): 323-329
- ARSO. Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopno na: www.arso.gov.si (oktober 2018)
- Callaway J.C. Hempseed as a nutritional resource: An overview. Euphytica. 2004; 140: 65-72
- Dulf F.V., Bele C., Spinean S, Chedea V.S., Zegrean G., Socaciu C. Comparative studies on fatty acid fingerprint from total lipids and phytosterol esters of some edible plant oils. Buletin USAMV-CN. 2006; 62: 225-230
- EFSA. 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. The EFSA Journal. 2009; 1176: 1-11

- Galasso I., Russo R., Mapelli S., Ponzoni E., Brambilla I.M., Battelli G., Reggiani R. Variability in seed traits in a collection of *Cannabis sativa* L. genotypes. *Frontiers in Plant Science*. 2016; 7(688): 1-9
- Gómez Candela C., Bermejo López L.M., Loria Kohen V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations. *Nutr. Hosp.* 2011; 26: 323-329
- Kiralan M., Gül V., Kara S.M. Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2010; 8(2): 385-390
- Kriese U., Schumann E., Weber W., Beyer M., Bruhl L., Matthaus B. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*. 2004; 137: 339-351
- Kris-Etherton P.M.; Harris W.S.; Appel L.J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2002; 106: 2747-2757
- Kušar A., Čeh B., Flajšman M., Kocjan Ačko D., Pravst I. Raznolikost hranilne sestave navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*). V: Novi izzivi v agronomiji 2017. Laško. Zbornik simpozija. 2017: 82-87
- Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov S., Raskin I. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, functional & medical foods*. 2000; 2(4): 35-53
- Mattila P., Mäkinen S., Eurola M., Jalava T., Pihlava J.M., Hellström J., Pihlanto A. Nutritional Value of Commercial Protein-Rich Plant Products. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2018; 73: 108-115
- Mišurcová L.; Vávra Ambrožová J.; Samek D. Seaweed lipids as nutraceuticals. *Adv. Food Nutr. Res.* 2011; 64: 339-355
- Mölleken H., Mothes R., Dudek S. Quality of Hemp Fruits and Hemp Oil in Relation to the Maturity of the Fruits. *Bioresource Hemp*, Wolfsburg 13.-16. September 2000. 2000: 1-7
- Orsavova J., Misurcova L., Ambrozova J.V., Vicha R., Mlcek J. Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids. *Int. J. Mol. Sci.* 2015; 16: 12871-12890
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. Dostopno na: <https://www.R-project.org/>
- Russo R., Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hemp seed meal from dioecious and monoecious varieties. *Am. J. Plant Sci.* 2015; 6: 14-22
- Simopoulos, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.* 2008; 233: 674-688
- Vogl C.R., Mölleken H., Lissek-Wolf G., Surböck A., Kobert J. Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a Resource for Green Cosmetics: Yield of Seed and Fatty Acid Compositions of 20 Varieties Under the Growing Conditions of Organic Farming in Austria. *Journal of industrial hemp*. 2004; 9(1): 51-68.
- Vonapartis E., Aubin M.P., Seguin P., Mustafa A.F., Charron J.B. Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015; 39: 8-12

ANALIZA MEHANSKIH LASTNOSTI VLAKEN, IZOLIRANIH IZ RAZLIČNIH SORT KONOPLJE

Silvo HRIBERNIK¹, Tanja KOS², Marko FLAJŠMAN³ in Barbara ČEH⁴

Izvirni znanstveni članek / original scientific paper

Prejeto / received: 22. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 17. december 2018

Izvleček

V članku predstavljamo rezultate postopka izolacije vlaken iz različnih vrst konoplje, katerega cilj je pridobivanje elementarnih vlaken in ne vlaknatih snopov. Vlakna smo ločili iz stebela konoplje z uporabo postopka encimske goditve ter mehanske obdelave; razgradnjo pektina, tj. strukturnega polisaharida, ki se nahaja v primarni celični steni smo dosegli z encimsko obdelavo. Analizo finosti vlaken in nateznih lastnosti smo izvedli v skladu s standardnimi metodami z uporabo dinamometra, morfološko analizo površine vlaken pa z vrstičnim elektronskim mikroskopom. Morfologija vlaken po encimski obdelavi izkazuje širok nabor različnih površinskih artefaktov tako znotraj posamezne sorte, kot med vlakni različnih sort; mehansko ločevanje vlaken, ki je sledilo encimski obdelavi ni v celoti rezultiralo v popolni ločitvi snopov v elementarna vlakna in odstranitvi lignina. Analogno z mikroskopsko analizo tudi rezultati preskušanja mehanskih lastnosti izkazujejo širok raztros izmerjenih vrednosti; korelacija opazanj iz obeh metod nakazuje, da neenakomerna debelina vlaken in snopov vlaken pomembno vpliva na njihovo finost ter nadalje na njihovo obnašanje pri nateznih obremenitvah.

Ključne besede: izolacija vlaken, površinska morfologija, natezna trdnost in raztezek

¹ Dr., Laboratorij za obdelavo in preskušanje polimernih materialov, Fakulteta za strojništvo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Univerza v Mariboru, e-pošta: silvo.hribernik@um.si

² Dipl. inž., isti naslov, e-pošta: tanja.kos@um.si

³ Dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: marko.flajsman@bf.uni-lj.si

⁴ Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: barbara.ceph@ihps.si

ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF FIBRES, ISOLATED FROM DIFFERENT HEMP VARIETIES

Abstract

This study presents the results of fibre procurement from different hemp varieties, targeting the isolation of single fibres rather than fibrous agglomerates. In order to separate fibres from the whole plant, enzymatic retting and mechanical removal were employed. Pectin that connects bast fibres in hemp stalk is necessary to be removed in order to isolate single fibres; pectins are structural polysaccharides contained in the primary cell wall and their decomposition is usually achieved by enzyme action. Analysis of tensile properties and fineness of hemp fibres was conducted according to standardised methods with dynamometer, while morphological examination of hemp fibres was performed with an electron scanning microscope. Morphology of enzymatically-treated fibres showed a wide variety of structural features within one single variety, let alone when different varieties were compared; mechanical separation which followed enzyme treatment did not result in complete separation of fibres and removal of lignin. Analogous to visual investigation, mechanical analysis of enzyme-treated hemp bast fibres also shows a wide scattering of measured values of tensile properties; correlating these results with observed fibre morphology, the inhomogeneity of fibre agglomerate diameters was recognised as on one of the main factors influencing the fibre fineness and their behaviour during tensile tests.

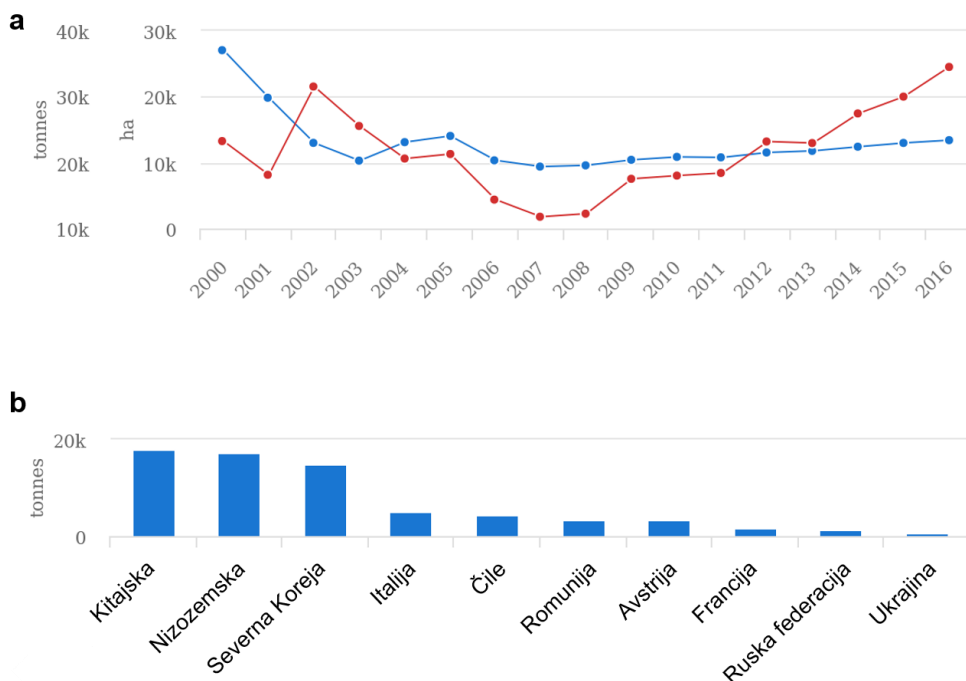
Key words: isolation of fibres, surface morphology, tensile strength and elongation

1 UVOD

Konopljina vlakna izkazujejo vrsto uporabnih lastnosti; nizka gostota, zelo dobre fizikalno-mehanske lastnosti, poleg tega pa so zaradi svoje okoljske sprejemljivosti ter velike količine vlaken, ki jih je mogoče pridelati, zelo primeren vir materialov v bio-krožnem gospodarstvu. V tem pogledu je ponovna rast proizvodnje konoplje v Evropi povezana tudi z vse večjo potrebo po zamenjavi steklenih vlaken z naravnimi, bio-razgradljivimi vlakni v avtomobilski industriji ter v sektorju kompozitnih materialov. Na sliki 1a je prikazana proizvodnja konopljinih tehničnih vlaken v Evropi med letoma 2000 in 2016 (z okrog 34.500 ton je bilo v letu 2016 proizvedenih največ vlaken po letu 2000) ter površine, ki so bile zasajene s to kulturo, na sliki 1b pa deset držav, ki so bile največje proizvajalke konopljinih vlaken v letu 2016. Nam najbližja Avstrija je bila v letu 2016 na 7. mestu globalne lestvice proizvajalcev konopljinih vlaken, z okrog 3.270 ton (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Prikazana statistika pridelave konopljinih vlaken vključuje le tehnična vlakna, ki so rezultat mehanske predelave konopljinih stebel, medtem ko so, odvisno od

aplikacije vlaken, potrebne še dodatne poobdelave (v primeru zagotavljanja potrebne kakovosti vlaken za tekstilne namene), predvsem pa predstavlja največji izziv sama izolacija vlaken iz stebel. V okviru projekta *Pridelava industrijske konoplje (Cannabis sativa L.) v Sloveniji* je ena od aktivnosti tudi analiza mehanskih lastnosti in morfoloških lastnosti vlaken, ki bo omogočila izbiro najprimernejših sort konoplje za nadaljnjo pridelavo vlaken. V ta namen je potrebno izvesti učinkovito izolacijo vlaken iz stebel ter zagotoviti kakovost le-teh, ki bo ustrezala namenjeni aplikaciji, tj. predelavi v tekstilne izdelke. Konopljina vlakna se ponašajo z vrsto pozitivnih in uporabnih lastnosti, zaradi katerih so zelo primerna za tekstilne aplikacije. Njihove mehanske lastnosti močno presegajo natezne trdnosti, ki jih izkazujejo bombažna vlakna, poleg tega pa so tekstilni izdelki iz konopljinih vlaken prijetni na otip in znatno prispevajo k toplotnemu udobju uporabnika; ker so ta vlakna odporna na delovanje mikrobov in razvoja plesni, so zelo priporočljiva za uporabo v toplih in vlažnih okoljih.



