

MORFOLOŠKE IN TEHNOLOŠKE LASTNOSTI SORT NAVADNE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) IZ POLJSKEGA POSKUSA BIOTEHNIŠKE FAKULTETE V LETU 2016

Marko FLAJŠMAN²⁰, Jerneja JAKOPIČ²¹, Katarina KOŠMELJ²² in Darja KOCJAN AČKO²³

Izvirni znanstveni članek / original scientific article

Prispelo / received: 24. 10. 2016

Sprejeto / accepted: 5. 12. 2016

Izvleček

V preliminarni poljski poskus na Biotehniški fakulteti v letu 2016 smo vključili 7 sort konoplje (*Cannabis sativa* L.), in sicer sorte Fedora 17, Santhica 27, Futura 75, KC Dóra, Finola, Kompolti hibrid TC in Monoica ter uporabili dva načina setve (različna količina in razporeditev semen ob setvi) glede na namen pridelave (seme in steblo). Preučevali smo vpliv sorte in načina setve ter vpliv njune interakcije na število rastlin na m², višino rastlin, premer stebel ter pridelek semena in stebel. Statistična analiza je potrdila vpliv načina setve glede na namen pridelave samo na pridelek stebel, ne pa tudi na ostale parametre, npr. na količino semena, čeprav smo v nekaj primerih opazili razlike več 100 kg znotraj ene sorte. Vpliv interakcije sorte in načina setve na merjene parametre s statistično analizo ni bil ugotovljen. Največji pridelek semena (1573 kg/ha semen) in stebel (3248 kg/ha suhe snovi stebel) je imela sorta Futura 75. Neodvisno od medvrstne razdalje smo naredili tudi kemično analizo kanabinoidov CBD in Δ^9 THC v posameznih sortah ter ugotovili, da je bila povprečna vsebnost CBD od 0,07 do 0,27 % in povprečna vsebnost Δ^9 THC od 0,005 do 0,059 %.

Ključne besede: navadna konoplja, *Cannabis sativa*, način setve, seme, steblo, kanabinoidi

MORPHOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HEMP (*Cannabis sativa* L.) VARIETIES FROM FIELD TRIALS OF BIOTECHNICAL FACULTY IN 2016

Abstract

In this preliminary field trial we used 7 varieties of hemp (Fedora 17, Santhica 27, Futura 75, KC Dóra, Finola, Kompolti hibrid TC and Monoica) and two sowing method (seed rate and row spacing at sowing) according to the purpose of production. At the harvest, which took place at the maturity of the seeds, we studied the impact of varieties, sowing method and their interaction on the number of plants per m², plant height, diameter of stems and

²⁰Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta:

marko.flajsman@bf.uni-lj.si

²¹Dr., prav tam, e-pošta: jerneja.jakopic@bf.uni-lj.si

²²Prof. dr., prav tam, e-pošta: katarina.kosmelj@bf.uni-lj.si

²³Doc. dr., prav tam, e-pošta: darja.kocjan.acko@bf.uni-lj.si

yield of seeds and stems. Statistical analysis confirmed the influence of sowing method only for yield of stems, but not on other parameters, although in a few cases we observed differences over few 100 kg for yield of seed within a single variety, which was probably the consequence of row spacing and sowing quantity. The impact of the interaction of variety and sowing method on the measured parameters was statistically not confirmed. The biggest yield of seeds (1573 kg /ha) and stems (3248 kg of dry matter/ha) had a variety Futura 75. Analysis of cannabinoids CBD in Δ^9 THC were performed for each variety, but independently of sowing method. Average content of the CBD was between 0.07 do 0.27% in the average content Δ^9 THC was from 0,005 to 0.059%.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, sowing method, seed, stem, cannabinoids

1 UVOD

Agrotehnika pridelave industrijske konoplje je prilagojena namenu končne uporabe rastline. Konopljo lahko pridelujemo za seme, stebila, vršičke ali za kombinirano rabo. Za posamezen namen ali kombinirano uporabo so bile požlahtnjene tudi sorte navadne konoplje, ki se uporabljajo danes in so na evropski sortni listi (Kocjan Ačko, 2015). Morfologijo rastlin konoplje lahko usmerjamo z agrotehniko. Višina, debelina in razvejitev stebila ter velikost cvetnega nastavka so odvisni ne le od sorte, ampak tudi od količine semena za setev, medvrstne razdalje in drugih agrotehničnih ukrepov, ki morajo biti prilagojeni namenu uporabe konoplje (Kocjan Ačko, 1999; Čeh, 2009; Amaducci in sod., 2002).

V različnih literaturnih virih lahko najdemo različne podatke o količini semena za setev in medvrstni razdalji glede na namen pridelave (preglednica 1). V splošnem velja, da se za pridelavo semena konoplje seje na večjo medvrstno razdaljo, pri čemer uporabimo manjšo količino semena za setev, za pridelavo stebel pa se seje na manjšo medvrstno razdaljo z večjo količino semena na hektar.

Medvrstna razdalja in količina semena za setev vplivata na število rastlin na m² in s tem na življenjski prostor rastlin v posevku. Za vlakna potrebujemo rastline, ki imajo manjši premer stebel (3 do 10 mm) in obenem čim daljša stebila. To je mogoče doseči z večjo količino posejanih semen na enoto površine. Pri večji gostoti posevka dobimo namreč tanjša stebila, ki imajo večji delež vlaken. Pri večji gostoti rastline tekmujejo za prostor. Ker senčijo druga drugo, so primorane rasti višje, da dosežejo čim boljšo osvetlitev; zaradi tekmovanja za hranila v tleh pa ne razvijejo debelih stebel. Toda če so tla pregnojena z dušikom, to zmanjša kakovost vlaken v steblih (Martin in sod., 2006). Ker je konoplja rastlina kratkega dne, se je pri pridelavi za vlakna izkazalo kot dobro, če so sorte iz južnejših predelov pridelovali v bolj severnih krajih (Chen in Liu, 2013).

