

VPLIV RASTNIH RAZMER NA PRIDELEK STEBEL IN MORFOLOŠKE LASTNOSTI 12 SORT NAVADNE KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V LETIH 2018 IN 2019

Marko FLAJŠMAN¹ in Darja KOCJAN AČKO²

Izvirni znanstveni članek / original scientific article

Prispelo / received: 25. 10. 2019

Sprejeto / accepted: 2. 12. 2019

Izvleček

V poljskem poskusu smo preučevali vpliv sorte in leta pridelave na morfološke lastnosti in pridelok stebel navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.). Vključili smo 12 sort (Antal, Carmagnola, Fedora 17, Futura 75, KC Dóra, Kompolti hibrid TC, Monoica, Santhica 27, Santhica 70, Tiborszallasi, Tisza in USO 31). Poskus je potekal kot bločni poskus v treh ponovitvah, gostota setve je bila 300 kalivih semen/m² in medvrstna razdalja 12,5 cm, velikost osnovne parcele je bila 18 m². Leto pridelave je imelo statistično značilen vpliv na pridelok svežih in suhih stebel, odstotek plevla, višino in premer rastlin. Leto 2019 se je izkazalo kot manj ugodno za pridelavo konoplje na eksperimentalnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer so tla srednje globoka in težka. Sorta Carmagnola je dosegla največji povprečni pridelok suhih stebel (4750 kg/ha), sledile so sorte Antal (3429 kg/ha), Tisza (3300 kg/ha) in Tiborszallasi (3037 kg/ha). Kot manj primerne sorte z najmanjšimi pridelki suhih stebel so se pokazale USO 31 (1421 kg/ha), Santhica 70 (1396 kg/ha) in Santhica 27 (1279 kg/ha). Korelacijska analiza je pokazala, da je bil odstotek plevla v požeti rastlinski biomasi visoko negativno in statistično značilno povezan s pridelkom stebel konoplje.

Ključne besede: navada konoplja, *Cannabis sativa*, rastne razmere, pridelok stebel, sorta

INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON STEM YIELD AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF 12 HEMP VARIETIES (*Cannabis sativa* L.) IN YEARS 2018 AND 2019

Abstract

In the field experiment, we studied the influence of the variety and the year of cultivation on the morphological characteristics and the stem yield of hemp (*Cannabis sativa* L.). 12 varieties was used (Antal, Carmagnola, Fedora 17, Futura

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

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

75, KC Dóra, Kompolti hybrid TC, Monoica, Santhica 27, Santhica 70, Tiborszallasi, Tisza and USO 31). The year of cultivation had a statistically significant influence on the yield of fresh in dry stems, on the percentage of weeds and on the height and diameter of the plants. Year 2019 turned out to be less favourable for the hemp production at the experimental field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana, which has medium-deep and heavy soil. Carmagnola achieved the highest average yield of dry stems with 4750 kg / ha, followed by the Antal (3429 kg / ha), Tisza (3300 kg / ha) and Tiborszallasi (3037 kg / ha). Monoecious varieties achieved lower yields of dry stems, where the last three were USO 31 (1421 kg / ha), Santhica 70 (1396 kg / ha) and Santhica 27 (1279 kg / ha). Correlation analysis showed that percentage of weed (measured in whole plant biomass at harvest) was highly negative and statistically significant connected with the stem yield of hemp plants.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, growing conditions, stem yield, variety

1 UVOD

V Evropi je bila konoplja (*Cannabis sativa* L.) poleg lana med 16. in 18. stoletjem zaradi stebelnih vlaken, ki so dolga in imajo veliko natezno trdnost, najbolj pomembna predivnica (Struik in sod., 2000).

Pridelava industrijske konoplje je manj zahtevna, saj uporaba pesticidov ni potrebna, uspešno zavira rast plevelov in se dobro vključuje v poljedelski kolobar (van der Werf, 1994). Vseeno pa na uspešnost pridelave močno vplivajo pedoklimatske razmere. Konoplja dobro uspeva na globokih, srednje težkih tleh, manj uspešno pa raste na težkih, hladnih in glinastih, kakor tudi na plitvih in peščenih tleh. Občutljiva je na tla, ki imajo slabo strukturo (Kocjan Ačko, 2015). Rodovitna tla za pridelavo konoplje za vlakna so tista, na katerih lahko dosežemo pridelek suhe snovi 10 t/ha (Bócsa in Karus, 1998).