Slika 1: a) rdeča črta predstavlja proizvodnjo konopljinih tehničnih vlaken (v tonah), modra črta predstavlja površine, zasajene s konopljo (v hektarjih), oboje med letoma 2000 in 2016 v Evropi; b) deset največjih proizvajalk konopljinih tehničnih vlaken na svetu v letu 2016 (v tonah) (FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>)

V pričujočem članku bomo predstavili izvedbo izolacije vlaken iz stebel ter njihov vpliv na uporabne lastnosti; glavni cilj študije je priprava elementarnih vlaken, tj. ločitev tehničnih skupkov vlaken v posamezna vlakna in analiza njihovih mehanskih lastnosti, ki bodo indikator za njihovo primernost v tekstilnih procesih kot so predenje in tkanje. Namen predstavljene raziskave je pridobivanje vlaken iz različnih vrst konoplje, kjer je poudarek na izolaciji elementarnih vlaken oz. na ločevanju vlaknatih skupkov.

2 MATERIAL IN METODE

Stebila različnih sort konoplje smo vzorčili v poljskih poskusih na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (Žalec; IHPS) ter na Biotehniški fakulteti v Ljubljani (BF) v letu 2017.

Poskus na poskusnem posestvu IHPS je bil posejan 3. maja 2017. Posejanih je bilo 12 sort konoplje. Tri tedne pred setvijo smo tla pobranali, da so vzniknili pleveli, ki smo jih z brananjem uničili tik pred setvijo, ko smo obenem vdělali gnojilo KAN v količini 70 kg/ha dušika (N). Količina semena za setev (60 kg/ha) je bila enaka za vse sorte, kakor tudi vsa ostala agrotehnika. Parcele so bile velike 3x3 m. Po setvi smo posevek povaljali in ga pokrili pred ptiči s kopreno do vznika konoplje. Prejšnji posevek so bile oljne buče. Poskus ni bil namakan. 11. avgusta smo poželi nadzemni del zgodnejših sort (brez robnih rastlin na parcelah v širini okrog 0,5 m): Fedora 17, KC Dora, USO 31, Finola in Santhica 27, 18. avgusta pa sorte: Monica, Tiborszallasi, Tisza, Kompolti hibrid TC, Férimon, Carmagnola in Antal, in sicer ko so bile sorte v razvojni fazi začetek tvorjenja semen. Takoj smo izvedli vzorčenje stebel za namen analize vlaken.

Poskus na BF je bil zastavljen kot bločni poljski poskus v treh ponovitvah, v katerega je bilo vključenih 12 sort konoplje, od tega 7 dvodomnih (Kompolti hibrid TC, Antal, Monoica, Marina, KC Dora, Tiborszallasi in Tisza) in 5 enodomnih (Futura 75, Fedora 17, USO 31, Santhica 27 in Helena). Setev je potekala 4. maja 2017 na medvrstno razdaljo 12,5 cm in pri setveni normi 300–400 rastlin/m². Pred setvijo je bilo opravljeno gnojenje s 500 kg/ha NPK 0-14-28 in 260 kg/ha KAN-a. Velikost osnovne parcelice je bila 18 m². Posevka med rastjo nismo dognojevali, plevelov nismo zatirali. Vzorčenje stebel je potekalo ročno 17. in 18. avgusta 2017. Stebila smo za namen analize za vlakna vzorčili iz sredinskih 4 m² osnovne parcele.

Postopek goditve z encimi smo izvedli z encimi Beisol PRO (CHT Benzema) skladno z njihovo recepturo. Postopek obdelave smo izvajali v aparatu Labomat (Mathis). V raztopini 2% neionskega pralnega sredstva (na osnovi maščobnih alkoholov) Sandoclean PC (Clariant), smo pripravili 4% raztopino encima pektinaze Beisol PRO. Glede na kopelno razmerje 1:15 smo preračunali potrebno količino kopeli. Raztopini smo uravnali pH na 8-9. Iz stebel smo odstranili liste in

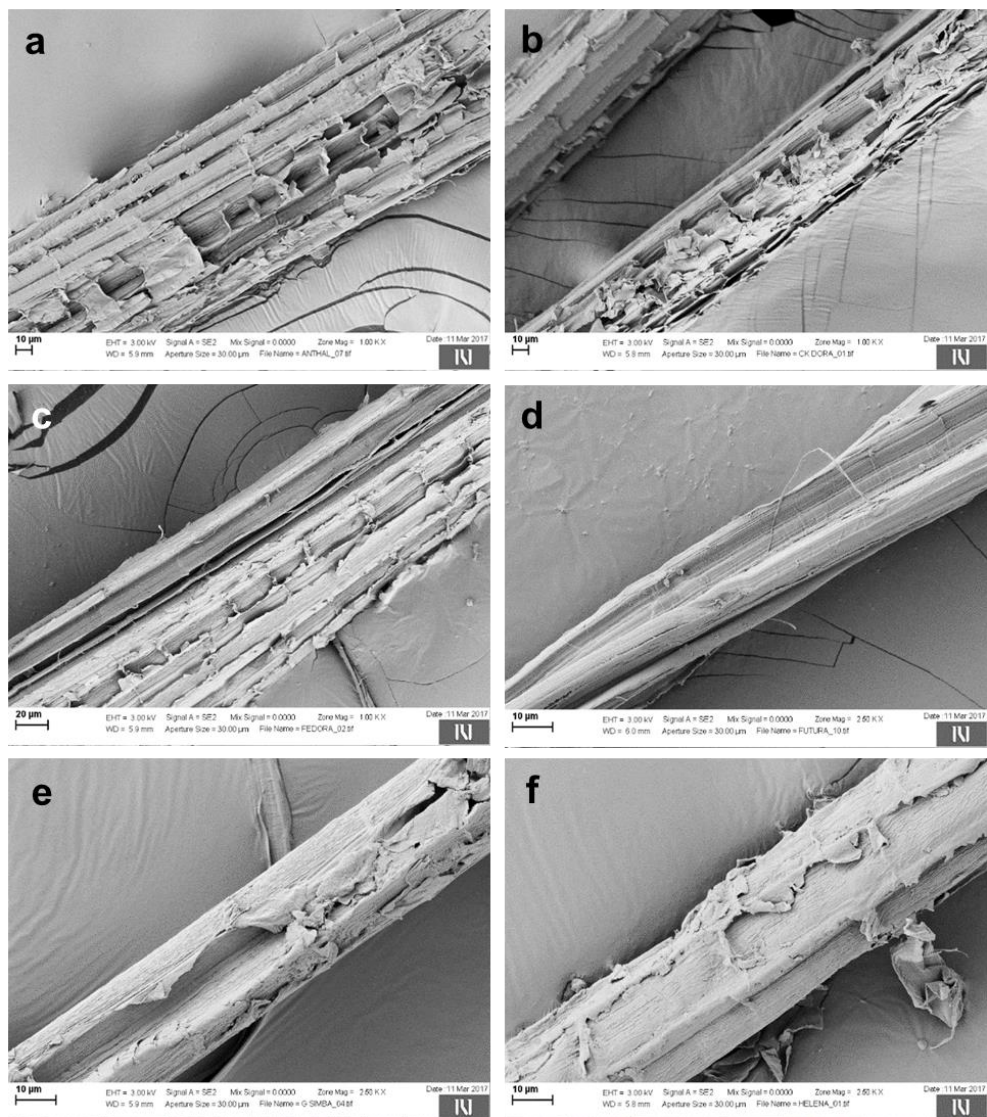
cvetove. Očiščena stebila smo narezali na krajše kose (10-15cm), jih stehali in preračunali potreben volumen kopeli. Stebla konoplje smo obdelovali 15 min v raztopini encima pri temperaturi 55°C. Po 15 minutah smo povišali temperaturo na 85°C, ter podaljšali čas na 105 min pri nespremenjenih obratih (4 rpm). Po 1 h in 45 min smo vzeli vzorce iz Labomata in jih spirali najprej z destilirano vodo (60°C) ter nato še pod navadno tekočo vodo. Z uporabo preparirnih igel smo mehansko ločili še mokra vlakna; izolirana vlakna smo posušili na zraku. Izolacijo vlaken smo izvedli na naslednjih sortah: Fedora, Santhica, Futura 75, Santhica 27, Lipko, Carmagnola, CD Dora, Ferimon, Monoica, Kompolti hibrid, Tiborszallasi, Anthal, Uso 31, Fedora, G. Simba in Helena.

Mikroskopsko analizo morfologije vlaken smo izvedli z vrstičnim elektronskim mikroskopom (SEM) Carl Zeiss FE-SEM Supra 35 VP. Izolirana vlakna konoplje smo pritrdili na aluminijaste nosilce z dvostranskim prevodnim ogljikovim trakom in jih analizirali pri pospeševalni napetosti $U = 1 \text{ kV}$.

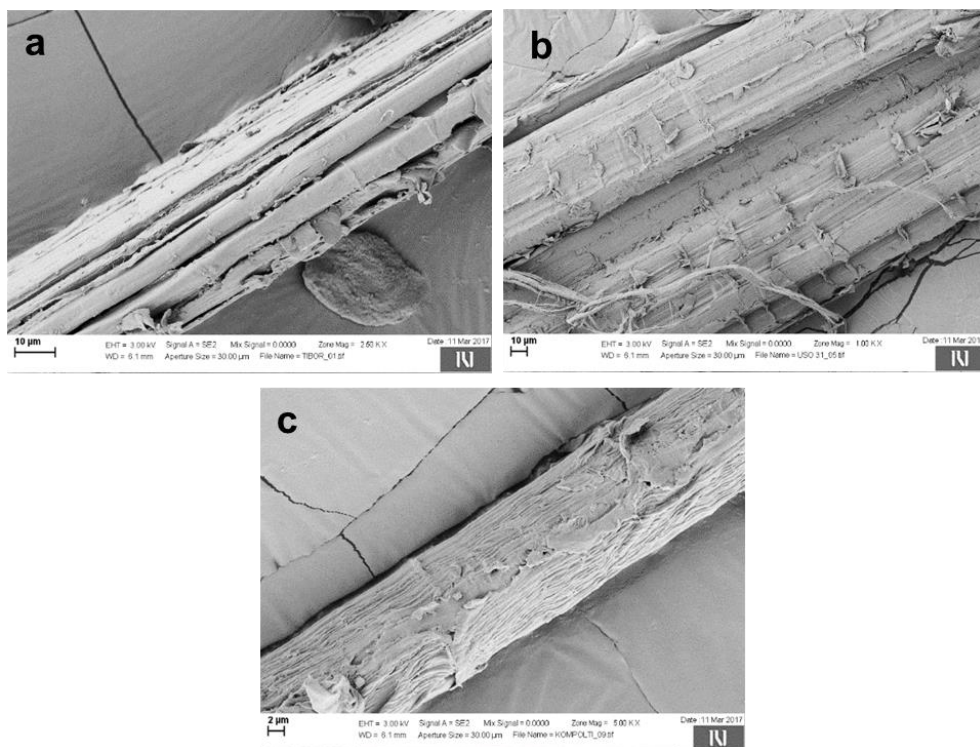
Določanje mehanskih lastnosti in finosti (titer) vlaken je potekalo skladno s standardnimi metodami (določanje mehanskih lastnosti posameznih vlaken: SIST EN ISO 5079:1999 in določanje linearne gostote: SIST EN ISO 1973:1999). Finost smo določili na osnovi določanja lastne frekvence nihanja vlakna z uporabo aparata Vibroskop (Lenzing Instruments), pretržno silo in pretržni raztezak vlaken pa na aparatu Vibrodyn istega proizvajalca (vlakna z ustrezno predobtežbo vpnemo v prižeme v raztezamo do pretrga). Programska oprema ustvari grafični in številčni rezultat pretržnega raztezka, sile in specifične pretržne napetosti. Vsi vzorci so bili predtem klimatizirani, merjenje poteka na 20°C pri 65-odstotni vlažnosti.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Na sliki 2 so predstavljeni SEM posnetki encimsko izoliranih vlaken izbranih sort konoplje. Izkazana morfologija in površinska topografija vlaken je zelo heterogena; med predstavljenimi vlakni je velik razpon v dimenzijah, tj. premerom vlaken in površinskim izgledom – v nekaterih primerih izkazujejo vlakna izrazito fibrilirano površino (npr. vzorec Kompolti; slika 2i), pri nekaterih pa je razvidno, da pri mehanskem razvlaknjenju, ki je sledilo goditvi, vlakna še vedno vsebujejo ostanke drugih komponent stebila. Takšna morfologija in topografija izoliranih vlaken sta posledica uporabe relativno blagega postopka goditve z uporabo encimov, s katerim se želimo čim bolj približati postopkom, ki so najpogostejše uporabljeni v praksi, tj. biološka goditev. S postopkom goditve odstranimo pektin v parenhimni srednji lameli, ki povezuje vlakna z ličjem ter v primarni celični steni vlakna. Pektini so kompleks koloidnih kislinskih polisaharidov in njihova razgradnja skoraj vedno poteka encimsko (Bernava in sod., 2015).



