

PRIDELEK IN MORFOLOŠKE LASTNOSTI STEBEL 12 SORT NAVADNE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V LETU 2017

Marko FLAJŠMAN³³ in Darja KOCJAN AČKO³⁴

Izvirni znanstveni članek / original scientific article

Prispelo / received: 16. 11. 2017

Sprejeto / accepted: 8. 12. 2017

Izvleček

Poljski poskus na Biotehniški fakulteti v Ljubljani v letu 2017 je obsegal setev 12 sort navadne konoplje za namene pridelave za stebila. Ugotavljali smo število rastlin po vzniku in ob žetvi, višino rastlin in premer stebel, fenofazo po CPVO-TP/276/1, sestavo posevka ob žetvi glede na spol ter pridelke sveže biomase (steblo in listi), svežih stebel ter suhih stebel. Sejali smo na gostoto posevka 300 - 400 kalivih semen/m². Ob žetvi je bilo od 218 do 366 rastlin na m². Največjo povprečno višino (170 cm) in premer stebel (4,63 mm) je dosegla sorta Kompolti hibrid TC. Žetev smo opravili v fazah polnega cvetenja (fenofaze 2101, 2102, 2103, 2202) in zrelosti prvih semen (fenofazi 2203, 2305). V skupino z največjim pridelkom suhe snovi stebel so prišle sorte Antal (9885 kg/ha suhe snovi), Futura 75 (8799 kg/ha), Tiborszallasi (8710 kg/ha), Monoica (8502 kg/ha) in Fedora 17 (8002 kg/ha). Najnižji pridelek sta dosegli sorti Santhica 27 (5636 kg/ha) in USO 31 (5193 kg/ha). V poskus so bile vključene še sorte Marina, KC Dora, Tisza in Helena.

Ključne besede: navada konoplja, *Cannabis sativa*, sorta, vlakna, pridelek stebel

YIELD AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF 12 HEMP (*Cannabis sativa* L.) VARIETIES IN 2017

Abstract

The field trial at the Biotechnical Faculty in Ljubljana in 2017 included the sowing of 12 varieties of hemp for the purpose of stem production. We estimated the number of plants per m² after emergence and at the harvest, plant height and diameter of stems. At harvest time we determined phenophase according to CPVO-TP / 276/1, the gender composition of the crop and yields of fresh biomass (stem with leaves), fresh stems and dry stems (dry matter). Regarding the laboratory germination rate of the seed and its 1000-seed weight, 65 to 150 kg/ha of seed was

³³Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: marko.flajsman@bf.uni-lj.si

³⁴Doc. dr., prav tam, e-pošta: darja.kocjan.acko@bf.uni-lj.si

sown, depending on the variety, in order to achieve targeted density of 300 seeds/m². Due to high field emergence and relatively favorable weather conditions during the growing season, there were 218 to 366 plants per m² at harvest. The biggest average height (170 cm) and diameter of the stems (4.63 mm) was achieved by the variety Kompolti hybrid TC. Harvesting was carried out in stages of full flowering (phenophases 101, 2102, 2103, 2202) and at the maturity of the first seeds (phenophases 203, 2305). Varieties with the largest yield of dry matter of the stems are Antal (9885 kg/ha), Futura 75 (8799 kg/ha), Tiborszallasi (8710 kg/ha), Monoica (8502 kg/ha) and Fedora 17 (8002 kg/ha). The lowest yields reached Santhica 27 (5636 kg/ha) and USO 31 (5193 kg/ha). In filed trial were also included varieties Marina, KC Dora, Tisza and Helena.

Key words: hemp, *Cannabis sativa* L., variety, fiber, stem yield

1 UVOD

Stebila navadne konoplje se tradicionalno uporabljajo za pridobivanje vlaken za proizvodnjo tehničnega tekstila, na primer za vrvi, vrvice ponjave, podloge, preproge, vrvaste preproge in vreče (Kocjan Ačko, 1999). Toda dobre lastnosti vlaken (natezna trdnost, velik pretržni raztezek in druge) so uporabo le-teh razširile tudi v avtomobilsko industrijo, izdelavo visokokakovostnega papirja, kompozitnih in drugih materialov (Schäfer in Honermeier, 2006). Pezdir, ki je ostanek pri osnovni predelavi stebel, se uporablja kot zastirka in živalska stelja, v zadnjem času pa vedno več kot izolacijska masa in pri izdelavi betonskih kompozitov (Kocjan Ačko, 2015).

