

## PRINOS KONOPLJINE STABLIJKE SORTE KOMPOLTI U OVISNOSTI O GUSTOĆI SJETVE I GNOJIDBI DUŠIKOM

Zvezdana AUGUSTINOVIĆ<sup>1</sup>, M. POSPIŠIL<sup>2</sup>, Jasminka BUTORAC<sup>2</sup>,  
Marcela ANDREATA-KOREN<sup>1</sup>, Marijana IVANEK-MARTINČIĆ<sup>1</sup>, A. KISELA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima  
*College of Agriculture at Križevci*

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
*Faculty of Agriculture University of Zagreb*

### SAŽETAK

Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi optimalnu gustoću sjetve i gnojidbu dušikom za industrijsku konoplju sorte Kompolti uzgajanu primarno radi stabljike. Istraživanja su provedena kroz poljske pokuse postavljene na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima u 2003., 2004. i 2005. godini.

Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg/ha). Pokus je postavljen po split-blok metodi u pet ponavljanja. Sorta Kompolti postigla je vrlo visok prosječan prinos ukupne biomase (34,6 t/ha) i prinos zrako-suhe stabljike (14,3 t/ha) u tri klimatski vrlo različite godine istraživanja.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da ukoliko nam nije važna količina i kvaliteta vlakna, za ostvarenje visokih prinosa stabljike, trebalo bi sijati 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu sa 180 kg/ha dušika.

Ključne riječi: industrijska konoplja, sorta Kompolti, gustoća sjetve, gnojidba dušikom, prinos biomase, prinos zrako-suhe stabljike

### UVOD

Konopljna stabljika postaje važna sirovina za potrebe različitih industrija. Odavno je poznato da se od vlakana konoplje može proizvesti vrlo kvalitetan papir, a Abdul - Karim i sur. (1994) te DeGroot i sur. (1999) ističu mogućnost korištenja cijele stabljike u svrhu dobivanja papira. Nadalje, konopljna stabljika koristi se za izradu laganih građevnih ploča i izolacijskih materijala (Collet i sur., 2008). Konoplja zbog visokih prinosa biomase postaje potencijalna sirovina za dobivanje bioetanola. Do sada se bioetanol uglavnom proizvodio iz sirovina na bazi šećera i škroba. U Europskoj uniji

sukladno Strategiji o biogorivima iz 2006., promovira se druga generacija biogoriva, između ostalog i bioetanol iz lignocelulozne mase (Janušić i sur., 2008).

Krička i sur. (2008) ističu da će kulture koje nisu direktno namijenjene prehrani ljudi dugoročnije gledano dobiti na važnosti, a tu onda svakako svoje mjesto ima i konoplja.

Prema Venturi i Venturi (2003) konoplja daje 25-35 t/ha svježe biomase. Amaducci i sur. (2002) navode prinos od 30-50 t/ha, dok su po B ó c s a-i i K a r u s-u (1998) mogući prinosi i od 56 t/ha.

Gustoća sklopa i gnojidba dušikom su najvažniji čimbenici u postizanju visokih prinosa svih ratarskih kultura. Zbog toga i u tehnološkom procesu proizvodnje konoplje ovim čimbenicima treba posvetiti odgovarajuću pažnju.

Veći vegetacijski prostor po biljci uvjetuje stvaranje krupnije i grublje stabljike, a takve imaju manje vlakna i vlakno je lošije kakvoće te se zbog toga konoplja za vlakno sije gusto (Van der Werf i sur. 1995).

Ukoliko se konoplja uzgaja kao sirovina za proizvodnju papira Martinov i sur. (1996) preporučuju relativno malu gustoću sjetve (100 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>). Van der Werf i sur. (1995) navode da je za prinos stabljike od 15 t/ha potrebno posijati 120 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>.

Gnojidba dušikom povećava prinos biomase jer se povećava udio listova i «vlažnost» stabljike (Venturi i Amaducci, 1997). Osim toga, kod gnojidbe s većim količinama dušika biljke su više i deblje (Amaducci i sur. 2008) što rezultira većim prinosima stabljike, ali manjom kakvoćom vlakna (Venturi i Amaducci, 1997). Prema M a r r a s-u i S p a n u (1979) za visoke prinose stabljike, ukoliko nam nije važna količina i kvaliteta vlakna, optimalna količina dušika u gnojidbi je 150-240 kg/ha.