Konoplja za vlakna najbolj uspeva v vlažnih podnebjih (Ranalli, 1999). Za 1 kg suhe snovi porabi 300 do 500 l vode. Skozi celotno rastno sezono je potrebnih 500 do 700 mm padavin, od tega 250 do 300 mm med vegetativno rastjo. Predvsem padavine v juniju in juliju močno vplivajo na končni pridelek stebel in vlaken (Bócsa in Karus, 1998). Velik negativen vpliv na njeno rast ima preveč ali premalo vode v zgodnjih stopnjah razvoja (Struik in sod., 2000). Že samo eno- ali dvodnevno zastajanje vode na površini močno negativno vpliva na rast (Bócsa in Karus, 1998). Na drugi strani pa pomanjkanje vode upočasni rast, zato je v suših obdobjih priporočeno namakanje (Kocja Ačko, 1999).

Hitra vegetativna rast se začne, ko rastlina požene peti par listov in ko povprečna dnevna temperatura doseže 16 °C, kar se lahko zgodi 35 dni po kalitvi. V takšnih

razmerah lahko konoplja priraste od 6 do 10 cm na dan (Bócsa in Karus, 1998). Rastline najbolj rastejo v temperaturnem razponu od 14 do 27 °C (Barron in sod., 2003). Že pri vsoti dnevni temperatur 400 do 450 °C zapre medvrstni prostor, medtem ko druge poljščine rastejo počasneje, npr. sladkorna pesa potrebuje vsoto dnevni temperatur od 600 do 700 °C (Struik in sod., 2000). Če jo pridelujemo za vlakna, mora biti vsota dnevni temperatur od kalitve do tehnične zrelosti od 1900 do 2000 °C (Bócsa in Karus, 1998).

Pridelek vlaken je v neposredni povezavi s pridelkom stebel (Hennik, 1994), na katerega pa vplivajo ne samo izbira sorte in uporaba agrotehnike, ampak tudi vremenske in rastne razmere. V prispevku bodo prikazani rezultati dvoletnega poljskega poskusa z 12 sortami industrijske konoplje z namenom pridelave za stebila.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova in izvedba sortnega poljskega poskusa

Poljski poskus je potekal na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer so tla srednje globoka, meljasto-glinasta, psevdoglejna in meliorirana. Tla so po teksturi težka (25 % peska, 42,6 % melja in 32,4 % gline). Kemijska analiza tal za posamezno leto je prikazana v preglednici 1.

***Preglednica 1:** Rezultati kemijske analize vzorcev tal pred postavitvijo poskusa v letih 2018 in 2019*

Leto	Globina (cm)	pH v KCl	P ₂ O ₅ (mg/100 g tal)	K ₂ O (mg/100 g tal)	Organska snov (%)
2018	0-25	6,8	19,5 C*	15,9 B*	3,9
2019	0-25	6,9	11,9 B*	9,3 A*	4,5

*Črke ob številčnih vrednostih označujejo stopnjo preskrbljenosti tal z določenim hranilom: A: siromašna tla, B: srednje preskrbljena tla, C: dobro preskrbljena tla, D: pretirano preskrbljena tla, E: ekstremno preskrbljena tla

V poskusu smo uporabili 5 enodomnih sort (Fedora 17, Santhica 27, Futura 75, USO 31 in Santhica 70) ter 7 dvodomnih sort (KC Dóra, Kompolti hibrid TC, Monoica, Tisza, Tiborszallasi, Antal in Carmagnola). Poskus je bil zastavljen kot bločni poskus v treh naključnih ponovitvah. Velikost osnovne parcele je bila 6 x 3 m. Osnovno gnojenje je v vsakem letu vključevalo 500 kg/ha NPK 0-14-28 in gnojenje tik pred setvijo z 260 kg/ha KAN. Pozneje posevka nismo dognojevali. Plevelov nismo zatirali. Setev smo opravili v maju (29.5.2018 in 8.5.2019) na medvrstno razdaljo 12,5 cm s sejalnico za strnjeno setev Wintersteiger. Uporabili