Preglednica 1: Podatki o setvi navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) iz nekaj virov literature

Table 1: Data on sowing of hemp (*Cannabis sativa* L.) from literature

Namen pridelave	Čas setve	Globina setve (cm)	Količina semena (kg/ha)	Medvrstna razdalja ali gostota rastlin	Vir
Stebila	10.4. do	3 do 4	100	10 do 15 cm	Kocjan
Seme	10.5		50	50 do 70 cm	Ačko, 1999
Seme in stebila	začetek marca, konec maja	2 do 3	35 do 80	30 do 300 rastlin/m ² v vrste ali naključno	Desanlis in sod., 2013
Stebila	T tal 8 do 10 °C	-	60 do 75	-	Chen in Liu, 2010
Stebila	zgodaj spomladi	3,5	20	90 rastlin/m ²	Elzebroek in Wind, 2008
Stebila	malo pred setvijo koruze	1,3 do 2,5	62	-	Martin in sod., 2006
Seme, stebila in cvetovi	10.5.do 10.6.; naknadni posevek do 10.8.	-	25 do 35	od 15 cm 100 do 150 rastlin/m ²	Konopljarna Hannah Bizz..., 2016
Stebila ali cvetovi	konec marca do sredine aprila	do 3	30 do 50	12,5 do 25 cm	Institut ..., 2016
Seme ali cvetovi	konec aprila do konca maja		5 do 20	50 do 70 cm	
Stebila	začetek aprila do	3 do 4	100	12,5 do 15 cm	Zadruga
Seme	sredine maja		30 do 50	50 do 70 cm	Konopko ..., 2016

- ni podatka

Pri setvi za seme morajo imeti posamezne rastline čim več prostora, da lahko razvijejo bolj bujne cvetne nastavke in s tem več semena. Zato se predlaga setev na večjo medvrstno razdaljo z manjšim številom kalivih semen na m². Vendar pa lahko redka setev privede do tega, da so rastline višje. To se pokaže kot težava poleti zaradi neviht, ko lahko močan veter lomi stebila. Visoke rastline z močnimi

stebli (premer 3 do 4 cm) tudi otežujejo strojno spravilo. Pregnojitve z dušikom lahko povzroči prebujno vegetativno rast (Čeh, 2009).

Glede delitve uporabe za semena in stebila je priporočljivo upoštevati tudi čas setve. Konoplja za pridelovanje vlaken se načeloma seje bolj zgodaj spomladi, da se lahko pridelek konec poletja pospravi. Žetev konoplje za vlakna je namreč že dva do tri tedne po začetku cvetenja (Čeh, 2009). Za seme je načeloma bolj priporočljivo sejati kasneje spomladi; s tem dosežemo, da so ob enakem cvetnem nastavku stebila rastlin nižja, zaradi česar je strojno spravilo lažje (Kocjan Ačko in sod., 2002). Z uporabo različnega načina setve glede na namen pridelave konoplje je povezana še ena težava, ki se kaže tudi v praksi. To je zatiranje plevelov pri večjih medvrstnih razdaljah in manjši količini semena za setev, kjer je nujen ukrep mehansko zatiranje plevelov, saj nikjer na svetu še ni odobren noben herbicid za uporabo v konoplji (Desanlis in sod., 2013).

Na podlagi pobude delovne skupine za seme Slovenskega združenja za konopljo v prehranske in neprehranske namene je nastala tu predstavljena preliminarne študija oz. enoletni poljski poskus s sedmimi sortami industrijske konoplje, v katerem smo preučevali vpliv sorte in načina setve glede na namen pridelave (za seme oziroma za stebila) na število rastlin na m², višino rastlin, premer stebel ter pridelek semena in stebel. Poleg tega smo izmerili še vsebnost kanabidiola (CBD) in delta-9-tetrahidrokanabinola (Δ^9 THC) v vršičkih rastlin ob žetvi. Pri t.i. industrijski konoplji je razmerje CBD: Δ^9 THC večje od 3 (de Meijer in sod., 1992). Obdelava rezultatov tega poljskega poskusa je bila del CRP projekta V4-1611 »Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji«, ki se je začel izvajati 1. oktobra 2016.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova in izvedba poljskega poskusa

Sorte, ki smo jih uporabili v poskusu, so bile enodomne Fedora 17, Santhica 27, Futura 75 in Monoica ter dvodomne KC Dóra, Finola in Kompolti hibrid TC. Poskus smo izvedli v zasnovi blokov v štirih ponovitvah in z dvema faktorjema. Preučevali smo vpliv sorte ter načina setve glede na namen pridelave (za seme oziroma za stebila) pri strnjeni setvi na pridelek semena, stebel, višino rastlin ter premer stebel. Upoštevali smo, da je kalivost semen 90 %.

Način setve glede na namen pridelave:

- za seme: medvrstna razdalja 50 cm in količina semena za setev 25 kg/ha,
- za stebila: medvrstna razdalja 12,5 cm in količina semena za setev 35 kg/ha.

Predposevek v letu 2015 je bil delno kolekcija poljščin za študijske namene in delno poskus s sojo. Tla na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete so meljasto-glinasta, srednje globoka, psevdoglejna in meliolirana. Kljub temu lahko ob obilnejših jesenskih ali spomladanskih padavinah na površini zastaja voda. Tla so glede preskrbljenosti s fosforjem in kalijem uvrščena v C razred (dobra preskrbljenost). Površina je bila jeseni 2015 preorana do globine 20 do 25 cm. Pred setvijo spomladi 2016 je bila njiva dopolnilno obdelana z vrtavkasto brano do globine 5 cm. Poskus smo sejali s parcelno sejalnico Wintersteiger, ki je namenjena strnjeni setvi. Posamezna parcelica je bila dolga 4,9 m, široka pa 1,25 m pri gosti setvi (10 vrst) ter 2 m pri redki setvi (4 vrste). Sejali smo 19. maja 2016. Takoj po setvi smo poskus v celoti pokrili s protitočno mrežo, ki je bila bolj kot zaščiti pred točo namenjena zaščiti pred ptiči. Dognojevali smo 1. junija 2016 z odmerkom 400 kg/ha NPK (15:15:15). 13. julija 2016 smo posevek okopali. Zaradi nedostopnosti smo okopali samo parcelice z redko setvijo, parcelic z gosto setvijo nismo okopavali. Žetev smo izvedli ročno, in sicer žetev sorte Finola 15. septembra 2016, preostale sorte pa v dneh od 27. do 29. septembra 2016. Pred žetvijo smo izmerili višino in premer stebela 20 rastlin na parcelico. Kjer so bile dvodomne sorte, smo merili premer ter višino ločeno pri moških in ženskih rastlinah. Rastline smo porezali ročno. Pri gosti setvi smo vzorčili osem notranjih vrst, pri redki setvi pa notranji dve vrsti. Rastline smo tudi prešteli in določili število rastlin/m² ob spravilu. Zrnje smo omlatili z žitno električno mlatilnico, ga posušili, stehali in določili vlago po standardni metodi ISTA (ISTA, 1999). Pridelek semena smo preračunali na hektar pri 9-odstotni vlažnosti. Stebla smo sušili 48 ur pri 65 °C, jih stehali ter preračunali v pridelek suhe snovi stebel na ha (kg/ha ss).