Steblo sestavlja več plasti. Stržen je v jedru stebila in je obdan z olesenelim predelom v obliki kolobarja, nad katerim je v ličju (skorji) razporejena primarna in sekundarna plast nezvezno razporejenih vlaken (McDougall in sod., 1993). Primarnih vlaken je več, okoli 70 odstotkov, in so daljša od sekundarnih vlaken. Vsebujejo veliko celuloze (60–65 utežnih odstotkov) in malo lignina (7–8 utežnih odstotkov) ter so bistveno bolj uporabna od sekundarnih, ki so srednje dolžine in vsebujejo več lignina (Cosentino in sod., 2012). Največjo gostoto vlaken vsebuje spodnji del stebila, višje proti vrhu stebila pa se količina vlaken zmanjšuje (Amaducci in sod., 2008).

Za pridelavo stebel je smiselno uporabiti sorte z daljšo rastno dobo (Struik in sod., 2000). Pri nas prevladujejo francoske in madžarske sorte (MKGP, neobjavljen vir, 2017). Francoske sorte so običajno enodomne s kritično fotoperiodo 14 do 15,5 ur, kar pomeni, da se cvetenje prične, ko je dnevna osvetlitev krajša od omenjene dolžine (Struik in sod., 2000). Zaradi tega lahko ima ista sorta v različnih geografskih širinah različno število dni do cvetenja in s tem rastno dobo. Na primer v severnejših geografskih širinah vse sorte zaradi daljših dni bolj pozno cvetijo

(Bennett in sod., 2006). Madžarske sorte so običajno dvodomne in pretežno požlahtnjene za pridelavo vlaken. Genetski potencial dvodomnih sort je 38 do 40 % vlaken v stebelu (Berenji in sod., 2013).

Sestava stebela in kakovost vlaken sta sortni lastnosti. Pridelek vlaken je produkt deleža vlaken v skorji in pridelka stebel, zato sta ti dve lastnosti glavna kriterija pri žlahtnjenju sort za uporabo stebel (Berenji in sod., 2013). Sorte konoplje v Skupnem katalogu poljščin EU (Skupni ..., 2017), v katerem je 62 sort navadne konoplje, še niso razvrščene po namenu uporabe na sorte za vlakna ali sorte za seme. Kljub temu se na spletu vendarle oblikujejo sezname, ki so jih sestavili bodisi strokovnjaki ali ljubiteljski poznavalci konoplje, predvsem pa prodajalci semen (Ihemp ..., 2017).

Številne raziskave so obravnavale vpliv sorte, temperature, agrotehnike in drugih dejavnikov na pridelek stebel, ki je v neposredni povezavi s pridelkom vlaken (Hennik, 1994). Ugotovljeno je bilo, da na količino in kakovost vlaken najbolj vplivata gostota posevka rastlin ter čas žetve (Amaducci in sod., 2008). V tej študiji smo preučili vpliv 12-ih sort navadne konoplje na pridelek stebel pri gostoti posevka po setvi 300–400 rastlin/m².

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova in izvedba sortnega poljskega poskusa

V poskus na eksperimentalnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2017 je bilo vključenih 12 sort, 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). Poskus smo izvedli v zasnovi blokov v treh ponovitvah. Velikost osnovne parcele je bila 18 m² (dolžina 6 m in širina 3 m). Sejali smo na gostoto 300–400 rastlin/m².

Predposevek v letu 2016 je bila soja. Jeseni 2016 so bila tla preorana do globine 25 cm. Tla na eksperimentalnem polju so srednje globoka, meljasto-glinasta, psevdoglejna in meliorirana. Na tleh ob močnejšem deževju zastaja voda. Analiza tal pred sejanjem poskusa je pokazala, da je na globini od 0 do 25 cm preskrbljenost s fosforjem dobra (C razred), preskrbljenost s kalijem pa srednje dobra (B razred). Izmerjen pH tal je bil 6,6, delež organske snovi 3,6 %.

Pred dopolnilno obdelavo tal spomladi 2017 smo opravili založno gnojenje s 500 kg/ha NPK 0-14-28. Pred setvijo je bila njiva dopolnilno obdelana z vrtavkasto brano do globine 5 cm in pognojena z 260 kg/ha KAN-a. Setev smo opravili 4. 5. 2017 s parcelno sejalnico Wintersteiger, ki je prirejena za strnjeno setev. Medvrstna razdalja je bila 12,5 cm. Takoj po setvi smo poskus pokrili s kopreno in

ga tako zaščitili pred ptiči. Po 12 dneh od sejanja smo kopreno umaknili s polja. 14 dni po sejanju smo ugotavljali poljski vznik na način, da smo prešteli rastline znotraj okvirja 50 cm x 50 cm, po 3 ponovitve na eno osnovno parcelico.