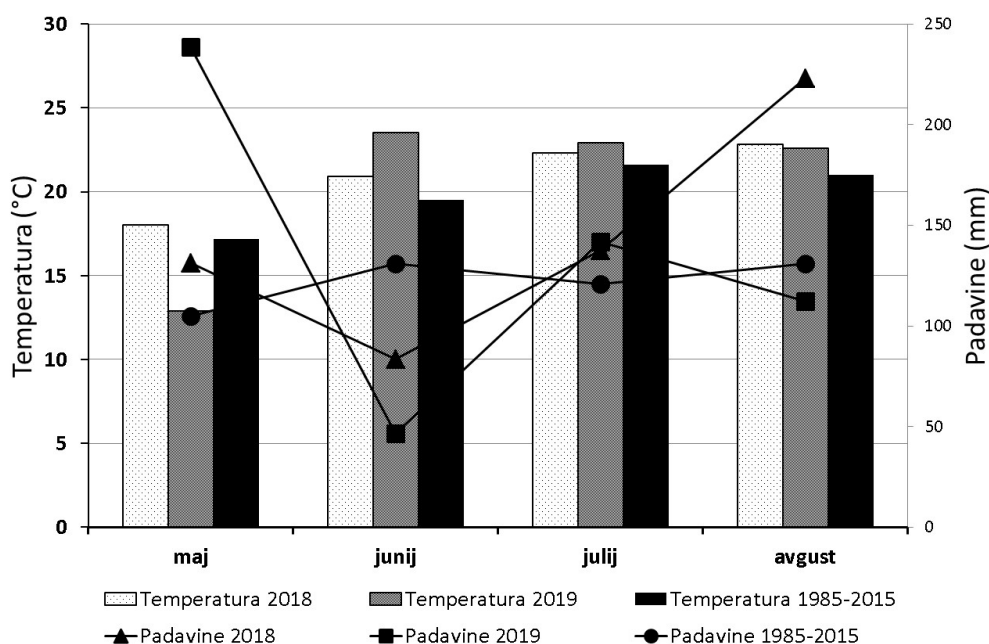
smo gostoto setve 300 kalivih semen/m². Takoj po setvi smo za zaščito pred ptiči celoten poskus pokrili s kopreno, ki smo jo kmalu po vzniku odstranili.

Vzorčenje rastlin za ugotavljanje pridelka stebel smo opravili v drugi polovici avgusta (28. 8. 2018, 22. 8. 2019). Vzorčenje stebel smo izvedli ročno. Na vsaki parceli smo ovrednotili rastline s površine 4 x 1 m². Celotno rastlinsko biomaso (konoplja in plevel) z vsakega m² smo takoj stehtali, nato pa smo iz skupne biomase prvega m² ločili plevel in rastline konoplje stehtali ter izračunali maso plevela v celotni rastlinski biomasi. Na ta način smo lahko nato določili odstotek plevela v biomasi. Rastline konoplje smo ločili in prešteli po spolu, nato smo odbrali po 25 rastlin (ženskih/enodomnih in moških) ter jih stehtali, določili premer in višino. Te rastline smo sušili na 55 °C za določanje zračno suhe snovi stebel.

Za statistično analizo rezultatov smo uporabili program R (R Core Team, 2016). Proučevane spremenljivke, ki smo jih zajeli v analizo, so bile odstotek plevela v biomasi, pridelek svežih in suhih stebel ter višina in premer stebela rastlin. V korelacijski analizi smo našete spremenljivke ovrednotili glede na gostoto rastlin, t.j. število rastlin na m² ob vzniku in število rastlin na m² ob žetvi.

2.2 Vremenske razmere v času poskusa

Meteorološke podatke za čas poskusa smo pridobili iz meteorološke postaje Ljubljana Bežigrad (ARSO, 2019). Povprečne mesečne temperature in vsote padavin za rasto dobo konoplje so prikazane na sliki 1.



Slika 1: Povprečne mesečne temperature in vsote padavin za mesece v času izvedbe poljskega poskusa v letih 2018 in 2019 ter za obdobje 1985–2015 v Ljubljani (ARSO, 2019)

Temperature so bile v vseh mesecih v obeh letih poskusa višje od dolgoletnega povprečja. Izjema je maj 2019, ki je bil za 4,3°C hladnejši od povprečja dolgoletnega obdobja. Nekoliko izstopa tudi junij istega leta, ko je bila povprečna temperatura 4°C višja od dolgoletnega povprečja. Trend padavin je bil v obeh letih poskusa skoraj enak; v maju in juniju je bilo padavin več, v juliju pa manj glede na dolgoletno povprečje. Maj 2019 tudi izstopa s količino padavin, saj je padlo 2,2-krat več dežja kot v obdobju 1985–2015 (238,6 mm), samo 8 dni v maju je bilo brez padavin. Nasprotno pa je bilo v juniju, ko je padla samo dobra tretjina padavin (46,4 mm) glede na dolgoletno obdobje. Mesec julij je imel v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, v katerem je padlo 121 mm padavin, v obeh letih okoli 20 mm več padavin. Po povečani količini padavin izstopa tudi avgust 2018, ko je padlo 223 mm padavin, kar je 92 mm več od povprečja v letih 1985–2015.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