Za določanje vsebnosti CBD in Δ^9 THC smo ob žetvi vzorčili vršičke petih rastlin vsake ponovitve, jih združili po sortah ter posušili na zraku. Vzorcem smo določali vsebnosti Δ^9 THC in CBD z metodo HPLC-MS na APCI ionskem izvoru v pozitivnem načinu. Suhe vzorce smo ekstrahirali v ultrazvočni kopeli z metanol:kloroformom (9:1) po metodi, kot jo opisujejo Swift in sod. (2013). Kromatografske razmere za HPLC-MS analizo so bile povzete po Stolker in sod. (2004) z manjšimi spremembami, in sicer uporabljena je bila kolona C18 (Gemini, Phenomenex), mobilna faza A (acetonitril/methanol/mravljična kislina - 70/30/0,1) in mobilna faza B (destilirana voda z 0,1 % mravljične kisline). Uporabljena je bila gradienta metoda z razmerjem mešanja pri 0 min 80 % A, 3 min 100 % A, 22 min 100 % A, 28 min 80 % A in 30 min 80 % A. Izmerjene koncentracije smo izrazili v ekvivalentih CBD (98 % standard, CBDepot, Češka) kot odstotke zračno suhe snovi.

Za statistično analizo smo uporabili program R (R Core Team, 2016). Ugotavljali smo vpliv sorte, načina setve glede na namen pridelave in vpliv njune interakcije na: pridelek semena, pridelek stebel, višino rastlin ob žetvi in premer rastlin ob žetvi. Z analizo variance smo analizirali dvofaktorski poskus v bločni zasnovi. Če

vpliv interakcije ni bil statistično potrjen, smo razlike med povprečji za statistično značilne dejavnike preverili z Duncan-ovim testom.

2.2 Vremenske razmere v času poskusa

Mesec maj je bil precej bolj moker od 30-letnega povprečja (preglednica 3). Večina padavin je bila v prvi polovici maja, ko je padlo 129 mm padavin, kar predstavlja 82 % padavin v maju, zaradi česar je bila setev prestavljena šele na začetek tretje deкаде maja. Glede temperatur je bil maj nekoliko hladnejši od dolgoletnega povprečja, ostali meseci v rastni dobi konoplje pa so bili toplejši; julij za 1,6 stopinje in september za 2,3 stopinje. Glede količine padavin je bil prav tako kot maj tudi junij nadpovprečen, medtem ko je bila količina padavin v preostalih treh mesecih močno pod dolgoletnim povprečjem. Še najbolj izrazita je razlika za mesec september, ko je padlo le 30 % padavin glede na dolgoletno povprečje v tem mesecu.

Preglednica 3: *Povprečne mesečne temperature in vsote padavin za mesece v času izvedbe poljskega poskusa v 2016 ter za obdobje 1985 - 2015 v Ljubljani (ARSO, 2016)*

Table 3: *Mean monthly temperature and total monthly precipitation for the time of field experiment in 2016 and long-term period (1985 - 2015) for the experiment location Ljubljana (ARSO, 2016).*

Leto/obdobje	Povprečna mesečna temperatura (°C)					Vsota padavin v mesecu (mm)				
	maj	junij	julij	avgust	sept.	maj	junij	julij	avgust	sept.
2016	15,3	20	23,2	20,3	18,3	157	175	86	90	47
1985-2015	17,2	19,5	21,6	21	16	105	131	121	131	159

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Vpliv sorte in medvrstne razdalje

V času žetve poskusa pri sorti Finola pri tehnologiji za stebila (gosta setev) rastlin konoplje ni bilo. Zaradi goste setve posevka nismo mehansko obdelali, a le pri tej sorti so bile parcele v celoti preraščene s pleveli, ki so onemogočili rast konoplji. Tudi v primeru redke setve (setev na medvrstno razdaljo 50 cm), kjer smo plevela enkrat mehansko zatirali, je bila ena parcela kljub temu preraščena s pleveli in ni bilo rastlin konoplje.

Statistična analiza je pokazala, da je imela sorta pri vseh merjenih parameterih statistično značilen vpliv, le pri višini rastlin je bil vpliv sorte mejno statistično značilen. Način setve glede na namen pridelave je imel statistično značilen vpliv samo na pridelek stebel. Vpliva interakcije sorte in načina setve glede na namen pridelave na merjene parametre s statistično analizo nismo dokazali, razen v

primeru premera rastlin, kjer pa je vpliv interakcije mejno statistično značilen (preglednica 4).

Preglednica 4: *p* – vrednosti vpliva na merjene parametre pri konoplji

Table 4: *p* - values for the measured parameters for hemp.