Posevka med rastjo nismo dognojevali, plevelov nismo zatirali. Vzorčenje stebel (žetev) smo izvedli ročno 17. in 18. avgusta 2017. Vzorčili smo po metodologiji iz raziskave Tanga in sod. (2016), z nekaj spremembami: na vsaki parcelici smo svežo biomaso ovrednotili tako, da smo rastline iz 4 m² iz sredine parcelice porezali tik nad zemljo in jih takoj stehtali, vsak m² smo tehtali ločeno. Za nadaljnje vrednotenje smo uporabili samo rastline iz prvega kvadratnega metra. Najprej smo odstranili plevel, nato pa rastline ločili po spolu, prešteli ter ponovno stehtali. Tako smo dobili delež rastlin konoplje v sveži biomasi brez plevela. Pri enodomnih sortah smo ločevali po spolu na način, da smo ločili moške, med ženskimi in enodomnimi rastlinam pa nismo ločevali, zato smo vse rastline z ženskimi socvetji pri enodomnih sortah poimenovali kot enodomne rastline. Nato smo odbrali podvzorce 25 reprezentativnih rastlin, ločeno glede na spol, jim izmerili višino in premer ter jih stehtali. Če pri enodomnih sortah na posamezni ponovitvi ni bilo vsaj 25 moških rastlin, potem smo pri teh sortah v analizi višine in premera obravnavali samo enodomne rastline (brez moških), vseeno pa smo število najdenih moških rastlin zabeležili ter upoštevali samo pri podatkih o številu rastlin na m² ob žetvi. V nadaljevanju smo rastlinam iz podvzorca odstranili liste in socvetja ter jih ponovno stehtali; na ta način smo pridobili podatek o deležu stebel. Podvzorec smo nato sušili pri temperaturi 55 °C do konstantne mase, ponovno stehtali in določili delež suhe snovi. Pri enodomnih sortah, kjer je bilo moških rastlin premalo za podvzorec, smo vseeno pri vseh najdenih moških rastlinah določali delež suhe snovi ter to upoštevali pri podajanju pridelka skupne suhe mase, ki smo jo preračunali v kg na ha. Za statistično analizo rezultatov smo uporabili program R (R Core Team).

Fenofaze smo določili po deskriptorjih iz Mediavilla in sod. (1998). Na vsaki osnovni parcelici smo določili fenofazo 20-im rastlinam. Fenofaza posamezne sorte oz. spola je bila določena na podlagi trenutka, ko je vsaj 50 % rastlin že doseglo določeno fenofazo.

2.2 Vremenske razmere v času poskusa

Mesec maj je bil glede na dolgoletno povprečje nekoliko hladnejši, tudi padavin je bilo manj, zato setev ni bila otežena. V juniju je bila povprečna mesečna temperatura nadpovprečna, prav tako količina padavin, ki so bile zelo neenakomerno razporejene. V predzadnjem dnevu v juniju je padla dobra tretjina padavin tega meseca, kar je povzročilo tudi zastajanje vode ponekod na površini tal v poskusu. Julij je bil za 1,6 °C toplejši od dolgoletnega povprečja, količina padavin pa je bila precej nižja, samo 73 mm. Vseeno manjša mesečna količina

padavin ni imela vidnega negativnega učinka na rast rastlin zaradi razporeditve padavin, saj je bilo najdaljše obdobje brez dežja 8 dni, ko pa najvišje povprečne dnevne temperature niso presegle 27 °C. Začetek avgusta je zaznamovalo suho in vroče vreme, vendar je večja količina padavin sledila 7. avgusta, ko je padlo 33 mm dežja, kar je omogočilo neovirano rast rastlin do žetve. V povprečju je bil avgust več kot 2 °C toplejši od dolgoletnega povprečja, padlo pa je manj kot polovica povprečnih padavin (samo 60 mm) (preglednica 1).

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

Leto/ obdobje	Povprečna mesečna temperatura (°C)				Vsota padavin v mesecu (mm)			
	maj	junij	julij	avgust	maj	junij	julij	avgust
2017	16,9	21,7	23,2	23,2	72	150	73	60
1985-2015	17,2	19,5	21,6	21	105	131	121	131

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečno število rastlin na m² po vzniku in ob žetvi konoplje