Slika 2: Vzдолžni videz izoliranih vlaken iz različnih vrst konoplje: a) Anthal; b) KC Dora; c) Fedora; d) Futura 75; e) Gorička Simba in f) Helena

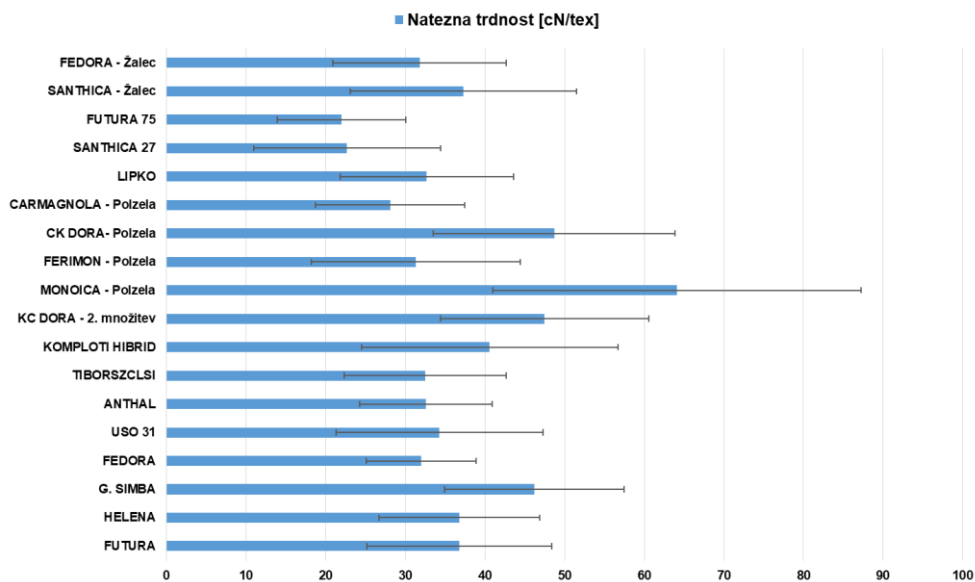


Slika 3: Vzдолžni videz izoliranih vlaken iz različnih vrst konoplje: a) Tiborszallasi; b) USO 31 in c) Kompolti

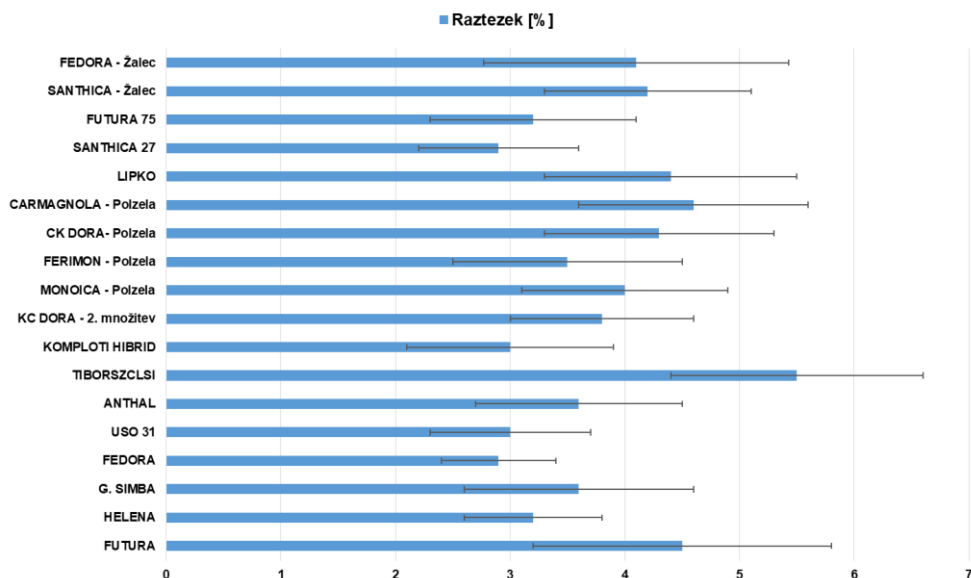
Takšen način izolacije vlaken predstavlja tudi ekološko najbolj prijazno rešitev, saj bi s kemijskimi postopki goditve bolj obremenjevali okolje (v primeru obdelave velikih količin vlaken), vendar je očitno, da način goditve, ki smo ga uporabili v prvi fazi, ne daje želenih rezultatov v smislu zagotavljanja kakovosti vlaken, ki bi bila primerna za uporabo v tekstilnem sektorju. Poleg potencialnih težav, ki bi jih tako morfološko heterogena vlakna predstavljala v mehanskih postopkih predelave v prejo, lahko predvidimo, zaradi prisotnosti neceluloznih komponent, tudi zaplete pri postopkih plemenitjenja in barvanja, tj. kemijskih postopkih poobdelave.

Pretržne (mehanske) lastnosti vlaken smo določili z nateznim obremenjevanjem; zabeležili smo vrednosti natezne trdnosti ter raztezka ob pretrgu. Vrednosti teh parametrov so za različne vrste konopljinih vlaken, podane na slikah 4 in 5. Analogno s SEM posnetki izoliranih vlaken se tudi v primeru rezultatov določanja mehanskih lastnosti kaže velik raztros izmerjenih vrednosti za natezno trdnost in raztezek. Ob korelaciji teh rezultatov posameznih vzorcev vlaken z njihovo morfologijo lahko sklepamo, da je izrazita nehomogenost v premeru vlaken razlog za visoke vrednosti standardne deviacije. V nekaterih primerih, kot je razvidno iz

mikroskopske analize, nam ni uspelo popolnoma ločiti vlaken, tj. pripraviti individualna/posamezna vlakna za določanje nateznih lastnosti, kar seveda v veliki meri vpliva najprej na določanje finosti takšnih vlaken ter posledično na njihovo obnašanje pri natezni obremenitvi (v primerjavi s posameznimi vlakni). Kljub temu lahko v tej fazi raziskave, s spremljanjem trenda nateznih lastnosti med posameznimi vzorci, sprejmemo določene zaključke: sorta Monoica izkazuje najvišje vrednosti natezne trdnosti v kombinaciji z raztezkom, ki se nahaja nekje v povprečju vseh določenih vrednosti. Izmerjene vrednosti, kljub visokem raztrosu, se nahajajo v rangi tistih, ki so navedene v literaturi (Sankari, 2000), v nekaterih primerih pa vrednosti, izmerjene v naši raziskavi, močno presegajo vrednosti, ki jih navajajo določeni avtorji (Sengloun in sod., 2008). Pri primerjavi različnih študij je seveda pomembno upoštevati velik vpliv, ki ga imata na določanje trdnosti vlaken, oblika vzorca oz. skupka vlaken ter pogoji testiranja (npr. uporabljene vpenjalne dolžine) (Rijavec in sod., 2017).



Slika 4: Rezultati določanja natezne trdnosti izoliranih vlaken konoplje



Slika 5: Rezultati določanja raztezka izoliranih vlaken konoplje ob pretrgu

Mehanske lastnosti podajajo deformacije, ki nastanejo zaradi delovanja zunanjih sil na snov. V realnih polimernih sistemih se pojavljajo elastične lastnosti trdnih snovi in lastnosti viskoznih tekočin istočasno. Če opišemo elastičnost s Hookovim zakonom in viskoznost z Newtonovim zakonom, govorimo o linearni visko-elastičnosti, saj je napetost oziroma strižna napetost v obeh slučajih sorazmerna deformaciji oziroma hitrosti deformacije:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1)$$

pri tem je: σ - natezna napetost, ε - raztezek, E – modul elastičnosti.

Najpomembnejši in najlažje izvedljiv je natezni preizkus, kjer material raztezamo s konstantno hitrostjo do pretrga. Pri avtomatskem beleženju preizkusa dobimo krivuljo odvisnosti podaljška Δl od naraščajoče sile F . Sila, ki deluje na vlakno, razvije v vlaknu ravnotežno protisilo oziroma napetost

$$\sigma = F/A \quad (2)$$

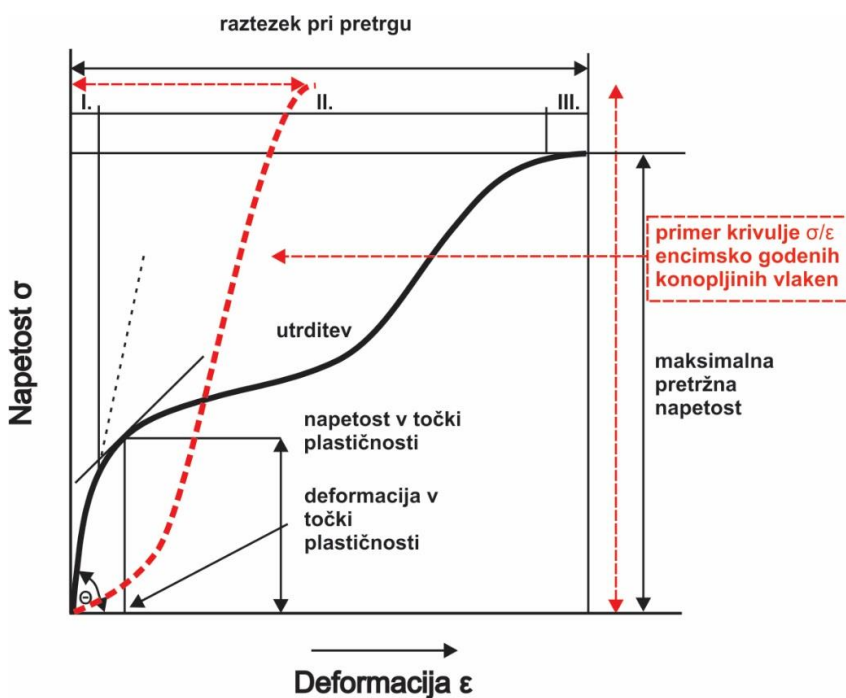
pri tem je: F - sila, A - površina

in deformacijo (raztezek)

$$\varepsilon = \Delta l/l_0 \quad (3)$$

pri tem je: Δl - sprememba dolžine vlakna, l_0 – začetna dolžina vlakna.