	Pridelek semena	Pridelek stebel	Višina rastlin	Premer rastlin
Sorta (S)	0,0446	0,0416	0,0593	0,0189
Način setve (NS)	n.s.	0,0313	n.s.	n.s.
Interakcija S in NS	n.s.	n.s.	n.s.	0,0523

n.s. – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

3.2 Povprečno število rastlin na m² ob žetvi konoplje

Pri sorti Finola rastlin pri tehnologiji pridelave za vlakna (setev na medvrstno razdaljo 12,5 cm) ni bilo. Opazili smo zelo slabo kalivost pri sortah Monoica in Kompolti hibrid TC, ob žetvi je bilo pri teh dveh sortah, poleg Finole, prisotnih najmanj rastlin na m². Samo pri sorti Kompolti hibrid TC je število rastlin na m² pri pridelavi za seme (redka setev) večje od števila rastlin pri pridelavi za vlakna (gosta setev). Spol se pri konoplji določa in deduje preko spolnih kromosomov XY. Vendar pa imajo na izražanje spola vpliv tudi avtosomni geni in okoljski dejavniki, lahko pa tudi različne kemikalije (Mandolino in sod., 1999). Pri dvodomnih sortah je pričakovati razmerje med spoloma blizu 1:1 (Berenji in sod., 2013). Iz preglednice 5 je razvidno, da je bilo ob žetvi pri vseh dvodomnih sortah v povprečju prisotnih več ženskih rastlin kot moških.

Preglednica 5: *Povprečno število rastlin na m² ob žetvi konoplje*

Table 5: *The average number of plants per m² at hemp harvest.*

Sorta	Pridelava za					
	Seme			Stebila		
	Skupaj	Odstotek MR ^{II}	Odstotek ŽR ^{III}	Skupaj	Odstotek MR ^{II}	Odstotek ŽR ^{III}
Fedora 17^I	64	-	-	97	-	-
Santhica 27^I	50	-	-	109	-	-
Futura 75^I	59	-	-	119	-	-
Monoica^I	21	-	-	36	-	-
KC Dóra	51	46 %	54 %	88	44 %	56 %
Kompolti hibrid TC	28	45 %	55 %	16	36 %	64 %
Finola	19	41 %	59 %	-	-	-

^I - enodomna sorta, MR^{II} - moške rastline, ŽR^{III} - ženske rastline

3.3 Povprečna višina rastlin konoplje ob žetvi

Pri sortah Monoica, Futura 75 in Kompolti hibrid TC so bile rastline, ki so bile posejane za pridelavo za stebila, višje od rastlin, ki so bile posejane za pridelavo za seme. Največjo povprečno višino sta imeli sorti Monoica in KC Dóra, najnižjo pa sorta Fedora 17. Sorta Finola, ki ni bila vključena v statistično analizo, je bila še nižja (preglednica 6).

V poskusu se je izkazalo, da so bile v povprečju vse sorte nižje od navedenih višin v literaturi. Predvsem madžarske sorte so znane po tem, da lahko zrastejo v višino tudi 4 m in več (Bosca, 1999). Razlog so lahko vremenske razmere, in sicer predvsem slabo razporejena količina padavin. Zaradi obilja padavin se je setev prestavila v drugo polovico maja. V juniju, ko je potekala implantacija rastlin, je bilo padavin veliko, ponekod je bilo opazno zastajanje vode na površini in zaradi tega slabša rast rastlin. V juliju, ko je potekala aktivna rast, pa je padavin primanjkovalo. Prav tako je bilo padavin malo v avgustu. V celotnem obdobju rasti konoplje je bilo v letu 2016 skupno 421 mm padavin, optimalna količina padavin za konopljo v rastni dobi pa je od 635 do 760 mm (Kraenzel in sod., 1998). Pri dvodomnih sortah so praviloma moške rastline višje od ženskih (Čeh, 2009). To se je videlo tudi v našem poskusu, kjer so bile pri vseh dvodomnih sortah, razen pri Finoli, moške rastline ob žetvi v povprečju višje od ženskih rastlin. Razlike v višini med spoloma so bile tudi pri vseh sortah statistično značilne.

Preglednica 6: Povprečna višina rastlin konoplje ob žetvi (cm)

Table 6: The average height of the hemp plants at harvest (cm).

Sorta	Pridelava za seme				Pridelava za stebila				Povp. višina
	Vse rastline	MR ^{II}	ŽR ^{III}	M/Ž	Vse rastline	MR ^{II}	ŽR ^{III}	M/Ž	
Monoica^I	153	-	-	-	186	-	-	-	169 ^a
KC Dóra	173	182	164	** *	144	155	134	** *	159 ^a
Futura 75^I	144	-	-	-	169	-	-	-	157 ^{ab}
Kompolti hibrid TC	144	154	142	**	151	152	143	*	148 ^{ab}
Santhica 27^I	141	-	-	-	140	-	-	-	140 ^{ab}
Fedora 17^I	137	-	-	-	119	-	-	-	128 ^b
Finola^{III}	074	069	078	** *	-	-	-	-	074

^I - enodomna sorta, MR^{II} - povprečna višina moških rastlin, ŽR^{III} - povprečna višina ženskih rastlin, Finola^{III} - ni bila vključena v statistično analizo

M/Ž - razlika med spoloma, t-test; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Vrednosti v zadnjem stolpcu z različnimi črkami so statistično značilno različne (Duncan, $p < 0,05$).

3.4 Povprečni premer stebila rastlin konoplje ob žetvi

Tanjša in daljša stebila rastlin konoplje imajo večji delež vlaken, zato želimo imeti pri pridelavi za vlakna manjši premer rastlin (Čeh, 2009). V tanjših steblih so vlakna tanjša oz. bolj fina ter tudi daljša, s čimer imajo visoko uporabno vrednost v tekstilni industriji (Amaducci in sod., 2008). V številnih študijah je bilo ugotovljeno, da se z večanjem količine semena za setev premer rastlin zmanjšuje (Amaducci in sod., 2002; Svennerstedt in Severson, 2006; Jankauskienė in Gruzdevienė, 2009; Sankari, 2000; Schäfer in Honermeier, 2006; Struik in sod., 2000). V našem poskusu statistična analiza ni potrdila vpliva načina setve glede na namen pridelave na premer rastlin (preglednica 7).

Preglednica 7: Povprečni premer stebila rastlin konoplje ob žetvi (mm)

Table 7: The average diameter of the hemp plant stems at harvest (mm).