Do žetve se je število rastlin zmanjšalo, in sicer odvisno od sorte; največ pri sorti Kompolti hibrid TC, pri kateri je bilo zmanjšanje za 28,3 % in je bilo ob žetvi 218 rastlin/m², kar je tudi najmanj med vsemi sortami. Največjo gostoto ob žetvi je imela sorta Helena, ki je imela tudi največjo gostoto po vzniku (preglednica 2). Korelacija med gostoto rastlin ob vzniku in številom rastlin ob žetvi ni bila statistično značilna (preglednica 5). Navadna konoplja je znana kot vrsta, kjer pri veliki gostoti prihaja do propadanja rastlin, kar se je potrdilo že v več študijah (Amaducci in sod., 2002; van der Werf in sod., 1995; de Meijer in sod., 1995; Cromack, 1998; Čeh in Čremožnik, 2016). Kot optimalno gostoto rastlin konoplje za namene pridobivanja vlaken, ne glede na sorto, v srednji Evropi Mediavilla in sod. (2001) omenjajo 170 rastlin/m². Če so stebila namenjena za predelavo za uporabo v tekstilstvu, naj bi bila optimalna gostota 100 rastlin/m² (Amaducci in sod., 2002), vendar pa tudi večja gostota (250–300 rastlin/m²) kažejo pozitivne indikacije (Martinov in sod., 1996).

3.2 Fenofaze rastlin ob žetvi

Vse gospodarsko pomembne poljščine (npr. koruza, žita, oljna ogrščica, metuljnice, krompir, itd.) imajo številčni ali pa črkovni sistem za opis fenofaz. Podobno je pri navadni konoplji, kjer pa je uporaba kode zaradi spolnega dimorfizma nekoliko bolj zapletena. S poznavanjem ustrezne fenofaze so povezani številni agrotehnični ukrepi, tudi žetev. Pridelki stebel, pezdirdja in vlaken so v tesni korelaciji s fenofazo posevka, zato samo žetev v času tehnične zrelosti omogoča

največji pridelek (Mediavilla in sod., 2001). V preglednici 3 so navedene in obrazložene fenofaze, v katerih so bile sorte v poljskem poskusu.

Preglednica 2: Povprečno število rastlin na m^2 po vzniku in ob žetvi konoplje na eksperimentalnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2017

Sorta	Število rastlin po vzniku	Število rastlin ob žetvi			Zmanjšanje št. rastlin do žetve (%)
		Skupaj	Odstotek M R ^I	Odstotek ŽR/ER ^{II}	
Fedora 17	426	310	3,2	96,8	27,2
Helena	404	366	23,6	76,4	9,4
Antal	395	354	46,9	53,1	10,4
Tisza	388	323	48,8	51,2	16,8
Monoica	385	286	44,9	55,1	25,7
KC Dora	382	291	41,2	58,8	23,8
Santhica 27	380	329	0,7	99,3	13,4
Futura 75	373	272	1,2	98,8	27,1
Tiborszallasi	351	325	41,5	58,5	7,4
USO 31	327	285	8,5	91,5	12,8
Marina	315	263	46,6	53,4	16,5
Kom. hib. TC	304	218	42,0	58,0	28,3

M R^I - moške rastline

ŽR/ER^{II} - ženske rastline oz. enodomne rastline

Enodomne sorte za pridelavo stebel dosežejo tehnično zrelost v času polnega cvetenja, to je takrat, ko je že oblikovanih večina braktej na ženskih socvetjih (Mediavilla in sod., 2001). Vsem enodomnim sortam smo ob žetvi določili fenofazo 2305. Enodomne sorte so bile požlahtnjene za hkratno pridelavo tako semena kot tudi stebel (Salentijn in sod., 2015). Pri pridelavi za stebila je časovno okno, ko so rastline primerne za spravilo, nekoliko širše, saj pri enodomnih sortah (skoraj) ni moških rastlin, ki bi prej dozorevale. Zato je pridelek stebel po zrelosti bolj izenačen (Struik in sod., 2000).

Pri dvodomnih sortah Tisza, KC Dora in Kompolti hibrid TC smo moške rastline poželi v fenofazi 2102 in ženske v 2202. Pri sortah Antal in Monoica smo moške rastline poželi v fenofazi 2102 in ženske v 2203. Pri sorti Tiborszallasi so bile moške rastline v fenofazi 2103 in ženske v 2202, pri sorti Marina pa so bile moške rastline v fenofazi 2101 in ženske v 2202. Dvodomne sorte so glede žetve pri pridelavi, ki je namenjena izključno za stebila, bolj občutljive zaradi neenakega dozorevanja rastlin glede na spol. Mediavilla in sod. (2001) so ugotovili, da so najvišje pridelke pri dvodomni sorti Kompolti dosegli tedaj, ko so moške rastline nehale s cvetenjem (fenofaza 2103), hkrati pa so bile ženske rastline v polnem cvetenju (fenofaza 2202), kar so imenovali tehnična zrelost. Po tem se je pričela masa pridelka stebel zmanjševati zaradi pojava staranja najprej moških in nato ženskih rastlin.