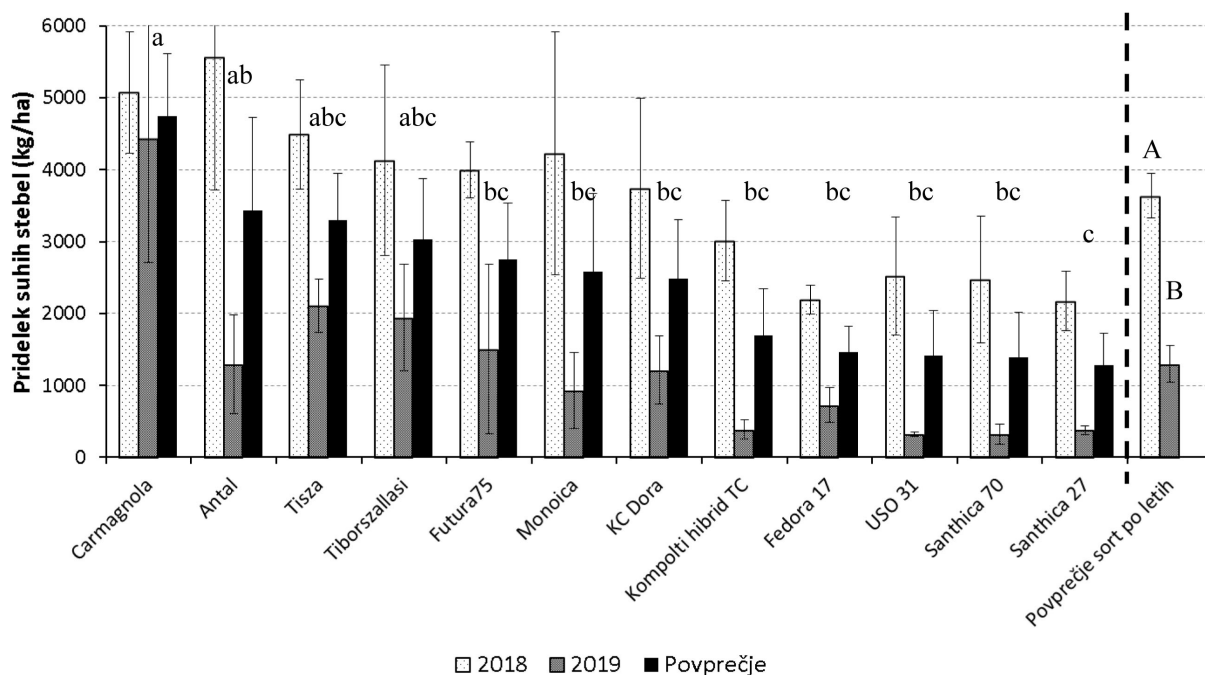
3.1 Pridelek suhih stebel

Na pridelek suhih stebel sta imela statistično značilen vpliv izbira sorte ($p < 0,01$) in leto pridelave ($p < 0,001$), medtem ko interakcija med obema dejavnikoma ni bila statistično značilna. Največji povprečni pridelek suhih stebel je dosegla sorta Carmagnola (4750 kg/ha), sledile so sorte Antal (3429 kg/ha), Tisza (3300 kg/ha) in Tiborszallasi (3037 kg/ha). Najmanjše pridelke suhih stebel smo ugotovili pri sortah USO 31 (1421 kg/ha), Santhica 70 (1396 kg/ha) in Santhica 27 (1279 kg/ha).