Sorta	Pridelava za seme				Pridelava za stebila				Povp. premer stebila
	Vse rastline	MR ^{II}	ŽR ^{III}	M/Ž	Vse rastline	MR ^{II}	ŽR ^{III}	M/Ž	
Monoica^I	5,75	-	-	-	6,80	-	-	-	6,28 ^a
Kompolti hibrid TC	5,55	4,57	6,84	***	6,28	4,92	7,52	***	5,92 ^{ab}
Futura 75^I	5,27	-	-	-	5,63	-	-	-	5,45 ^{ab}
Santhica 27^I	5,42	-	-	-	4,73	-	-	-	5,07 ^b
KC Dóra	5,63	4,84	6,41	***	4,44	4,22	4,66	**	5,03 ^b
Fedora 17^I	5,47	-	-	-	4,56	-	-	-	5,01 ^b
Finola^{III}	3,13	2,62	3,63	***	-	-	-	-	3,13

^I - enodomna sorta, MR^{II} - povprečna višina moških rastlin, ŽR^{III} - povprečna višina ženskih rastlin, Finola^{III} - ni bila vključena v statistično analizo, M/Ž - razlika med spoloma, t-test; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Vrednosti v zadnjem stolpcu z različnimi črkami so statistično značilno različne (Duncan, $p < 0,05$).

Pri sortah Monoica in Kompolti hibrid TC so bila pri redki setvi stebila celo debejša – to ni presenetljivo, saj je bilo število rastlin na m² ob žetvi nizko tudi pri gosti setvi, zato so lahko posamezne rastline razvile debelejša stebila. Podobno so večji premer stebel konoplje pri večji gostoti opazili tudi Tang in sod. (2016). Monoica ima povprečen premer stebila največji, medtem ko imajo Santhica 27, KC Dóra in Fedora 17 najtanjša stebila. Pri Finoli se izrazito opazi njena sortna lastnost, to je nizka rast in tudi tanka stebila. Povprečen premer stebila je pri Finoli manjši za približno 2 do 3 mm glede na druge sorte. Velika vrednost stebel Finole pa ostaja v tem, da se, predvsem iz moških rastlin, pridobiva najbolj fina vlakna, ki so primerna za izdelavo ročno pletenih izdelkov (Callaway, 2004). Moške rastline so

imele pri dvodomnih sortah v povprečju vedno statistično značilno manjši premer stebila od ženskih rastlin.

Preglednica 8: *Povprečen pridelek semena konoplje (kg/ha)*

Table 8: *The average yield of hemp seed (kg/ha).*

Sorta	Pridelava za		Razmerje pridelka semena (seme/stebila)	Povprečen pridelek semena
	seme	stebila		
Futura 75^I	1439	1707	0,84	1573 ^a
Santhica 27^I	1223	1372	0,89	1298 ^a
Monoica^I	1329	1227	1,08	1278 ^a
KC Dóra	1472	0914	1,61	1193 ^{ab}
Fedora 17^I	1386	0948	1,46	1167 ^{ab}
Kompolti hibrid TC	0553	0906	0,61	729 ^b
Finola^{II}	0300	-	-	300

^Ienodomna sorta, Finola^{II} - ni bila vključena v statistično analizo

Vrednosti v zadnjem stolpcu z različnimi črkami so statistično značilno različne (Duncan, $p < 0,05$).

3.5 Pridelek semena konoplje

Pri sorti Finola pridelka semena pri tehnologiji za stebila ni bilo. Pri ostalih sortah se je pokazalo, da način pridelave za seme ne pomeni nujno večjega pridelka semena, kar prikazuje razmerje pridelka semena glede na način pridelave (četrti stolpec preglednice 8).

S statistično analizo smo ugotovili, da je na pridelek semena vplivala samo sorta, ne pa tudi način setve glede na namen pridelave ali njuna interakcija. Kljub temu je iz rezultatov razvidno, da obstajajo razlike v pridelku semena posameznih sort zaradi različne tehnologije pridelave, npr. pri sortah KC Dóra in Fedora 17 sta povprečna pridelka semena pri tehnologiji za seme večja za kar 558 kg oz. 438 kg od povprečnih pridelkov semena pri tehnologiji za vlakna. Pri sorti Kompolti hibrid TC je bil pridelek semena pri pridelavi za vlakna v povprečju večji za 353 kg od pridelka semena, pridobljenega pri pridelavi za seme. To je bila edina sorta, kjer je bilo ob žetvi pri redki setvi (pridelava za seme) večje število rastlin na m² kot pri gosti setvi (pridelava za vlakna). Pri sortah Monoica, KC Dóra in Fedora 17 smo s tehnologijo za seme pridobili večji pridelek semena, pri sortah Futura 75, Santhica 27 in Kompolti hibrid TC pa je bil večji pridelek semen dosežen pri tehnologiji za vlakna. S tehnologijo za vlakna so večje pridelke semena pri nekaterih sortah pridobili že Kocjan Ačko in sod. (2002), ki so preizkušali pet sort navadne konoplje v glavni in strniščni setvi v dvoletnem poskusu. Predvsem pri strniščni setvi so imele sorte, sejane na manjšo medvrstno razdaljo in pri večji količini

semena za setev, večji pridelek semena. V našem poskusu je dosegla največji povprečen skupen pridelek semena sorta Futura 75 (1573 kg/ha), ki je imela pri tehnologiji za vlakna povprečen pridelek 1707 kg/ha, ki je bil največji dosežen. Najnižji povprečen pridelek je imela sorta Finola s 300 kg semena na ha.