Preglednica 3: *Nekatere razvojne faze pri konoplji (povzeto po Razvojne ..., 2012)*

Razvojna faza	Oznaka fenofaze	Opis
Moška rastlina		
Začetek cvetenja	2101	Prvi odprti moški cvetovi
Cvetenje	2102	50 % odprtih moških cvetov
Konec cvetenja	2103	95 % odprtih ali posušenih moških cvetov
Ženska rastlina		
Cvetenje	2202	Na 50 % ženskih cvetov so vidni vratovi pestičev
Začetek zorenja semen	2203	Prva zrela (trda) semena
Dvospolna – enodomna rastlina		
Začetek zorenja semen	2305	Prva zrela (trda) semena
Staranje		
Sušenje listov	3001	Listi suhi
Sušenje stebila	3002	Listi odpadejo
Razgradnja stebila	3003	Steblo se razgrajuje / že delno razgrajeno

3.3 Povprečna višina in premer rastlin konoplje ob žetvi

10 sort v poskusu, med katerimi je bila najvišja sorta Kompolti hibrid TC (170 cm), se glede na povprečno višino med sabo ni statistično razlikovalo (preglednica 4). Statistično značilno najnižja sorta je bila sorta Santhica 27 (111 cm). Povprečna višina rastlin je bila lastnost, ki je bila neodvisna od gostote posevka (preglednica 5). Razlika med spoloma je bila statistično značilna samo pri sorti Marina, medtem ko je bila pri sortah Antal, Monoica in Tiborszallasi mejno statistično značilna. Pri drugih sortah razlik med spoloma ni bilo. Čeprav je višina sorte genetsko determinirana lastnost, je v veliki meri odvisna tudi od okoljskih razmer, predvsem od preskrbljenosti tal s hranili in dostopnostjo vode ter tudi od časa setve (Cosentino in sod., 2012). Manjše količine padavin v mesecu juliju in na začetku avgusta so najbrž vzrok, da vse sorte niso dosegle višin, navedenih v literaturi (van der Werf in sod., 1995; Amaducci in sod., 2008) ali na spletni strani enega izmed evropskih prodajalcev (Ihemp ..., 2017). Enodomne sorte (razen Future 75) so bile nižje od dvodomnih (razen Tisze).

Tudi v premeru stebel se istih 10 sort statistično ni razlikovalo med sabo, vendar pa je bila variabilnost nekoliko večja (preglednica 4). Kompolti hibrid TC je imel največji povprečni premer (4,63 mm), medtem ko je imel USO 31 najmanjšega (3,16 mm). Povprečen premer stebel ni bil odvisen od gostote posevka, povezava je statistično neznailna (preglednica 5). Premer stebel je lastnost, ki je v velikem deležu odvisna od agrotehnike, predvsem od gostote setve (Amaducci in sod., 2008). V poljskem poskusu Flajšmana in sod. (2016) se je pokazalo, da so bili

povprečni premeri rastlin pri vseh testiranih sortah (razen pri Finoli) bistveno večji, to je od 5,01 mm do 6,28 mm, saj je bila količina semena za setev manjša (25–35 kg/ha), zaradi česar je bila tudi gostota posevka manjša. Opazili smo, da se je statistično značilna razlika v premeru stebel med spoloma pojavila samo pri sorti Marina.

Preglednica 4: Povprečna višina (cm) in premer (mm) stebel rastlin konoplje ob žetvi na eksperimentalnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2017

Sorta	Povprečna višina (cm)				Sorta	Povprečen premer (mm)			
	Vse rast.	M R ^I	Ž/E R ^{II}	RmS		Vse rast.	M R ^I	Ž/E R ^{II}	Rm S
Kom. hib.TC	170 ^a	186	155	ns	Kom. hib. TC	4,63 ^a	4,47	4,79	ns
Antal	169 ^a	187	152	0,078	Marina	4,55 ^a	4,64	4,45	*
Monoica	164 ^a	183	144	0,059	Fedora 17	4,37 ^a	/	4,37	/
Marina	162 ^a	185	140	*	Monoica	4,24 ^{ab}	4,21	4,26	ns
Futura 75	162 ^a	/	162	/	Futura 75	4,21 ^{ab}	/	4,21	/
KC Dora	157 ^a	171	143	ns	Antal	4,19 ^{ab}	4,01	4,38	ns
Tiborszallasi	154 ^a	172	136	0,070	KC Dora	4,15 ^{ab}	4,07	4,23	ns
Helena	153 ^a	157	148	ns	Helena	3,97 ^{abc}	3,43	4,51	ns
Tisza	149 ^{ab}	165	133	ns	Tisza	3,91 ^{abc}	3,77	4,04	ns
Fedora 17	143 ^{abc}	/	143	/	Tiborszallasi	3,8 ^{abc}	3,81	3,97	ns
USO 31	113 ^{bc}	119	107	ns	Santhica 27	3,32 ^{bc}	/	3,32	ns
Santhica 27	111 ^c	/	111	/	USO 31	3,16 ^c	2,89	3,43	ns