Tudi Čeh in sod. (2017) so ugotovili, da sta bili sorti Carmagnola in Antal najbolj rodni z 18 t/ha in 17 t/ha suhe snovi stebel. V poskusu Flajšmana in sod. (2017) na isti lokaciji leta 2017 je imela sorta Antal največji pridelek suhih stebel (9,9 t/ha), sledili sta Futura 75 (8,8 t/ha) in Tiborszallasi (8,7 t/ha). V poskusih Amaducci in sod. (2008) se je pokazalo, da je imela Futura 75 večje pridelke suhih stebel (10,7 t/ha – 13,1 t/ha) od sorte Tiborszallasi (8,4 t/ha - 10,6 t/ha). V našem poskusu med tema sortama ni bilo statistično značilne razlike, kjer je imela sorta Tiborszallasi povprečen pridelek suhih stebel 3037 kg/ha, sorta Futura 75 pa za 9,5 % nižji pridelek. Vsem tem omenjenim sortam je skupno to, da so zelo pozne ali pozne z rastno dobo od 145 do 160 dni (Flajšman in sod., 2018). Z izbiro poznih sort, ki začnejo pozneje cveteti, podaljšamo rastno dobo rastlinam in lahko vplivamo na večji pridelek stebel konoplje (Struik in sod., 2000), kar se je potrdilo tudi v omenjenih poskusih.

Prednost enodomnih sort pri pridelavi za vlakna je v tem, da so rastline med sabo bolj izenačene v rasti in s tem v kakovosti vlaken. To se je potrdilo tudi v našem dvoletnem poskusu; variabilnost v višini pri enodomnih sortah je bila manjša kot pri dvodomnih sortah, saj je bilo povprečje standarnih napak petih enodomnih sort

za višino 14,8 cm, povprečje standarnih napak sedmih dvodomnih sort za višino pa 16,6 cm. Glede kakovosti in količine stebel (vlaknen) pa so dvodomne sorte bolj primerne za pridelovanje v ta namen (Bosca, 1999). Tudi ta trditev se je potrdila v našem dvoletnem poskusu, saj je bil povprečen pridelek suhih stebel dvodomnih sort (3040 kg/ha) 1,8-krat večji od pridelka enodomnih sort (1662 kg/ha).



Slika 2: Pridelava suhih stebel glede na sorto in leto pridelave. Prekinjena črta ločuje oba glavna dejavnika (sorta in leto pridelave). Prikazana so povprečja, mere variabilnosti predstavljajo standardno napako. Različne črke označujejo statistično značilno razliko med sortami (male črke) ali med letoma (velike črke) (Duncan, $p \leq 0,05$)

V letu 2018 je bil povprečen pridelek suhih stebel 2,8-krat večji (3634 kg/ha) kot v letu 2019 (1297 kg/ha) (slika 2). Za majhen pridelek stebel v letu 2019 je mogoče vzrok velika količina padavin v maju, ko je ponekod zastajala voda na površini in zaradi težkih ilovnatih tal tudi počasi odtekala, kar je za rastline predstavljal velik stres zaradi preobilice vlage (hipoksija). Rastline so bile vidno prizadete, saj bujne juvenilne rasti ni bilo, medtem pa so pleveli (predvsem navadna kostreba) uspešno rastle in dodatno zavirali rast rastlin konoplje. Tudi nizke temperature v tem mesecu niso ugodno vplivale na razvoj rastlin. Čeprav je bilo v juniju 2019 padavin malo (padla je samo dobra tretjina glede na dolgoletno obdobje), izrazitega vpliva suše nismo opazili, saj so bile rastline še pred nastopom pomanjkanja padavin nizke in slabo razvite.

3.2 Odstotek plevla, pridelek svežih stebel, višina rastlin in premer stebel

Preglednica 2 prikazuje rezultate meritev ostalih spremenljivk, na katere je imelo leto pridelave visoko statistično značilen vpliv ($p < 0,001$). Sorte so se med seboj statistično značilno razlikovale v vseh merjenih parametrih, razen v premeru stebela, kjer razlik ni bilo. Interakcije med sorto in letom pridelave ni bilo pri nobeni spremenljivki (preglednica 2).