3.6 Pridelek stebel konoplje

V poskusu smo stebila vzorčili v času žetve za seme oziroma smo želeli iz poskusa pridobiti tako pridelek semena kot tudi stebel. Če bi pridelovali konopljo izključno samo za vlakna, bi morali žetev stebel opraviti prej. Običajno se konopljo za stebila žanje v začetku cvetenja ali v fazi polnega cvetenja (Amaducci in sod., 2002). S tem je zagotovljena tudi večja količina stebel, saj se lahko gostota posevka ob zakasneni žetvi že precej zmanjša (Cromack, 1998). Namreč ob večji gostoti posevka pride do kompeticije, kjer del rastlin odmre, del jih preneha rasti in samo preostali del raste normalno ter prispeva k pridelku stebel (van der Werf in sod., 1995). Na pridelek stebel imajo velik vpliv tudi vremenske razmere. Če so v času aktivne rasti zagotovljene vse potrebe po hranilih in vodi, ki v tem obdobju znaša 250 do 300 mm (Bócsa in Karus, 1998), je lahko prirast eno tono suhe snovi na hektar na vsakih 120 °C (vsota dnevnih temperatur) (Chabbert in sod., 2013).

Preglednica 9: Povprečen pridelek stebel konoplje glede na sorto (kg/ha ss)

Table 9: The average yield of hemp stems related to variety (kg/ha dry matter)

Sorta	Pridelava za						Razmerje pridelka (seme/stebila)	Povp. pridelek stebel
	Skup.	seme Odst. MR ^{II}	Odst. ŽR ^{III}	Skup.	stebila Odst. MR ^{II}	Odst. ŽR ^{III}		
Futura 75^I	2186	-	-	4309	-	-	0,51	3248 ^a
KC Dóra	2905	34 %	66 %	2196	44 %	56 %	1,32	2551 ^{ab}
Santhica 27^I	1362	-	-	3181	-	-	0,43	2272 ^{ab}
Monoica^I	1331	-	-	2610	-	-	0,51	1970 ^{ab}
Fedora 17^I	1531	-	-	1768	-	-	0,87	1649 ^b
Kompolti hibrid TC	1369	27 %	73 %	1275	36 %	64 %	1,07	1322 ^b
Finola^{III}	163	18 %	82 %	-	-	-	-	163

^I - enodomne sorte

MR^{II} - moške rastline

ŽR^{III} - ženske rastline

Finola^{III} - ni bila vključena v statistično analizo

Vrednosti v zadnjem stolpcu z različnimi črkami so statistično značilno različne (Duncan, $p < 0,05$)

Pri sorti Finola pridelka stebel pri tehnologiji za stebila ni bilo. S statistično analizo smo pri ostalih sortah potrdili vpliv sorte in tudi vpliv načina setve glede na namen pridelave na pridelek stebel, medtem ko njuna interakcija ni bila statistično značilna (preglednica 9). Ker interakcija ni statistično značilna, lahko trdimo, da je povprečni pridelek stebel pri gosti setvi večji kot pri redki ($p=0,0313$). Način setve je imel največji vpliv pri sortah Futura 75 in Monoica, kjer smo s tehnologijo za vlakna pridobili skoraj dvakrat večji pridelek kot pri pridelavi za seme. Razmerje pridelka stebel je pokazalo, da smo s tehnologijo za vlakna pri večini sort dobili večjo maso stebel na hektar kot pa pri pridelavi za seme. To se ni zgodilo pri sortah KC Dóra in Kompolti hibrid TC, kjer je bil pridelek stebel večji pri tehnologiji za seme. Skupno največjo povprečno količino stebel smo ugotovili pri sorti Futura 75 (3248 kg/ha ss), najmanjšo pa pri sorti Finola (163 kg/ha ss).

3.7 Vsebnost CBD in Δ^9 THC v konoplji

CBD je kanabinoid iz konoplje, ki se vse bolj uporablja v medicini zaradi številnih terapevtskih učinkov na zdravje (Aizpurua-Olaizola in sod., 2016). Tudi žlahtnjenje navadne konoplje poteka v smeri pridobitve sort z izboljšanim razmerjem kanabinoidov (čim večja vsebnost CBD in majhna vsebnost Δ^9 THC pod 0,2 %) (Salentijn in sod., 2015).

Največjo količino CBD smo določili v sortah Monoica (0,27 %), Futura 75 (0,25 %) in KC Dóra (0,21 %). Kompolti hibrid TC, Finola in Fedora 17 so imele približno enako količino kanabinoida CBD (okoli 0,15 %), medtem ko ga je imela Santhica 27 najmanj (0,07 %) (preglednica 10).

V našem poskusu smo določili nizke vrednosti kanabinoida CBD, kar pa ni presenetljivo glede na čas vzorčenja, ki je bil v času žetve konoplje za namene pridobivanja semena. Kanabinoidi se sintetizirajo v glandularnih trihomih, katerih se največ nahaja na ženskih socvetjih v času cvetenja, zato je takrat vsebnost kanabinoidov največja. V cvetovih navadne konoplje je lahko v času polnega cvetenja vsebnost CBD tudi več kot 3 % (Sikora in sod., 2011). Sorte, ki so namenjene za pridelovanje semena, so zaradi večjega števila ženskih socvetij bolj primerne za pridobivanje CBD (Cherney in Small, 2016).

Vsebnosti Δ^9 THC so bile okoli pet do šestkrat nižje od vrednosti CBD. Največjo vsebnost smo ugotovili pri sorti Kompolti hibrid TC (0,059 %), najnižjo pa pri Santhici 27 (0,005 %) (preglednica 10). Dovoljena vsebnost Δ^9 THC industrijske konoplje za pridelavo v Evropi je 0,2 % v zgornji tretjini rastline in je bila določena z Uredbo (ES) št. 1420/98 leta 1998. Vse sorte industrijske konoplje, ki se nahajajo na evropski sortni listi, dosegajo to merilo, kar je pogoj za vpis na sortno listo. V realnosti pa imajo številne sorte, ki so v pridelavi, vsebnosti Δ^9 THC še dosti nižje (Sikora in sod., 2011; Svennerstedt in Severson, 2006; Galasso in sod., 2016). Tudi

v našem poskusu smo izmerili precej nižje vsebnosti Δ^9 THC od dovoljene, verjetno tudi na račun vzorčenja šele v času žetve za seme. Kocjan Ačko in sod. (2002) so opazili, da je bila vsebnost Δ^9 THC pri večini izmed petih sort navadne konoplje največja v času cvetenja, nato pa se je v poznejših merjenjih znižala.