RmS - Razlika med Spoloma, t-test; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; $0,05 < p < 0,1$

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

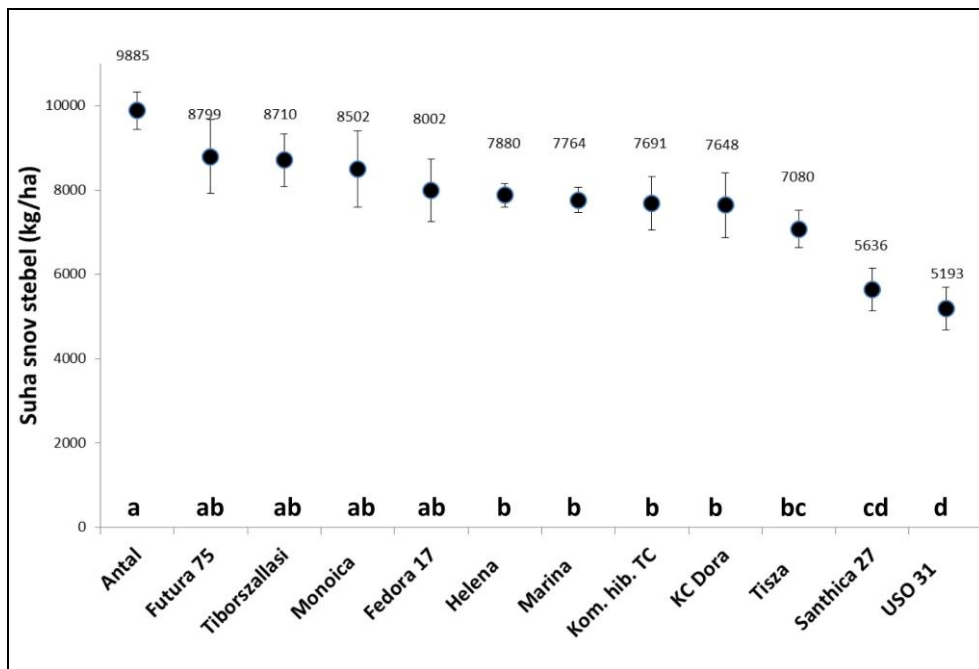
M R^I – pov. višina/premer moških rastlin; Ž/E R^{II} – pov. višina/premer ženskih oz. enodomnih rastlin

3.4 Pridelek stebel konoplje

Zaradi sistematičenega načina vzorčenja smo lahko v požetem vzorcu določili več frakcij. V celotni biomasi, ki je obsegala od nekaj več kot 16 t/ha (USO 31) do nekaj nad 31 t/ha (Futura 75), smo določili od 14,4 % (USO 31) pa do 4,3 % (Futura 75) plevla (rezultati niso prikazani), preostala biomasa so bile rastline konoplje. Število rastlin ob žetvi ni imelo statistično značilnega vpliva na delež plevla v posevku (preglednica 5). Po odstranitvi listov in socvetja so v podvzorcu ostala samo sveža stebila, katerih sveža masa je bila od 10,6 t/ha (USO 31) do skoraj 22 t/ha (Antal) (rezultati niso prikazani). Samo stebila (brez listov in socvetja) so v skupni masi rastlin konoplje predstavljala od 68,7 % (Futura 75) do 79,0 % (Marina in Kompolti hibrid TC) (rezultati niso prikazani). Največji pridelek suhe snovi stebel je imela sorta Antal (9558 kg/ha), medtem ko je najmanjšega imela sorta USO 31 (5193 kg/ha) (slika 1). V skupino z največjim pridelkom suhe snovi stebel so spadale še sorte Futura 75 (imela največji pridelek celih rastlin

konoplje), Tiborszallasi, Monoica in Fedora 17. Delež suhe snovi v steblih je znašal od 39,7 % (Santhica 27) pa do 48,8 % (USO 31) (rezultati niso prikazani).