Cilj ovih istraživanja bio je odrediti optimalnu gustoću sjetve i gnojidbu dušikom za konoplju sorte Kompolti primarno uzgajanu radi stabljike (biomase).

## MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2003.-2005. godine. Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg/ha dušika). Tlo pokusnog polja je pseudoglej obronačni eutrični antropogenizirani (FAO, 2006). Za istraživanje je korištena mađarska sorta Kompolti koja je priznata u Hrvatskoj 1982. godine. Sorta Kompolti pripada južnom tipu konoplje, dvodomna je, ima vegetacijsko razdoblje od 110 do 115 dana, postiže prinos zrako-suhe stabljike od 10 do 12 t/ha, te udio vlakna od 31 do 35% (B u t o r a c, 2009). U ispitivanjima sadržaja THC na pet sorata na području Austrije upravo kod ove sorte utvrđen je najniži postotak THC-a, od prosječno 0,07% (M e c h t l e r i sur. 2004).

Pokus je postavljen po split-blok metodi u pet ponavljanja. Površina osnovne parcele u pokusu u sjetvi iznosila je 21 m<sup>2</sup>, a površina obračunske parcele u žetvi bila je

10 m<sup>2</sup>. U pokusu je provedena uobičajena agrotehnika za konoplju. Predkultura konoplji u sve tri godine istraživanja bila je pšenica. Osnovna gnojidba obavljena je u jesen, prije oranja, s gnojivima NPK 7:20:30 i UREA (46% N) izuzev varijanti gnojjenih bez dušika i gnojjenih s 60 kg/ha N kod kojih je osnovna gnojidba izvršena gnojivima bez dušika, odnosno nadopunjena s Triplex-om (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i KCl-om (60% K<sub>2</sub>O).

Predsjetvena gnojidba obavljena je u proljeće, prije tanjuranja s gnojivima NPK 15:15:15 i KAN-om (varijante gnojene sa 120 i 180 kg/ha N), dok su na varijanti bez gnojidbe dušikom primijenjena samo gnojiva bez dušika (Triplex i KCl). Na svim varijantama fosfora je dano 115 kg/ha, a kalija 150 kg/ha. Od te količine, 60% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 70% K<sub>2</sub>O je zaorano u jesen, a 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 30% K<sub>2</sub>O je primijenjeno u proljeće kod pripreme tla za sjetvu.

Kod varijanata gnojjenih sa 60, 120 i 180 kg/ha N izvršena je prihrana KAN-om (27% N), oko 25 dana nakon nicanja konoplje.

Sjetva konoplje obavljena je sijačicom Wintersteiger s raoničnim ulagačem na međuredni razmak 12 cm. U 2003. godini sjetva je izvršena 28. 04., u 2004. godini 12. 04. i 11. 04. u 2005. godini.

Žetva konoplje obavljena je u vrijeme «tehnološke zrelosti», kada muške biljke većim dijelom oprashe polen (15. 08. 2003.; 12. 08. 2004.; 10. 08. 2005.). Prosječna vlaga biljne mase u vrijeme žetve iznosila je u 2003. godini 57% u 2004. godini 58,9% i u 2005. godini 60,4%. U vrijeme žetve konoplje na obračunskoj parceli utvrđen je prinos zelene biomase, (t/ha), udio listova po biljci, (%) i prinos zrako-suhe stabljike, (t/ha).

Prinos biomase konoplje određen je vaganjem biljaka u svježem stanju (odmah nakon košnje), zatim su biljke sa svake parcele vezane u snopove, a snopovi su postavljeni u stavice te osušeni na zraku. Nakon sušenja, snopovi su ponovo vagani da se dobije prinos zrako-suhe stabljike.

Rezultati pokusa obrađeni su analizom varijance u statističkom programu SAS (SAS Institut, 1997).

## VREMENSKE PRILIKE I OBILJEŽJA TLA

U sve tri godine istraživanja prosječne srednje mjesečne temperature zraka bile su više od višegodišnjeg prosjeka i to za 1,2°C u 2003., 0,6°C u 2004., te 0,1°C u 2005. godini. U vegetacijskom razdoblju (travanj-srpanj) u sve tri godine istraživanja zabilježene su više prosječne temperature zraka od višegodišnjeg prosjeka za taj dio godine i to za 2,9°C u 2003., 0,4°C u 2004., te 1,0°C u 2005. godini (Tablica 1.).

Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

**Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka u godinama istraživanja i višegodišnji prosjek za područje Križevaca**

*Table 1 Monthly air temperatures mean in the years of research and multiannual average for Križevci area*

Mjesec <i>Month</i>	Srednje mjesečne temperature zraka, °C <i>Mean monthly air temperatures °C</i>			Višegodišnji prosjek <i>Multianual average 1970.-1999.</i>
	2003.	2004.	2005.	
1.	-1,8	-0,9	-0,6	-0,4
2.	-2,6	2,2	-1,6	1,7
3.	6,6	4,9	4,4	5,9
4.	10,3	11,2	10,9	10,0
5.	18,7	14,2	16,1	14,9
6.	23,4	18,6	19,2	18,1
7.	21,9	20,3	20,6	19,9
8.	23,5	20,3	18,3	19,2
9.	14,8	15,3	16,2	15,1
10.	8,7	12,6	11,2	9,6
11.	7,8	6,0	4,4	4,4
12.	1,1	1,3	0,8	0,7
Prosjek/ <i>Average</i>	11,1	10,5	10,0	9,9

Istraživanja su provedena u tri vrlo različite godine po količini, a posebice po rasporedu oborina (Tablica 2.). U 2003. godini u ožujku je palo svega 2,6 mm oborina, što je za 46,8 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Sušno razdoblje se nastavilo i u travnju kada je palo 22,8 mm oborina (36,8 mm manje od višegodišnjeg prosjeka). U svibnju je palo svega 12,0 mm oborina što je za 60,9 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Nešto značajnije količine oborina pale su tek tijekom lipnja i srpnja, 69,4 mm, odnosno 80,55 mm (-23,8 mm, odnosno +2,2 mm u odnosu na višegodišnji prosjek). Takvo izrazito sušno vrijeme onemogućilo je kvalitetnu predsjetvenu obradu tla i sjetvu, a i nicanje usjeva je bilo otežano.

U ožujku 2004. godine palo je 74,3 mm oborina, što je za 24,9 mm više od višegodišnjeg prosjeka. U travnju je palo čak 113,3 mm oborina, što je za 56,4 mm više od višegodišnjeg prosjeka. Tijekom svibnja, lipnja i srpnja palo je 37,5 mm, 84,2 mm i 34,3 mm što je za 35,4 mm, 9,0 mm te 44,0 mm manje od višegodišnjeg prosjeka.

U 2005. godini u ožujku je palo 53,1 mm oborina što je za 3,3 mm više od višegodišnjeg prosjeka, a u travnju 82,9 mm (23,3 mm više od višegodišnjeg prosjeka). Slijedili su sušni svibanj i lipanj s 57,9 mm i 45,0 mm oborina, što je za 15 mm, odnosno 48,2 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Srpanj je bio najkišovitiji mjesec u 2005. godini kada je palo čak 172,2 mm oborina što je za 93,9 mm više od višegodišnjeg prosjeka.

Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

**Tablica 2. Mjesečne količine oborina u godinama istraživanja i višegodišnji prosjek za područje Križevaca**

*Table 2 Monthly amount of precipitation during the years of research and multiannual average for Križevci area*

Mjesec <i>Month</i>	Mjesečne količine oborina, mm <i>Monthly amount of precipitation</i>			Višegodišnji prosjek <i>Multiannual average</i> 1970.-1999.
	2003.	2004.	2005.	
1.	46,7	61,4	23,8	42,0
2.	42,3	41,7	62,5	40,1
3.	2,6	74,3	53,1	49,4
4.	22,8	113,3	82,9	59,6
5.	12,0	37,5	57,9	72,9
6.	69,4	84,2	45,0	93,2
7.	80,5	34,3	172,2	78,3
8.	23,9	74,4	108,1	73,9
9.	94,1	63,9	75,1	75,5
10.	103,2	172,7	2,6	75,5
11.	51,4	54,7	51,2	78,6
12.	20,8	48,1	101,8	59,0
Ukupno/ <i>Total</i>	569,7	860,5	836,2	797,9

Kemijska svojstva tla prikazana su u Tablici 3. U sve tri godine istraživanja konoplja je uzgajana na kiselom (pH u 1 MKCl-u iznosio je 4,73 - 4,77) i slabo humoznom tlu (sadržaj humusa iznosio je 1,41 - 1,63%). Opskrbljenost tla dušikom je umjerena (0,08-0,09%), a fiziološki aktivnim fosforom dobra (18,16 i 18,66 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tla) do jako dobra (25,7 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tla). Tlo je umjereno (14,75 i 10,30 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla) do bogato opskrbljeno kalijem (23,70 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla).