Preglednica 10: Povprečne vsebnosti CBD in Δ^9 THC v konoplji (%) glede na sorto
Table 10: The average content of CBD and Δ^9 THC in hemp (%) related to variety

Sorta	CBD		Sorta	Δ^9 THC	
	%	Skupina*		%	Skupina*
Monoica	0,27	a	Kompolti hibrid TC	0,059	a
Futura 75	0,25	b	Finola	0,050	b
KC Dóra	0,21	c	Monoica	0,032	c
Kompolti hibrid TC	0,16	d	Futura 75	0,018	d
Finola	0,15	d	KC Dora	0,017	d
Fedora 17	0,14	d	Fedora 17	0,012	de
Santhica 27	0,07	e	Santhica 27	0,005	e
Povprečje	0,18			0,030	

* med vrednostmi, označenimi z različnimi črkami, so statistično značilne razlike (Duncan, $p < 0,05$)

Sorte navadne konoplje spadajo v skupino kemotip III, za katerega je značilna vsebnost Δ^9 THC pod 0,3 % in CBD nad 0,5 % (Small in Beckstead, 1973). Čeprav je CBD/ Δ^9 THC razmerje močno genetsko pogojena lastnost (Mandolino in sod., 2003), na sintezo obeh pomembno vplivajo tudi klimatske razmere. Sikora in sod. (2011) so ugotovili, da se s povečevanjem temperature zraka povečujeta tudi vsebnosti CBD in Δ^9 THC (za CBD je povečanje bolj značilno). Višja temperatura tal ugodno vpliva na količino kanabigerola (CBG), iz katerega se sintetizirata tako CBD kot Δ^9 THC. Ugotovljena je bila tudi negativna povezava med količino padavin in vsebnostjo kanabinoidov, in sicer se pri količini padavin nad 350 mm med rastno sezono vsebnost kanabinoidov močno zmanjša (Pate, 1999).

4 ZAKLJUČKI

V okviru predstavljenega preliminarne poljskega poskusa s sedmimi sortami navadne konoplje smo ugotovili, da v danih rastnih razmerah sorta Finola ni primerna za pridelavo za vlakna (gosta setev), saj ni bila sposobna prevladati nad pleveli, ki so rastline v celoti zadušili. Pleveli so pri tej sorti povzročali težave tudi pri setvi za seme (redka setev), čeprav smo plevela enkrat mehansko zatirali. Za uspešno pridelavo sorte Finola bi morali plevela mehansko zatirati bolj pogosto. Preostale sorte so pri pridelavi za vlakna bolj ali manj uspešno zavrle rast plevelov.

Kot najbolj uspešna sorta se je glede pridelkov izkazala Futura 75, ki je imela največji povprečni pridelek semena (1573 kg/ha) kot tudi stebel (3248 kg/ha). Po količini pridelka semen sledijo sorte Santhica 27, Monoica, KC Dóra, Fedora 17, Kompolti hibrid TC in Finola. Po količini pridelka stebel Futuri 75 sledijo KC Dóra, Santhica 27 in Monoica. Fedora 17, Kompolti hibrid TC in Finola so na zadnjih treh mestih tudi v pridelku stebel.

Največjo povprečno vsebnost CBD smo določili v sorti Monoica (0,27 %), najmanjšo pa v sorti Santhica 27 (0,07 %), ki je imela tudi najnižjo povprečno vsebnost Δ^9 THC (0,005 %). Največjo vsebnost Δ^9 THC smo ugotovili pri sorti Kompolti hibrid TC (0,059 %), vendar je ugotovljena vrednost dosti nižja od dovoljene meje, ki znaša v Evropi 0,2 %.

Iz literature je razvidno, da gostota rastlin pomembno vpliva tako na morfologijo rastlin kot tudi na kvantitativne in kvalitativne lastnosti pridelka semen in/ali stebel (vlaknen), zato sta izbira sorte in agrotehnika prirejeni namenu končne uporabe navadne konoplje. Statistična analiza našega poljskega poskusa je pokazala, da način setve glede na namen pridelave vpliva samo na pridelek stebel, ne pa tudi na pridelek semena, višino rastlin in premer stebel. Kljub temu so bile v pridelku semena razlike med pridelavo za seme in pridelavo za vlakna pri sortah KC Dóra in Fedora 17 nezanemarljive, iz česar lahko zaključimo, da je način setve vendarle pomemben dejavnik pri pridelavi konoplje. Interakcija med načinom setve in sorto ni statistično značilno vplivala na noben merjen parameter. Statistični modeli so velik del variabilnosti merjenih parametrov pripisovali nepojasnenim dejavnikom, kar je najverjetneje razlog, da v večini primerov nismo dokazali vpliva načina setve glede na namen pridelave in/ali vpliva interakcije med sorto in načinom setve na merjene parametre.

Zahvala. Zahvaljujemo se podjetju Hannah biz d.o.o., zadrugi Konopko in g. Dejanu Rengeu za seme različnih sort navadne konoplje. Hvala študentu Janu Erženu za pomoč pri HPLC analizah ter tehničnima sodelavcema Mateju Šifrerju in Marjeti Žabnikar za pomoč pri izvedbi poljskega poskusa.

Poljski poskus je bil delno narejen v okviru CRP projekta V4-1611 »Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji«, ki ga financirata ARRS in MKGP.

5 LITERATURA

Aizpurua-Olaizola O., Soydaner U., Öztürk E., Schibano D., Simsir Y., Navarro P., Usobiaga A. Evolution of the Cannabinoid and Terpene Content during the Growth of *Cannabis sativa* Plants from Different Chemotypes. Journal of natural products. 2016; 79(2): 324-331.