V poljskem poskusu iz leta 2016 je šest sort (Monoica, KC Dora, Futura 75, Kompolti hibridi TC, Santhica 27 in Fedora 17) na isti lokaciji dalo veliko manjši pridelek stebel, na primer sorta z največjim pridelkom Futura 75 je dosegla 3248 kg/ha suhe snovi (v letu 2017 pa 8799 kg/ha) (Flajšman in sod., 2016). Poleg vremenskih razmer, ki so bile v letu 2016 manj ugodne (suša v juliju, avgustu in septembru), so k večjim pridelkom stebel v letu 2017 botrovali predvidoma zgodnejša in gostejša setev ter zgodnejša žetev.



Slika 1: Povprečen pridelek suhe snovi stebel konoplje glede na sorto (kg/ha) na eksperimentalnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2017. Črke označujejo razlike med sorta-mi (Duncan, $p < 0,05$).

Cosentino in sod. (2012) so preučevali vpliv časa setve na pridelek stebel dveh dvodomnih in dveh enodomnih sort navadne konoplje v južni Evropi (Italija). Ugotovili so, da je setev 16. maja v letu 2003 in 20. maja v letu 2004 imela najbolj ugoden vpliv na pridelek suhe snovi stebel, medtem ko je bolj zgodnja in bolj pozna setev negativno vplivala na pridelek. Sorta Futura 75 je dosegla pridelek okoli 5 t in 9 t/ha SS (suhe snovi) stebel v letih 2003 in 2004, medtem ko je sorta Tiborszallasi dosegla pridelka 9 t/ha in 8 t/ha SS stebel v teh dveh letih. Pridelki

suhe snovi stebel obeh sort so primerljivi s pridelki istih sort v naši raziskavi.

Po začetku cvetenja se kopičenje suhe snovi v steblih izrazito zmanjša (Struik in sod., 2000), zato je za zgodnje enodomne sorte značilna manjša količina nadzemne biomase (Cosentino in sod., 2012). To pomeni, da zgodnje sorte dosežejo ne samo manjšo višino, ampak tudi manjši pridelek stebel. To se je v naši raziskavi potrdilo predvsem za enodomni sorti Santhica 27 in USO 31, ki sta zgodnji sorti; imeli sta najnižji pridelek suhe mase stebel, poleg tega sta bili tudi najnižji od vseh sort.

Do nekoliko drugačne ugotovitve glede enodomnih sort so prišli Tang in sod. (2016), ki so testirali več sort na več lokacijah v Evropi (Italija, Češka, Francija in Latvija). Ugotovili so, da se je pridelek stebel pri enodomnih sortah na lokacijah v Italiji in na Češkem povečal, če so žetev opravili šele ob zrelosti semen in ne že v fazi polnega cvetenja. Obratno (razen za lokacijo v Italiji) pa so ugotovili za dvodomne sorte, kjer se je pridelek stebel ob žetvi v času zrelosti semen v primerjavi z žetvijo v polnem cvetenju močno zmanjšal. V naši raziskavi smo ugotovili, da ima večina dvodomnih sort večje pridelke stebel od enodomnih sort (povprečje za 7 dvodomnih sort je bilo 8260 kg/ha SS, povprečje za 5 enodomnih sort je bilo 7102 kg/ha SS). Izjema je francoska sorta Futura 75, ki se je z velikimi pridelki stebel izkazala tudi v nekaterih drugih študijah (Amaducci in sod., 2008; Cosentino in sod., 2012; Tang in sod., 2016; Flajšman in sod., 2016).

3.5 Analiza vpliva števila rastlin ob žetvi na nakatere merjene parametre

Ker se je število rastlin ob žetvi med sortami močno razlikovalo, smo naredili korelacijske teste, kjer smo ugotavljali povezave med naslednjimi spremenljivkami: povezava med številom rastlin ob vzniku ter številom rastlin ob žetvi, povezave med številom rastlin ob žetvi ter povprečno višino rastlin, povprečnem premeru stebel, deležem plevela in pridelkom stebel (suha snov). Torej nas je hkratno zanimalo pet korelacijskih koeficientov, rezultate podaja preglednica 5. Za vsako povezavo podajamo oceno Pearsonovega korelacijskega koeficienta r ter p -vrednost dobljeno z Bonferronijevo korekcijo za hkratno testiranje petih testov.

Ob hkratni analizi vseh petih povezav statistično značilnih rezultatov ne dobimo (Bonferronijeva p -vrednost je vedno nad 0,05). Ugotovili smo, da večja gostota rastlin ob vzniku ne pomeni, da bo večja gostota rastlin tudi ob žetvi. Prav tako število rastlin ob žetvi ni statistično značilno vplivalo na povprečno višino rastlin (negativna korelacija; $r = -0,2691$), povprečen premer stebra (negativna korelacija; $r = -0,3653$), delež plevela v posevku in na pridelek stebel (suha snov) konoplje. Ta ugotovitev kaže na to, da je v našem poljskem poskusu, kjer je bilo ob žetvi 218 do 366 rastlin/m², imela gostota setve v danih pedoklimatskih pogojih statistično neznačilen vpliv na omenjene parametre.