Konstruiramo lahko krivuljo napetost-deformacija $\sigma = f(\varepsilon)$. Iz nje lahko poleg pretržnih lastnosti določimo tudi druge pomembne visko-elastične pokazatelje. Oblika krivulje $\sigma = f(\varepsilon)$ je značilna za posamezno vrsto vlaken in je odvisna od molekulske in nadmolekulske strukture. Na potek krivulje vplivajo še vlažnost in temperatura okolja ter čas delovanja sile. σ/ε krivulje so pokazatelj določene strukturne ureditve vlaken. Potek krivulje $\sigma = f(\varepsilon)$ je opisan s tremi področji različnih naklonov I, II in III na sliki 6.



Slika 6: Krivulja odvisnosti napetosti od deformacije $\sigma = f(\varepsilon)$ za vlakna

Na sliki 6 je prikazana primerjava med modelom visko-elastičnega vlakna (črna linija) in izbranim primerom pretržne krivulje izoliranega konopljinca vlakna v naši raziskavi. Krivulja za modelna visko-elastična vlakna izkazuje v področju sorazmernosti, ki ustreza elastični deformaciji, bolj strm vzpon v primerjavi s konopljinim vlaknom, ki pri nizkih obremenitvah izkazuje skoraj linearno obnašanje, pri povišanju obremenitve, pa izkazuje krivulja za konopljna vlakna izrazit upor napram sili raztezanja.

4 ZAKLJUČEK

Laboratorijska obdelava tehničnih vlaken konoplje z encimi se je izkazala kot obetavna metoda za delno ločevanje vlaknatih skupkov, vendar bo za zagotavljanje potrebne kakovosti vlaken za tekstilno predelavo potrebna tudi kemijska obdelava vlaken. Glede na izkazane natezne lastnosti, v testiranem naboru vlaken lahko kot sorte z najbolj obetavnimi mehanskimi lastnostmi izpostavimo Monoico, Kompolti hibrid, Simbo, KC Doro, Heleno in Futuro. V nadaljevanju projekta že izvajamo kemijsko alkalno po-obdelavo encimatsko obdelanih vlaken, s čimer bomo izboljšali postopek izolacije. Na takšen način bomo pridobili bolj homogena vlakna za samo izvedbo analiz, katerih rezultati bodo bolj nedvoumno razvrstili vrste konoplje v smislu njihovih mehanskih lastnosti. Predstavljeni rezultati bodo predstavljali podlago za empirično izbiro najprimernejših vrst konoplje v različnih sektorjih; od tradicionalne uporabe v tekstilnih izdelkih do uporabe v biokompozitih ter biomedicinskih aplikacijah.

Zahvala. Avtorji se zahvaljujejo za finančno pomoč pri izvedbi projekta "Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji" Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

5 VIRI IN LITERATURA

- Bernava A., Reihmane S., Strazds G. Influence of Pectinase Enzyme Beisol PRO on Hemp Fibres Retting. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*. 2015; 64(1): 77–81.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.faostat.org
- Rijavec T., Janjić S., Kocjan Ačko D. Revitalization of Industrial Hemp *Cannabis sativa* L. var. *sativa* in Slovenia: a Study of Green Hemp Fibres. *Tekstilec*. 2017; 60 (1): 36–48.
- Sankari H.S. Comparison of Bast Fibre Yield and Mechanical Fibre Properties of Hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*. 2000; 11:73–84.
- Sengloung T., Kaveeta L., Müssig J. Physical Properties of Traditional Thai Hemp Fiber (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Industrial Hemp*. 2008; 13(1): 20–36.
- SIST EN ISO 5079:1999. Textiles - Fibres - Determination of breaking force and elongation at break of individual fibres (ISO 5079:1995). Tekstilije - Vlakna - Ugotavljanje pretržne sile in pretržnega raztezka posameznih vlaken (ISO 5079:1995)
- SIST EN ISO 1973:1999. Textile fibres - Determination of linear density - Gravimetric method and vibroscope method (ISO 1973:1995). Tekstilna vlakna - Ugotavljanje dolžinske mase - Gravimetrična in vibroskopska metoda (ISO 1973:1995)

POTREBNE DODELAVE NA UNIVERZALNEM KOMBALNU ZA NATANČNO ŽETEV KONOPLJE

Ivan PAHOLE¹, Matej PAL², Boštjan RAZBORŠEK³, Urban BELCA⁴ in Aleš BELŠAK⁵

Strokovni članek/ professional paper

Prispelo / received: 25. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 10. december 2018

Izvleček

V zadnjem času se na naših njivah ponovno goji konoplja (*Cannabis sativa* L.) za industrijske namene. Zaradi nehomogenosti tal na posejanih njivah, žilavosti stebel v času zrelega semena, neenakomerne višine in majhnih površin predstavlja izziv spravilo njenega semena. Način spravila z uporabo obstoječe tehnike za spravilo žit predstavlja zelo velik izziv. Zaradi lastnosti stebel rastline je pri spravilu treba z obstoječo strojno tehniko upoštevati mnogo zahtevnejše pogoje. Pri tem je treba ustrezne konstrukcijsko-tehnološke parametre kombajna še posebej ovrednotiti, da se pri spravilu ne pojavljajo težave. V poskusu je bilo ugotovljeno, da višina reza in drugi tehnološki parametri nastavitve stroja določajo uspešnost spravila brez zastojev. V članku so predstavljene spremembe oziroma dodelava kombajna za žetev žit, ki so bile izvedene za uspešno žetev semena industrijske konoplje.

Ključne besede: konoplja, spravilo semena, kombajn, dodelava strojev

THE NECESSARY RECONSTRUCTION OF COMBINE FOR ACCURATE HARVESTING OF INDUSTRIAL HEMP SEED

Abstract

A hemp (*Cannabis sativa* L.) for industrial purposes belongs to field crops that has recently started to grow in Slovenia again. Due to different growing potentials of the field the plant is adequately rich in seeds and leaves, whereas, when grows on smaller fields, the harvest required a big challenge. The existing methods of harvesting cereals are not suitable for harvesting of hemp stems. Owing to special

¹ Izr. prof., dr, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: ivan.pahole@um.si

² Mag. inž. str., Kmetija Pal, Pal Marjan, Zlatoličje 96, Zlatoličje, 2205 Starše, e-pošta: matej.pal@gmail.com

³ Univ. dipl. gosp. inž., Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: bostjan.razborsek@um.si

⁴ Študent, e-pošta: belca.urban@gmail.com

⁵ Doc. dr, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: ales.belsak@um.si

properties of the plant structure, it is necessary to consider very demanding conditions of harvesting with the existing machinery. Primarily, it is required to evaluate the relevant design- and technology-related parameters of machinery in order not to encounter problems during harvesting. In this study, it was confirmed that the cutting height and other combine processing parameters determine the success of the harvest without congestion. The article presents the modifications that were made to the combine for harvesting grain, so the harvest of industrial hemp was made at most successful way.

Key words: hemp, seed harvesting, combine harvester, modifications on machinery

1 UVOD

Konoplja je rastlina, ki ponuja množico različnih možnosti uporabe in predstavlja velik potencial kot nadomestna ali dopolnilna kultura tudi na s hranili skromno preskrbljenih tleh, na katerih rentabilno pridelavo kmetijskih rastlin morda ne bi pričakovali, še zlasti zato, ker se nizajo možnosti predelave različnih delov rastline v posebne produkte (Robinson, 2000; Robinson, 2016).

Navajamo glavne značilnosti rastlin konoplje, ki so ključnega pomena pri zasnovi kombajnov za spravilo semena konoplje. Višina rastline glede na kulture, ki jih pogosteje srečujemo na naših njivskih površinah, je precej večja. Steblasta pokončna oblika z omejenimi stranskimi poganjki predstavlja obliko, ki uspeva v vrstni postavitvi z zamikom ali brez. Struktura stebela z usmerjenimi vlakni omogoča mehanske lastnosti, kot so večja trdnost in žilavost glede na druge rastline. Nekatere sorte konoplje lahko ob ugodnih rastnih razmerah zrastejo tudi nad 300 cm visoko. Vsi nadzemni deli konoplje so uporabni, čeprav posamezne dele rastline vrednotimo različno (Schreiber, 2002).

Glavne posebnosti pri spravilu industrijske konoplje so:

- višina rastline tudi čez 3 metre,
- neenakomerna višina rastlin istega posevka in
- izredno žilavo steblo, katerega vlakna se navijajo okrog vseh vrtečih se delov kombajnov za spravilo konoplje v času zrelega semena.

Osnovna cilja pri žetvi semena sta:

- pobrati največji možni delež semena in
- v mlatilnico stroja (kombajna) spraviti čim manj stebel. Tako preprečimo dotok velike količine mase rastlin v mlatilnico in posledično zmanjšamo možnost navijanja vlaken.

Povprečna višina socvetja 15 različnih sort konoplje v času tehnološke zrelosti semena v oglednem sortnem poskusu s konopljo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v letu 2017 (velikost parcel za vsako sorto 3x3 m, prejšnji posevek oljne buče, gnojenje s fosforjevimi in kalijevimi gnojili glede na analizo tal, gnojenje z dušikom pred setvijo v odmerku 70 kg/ha dušika v obliki gnojila KAN, nenamakano) je bila minimalno 50 cm in maksimalno 180 cm (Čeh, 2017). V istem poskusu avtorji navajajo, da lahko konoplja zraste čez 3 metre višine, kot navaja tudi Schreiber (2002), in ima zelo neenakomerno višino, zato je potrebno višino reza pri kombajnu vedno znova prilagajati posevku, da dosežemo optimalno višino žetve semena. Standardni kombajni za žetev žit ne omogočajo pobiranje semena na prej omenjenih višinah. Ravno tako standardni kombajni nimajo zaščitnih strojnih delov proti navijanju vlaken, ki so v steblih konoplje in predstavljajo največji izziv pri žetvi semena konoplje. Navijanje vlaken je bilo v glavnem vzrok za strojelome in okvare pri dosedanjem delu. Seme konoplje vsebuje olja, ki povzročajo lepljenje mase na strojne dele mlatilnice (slika 1).



Slika 1: Delno zamašeno sito pod bobnom mlatilnice

Slika 2 prikazuje namensko izdelan kombajn. Zgornji kosilni greben (pozicija 1) kosi socvetje in spravlja vršičke na prečni in nato na vzdolžni transporter (pozicija 4). Zalogovnik (pozicija 3) je namenjen kot vmesni zalogovnik. Praznjenje se izvaja na prikolico. Kombajn nima mlatilnice, zato se vršički dokončno obdelajo v skladiščih. Kosilni greben (pozicija 2) je namenjen za košnjo stebel. Po odrezu stebel, jih vertikalni valji spravijo v ožjo red, ki ostaja med kolesi kombajna. Za žetev konoplje na tak način potrebujemo še sušilnico in ustrezno opremo, da lahko seme ločimo od ostalega dela socvetja. Brez ustrezne dodatne opreme tak način žetve ni primeren za razmere v Sloveniji. Tudi to je bil vzrok za predelavo standardnega kombajna.