**Tablica 3. Kemijska svojstva oraničnog sloja tla dubine 0-30 cm, Križevci**

*Table 3 Chemical properties of arable soil layer 0-30 cm depth, Križevci*

Godina <i>Year</i>	pH		Humus %	Ukupni N <i>Total N</i> %	Al-metoda, mg/100 g tla	
	H <sub>2</sub> O	1 M KCl			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2003.	5,97	4,73	1,58	0,10	25,70	10,30
2004.	5,93	4,73	1,63	0,09	18,16	23,70
2005.	6,18	4,77	1,41	0,08	18,66	14,75

Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

REZULTATI I RASPRAVA

Prosječni prinosi biomase kretali su se od 30,53 t/ha u 2005. godini do 38,62 t/ha u 2004. godini (Tablica 4.). Može se pretpostaviti da su razlog nižih prinosa u 2005. godini nepovoljni klimatski uvjeti za uzgoj konoplje. Naime, B ó c s a i K a r s (1998) ističu da u Europi prinos konoplje uvelike ovisi o oborinama tijekom lipnja. U lipnju 2005. godine palo je svega 45 mm oborina, što je za 48,2 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. U takvim sušnim uvjetima biljka je teže usvajala hraniva te je do cvatnje imala manju visinu što se negativno odrazilo na prinos stabljike.

**Tablica 4. Prinos ukupne biomase (t/ha)**  
*Table 4. Yield of total biomass (t/ha)*

Gustoća sjetve (kljavih sjemenki/m <sup>2</sup> ) <i>Sowing density (viable seed/m<sup>2</sup>)</i>	Količina dušika (kg/ha) <i>Quantity of nitrogen (kg/ha)</i>				Prosjeck <i>Average</i>
	0	60	120	180	
2003.					
100	23,06	30,56	36,44	42,76	33,21
200	29,06	34,96	37,28	37,64	34,74
300	34,80	36,22	37,04	37,52	36,40
Prosjeck/ <i>Average</i>	28,97	33,91	36,92	39,31	34,78
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,99	0,85	1,54		
LSD <sub>0,01</sub>	1,44	1,14	2,07		
2004.					
100	24,68	36,18	41,90	44,68	36,86
200	33,44	36,74	44,18	46,76	40,28
300	31,00	36,16	41,70	45,96	38,71
Prosjeck/ <i>Average</i>	29,71	36,36	42,59	45,80	38,62
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,47	0,56	0,94		
LSD <sub>0,01</sub>	0,69	0,76	1,25		
2005.					
100	19,44	24,72	28,50	36,92	27,40
200	24,20	32,12	34,58	36,22	31,78
300	26,44	30,86	34,66	37,72	32,42
Prosjeck/ <i>Average</i>	23,36	29,23	32,58	36,95	30,53
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,48	0,80	1,27		
LSD <sub>0,01</sub>	0,70	1,08	1,70		

GS-gustoća sjetve, G-gnojidba dušikom; GSXG-gustoća sjetve x gnojidba dušikom  
*GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GSXG-sowing density x nitrogen fertilization*

Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

U sve tri godine istraživanja gušći sklop rezultirao je većim prinosima biomase. U 2003. i 2005. godini najveći prinosi ostvareni su sjetvom 300 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup>, a u 2004. godini najveći prinos biomase ostvaren je sjetvom 200 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup>. To je u skladu s istraživanjima Amaducci i sur. (2002) te Bennett i sur. (2006) koji su također s povećanjem gustoće sjetve ostvarili značajno veći prinos biomase.

S povećanjem gnojidbe dušikom od 0 do 180 kg/ha u sve tri godine istraživanja prinos biomase konoplje značajno se povećavao. S povećanjem količine dušika u gnojidbi značajno povećanje prinosa biomase ostvareno je i u istraživanjima Vander Werf i Van den Berg (1995) i Amaducci i sur. (2002).