Preglednica 5: Ocena Pearsonovega korelacijskega koeficienta r ter Bonferronijev popravek p -vrednosti za testiranje vseh domnev korelacije med številom rastlin ob žetvi in nekaterimi merjenimi parametri

		Število rastlin po vzniku	Povprečna višina rastlin	Povprečni premer stebel	Delež plevela	Pridelek stebel (SS)
Število rastlin	Pear- sonov r	0,3575	-0,2691	-0,3653	0,0530	0,0516
ob žetvi	Bonferron- ijev p	n.z. ($p=0,1615$)	n.z. ($p=0,5620$)	n.z. ($p=0,1425$)	n.z. ($p=1,000$)	n.z. ($p=1,000$)

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

4 ZAKLJUČKI

Vznik posevka je bil dober, saj smo ugotovili poljski vzniki 300 do 430 rastlin/m². Zato predvidoma tudi med rastjo posevka ni bilo težav s pleveli. Enodomne sorte so bile ob žetvi, ki je potekala 105 dni po setvi, to je 17. in 18. avgusta, glede fenofaze izenačene, saj so povsod semena že zorela (fenofaza 2305). Pri dvodomnih sortah pa je bilo več razlik - moške rastline so cvetele (fenofaza 2102) ali že zaključevale s cvetenjem (fenofaza 2103), ženske pa so bile v polnem cvetenju (fenofaza 2202) ali so prva semena že dozorevala (fenofaza 2203). Sorta Kompolti hibrid TC je dosegla največjo višino kot tudi največji premer stebela. Razlog je verjetno tudi v številu rastlin, ki smo ga določili na m² ob žetvi – ta sorta je imela najmanj rastlin na m², kar pomeni, da so imele rastline več prostora za rast. Največji pridelek suhe snovi stebel je dosegla dvodomna madžarska sorta Antal (9885 kg/ha SS), najmanjšega pa enodomni sorti Santhica 27 in USO 31 (5636 oziroma 5194 kg/ha SS).

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

5 VIRI IN LITERATURA

- 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. 2017.
<http://www.arsp.gov.si> (okt. 2017)
- Bennett S. J., Snell R., Wright D. Effect of variety, seed rate and time of cutting on fibre yield of dew-retted hemp. *Industrial crops and products*. 2006; 24.1: 79-86.
- 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.

- 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.
- 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., Čremožnik B. Vpliv sorte in količine semena za setev na pridelek vršičkov in stebel navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.). *Hmeljarski bilten*. 2016; 23: 88-104.
- 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.
- Ihemp Farms LTD, Milevtsi 25, 5350 Gabrovo, Bulgaria. 2017
<http://www.ihempfarms.com/Default> (nov. 2017)
- Hennik S. Optimisation of breeding for agronomic traits in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) by study of parent-offspring relationships. *Euphytica*. 1994; 78.1-2: 69-76.
- Razvojne faze pri konoplji (prevod iz: CPVO-TP/276/1 končni; 28/11/2012, str.: 15)
http://www.ihps.si/wp-content/uploads/2016/11/Razvojne-faze-pri-konoplji_prevod-dokumenta-CPVO-kon%C4%8Dna.pdf (okt. 2017)
- Kocjan Ačko D. Poljščine, pridelava in uporaba. Kmečki glas, Ljubljana. 2015: 187 str.
- Kocjan Ačko D. Pozabljene poljščine. Kmečki glas, Ljubljana. 1999: 187 str.
- Martinov M., Marković D., Tešić M., Grozdanić N. Hemp harvesting mechanization. *Agricultural Engineering*. 1996; 2.1-2: 21-36.
- McDougall G. J., Morrison I. M., Stewart D., Weyers J. D. B., Hillman J. R. Plant fibres: botany, chemistry and processing for industrial use. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1993; 62.1: 1-20.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I., Soldati A. Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the international hemp association*. 1998; 5.2: 68-74.
- Mediavilla V., Leupin M., Keller A. Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fibre quality traits. *Industrial Crops and Products*. 2001; 13.1: 49-56.
- Meijer W. J. M., van der Werf H. M. G., Mathijssen E. W. J. M., van den Brink P. W. M. Constraints to dry matter production in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *European Journal of Agronomy*. 1995; 4(1): 109-117.
- 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.
- 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.
- Skupni katalog sort poljščin. 2017
<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html> (nov. 2017)
- 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.
- 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.