Slika 2: Namensko izdelan kombajn za žetev industrijske konoplje Hemp-flax (Hemp-flax 2017)

V prispevku je prikazan pregled predelave kombajna proizvajalca CLASS tip MERCATOR 50M. Kombajn je starejšega datuma proizvodnje in je bil cenovno ugoden, zato smo ga tudi izbrali za predelavo. Spremembe in dodelave na kombajnu so delno sofinancirane v okviru projekta CRP: V4-1611.

2 MATERIAL IN METODE DELA

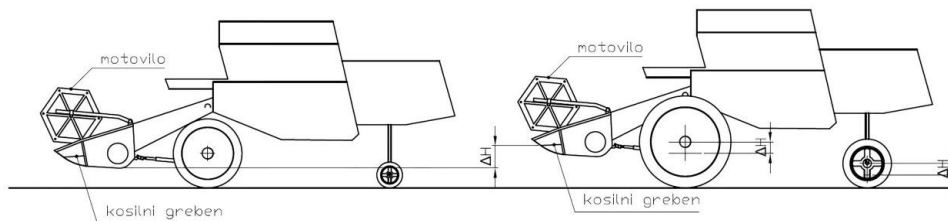
Večina kombajnov, ki so izdelani za žetev žit, ne dosega zahtevanih višin za žetev industrijske konoplje, zato so bile na kombajnu CLASS, MERCATOR 50M izvedene naslednje spremembe:

- povečanje višine vstopnega ustja kombajna,
- sprememba delitve na situ pod bobnom mlatilnice,
- zaščita vrtečih delov pred navijanjem vlaken in
- odstranitev transporterja za povratno maso v mlatilnico.

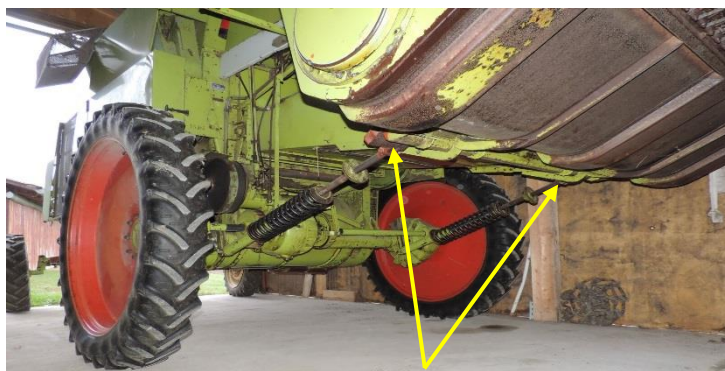
2.1 Povečanje višine dosega vstopnega ustja kombajna

Dvig celega kombajna smo dosegli z zamenjavo koles skupaj s pnevmatikami. Stara kolesa so imela dimenzijo 14.9/13R26 in širino 36 cm. Novo nameščena kolesa imajo dimenzije 11.2/R48 in so široka 26 cm. Tako smo pridobili približno 25 cm višine (slika 3 in slika 4). Nova kolesa so ožja od originalnih, zato manj potlačijo stebila konoplje, kar je ugodno, če jih v drugi fazi kosimo. Ploščinski tlak na podlago se je sicer povečal, vendar so se preizkusi izvajali na lahkih prodnatih

tleh, tako da ni bilo težav. Konstrukcija kombajna dovoljuje naknadno dograditev dodatnih koles spredaj. S tako dograditvijo se ploščinski tlak na tla zmanjša.

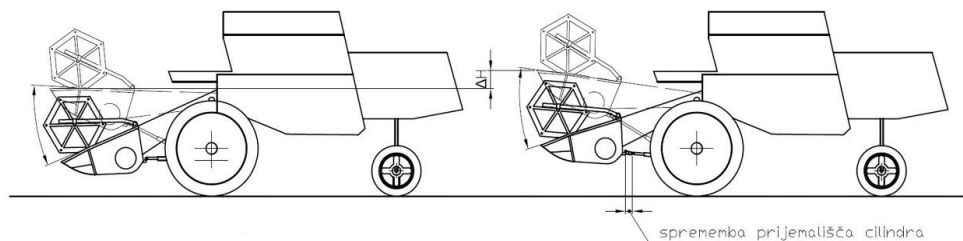


Slika 3: Pridobitev na višini z zamenjavo koles

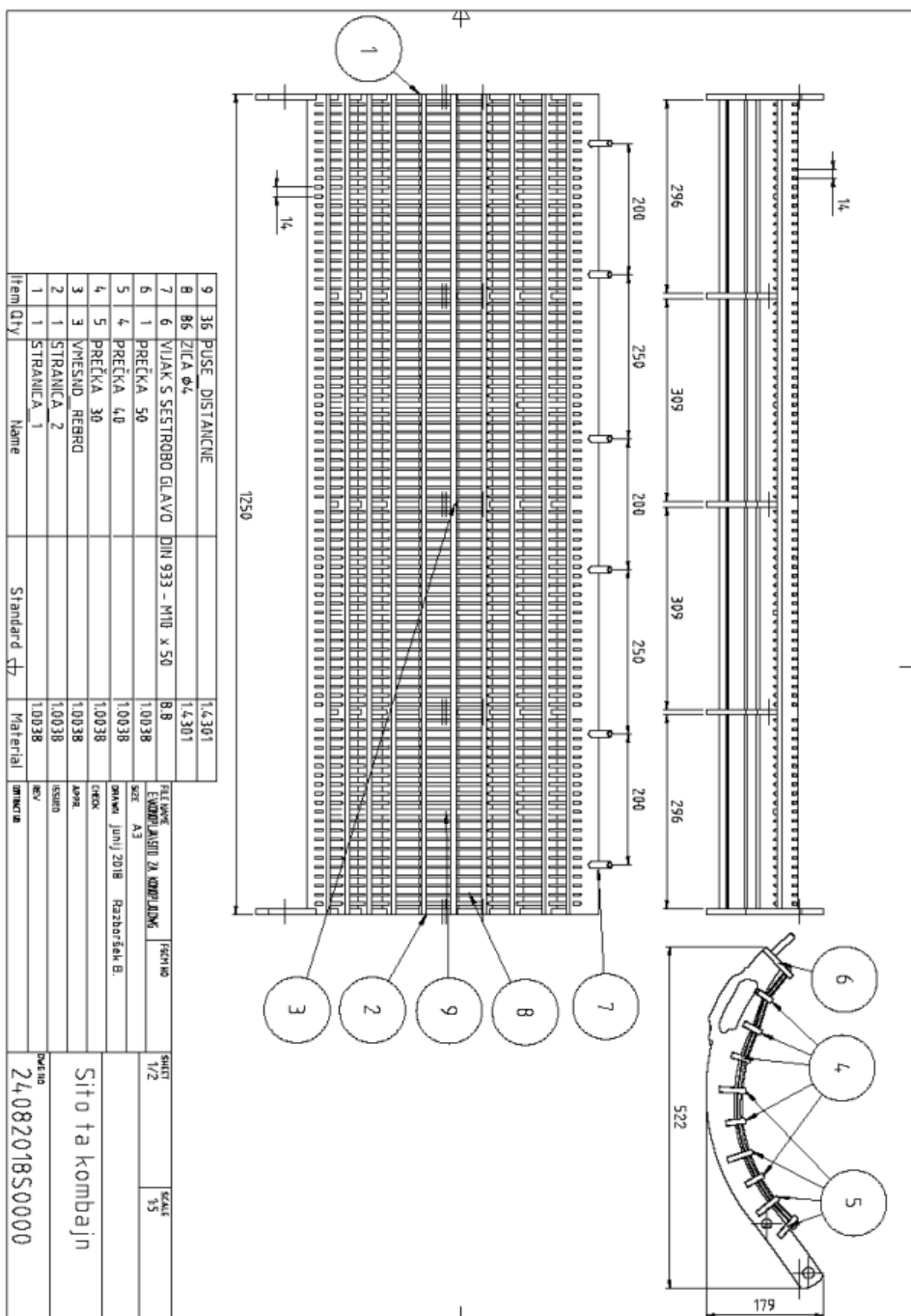


Slika 4: Kolesa večjega premera in spremenjena prijemališča hidravličnih cilindrov

Dodatno višino smo pridobili s spremembo položaja prijemališč hidravličnih cilindrov (slika 4 in slika 5). Spremenjena je bila pozicija sornika, na katerega je spojen hidravlični cylinder. Razdalja na sliki 5 je bila 100 mm. Ušesa, v katerih je sornik, smo odrezali in nato privarili na novo pozicijo. Prilagajanje višine vstopnega dela je izvedeno s hidravličnima cilindroma in ročnim krmiljenjem višine.



Slika 5: Pridobitev na višini s spremembo položaja prijemališč hidravličnih cilindrov



Slika 6: Dokumentacija za spremenjeno obliko rešetke

2.2 Spremembe v mlatilnici kombajna

Sprememba oblike rešetke pod bobnom mlatilnice kombajna je bila izvedena na osnovi naslednjih razmišljanj in izkušenj (slika 1):

- delitev med posameznimi žicami v kletki je premajhna,
- površina na žicah je groba in semena se prijemajo,
- seme konoplje dokaj hitro pade iz socvetja in ni potrebna tako intenzivna obdelava med bobnom mlatilnice in rešetko.

Izvedene spremembe na situ mlatilnice so prikazane na sliki 6 in sliki 7:

- povečanje delitve med žicami iz 9 mm na 14 mm,
- povečan premer žice iz 3,3 mm na 4 mm,
- spremenjen material žice, uporabljeno je bilo nerjavno jeklo W. Nr. 1.4301,
- spremenjena je bila oblika reber na izstopu iz rešetke.

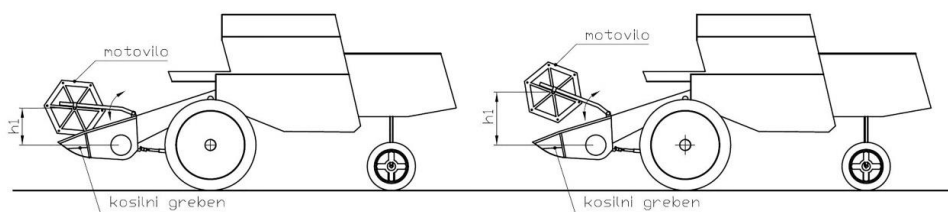


Slika 7: Končna montaža sita v mlatilnico kombajna.

Izdelava nove rešetke je bila izvedena po metodi vzratnega inženirstva v Laboratoriju za prilagodljive obdelovalne sisteme na Fakulteti za strojništvo. Izvedene so bile naslednje aktivnosti:

- posneta je oblika obstoječe rešetke (slika 1),
- izdelan je bil numerični model oblike z računalniško CAD/CAM opremo (slika 8),
- z omenjeno opremo je bila izdelana nova oblika rešetke (slika 6),
- na laserskem rezalniku so bila izdelana rebra za rešetko,

- na CNC rezkalnem stroju so bile izdelane letve, izvrtanih je bilo 860 izvrtin,
- izvedeno je bilo preizkusno varjenje,
- sledil je preizkus pravilnosti oblike v kombajnu,
- končno popolno varjenje,
- montaža žice iz nerjavnega jekla,
- končna montaža kletke v mlatilnico kombajna (slika 7).