**Tablica 5. Udio listova, (%)**

*Table 5 Share of leaves, (%)*

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki/m <sup>2</sup> ) <i>Sowing density (viable seed/m<sup>2</sup>)</i>	Količina dušika (kg/ha) <i>Quantity of nitrogen (kg/ha)</i>				Prosjek <i>Average</i>
	0	60	120	180	
2003.					
100	9,88	10,88	13,00	13,56	11,83
200	11,00	12,10	14,28	16,03	13,35
300	9,43	12,04	15,00	17,44	13,48
Prosjek/ <i>Average</i>	10,10	11,67	14,10	15,68	12,89
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,38	0,42	0,85		
LSD <sub>0,01</sub>	0,56	0,56	1,14		
2004.					
100	11,40	11,61	13,27	14,19	12,62
200	11,31	11,54	13,98	14,89	12,93
300	11,81	13,04	14,97	17,67	14,37
Prosjek/ <i>Average</i>	11,51	12,06	14,07	15,58	13,31
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,64	0,42	0,85		
LSD <sub>0,01</sub>	0,93	0,56	1,14		
2005.					
100	11,83	12,70	14,67	16,19	13,85
200	11,81	12,69	14,05	15,23	13,45
300	11,74	12,05	14,49	18,08	14,09
Prosjek/ <i>Average</i>	11,79	12,48	14,40	16,50	13,79
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	NS	0,53	1,02		
LSD <sub>0,01</sub>	NS	0,71	1,37		

GS-gustoća sjetve, G-gnojidba dušikom; GSXG-gustoća sjetve x gnojidba dušikom  
GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GSXG-sowing density x nitrogen fertilization

U sve tri godine istraživanja ostvarena je i interakcija između istraživanih faktora. U 2003. godini sjetva 100 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu sa 180 kg/ha N, u 2004. sjetva 200 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu s 180 kg/ha N, a u 2005. godini sjetva 300 kljavih sjemenki uz gnojidbu s 180 kg/ha N rezultirala je najvećim prinosima biomase.

Međutim, visoki prinosi biomase ne moraju biti pokazatelj visokih prinosa stabljike budući da veliki udio u biomasi čine listovi. Prosječni udio listova utvrđen ovim istraživanjem je 13,33% (Tablica 5). D i C a n d i l l o i sur. (1996) utvrdili su čak 33% listova u ukupnoj biomasi.

U 2003. i 2004. godini najveći udio listova u biomasi utvrđen je kod gustoće sjetve od 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> što je u skladu s istraživanjima A m a d u c c i - a i sur. (2002), dok u 2005. godini gustoća sjetve nije imala značajnog utjecaja na udio listova u ukupnoj biomasi.

S povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha u sve tri godine istraživanja udio listova u ukupnoj biomasi povećao se za prosječno 4,8%. V e n t u r i i A m a d u c c i (1997) su također s povećanjem količine dušika ostvarili veći udio listova u biomasi.

U sve tri godine istraživanja sjetva 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu s 180 kg/ha N rezultirala je značajno najvećim udjelom listova u ukupnoj biomasi.

Zbog velike vlažnosti usjeva stabljike se prije skladištenja moraju sušiti na 16% vlage što se u praksi zove „zrako-suha stabljika“. Prinos zrako-suhe stabljike istraživan je od više istraživača i kreće se od 6 do 15 t/ha (B ò c s a i K a r u s, 1998; S t r u i k i sur. 2000; V e n t u r i i V e n t u r i, 2003).

U provedenom istraživanju prosječan prinos zrako-suhe stabljike iznosio je 14,27 t/ha (Tablica 6). Najveći prosječni prinos zrako-suhe stabljike ostvaren je 2004. godine (15,83 t/ha) dok je najniži (11,95 t/ha) utvrđen u klimatski nepovoljnijoj 2005. godini.

U 2003. godini najveći prinos zrako-suhe stabljike ostvaren je sjetvom 300, a u 2004. i 2005. godini sjetvom 200 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>. U istraživanjima R i t z - a (1972) različita gustoća sjetve nije imala značajan utjecaj na prinos zrako-suhe stabljike.

U 2004. i 2005. godini s povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 120 kg/ha prinos zrako-suhe stabljike se povećava dok daljnjim povećanjem količine dušika nisu ostvarene statistički značajne razlike. Dobiveni rezultati istraživanja sukladni su rezultatima H ö p p n e r - a i M e n g e - H a r t m a n n - a (1995). Oni ističu da povećanje količine dušika iznad 120 kg/ha nema nikakvo opravdanje budući da ne dolazi do značajnijeg povećanja prinosa stabljike. U 2005. godini s povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha prinos zrako-suhe stabljike se statistički značajno povećavao.