- Amaducci S., Errani M., Venturi G. Response of hemp to plant population and nitrogen fertilisation. *Italian journal of agronomy*. 2002; 6(2): 103-112.
- 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.
- ARSO. Agencija Republike Slovenije za okolje. 2016. Dostopno na: <http://www.arsp.gov.si> (okt. 2016)
- Berenji J., Sikora V., Fournier G., Beherec O. Genetics and selection of hemp. V: Boulloc P., Allegret S., Laurent A. (ur.). *Hemp: industrial production and uses*. CABI, Wallingford, Boston. 2013; 48-71.
- Bócsa I., Karus M. The cultivation of hemp: botany, varieties, cultivation and harvesting. *Hemptech*. Sebastopol, California. 1998; 184 s.
- Bosca I. Genetic improvement: Congentiona Approaches. V: Ranalli P. ur. *Advances in hemp research*. Food Products Press, New York. 1999; 153-184.
- Callaway J. C. Hemp seed production in Finland. *Journal of Industrial Hemp*. 2004; 9(1): 97-103.
- Chabbert B., Kurek B., Beherec O. Physiology and botany of industrial hemp. V: Boulloc P., Allegret S., Laurent A. (ur.). *Hemp: industrial production and uses*. CABI, Wallingford, Boston. 2013; 27-47.
- Chen J. Y., Liu, F. Bast fibres: from plants to products. V: *Industrial Crops and Uses*. Singh, B. P., ur. CABI, Wallingford (Oxfordshire), Cambridge. 2010; 510 s.
- Cherney, J. H., Small E. *Industrial Hemp in North America: Production, Politics and Potential*. *Agronomy*. 2016; 6(4): 58.
- Cromack H. T. H. The effect of cultivar and seed density on the production and fibre content of *Cannabis sativa* in southern England. *Industrial crops and products*. 1998; 7(2): 205-210.
- Čeh B. Navadna konoplja 2009. V: Čeh B. (ur.) *Oljnice: pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel*. Fakulteta za strojništvo in Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. 2009; 34-41.
- Desanlis F., Cerruti N., Warner. *Hemp agronomics and cultivation*. V: Boulloc P., Allegret S., Laurent A. (ur.) *Hemp: industrial production and uses*. CABI, Wallingford, Boston. 2013; 98-124.
- Elzebroek A. T. G., Wind K. *Guide to cultivated plants*. CABI, Wallingford (Oxfordshire), Cambridge. 2008; 540 s.
- 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.
- Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija. *Proizvodnja industrijske konoplje*. 2016. Dostopno na: <http://www.nsseme.com/?p=21337> (oktober 2016)
- ISTA. *International Rules for Seed Testing*. *Seed Science Technoogy*. 1999; 27: 1-333.
- Jankauskienė Z., Gruzdevienė E., Beniko and Bialobrezskie–industrial hemp varieties in Lithuania. In *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. 2009; 1: 176-182.
- Kocjan Ačko D. *Pozabljene poljščine*. Kmečki glas, Ljubljana. 1999; 187 s.
- Kocjan Ačko D. *Poljščine, pridelava in uporaba*. Kmečki glas, Ljubljana. 2015; 187 s.

- Kocjan Ačko D, Baričević D., Rengeo D., Andrenšek S. Gospodarsko pomembne lastnosti petih sort konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) iz poljskih poskusov v Markišavcih pri Murski Soboti. Acta agriculturae slovenica. 2002; 79(1): 237-252.
- Konopljarna Hannah Biz, d.o.o., Ljubljana. Priročnik za gojenje industrijske konoplje. 2016. Dostopno na: <http://www.hannah-biz.si/> (oktober 2016)
- Kraenzel D. G., Petry T., Nelson B., Anderson M. J., Mathern D., Todd R. Industrial hemp as an alternative crop in North Dakota. Agricultural Economics Report. 1998; 402.
- Mandolino G., Bagatta M., Carboni A., Ranalli P., de Meijer E. Qualitative and quantitative aspects of the inheritance of chemical phenotype in Cannabis. Journal of Industrial Hemp. 2003; 8(2): 51-72.
- Mandolino G., Carboni A., Forapani S., Faeti V., Ranalli P. Identification of DNA markers linked to the male sex in dioecious hemp (*Cannabis sativa* L.). Theoretical and Applied Genetics. 1999; 98(1): 86-92.
- Martin J.H., Waldren R.P., Stamp D.L. Principles of field crop production. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio. 2006; 954 s.
- Meijer de E. P. M., van der Kamp H. J., van Eeuwijk F. A. Characterization of Cannabis accessions with regard to cannabinoid content in relation to other plant characters. Euphytica. 1992; 62: 187-200.
- Pate D.W. The phytochemistry of Cannabis: Its ecological and evolutionary implications. V: Ranalli P., (ur.) Advances in hemp research. Food Product Press, New York. 1999; 21-42.
- 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/>
- 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.
- Schäfer T., Honermeier B. Effect of sowing date and plant density on the cell morphology of hemp (*Cannabis sativa* L.). Industrial Crops and Products. 2006; 23(1): 88-98.
- Sikora V., Berenji J., Latković D. Influence of agroclimatic conditions on content of main cannabinoids in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Genetika. 2011; 43(3): 449-456.
- Small E., H.D. Beckstead. Common cannabinoid phenotypes in 350 stocks of Cannabis. Lloydia. 1973; 36: 144-165.
- Stolker A., Van Schoonhoven J., De Vries A., Bobeldijk-Pastorova I., Vaes W., Van den Berg R. Determination of cannabinoids in cannabis products using liquid chromatography-ion trap mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 2004; 1058(1): 143-151.
- Struik P. C., Amaducci S., Bullard M. J., Stutterheim N. C., Venturi G., Cromack H. T. H. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. Industrial Crops and Products. 2000; 11(2): 107-118.
- Svennerstedt B., Severson G. Hemp (*Cannabis sativa* L.) trials in southern Sweden 1999-2001. Journal of industrial hemp. 2006; 11(1): 17-25.
- Swift W., Wong A., Li K.M., Arnold J.C., McGregor I.S. Analysis of cannabis seizures in NSW, Australia: cannabis potency and cannabinoid profile. 2013; PLoS One 8(7): e70052.

- 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.
- Van der Werf H. M., Wijnhuizen M., De Schutter J. A. A. Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Field Crops Research*. 1995; 40(3): 153-164.
- Zadruga Konopko, zadruga za razvoj trajnostne pridelave in predelave konoplje z.o.o., socialno podjetje, Frankolovo. 2016. Dostopno na: <http://www.konopko.si/> (oktober 2016)