Slika 8: Možnost spreminjanja položaja motovila glede na kosilni greben kombajna.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Zamašitve mlatilnice. Po spremembah na situ (slika 7) so bile zamašitve mlatilnice praktično odpravljene. Preizkusi žetve konoplje so bili izvedeni na več parcelah s skupno površino 6,5 hektarja. Do zamašitve je prišlo le enkrat. Na enem delu njive so bile rastline izredno goste in visoke. Ker strojnik, ki je med delom sodeloval pri izvajanju meritev, ni pravočasno zmanjšal hitrosti, je prišlo do manjše zamašitve med bobnom mlatilnice in sitom. Preizkus zmogljivosti je bil izveden na njivi s površino 0,9 ha. Osnovni podatki o preizkusu:

- površina njive 0,90 ha,
- čas žetve (neto brez časa čiščenja): 130 minut,
- povprečna določena hitrost gibanja kombajna pri žetvi konoplje: 7,3 km/h,
- vrtilna frekvenca bobna mlatilnice: 660 min⁻¹,
- rezalni parametri na vstopnem delu enaki kot pri žetvi žita,
- vrtilna frekvenca motovila 70 min⁻¹,
- odprtost lopute za zrak 40%.

Žetev je potekala po pričakovanjih. Meritve števila vrtljajev na kombajnu ter slikanje in snemanje parametrov na posameznih sklopih so motnje, ki strojnika dodatno obremenjujejo tako, da čisto natančne zmogljivosti stroja za enkrat ni mogoče podati.

3.1 Povečanje višine dosega vstopnega ustja kombajna

Ugotovimo lahko, da je povprečna višina konoplje zelo različna glede na sorto. To pomeni, da mora kombajn zagotavljati rezanje rastlin na višini vsaj 1,5 m (Konoplja.net, 2017), pri nekaterih nižjih sortah, pa mora biti omogočena možnost reza tudi na višini 45 cm. Nujno potrebno pa je, da ima stroj možnost nastavljanja višine reza žetve brezstopenjsko med delom. Potrebno je poudariti, da pri tako različnih višinah rastlin konoplje ne moremo uporabljati strojev (kombajnov), ki bi imeli večjo širino vstopnega žetvenega dela. Pri žetvi lahko prihaja do primerov, ko imamo v smeri vožnje na eni strani vstopnega dela zelo nizke rastline na drugi strani pa visoke rastline.

Slika 9 prikazuje stanje, ko je motovilo prenizko. V tem primeru motovilo odriva socvetje. Ker motovilo drgne po rastlini, pade zrnje iz socvetja in se ga veliko raztrese po njivi. Potrdimo lahko, da morata biti tako kosilni greben, kot motovilo kombajna na primerni višini, glede na sorto industrijske konoplje. Še bolj pomembno pa je, da se lahko višina kosilnega grebena in motovila neodvisno spreminjata med delovanjem kombajna.

Slika 10 prikazuje primerno višino kosilnega grebena in motovila. Motovilo mora biti na taki višini, da je os rotacije motovila vsaj nekoliko višja, kot je višina konoplje. Če je to omogočeno, potem motovilo zagrabi vrh konoplje oziroma socvetja, jo nagne v vstopni del in na kosilnem grebenu odreže. Transportni sistem odrezani del usmeri v mlatilnico kombajna. Tako je tudi bistveno zmanjšan raztros zrnja (Pahole in sod., 2017).



Slika 9: Kosilni greben in motovilo je prenizko in odriva rastlino.



Slika 10: Kosilni greben in motovilo na primerni višini.

3.2 Povečanje dosegljive višine vstopnega dela kombajna

Največje povečanje višine kosilnega grebena in motovila je bilo doseženo s spremembo položaja prijemališč hidravličnih cilindrov. Sliki 5 in 4 prikazujeta omenjeni poseg. Skupna višina, na katero je možno dvigniti kosilni greben, znaša sedaj 180 cm, kar ustreza podatkom o višini rastline. Nastavitev višine motovila je odvisna od višine konoplje in višine socvetja. Višino je potrebno prilagajati glede na omenjene višine konoplje na njivi. Slika 5 prikazuje možnost spreminjanja položaja motovila glede na kosilni greben kombajna. Pri žetvi mora strojnik prilagajati tako višino kosilnega grebena kakor tudi višino motovila glede na višino konoplje. Prilagajanje višine je izvedeno s hidravličnimi cilindri in ročnim krmiljenjem. Obodna hitrost motovila mora biti nekoliko večja kot je hitrost vožnje kombajna. Zelo ugodno je, če se jo lahko brezstopenjsko spreminja (hidravlični pogon ali elektromotorni pogon). Na obstoječi izvedbi kombajna je bila hitrost motovila nekoliko zmanjšana, spreminjati pa je med žetvijo ni bilo možno. Na preizkusih je bilo izmerjeno število vrtljajev $n = 60$ vrtljajev/minuto. Preizkus je pokazal, da je primerna.

3.3 Spremembe v mlatilnici kombajna

Sprememba oblike rešetke pod bobnom mlatilnice. Seme konoplje vsebuje olja. Pri trku semena ob sito pod bobnom mlatilnice se nekatera semena razbijejo, delci semen pa se primejo na sito in posledično zamašijo sita. Demontaža in montaža košare je velik poseg v kombajn, saj moramo odstraniti vstopno ustje kombajna, boben mlatilnice in vso zaščitno pločevino (slika 7). Po preizkusu se je pokazalo, da je spremenjena oblika sita primerna. Lepljenja polomljenih zrn na sito pod bobnom mlatilnice praktično ni opaziti. Do zamašitve je prišlo le enkrat.

3.4 Preprečitev navijanja vlaken konoplje na posamezne dele kombajna

Vlakna industrijske konoplje imajo veliko natezno trdnost in relativno majhen premer vlakna. Glede na te značilnosti se vlakna navijajo ne vrteče dele strojev (slika 11). Posledica je, da se vlakna, ki imajo premer od 0,01 do 0,05 mm, pomikajo tudi mimo tesnil na vležajenjih ter izbrišejo mast iz ležajev. Tako ostanejo ležaji brez mazanja, kar zmanjša njihovo življenjsko dobo. Prijemi za zmanjšanje tega pojava so naslednji:

- v mlatilnico kombajna moramo spustiti čim manj stebel z vlakni,
- vrteče dele fizično zaščitimo tako, da ne pridejo v stik z vlakni (slika 12).

Univerzalnega splošnega navodila praktično ni. Tako je treba to reševati od primera do primera. Omenjeni izzivi se izvajajo v nadaljevanju projekta.



Slika 11: Navijanje vlaken na vležajenju



Slika 12: Zaščita polgredi s plastično cevjo

4 ZAKLJUČEK

Žetev konoplje v letu 2018 je pokazala, da so bile spremembe in dograditve na kombajnu učinkovite. Do zamažitve mlatilnice je prišlo tekom preizkusa le enkrat. Zmogljivost kombajna se ni zmanjšala. Navijanje vlaken je bilo preprečeno na mestih, kjer so bile izvedene zaščite. Prisotnost primesi v zrnju se bo izvedla v zimskem času. Preizkusi so pokazali, da gre predelava kombajna, ki poteka v okviru tehniških in finančnih zmožnosti, v pravi smeri. Spremembe so bile izvedene na osnovi izkušenj strojnikov in znanj s področja strojništva. Strokovna literatura o tej specifični panogi piše zelo malo. Preizkušanje kombajna je bilo žal časovno zelo omejeno, saj je čas tehnološke zrelosti konoplje zelo kratek. Raziskovalna skupina je povezana s pridelovalci konoplje v Sloveniji; z nekaterimi sodelovanje poteka zelo uspešno.

Zahvala. V članku so prikazani rezultati dela, opravljenega v drugem letu trajanja Ciljnega raziskovalnega projekta V4-1611: Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji. Za sodelovanje se zahvaljujemo: kmetiji Pal, lastniku Marjanu Palu, Zlatoličje 96, Starše in kmetiji Oliverja Berdena, Murski Petrovci 22, Tišina ter dr. Barbari Čeh z Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije.

5 VIRI IN LITERATURA

Chen Y., Gratton J.L., Liu J. Power Requirements of Hemp Cutting and Conditioning, *Biosystems Engineering*. 2004; 87(4): 417–424.

CRP V4-1611. <http://www.ihips.si/rastline-tla-in-okolje/pridelava-industrijske-konoplje-cannabis-sativa-l-v-sloveniji/> (cit. 25. oktober 2017).

- Čeh B. Hemp varieties from the EU variety list in Slovenia : World hemp congress 2017: International professional-educational-agri-economic-social event of Industrial hemp, Ljubljana 12.-15. October 2017.
- Hemp-flax; <http://hempflax.com/en/equipment> (12. junij 2017).
- https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/int/ast/ressourcen/dateien/publikationen/Vorlesungsskripte/grundlagen_maehdrescher.pdf?lang=de (20.09.2018).
- Kremensasa A., Stapilioniene R., Vaitkus S., Kairyte A. Investigations on physical-mechanical properties of effective thermal insulation materials from fibrous hemp. *Procedia Engineering*. 2017; 172: 586–594.
- Pahole I., Matej P., Urban B., Aleš B. Tehnološke zahteve za kombajne na njivah s konopljo v Sloveniji. *Hmeljarski bilten*, december 2017
- <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-9SD8QSRX/e1d11cc8-7242-4544-956b-4c52fecc4aaa/PDF>
- Robinson D. Velika knjiga o konoplji. Ljubljana : samozaložba Aleksander Urbančič. 2000.
- Robinson R. Industrial oil crops. London : Academic Press. 2016.
- Schreiber Gisela. The hemp handbook. London : Fusion press. 2002.
- Wastlhuber H. Vorlesung im Fach Be- und Verarbeitung von Naturstoffen. TU Dresden, Dresden. 2009.

VPLIV UPORABE PRIPRAVKOV MINERAL NA PRIDELEK ZGODNJEGA ZELJA

Iris ŠKERBOT¹, Igor ŠKERBOT² in Tatjana RUPNIK³

Strokovni članek/ professional paper
Prispelo / received: 26. oktober 2018
Sprejeto / accepted: 14. december 2018

Izvleček

Belo zelje je zelenjadnica, ki jo pridelujejo številni slovenski pridelovalci vrtnin. Na višino in kakovost pridelka pomembno vplivajo izbira sorte, vremenske razmere, agrotehnika in pojav ter uspešnost obvladovanja škodljivcev in bolezni. V poskusu na Ljubečni pri Celju smo preizkušali vpliv uporabe pripravkov Mineral na pridelek zgodnjega zelja sorte Jetedor F1 pri pridelavi na agrotekstilu in na pridelek zgodnjega zelja sorte Reactor F1 pri pridelavi na golih tleh z uporabo herbicida. Rezultati enoletnega preizkušanja kažejo, da lahko z vključevanjem pripravkov Mineral za zalivanje po presajanju zelja (v 4 % koncentraciji) vplivamo na vigor in razvoj mladih rastlin. V obeh preizkušanjih se je pokazalo, da je zgodnje zelje, ki ni bilo tretirano s pripravki Mineral, oblikovalo manj zbite glave in posledično dalo tudi manjše pridelke.