U 2003. i 2005. godini najveći prinos zrako-suhe stabljike ostvaren je sjetvom 100 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>, a u 2004. godini sjetvom 200 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu sa 180 kg/ha dušika.



Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

**Tablica 6. Prinos zrako-suhe stabljike, (t/ha)**

*Table 6. Yield of air-dry stem, (t/ha)*

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki/m <sup>2</sup> ) <i>Sowing density (viable seed/m<sup>2</sup>)</i>	Količina dušika (kg/ha) <i>Quantity of nitrogen (kg/ha)</i>				Prosjek <i>Average</i>
	0	60	120	180	
2003.					
100	11,53	14,50	16,11	16,97	14,78
200	13,42	15,00	15,61	15,16	14,80
300	15,86	15,56	15,57	14,91	15,48
Prosjek/ <i>Average</i>	13,60	15,02	15,76	15,68	15,02
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,40	0,45	0,76		
LSD <sub>0,01</sub>	0,58	0,61	1,02		
2004.					
100	11,70	15,56	17,11	17,65	15,51
200	14,77	15,80	17,56	17,88	16,50
300	13,39	14,97	16,77	16,77	15,48
Prosjek/ <i>Average</i>	13,29	15,44	17,15	17,43	15,83
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,31	0,38	0,63		
LSD <sub>0,01</sub>	0,45	0,51	0,85		
2005.					
100	9,01	10,29	11,31	14,15	11,19
200	10,44	13,01	13,62	13,28	12,59
300	10,94	11,89	12,88	12,56	12,07
Prosjek/ <i>Average</i>	10,13	11,73	12,60	13,33	11,95
	GS	G	GSXG		
LSD <sub>0,05</sub>	0,33	0,36	0,61		
LSD <sub>0,01</sub>	0,48	0,48	0,81		

GS-gustoća sjetve, G-gnojidba dušikom; GSXG-gustoća sjetve x gnojidba dušikom

*GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GSXG-sowing density x nitrogen fertilization*

## ZAKLJUČCI

Sorta industrijske konoplje Kompolti u našim agroekološkim uvjetima ostvarila je visoke prinose biomase i zrako-suhe stabljike. Prosječan prinos ukupne biomase iznosio je 34,6 t/ha. Značajno najviši prinosi biomase ostvareni su sjetvom 200 i 300 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu sa 180 kg/ha N. Udio listova u ukupnoj biomasi iznosio je 13,33%. Veći udio listova utvrđen je kod sjetve 300 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup> i gnojidbe sa 180 kg/ha dušika. Prosječan prinos zrako-suhe stabljike iznosio je 14,27 t/ha. Najveći prinos zrakosuhe stabljike ostvaren je sjetvom 100 i 200 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu s 180 kg/ha N.

## STEM YIELD OF HEMP CULTIVAR KOMPOLTI IN RELATION TO PLANT DENSITY AND NITROGEN FERTILIZATION

### SUMMARY

The aim of the study was to determine the optimum sowing density and nitrogen fertilization for hemp cultivar Kompolti grown for stem. The investigations were carried out by means of field experiments on the College of Agriculture in Križevci experimental station in years 2003., 2004. and 2005. The Hungarian cultivar Kompolti was used in the experiment.

Three different sowing densities (100, 200 and 300 viable seeds/m<sup>2</sup>) and four nitrogen rates (0, 60, 120 and 180 kg N/ha) were investigated in the experiment. The experiment was set according to the split-block method in five replications.

Cultivar Kompolti achieved very high total biomass and air-dry stems yield (average 34.6 t / ha and 14.3 t / ha) in all three climatically very different experimental years.

The results of the study show that in order to achieve high yields of the stem 300 viable seeds/m<sup>2</sup> should be sown and fertilized with 180 kg N/ha, if quantity and quality of fiber is not important.