Preglednica 2: Vrednosti merjenih spremenljivk glede na vpliv sorte in leta pridelave. Prikazana so povprečja +/- standardne napake ter p – vrednosti vpliva posameznega dejavnika (sorta ali leto) na merjene spremenljivke

Sorta	Odstotek plevla (%)	Pridelek svežih stebel (kg/ha)	Višina rastlin (cm)	Premer stebel (mm)
Carmagnola	28,7±7,9e	11710±2090a	138±13a	4,81±0,36a
Antal	51,6±12,4abcde	8354±3317ab	122±22a	4,19±0,56ab
Tisza	36,5±9,4de	8128±1565ab	119±10a	4,10±0,26ab
Tiborszallasi	47,6±11,6bcde	7411±1968ab	119±15a	4,09±0,44ab
Futura75	48,7±14,0bcde	7091±2048ab	102±a22b	3,98±0,70ab
Monoica	53,1±16,2abcd	6627±2923ab	106±21ab	3,9±0,551ab
KC Dora	44,0±12,6cde	7424±2254ab	108±16ab	4,34±0,48ab
Kompolti hibrid TC	65,3±a12,2bc	4159±1640b	99±19ab	4,47±0,74ab
Fedora 17	57,7±10,9abcd	3660±958b	76±11b	3,56±0,46b
USO 31	68,4±11,9ab	3845±1786b	79±13b	3,38±0,46b
Santhica 70	71,0±10,5ab	3626±1677b	78±16b	3,42±0,58b
Santhica 27	73,1±8,0a	3350±1288b	74±12b	3,39±0,45b
p	***	*	**	n.z.
Leto				
2018	32,5b	9392a	126,7a	4,75a
2019	75,2a	3172b	76,5b	3,19a
p	***	***	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.z. – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$). Različne črke označujejo statistično značilno razliko med sortami ali med letoma (Duncan, $p \leq 0,05$).

Največ plevla je bilo na površinah s sortama Santhica 27 in Santhica 70 (71,0 in 73,1 %), ki sta dosegli tudi najmanjši pridelek svežih stebel (3626 in 3350 kg/ha). Obe sta tudi v statistični skupini najnižjih rastlin z najmanjšim premerom stebel. Po morfoloških lastnostih je izstopala sorta Carmagnola z najvišjimi rastlinami (138 cm) in največjim premerom stebela (4,81 mm). Sorta je dala tudi največji pridelek svežih stebel (11,7 t/ha). Pri tej sorti je bil odstotek plevla najmanjši (28,7 %).

Konoplja je rastlina, ki je zaradi svoje višine zelo dober kazalec rastnih razmer. V letih 2018 in 2019 so bile rastne razmere slabe, saj so bile rastline visoke 126,7 cm in 76,5 cm. To je precej manj kot v raziskavi Čeh in sod. (2017), kjer so bile rastline 12 različnih sort ob cvetenju visoke povprečno 195 cm. Povprečna višina

rastlin 12 sort v poskusu na isti lokaciji leta 2017 je bila 151 cm (Flajšman in sod., 2017).

3.3 Korelacijska analiza

Število rastlin ob vzniku in število rastlin ob žetvi sta bili med sabo visoko ($r = 0,7718$) in statistično značilno ($p < 0,001$) povezana, kar pomeni, da so bili pogoji za rast med sortami izenačeni in pri nobeni sorti ni prišlo do povečanega odmiranja rastlin, kar se dogaja pri večjih gostotah setve (van der Werf in sod., 1995). Števili rastlin ob vzniku in ob žetvi z ostalimi spremenljivkami nista bili povezani (z izjemo premera stebel, kjer je korelacija s številom rastlin ob vzniku statistično značilna). Torej število rastlin ob žetvi ni bilo povezano s pridelkom suhih stebel. Tudi Amaducci in sod. (2008) so ugotovili, da število rastlin ob žetvi ni imelo vpliva na pridelok suhih stebel sort Tiborszallasi in Futura 75. Podobno so ugotovili tudi Struik in sod. (2000), ki so testirali 5 sort v treh državah v treh letih. Korelacijska analiza je pokazala negativen učinek plevela na rast konoplje. Zapljeveljenost, ki jo odraža odstotek plevela v rastlinski biomasi, je negativno vplivala na pridelok suhih stebel ($-0,8847$; $p < 0,001$) ter tudi na višino in premer stebel ($-0,8661$ in $-0,8291$; $p < 0,001$). Podobno so ugotovili tudi Vera in sod. (2006), da manjša gostota setve pri večji medvrstni razdalji pomeni večji pojav plevelov, ki zmanjšuje pridelok konopljne biomase in tudi semena. Visok odstotek plevela smo ugotovili v letu 2019, ko so neugodne vremenske razmere (veliko padavin in nizke temperature v maju, topel in suh junij) negativno vplivale na rast konoplje, pleveli (predvsem navadna kostreba) pa so dobro uspevali. Pridelok suhih stebel je bil visoko pozitivno koreliran z višino ter premerom stebel ($0,9248$ in $0,8233$; $p < 0,001$). Tudi med višino rastlin in premerom stebel je bila korelacija visoka ($0,9366$) in statistično značilna ($p < 0,001$) (preglednica 3).