Ključne besede: zelje, sredstvo za krepitev rastlin, pridelek, Mineral

IMPACT OF THE USE OF PRODUCTS MINERAL ON THE YIELD OF EARLY CABBAGE

Abstract

Many vegetable producers are producing a white cabbage as an important kind of vegetable. The significant influence on the amount and quality of yield have the choice of variety, weather conditions, agrotechnique and pests and diseases. In a trial near Celje, we tested the impact of products Mineral on the yield of early cabbage variety Jetedor F1, grown on ground cover, and on the yield of early cabbage variety Reactor F1, grown on the bare soil with using herbicide. Products Mineral are natural plant strengthening agents. The results of the one-year testing of Mineral use show that with the integration of Mineral green and Mineral blue for watering after transplantation of cabbage, we can contribute to the vigor and

¹ Mag., univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Trnoveljska cesta 1, 3000 Celje, e-pošta: iris.skerbot@ce.kgzs.si

² Univ. dipl. inž. agr., isti naslov, e-pošta: igor.skerbot@ce.kgzs.si

³ Univ. dipl. inž. agr., AS AN d.o.o., Celovška cesta 69c, 1000 Ljubljana, e-pošta: tatjana.rupnik@mineralzarastline.si

development of the young plants. Both trials have shown that early cabbage, which was not treated with Mineral products, formed less compact heads and consequently give lower yield.

Key words: cabbage, plant strenghtners, yield, Mineral

1 UVOD

Belo zelje (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) je vrtnina, ki ima tudi zaradi tradicije v Sloveniji posebno mesto med vrtninami. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije smo belo zelje v letu 2016 pridelovali na skupno 384,7 ha njivskih površin (SI-STAT, 2018). Večina pridelka belega zelja je najpogosteje namenjenega za predelavo (kisanje zelja), vedno pogosteje pa v kolobarju najdejo svoje mesto tudi zgodnje sorte oziroma hibridi. Višino in kakovost pridelka pomembno oblikujejo vremenske razmere, saj pridelava belega zelja poteka v glavnem na prostem. V pridelavi zelja pogosto težave povzročajo škodljivci, kot so na primer kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), kapusova muha (*Delia radicum*), gosenice kapusovega belina (*Pieris brassicae*), repnega belina (*Pieris rapae*), kapusove sovke (*Mamestra brassicae*) in kapusovega molja (*Plutella xylostella*), od bolezni pa pridelavo ogroža črna žilavka kapusnic (*Xanthomonas campestris*), bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum*), golšavost kapusnic (*Plasmodiophora brassicae*), črna listna pegavost kapusnic (*Alternaria brassicae*) in druge. Pridelovalci zelja za obvladovanje težav skušajo upoštevati in izvajati čim širši kolobar, posebno pozornost posvečajo oskrbi posevkov s potrebnimi makro- in mikrohranili, redno spremljajo razvoj posevkov in zdravstveno stanje, da lahko po potrebi pravočasno ukrepajo. Zaradi klimatskih sprememb in s tem povezanimi težavami v pridelavi, pridelovalci v zadnjih letih pogosto posegajo po pripravkih za krepitev rastlin. Pri tem jih pogosto vodi tudi želja po zmanjšanju uporabe fitofarmacevtskih sredstev ter dodatna skrb za okolje in potrošnika.

Sredstva za krepitev rastlin (SKR) so nam lahko v pomoč, ko s tradicionalnimi gojitvenimi ukrepi ne uspemo dovolj učinkovito zadržati škodljivih organizmov na ravni, do katere ne povzročajo velikih izgub. Med SKR v EU uvrščamo nekaj tisoč pripravkov, katerih formalni status z zakonodajo ni popolnoma urejen. Pri SKR izpostavljam o ugodne učinke na gojene rastline in mikroben svet v tleh in na rastlinah, ki povzročijo, da se rastline lažje branijo pred škodljivimi organizmi in se bolje obnavljajo po poškodbah zaradi škodljivih organizmov in drugih dejavnikov. SKR delujejo celostno, zato lahko celovito spreminjajo mikroekosistem rastline in tal. Po mehanizmih delovanja ločimo več kot 12 skupin. Pogosto vsi mehanizmi delovanja niso povsem znani in delovanje poznamo le na podlagi empiričnih izkustev. Učinek je lahko v času spremenljiv in je odvisen od izhodiščnega proizvodnega substrata in pogojev uporabe. Večinoma imajo dober učinek ob

večkratni preventivni uporabi, dokler so rastline še zdrave. Pogosta uporaba velikih količin SKR lahko povzroča fitotoksičnosti, škoduje naravnim sovražnikom in oprasovalcem ter lahko vpliva na videz in okus pridelkov. Pri številnih vrtninah se izogibamo uporabi teh sredstev tik pred pravilom pridelka (Tehnološka navodila ..., 2017).

Med pripravki za krepitev rastlin, ki so dostopni slovenskim pridelovalcem vrtnin, pridelovalci pogosto posežejo po pripravkih Mineral zeleni, Mineral modri, Mineral rumeni, Mineral rumeni forte, Mineral rdeči in Mineral rdeči forte. Njihova odlika je v vsebnosti kar preko 70 različnih hranil, ki jih rastline potrebujejo za rast in razvoj. Njihova učinkovitost je okrepljena z rastlinskimi ekstrakti, ki rastline krepijo in zagotavljajo zdravo rast. Mineral zeleni z raznoliko vsebnostjo hranil vpliva predvsem na rast in razvoj koreninskega sistema. Najbolj vpliva na razrast lasastih koreninic, ki so zadolžene za črpanje vode in hranil iz tal. Je naravno sredstvo za krepitev rastlin namenjeno za vzpodbuditev optimalnega razvoja koreninskega sistema, okrepitev rastlin in povečanje odpornosti proti stresom iz okolja. Mineral modri se uporablja kot osnovno hranilo za rast in razvoj vseh nadzemnih delov rastlin, tako zelenja kot cvetov. Njegova glavna prednost je visoka vsebnost makro hranil v naravni obliki, ki jih rastline potrebujejo v večjih količinah. Zaradi njihovega naravnega izvora rastlina hranila lažje absorbira ter izkoristi za optimalno rast in razvoj. Njihovo pomanjkanje pri rastlinah vodi v zaostajanje v razvoju, pritlikavost ter slab cvetni nastavek, izboljšuje tudi kakovost pridelka, občutno višja je vsebnost antioksidantov, vitaminov in mineralov. Priderek je bolj obstojen, zato po pravilu dlje časa ostane svež. Rastline in plodovi so bolj izenačeni po velikosti, zato je več uporabnega pridelka. Mineral rumeni je naravno sredstvo, ki se uporablja kot sredstvo za povečevanje naravne odpornosti proti boleznim in stresom iz okolja. Vsebuje rastlinske ekstrakte, ki krepijo odpornost, in sicer pospešijo tvorbo voskov na listni površini, ki imajo nalogo ščitenja rastline pred negativnimi zunanjimi vplivi. Vplivajo tudi na debelino celičnih sten, ki so pomemben dejavnik pri odpornosti rastlin, saj škodljivi mikroorganizmi tanjše celične lažje preдреjo. Mineral rdeči je naravno sredstvo, ki se uporablja kot sredstvo za povečevanje naravne odpornosti proti škodljivcem. Vsebuje rastlinske ekstrakte, ki krepijo odpornost proti škodljivcem, in sicer pospešijo tvorbo voskov na listni površini ter okrepijo listne dlačice, ki imajo vlogo oviranja škodljivcev. Nadzemni deli, kot so listje, stebela in cvetovi, so čvrstejši in imajo krepkejšo strukturo, kar škodljivcem otežuje prehranjevanje. Mineral rdeči forte je naravni pripravek, ki se uporablja kot za krepitev naravne odpornosti proti škodljivcem. Vsebuje rastlinske ekstrakte ter hranila, ki krepijo odpornost rastlin ter omejujejo razvoj in širjenje škodljivcev. Uporabimo ga po tem, ko smo na rastlinah opazili prve posamezne škodljivce (Mineral, 2018).

V poljskih poskusih smo želeli preizkusiti delovanje pripravkov Mineral na pridelek zgodnjega zelja sort Jetedor F1 in Reactor F1. V prispevku prikazujemo del rezultatov prvega leta raziskave.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Pridelava zgodnjega zelja na tleh prekritih z agrotekstilom

Na kmetiji na Ljubečni smo v letu 2018 zasnovali poskus pridelave zgodnjega zelja sorte Jetedor F1 na tleh, prekritih z agrotekstilom. To je UV stabilna tkanina, porozen material, ki prepušča vodo le navzdol in je narejen iz neskončnih PP trakov in je primerna za uporabo v rastlinjakih ali na prostem. Sadike zelja so bile vzgojene pri profesionalnem pridelovalcu sadik. 13. aprila 2018 smo 770 sadik zelja v razvojni fazi 4-5 listov (BBCH 14-15) presadili na tla, prekrita z agrotekstilom, na razdaljo 0,45 x 0,45 cm. Obravnavanja so predstavljena v preglednici 1.

Preglednica 1: Obravnavanja v poskusu Pridelava zgodnjega zelja na tleh, prekritih z agrotekstilom

Oznaka za obravnavanje	Po presajanju	Po pojavu prvih odraslih osebkov kapusovih bolhačev in na rastlinah prvih poškodb
A - kontrola	-	-
B	-	Škropljenje z 8 % konc. Mineral rdeči forte 27. aprila, 14. maja
C	Zalivanje s 4 % konc. priprava Mineral zeleni po presajanju (19. aprila) in 26. aprila zalivanje s 4 % konc. priprava Mineral modri	škropljenje s 4 % konc. Mineral rumeni in 10. junija s 4 % konc. Mineral rdeči
D	konc. priprava Mineral modri	-

440 sadik smo po presajanju (19. aprila) zalili s 4% konc. priprava Mineral zeleni in nato 26. aprila te sadike še enkrat zalili s 4 % konc. priprava Mineral modri. Zalivanje smo izvedli z ročno zalivalko, vsaka rastlina pa je bila zalita z 0,2 l raztopine. 330 presajenih sadik nismo tretirali s pripravki Mineral. Kmalu po presajanju smo na rastlinah opazili prve posamične odrasle osebkke kapusovih bolhačev in na rastlinah tudi prve poškodbe. 220 zalitih sadik in 165 nezalitih sadik smo zato 27. aprila poškropili z 8 % konc. Mineral rdeči forte, 14. maja smo te rastline poškropili še s 4 % konc. Mineral rumeni in nato še 10. junija s 4 % konc. Mineral rdeči. Del posevka, ki ni bil ne zalit in ne škropljen z Mineralom, je služil kot kontrola.

Vsa ostala agrotehnika je bila enaka za vse rastline. Zaradi težav s kapusovimi bolhači je pridelovalec 30. aprila in nato še 3. maja celoten posevek tretiral z insekticidom Karate zeon 5 CS v odmerku 0,15 l/ha. Vsa škropljenja so bila izvedena z nahrbtno škropilnico SOLO 425. V posevku nismo uporabili herbicidov in tudi ne fungicidov. Celoten posevek je pridelovalec s hranili oskrboval skladno z gnojilnim načrtom. Spravilo zelja je potekalo v terminu od 7. 6. do 4. 7. 2018. V dveh terminih spravila smo od vsakega obravnavanja pobrali 15 zeljnih glav in stehali tržni pridelek.