Key words: industrial hemp, cultivar Kompolti, sowing density, nitrogen fertilization, biomass yield, air-dry stem yield

### LITERATURA - REFERENCES

1. Abdul-Karim, L.A., Rab, A., Polyanszky, E., Rusznak, I. (1994): Optimization of process variables for production of dissolving pulps from wheat straw and hemp. TAPPI Journal, 77 (6): 141-150.
2. Amaducci, S., Errani, M., Venturi, G. (2002): Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. Italian journal of agronomy, 6(2):103-111.
3. Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F., Venturi, G. (2008): Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. Field crops research, 107:161-169.
4. Bennett, S.J., Snell, R., Wright, D. (2006): Effect of variety, seed rate and time of cutting on fibre yield of dew-retted hemp. Industrial crops and products, 24:79-86.
5. Butorac, Jasminka (2009): Predivo bilje. Kruger d.o.o., Zagreb, pp. 22.
6. Bócsa, I., Karus, M. (1998): The cultivation of hemp. Botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastoplo, California, USA ISBN 1-886874-03-4, pp.184.
7. Collet, F., Bart, M., Serres, L., Miriel, J. (2008): Porous structure and water vapour sorption of hemp-based materials. Construction and building materials, 22:1271-1280.
8. Di Candillo, M., Ranalli, P., Marino, A. (1996): Influenza dell'investimento e della concimazione azotata sulla produzione di canapa da cellulosa (*Cannabis sativa* L.). Rivista di Agronomia 30, (3):258-263.
9. De Groot, B., Van der Kolk, J.C., Van Dam, J.E.G., Van 'T Riet, K. (1999): Papermaking characteristics of alkaline hemp-woody-core pulps. TAPPI Journal, 82(7): 107-112.

Zvezdana Augustinović i sur.: Prinos konopljine stabljike sorte kompolti  
u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

---

10. FAO (2006): Guidelines for Soil Profile Description. Rome, Italy
11. Höppner, F., Menge-Hartman, U. (1995): Cultivation experiments with two fibre hemp varieties. Journal of the international hemp association, 2(1):18-22.
12. Janušić, V., Čurić, D., Krička, T., Voća, N., Matin, A. (2008): Predtretmani u proizvodnji bioetanol iz lignocelulozne biomase. Poljoprivreda, 14(1): 53-58.
13. Krička, T., Grbeša, D., Varga, B., Svečnjak, Z. (2008): Proizvodnja biogoriva i njen utjecaj na poljoprivredu. Proceedings. 43<sup>rd</sup> Croatian and 3<sup>rd</sup> international symposium on agriculture. Opatija, Croatia, 17-23.
14. Marras, G.F., Spanu, A. (1979): Aspects of cultural practices in hemp for cellulose. Seeding density and nitrogen consumption. Ann. Fac. Agric. Univ. Sassari, XXVII
15. Martinov, M., Marković, D., Tesić, M., Grozdanić, N. (1996): Hemp harvesting
16. mechanization. Agricultural engineering, 2 (1-2): 23-38.
17. Mechtler, K., Bailer, J., de Hueber, K. (2004): Variations of  $\Delta^9$ -THC content in single plants of hemp varieties. Industrial crops and products, 19:19-24.
18. Ritz, J. (1972): Gustoća sklopa kao uvjet visine priroda zrako-suhe stabljike i vlakna kod konoplje. Poljoprivredna znanstvena smotra, 28 (11):127-142.
19. SAS Institute (1997): SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12.SAS Inst., Cary, NC
20. Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M. J. Stutterheim, N.C., Venturi, G., Cromack, H. T. H. (2000): Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. Industrial crops and products, 11:107-118.
21. Van der Werf, H.M.G., Van der Berg, W. (1995 ): Nitrogen fertilization and sex expression affect size variability on fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Oecologia, 103(4):462-470.
22. Van der Werf, H.M.G., Wijnhuizen, M., De Schutter, J.A.A. (1995 ): Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Field crops
23. research journal, 40 (3): 153-164.
24. Venturi, G., Amaducci, M. T. (1997): Effect of nitrogen fertilizer rate and sowing rate on yield and technological characteristics of *Cannabis sativa* L. Rivista di Agronomia, 31(3): 616-623.
25. Venturi, P., Venturi, G. (2003): Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. Biomass and Bioenergy, 25:235-255.

**Adrese autora- author's address:**

Dr. sc. Zvezdana Augustinović  
Dr. sc. Marcela Andreata-Koren  
Dr. sc. Marijana Ivanek-Martinčić  
Antun Kisela, student  
Visoko gospodarsko učilište  
M. Demerca 1  
48260 Križevci  
e-mail: zaugustinovic@vguk.hr

**Primljeno-Received:**

28. 06. 2012.

Prof. dr. sc. Milan Pospišil  
Prof. dr. sc. Jasminka Butorac  
Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet  
Svetošimunska cesta 25  
10000 Zagreb