Preglednica 3: Ocena Pearsonovega korelacijskega koeficienta r ter p -vrednosti dobljene po Holm'sovi metodi korekcije za hkratno testiranje izbranih spremenljivk

	Št. rastlin - vznik	Št. rastlin ob žetvi	Odstotek plevela	Pridelok suhih stebel	Višina rastlin
Št. rastlin ob žetvi	0,7718***				
Odstotek plevela	0,2289n.z.	-0,0520n.z.			
Prid. suhih stebel	-0,1790n.z.	0,0327n.z.	-0,8847***		
Višina rastlin	-0,2296n.z.	0,0034n.z.	-0,8661***	0,9154***	
Premer stebel	-0,3291*	-0,0926n.z.	-0,8291***	0,8069***	0,9366***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; n.z. – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

Tanka in visoka stebila so zaželjena pri pridobivanju vlaken, saj imajo daljša in tanjša stebila večji delež vlaken, ki so boljše kakovosti (Bócsa and Karus, 1998). Na količino in kakovost vlaken, poleg rastnih razmer, najbolj vplivata gostota rastlin v posevku ter čas žetve (Amaducci in sod., 2008).

4 ZAKLJUČKI

Dvoletni poljski poskus na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani je pokazal, da je kombinacija neugodnih vremenskih razmer (veliko padavin in nizke temperature v času juvenilne rasti rastlin), skupaj s poskusnim poljem, kjer so tla težka in neodcedna, negativno vplivala na rast rastlin in s tem na pridelek stebel. Največji povprečni pridelek suhih stebel je dosegla sorta Carmagnola (4750 kg/ha), ki je bila najvišja (138 cm), imela je največji premer stebel (4,81 mm), njen posevek pa je bil najmanj zapleveljen (odstotek plevela v požeti biomasi je bil 28,7 %). V poskusu so imele dvodomne sorte večje pridelke stebel od enodomnih sort. Izjema je francoska sorta Futura 75, ki je bila s povprečnim pridelkom suhih stebel 2750 kg/ha uvrščena za Carmagnolo (4750 kg/ha), Antalom (3429 kg/ha), Tiszo (3300 kg/ha) in Tiborszallasijem (3037 kg/ha). Pokazalo se je, da imajo sorte, ki so zelo pozne ali pozne, večje pridelke stebel od zgodnjih sort. Odstotek plevela v rastlinski biomasi, določen ob žetvi rastlin, je imel visok in statistično značilen negativen vpliv na pridelek stebel konoplje.

Zahvala. Poljski poskus je bil izveden v okviru ciljnega raziskovalnega projekta (CRP) V4-1611 »Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji«, ki sta ga financirala ARRS in MKGP.

5 VIRI

- 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. 2019)
- Barron A., Coutinho J., Gergely S., Lidouren E. Ecological agriculture I: Integrating hemp in organic farming system: A Focus on the United Kingdom, France and Denmark. København, The Royal Agricultural and Veterinary University; 2003: 134 str.
- Bócsa I. Genetic improvement: Conventional approaches. V: Ranalli P., ur. *Advances in hemp research*. The Haworth Press, New York; 1999: 153-184.
- Bócsa I., Karus M. The cultivation of hemp. botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastopol, CA, USA; 1998: 184 str.
- 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: 99-108.

- Flajšman M., Kocjan Ačko D, Čeh B. Karakteristike sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) v pridelavi v Sloveniji. Hmeljarski bilten. 2018; 25: 44-58.
- 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.
- 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.
- Kocjan Ačko D. Poljščine, pridelava in uporaba. Kmečki glas, Ljubljana. 2015: 187 str.
- Kocjan Ačko D. Pozabljene poljščine. Kmečki glas, Ljubljana. 1999: 187 str.
- 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/>
- Ranalli P. Agronomical and physiological advances in hemp crops. V: Ranalli P., ur. Advances in hemp research. The Haworth Press, New York; 1999: 61-84.
- 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.
- van der Werf H. G. M. Crop physiology of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). PhD thesis Wageningen Agricultural. University, Wageningen, The Netherlands; 1994: 153 str.
- 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.
- 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.