2.2 Pridelava zgodnjega zelja na golih tleh

Na kmetiji na Ljubečni smo v letu 2018 zasnovali poskus pridelave zgodnjega zelja sorte Reactor F1 na golih tleh. Sadike zelja so bile vzgojene pri profesionalnem pridelovalcu sadik. 11. aprila 2018 smo 1320 sadik zelja v razvojni fazi 4-5 listov (BBCH 14-15) presadili na njivo, na gola tla, na razdaljo 0,45 x 0,50 cm. Obravnavanja so predstavljena v preglednici 2.

Preglednica 2: Obravnavanja v poskusu Pridelava zgodnjega zelja na golih tleh

Oznaka za obravnavanje	Po presajanju	Po pojavu prvih odraslih osebkov kapusovih bolhačev in na rastlinah prvih poškodb
A - kontrola	-	-
B	-	Škropljenje z 8 % konc. Mineral rdeči forte 27. aprila, 14. maja
C	Zalivanje s 4 % konc. pripravka Mineral zeleni po presajanju (13. aprila) in 26. aprila zalivanje s 4 % konc. pripravka Mineral modri	škropljenje s 4 % konc. Mineral rumeni in 10. junija s 4 % konc. Mineral rdeči
D		

660 sadik smo po presajanju (13. aprila) zalili s 4 % konc. pripravka Mineral zeleni in nato 26. aprila te sadike še enkrat zalili s 4 % konc. pripravka Mineral modri. Zalivanje smo izvedli z ročno zalivalko, vsaka rastlina pa je bila zalita z 0,2 l raztopine. 660 presajenih sadik nismo tretirali s pripravki Mineral. Kmalu po presajanju smo na rastlinah opazili prve posamične odrasle osebe kapusovih bolhačev in na rastlinah tudi prve poškodbe. Polovico zalitih sadik (330 sadik) in polovico nezalitih (330 sadik) sadik smo zato 27. aprila poškropili z 8 % konc. Mineral rdeči forte, 14. maja smo te rastline poškropili še s 4 % konc. Mineral rumeni in nato še 10. junija s 4 % konc. Mineral rdeči. Del posevka, ki ni bil ne zalit in ne škropljen z Mineralom, je služil kot kontrola.

Vsa ostala agrotehnika je bila enaka za vse rastline. Zaradi težav s kapusovimi bolhači je pridelovalec 30. aprila celoten posevek tretiral z insekticidom Karate zeon 5 CS v odmerku 0,15 l/ha, nato pa še dvakrat (9. maja in 1. junija) še z insekticidom Bulldock EC 25 v odmerku 0,3 l/ha. Vsa škropljenja so bila izvedena z nahrbtno škroplilnico SOLO 425. V posevku so pred presajanjem uporabili herbicid Stomp aqua v odmerku 2,9 l/ha. V ni bil uporabljen fungicid. Celoten posevek je pridelovalec s hranili oskrboval skladno z gnojilnim načrtom. Spravilo zelja je potekalo v terminu od 29. junija do 26. julija 2018. V dveh terminih spravila smo iz vsakega obravnavanja pobrali 15 zeljnih glav in stehali tržni pridelek zelja.

2.3 Vremenske razmere v času izvajanja poskusa

V letu 2018 je vremensko dogajanje odstopalo od dolgoletnega povprečja in to odstopanje se odrazilo tudi v rastlinski pridelavi. Iz preglednice 3 je razvidno, da je bila povprečna temperatura zraka na višini 2 m v letu 2018 v Celju v januarju in v obdobju od aprila do vključno julija 2018 višja od povprečne temperature v dolgoletnem obdobju od 1981 do 2010. V Celju smo z izjemo meseca junija zabeležili večjo mesečno količino padavin kot v dolgoletnem obdobju 1981-2010. Višje temperature zraka in razporeditev ter količina padavin v tem letu so vplivale tako na rast in razvoj rastlin in pojav in razvoj škodljivcev in bolezni kot tudi na izvedbo agrotehničnih opravil v posevkih vrtnin. Posledično so vremenske razmere vplivale tudi na termin aplikacije sredstva Mineral.

Preglednica 3: *Vremenske razmere v času od januarja do junija 2018, Celje (ARSO, 2018)*

Mesec	Povprečna srednja dnevna T (C°)		Količina padavin (mm)	
	2018	1981- 2010	2018	(1981-2010)
Januar	4,2	-0,3	60	47
Februar	-1,3	1,0	130	50
Marec	3,6	5,2	87	71
April	13,7	*	94	*
Maj	17,1	14,9	158	90
Junij	19,6	*	108	132
Julij	20,2	19,9	173	123

Opomba: *ni podatka

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Pridelava zgodnjega zelja na tleh, prekritih z agrotekstilom

Zelje, zalito z Mineral zeleni in Mineral modri, je po zalivanju kazalo boljši vigor kot zelje, ki ni bilo zalito. Zelje, pridelano brez uporabe Minerala, je oblikovalo že na videz manj zbite glave, ki so posledično dale manjši pridelek. V času pridelave zgodnjega zelja so na mladih rastlinah zelja precejšnjo škodo povzročili odrasli osebki kapusovih bolhačev. Med obravnavanji nismo zasledili razlik v napadenosti. Ker težav s tem škodljivcem kljub uporabi pripravka Mineral rdeči forte nismo uspeli zmanjšati, je bil v posevku uporabljen v ta namen registriran insekticid. V tem poskusu smo največji pridelek zelja dosegli v primeru zalivanja in škropljenja z Mineralom (obravnavanje C; preglednica 4), nekoliko manjši pridelek pa v primeru le zalivanja (obravnavanje D; preglednica 4) ali le škropljenja z Mineralom (obravnavanje B; preglednica 4). Poskus bomo v naslednjem letu ponovili, da preverimo oziroma potrdimo v letu 2018 v poskusu nakazane rezultate.

Preglednica 4: Pridelek zelja (v kg/ha) v poskusu Pridelava zgodnjega zelja na tleh, prekritih z agrotekstilom

Obravnavanje	Pridelek (kg/ha)
A	44500
B	64500
C	69000
D	63000

3.2 Pridelava zgodnjega zelja na golih tleh

Zelje, zalito z Mineral zeleni in Mineral modri, je po zalivanju kazalo boljši vigor kot zelje, ki ni bilo zalito s tema dvema pripravkoma. V času pridelave zgodnjega zelja so na mladih rastlinah zelja precejšnjo škodo povzročili odrasli osebki kapusovih bolhačev. Med obravnavanji nismo zasledili razlik v napadenosti. Ker težav s tem škodljivcem kljub uporabi pripravka Mineral rdeči forte nismo uspeli zmanjšati, je bil v posevku uporabljen v ta namen registriran insekticid. Zelje, pridelano na golih tleh brez uporabe pripravkov Mineral, je oblikovalo manj zbite glave, ki so posledično dale tudi manjše pridelek. V poskusu smo največje pridelke zelja dosegli v primeru zalivanja in škropljenja z Mineralom (obravnavanje C; preglednica 5), nekoliko manjše pridelke pa v primeru le zalivanja ali le škropljenja z Mineralom (obravnavanji D in B; preglednica 5). Poskus bomo v naslednjem letu ponovili, da preverimo oziroma potrdimo v letu 2018 v poskusu nakazane rezultate.

Preglednica 5: Pridelek zelja (v kg/ha) v poskusu Pridelava zgodnjega zelja na golih tleh

Obravnavanje	Pridelek (kg/ha)
A	42222
B	45854
C	47216
D	46081

4 SKLEPI

Rezultati enoletnega preizkušanja pripravkov Mineral nakazujejo, da lahko z uporabo Mineral zeleni in Mineral modri za zalivanje po presajanju vplivamo na vigor in razvoj mladih rastlin. Z uporabo pripravkov Mineral lahko vplivamo na kakovost in količino pridelka zgodnjega zelja, saj se je v obeh preizkušanjih nakazalo, da je zgodnje zelje, ki ni bilo tretirano s pripravki Mineral, oblikovalo manj zbite glave in posledično dalo tudi manjše pridelke. Ker sta bila poskusa zastavljena brez ponovitev, le-to ni omogočalo statistične obdelave podatkov, tako da ne moremo trditi, da so razlike med obravnavanji v prid uporabi pripravkov Mineral dokazljive, se je pa nakazalo pozitivno delovanje na vigor in razvoj mladih rastlin ter na kakovost in količino pridelka zgodnjega zelja in zato menimo, da je smiselno, da se poskusi ponovijo in potrdijo ali ovržejo v letu 2018 v poskusu nakazane rezultate.

Tudi z dvakratno zaporedno uporabo Mineral rdeči forte (v razmiku 3-4 dni) na večji pridelovalni površini, kjer so hkrati v bližini še druge gojene ali prosto rastoče gostiteljske rastline kapusovih bolhačev, tega škodljivca nismo uspeli obvladati v zadovoljivi meri (nastanek gospodarskih škod). V prihodnjih poskusih je smiselno preizkusiti možnost zmanjšanja števila uporabe insekticidov ali zmanjšanja odmerkov insekticidov ob hkratni uporabi pripravkov Mineral ob zadovoljivem obvladovanju bolhačev.

Zaradi vremenskih razmer v letu 2018 (pogoste padavine, razmočen teren in zato še dodatno otežena aplikacija) pogostejša aplikacija od navedene ni bila možna, je pa smiselno v prihodnje v zgodnjem zelju ponoviti preizkušanje pripravkov Mineral s poudarkom na krajših razmikih med tretiranj.

V prihodnje velja dodelati aplikacijo pripravkov Mineral (preizkusiti dodajanje sredstev preko fertirigacije ali možnost uporabe traktorskih škropilnic za zalivanje), saj se bo le tako lahko uporaba pripravkov Mineral razširila pri večjih ali profesionalnih pridelovalcih zelja. Zaradi zmanjševanja števila prehodov in posledično tudi zaradi zmanjševanja stroškov aplikacije je smiselno v bodoče

preizkusiti tudi združljivost različnih pripravkov Mineral z najpogosteje uporabljanimi insekticidi in fungicidi v pridelavi zelja.

5 VIRI IN LITERATURA

Ilijaš D., Strgulec M., Kalan M., Lešnik M., Kocjan Ačko D., Trdan S., Šantavec I., Kolčmanič A., Dolničar P., Zemljich A., Turinek M., Bajec D., Rodič K., Dolenšek M. Tehnološka navodila za ekološko pridelavo poljščin. 2017. Dostopno na: <https://www.program-podezelja.si/sl/knjiznica/157-tehnoloskih-navodila-za-ekolosko-pridelavo-poljscin/file> (23.11.2018)

Mesečni bilten ARSO. Ministrstvo za okolje, Agencija Republike Slovenije za okolje. <http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/> (14.09.2018)

Mineral. AS AN. Dostopno na: <https://www.mineralzarastline.si/izdelki/> (november 2018)

Pridelava zelenjadnic po vrstah na prostem in v zaščitenem prostoru, Slovenija, po letih. 2018. Podatkovni portal

SI-STAT »Okolje in naravni viri«. SURS (24.11.2018).

https://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=15P6004S&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/04_rastlinska_pridelava/02_15P60_popis_vrtnarstva_2010/&lang=2

Škerbot I. Mineral – strokovno poročilo za obdobje april do september 2018. 2018. (arhiv KGZS-Zavod CE)