

**SAMOREGULACIJA SKLOPA, ODNOS ŽENSKIH
I MUŠKIH BILJAKA I MORFOLOŠKA
SVOJSTVA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U OVISNOSTI
O GUSTOĆI SJETVE I GNOJIDBI DUŠIKOM**

SELF-THINNING, FEMALE/MALE PLANTS RATIO
AND MORPHOLOGICAL TRAITS OF INDUSTRIAL
HEMP DEPENDING ON SOWING DENSITY
AND NITROGEN FERTILIZATION

**Zvezdana Augustinović, M. Pospišil, Jasminka Butorac, Marcela
Andreata-Koren, Marijana Ivanek-Martinčić, Nikolina Šumbera**

SAŽETAK

Cilj istraživanja provedenih na pokušalištu Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2003.-2005. godine bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na samoregulaciju sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje uzgajane primarno za vlakno. U pokusu je korištena mađarska sorta Kompolti. Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 klijavih sjemenki/m²) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg N/ha). Postavljanje pokusa izvedeno je po split-blok metodi u pet ponavljanja.

U sve tri godine istraživanja gustoća sjetve, gnojidba dušikom kao i njihova interakcija značajno su utjecali na sva istraživana svojstva. Povećanjem gustoće sjetve kao i povećanjem količine dušika u gnojidbi statistički značajno se povećao broj propalih biljaka u usjevu. U usjevu konoplje u sve tri godine istraživanja utvrđen je veći udio ženskih biljaka u odnosu na muške (57:43, 61:39, 57:43).

Veća gustoća sjetve i veće količine dušika rezultirale su većim udjelom ženskih biljaka. Gustoća sjetve, gnojidba dušikom i njihova interakcija značajno su utjecali na sva istraživana morfološka svojstva. Gušća sjetva (200 i 300 klijavih sjemenki/m²) i gnojidba s manjim količinama dušika (maks 60 kg/ha) pogodni su pri uzgoju konoplje za vlakno budući da rezultiraju optimalnom

debljinom stabljike i zadovoljavajućom visinom, tehničkom dužinom te dužinom internodija.

Ključne riječi: industrijska konoplja, gustoća sjetve, gnojidba dušikom, samoregulacija sklopa, odnos ženske/muške biljke, morfološke osobine

ABSTRACT

The goal of the investigation carried out at College of Agriculture at Križevci experimental field during 2003-2005 was to determine the impact of plant density and nitrogen fertilization on self-thinning, female/male plant ratio and morphological traits of industrial hemp grown primarily for fibre. The Hungarian cultivar Kompolti was used in the experiment. Three different sowing densities (100, 200 and 300 viable seeds/m²) and four nitrogen rates (0, 60, 120 and 180 kg N/ha) were investigated in the experiment. The experiment was set up according to split-block method in five replications. Sowing densities, nitrogen rates and their interactions had a significant influence on all investigated traits in all three years.

Increasing sowing density and amount of nitrogen fertilization significantly increased the number of plant mortalities in the crop. The hemp established larger proportion of female compared to male plants (57:43; 61:39; 57:43) in all three years. Proportion of female plants in the crop increased with increasing sowing density and amount of nitrogen fertilization.

Sowing density, nitrogen fertilization and their interactions significantly influenced all investigated morphological traits. Higher sowing density (200 and 300 germinated seeds/m²) and fertilization with smaller amounts of nitrogen (max 60 kg/ha) are suitable for hemp cultivation for fiber because they result in optimal stem thickness and satisfactory height, technical length and internode length.

Key words: industrial hemp, sowing densities, nitrogen fertilization, self-thinning, female/male ratio, morphological traits

UVOD

Kod uzgoja konoplje važno je znati koliki broj klijavih sjemenki će isklijati u poljskim uvjetima te koliko će biljaka propasti tijekom vegetacije, tj. za koliki postotak treba povećati normu sjetve da bi se dobio željeni sklop. Još je davne 1927. Heuser (cit. Pasković, 1966) utvrdio da se s povećanjem gustoće sklopa povećava kvantiteta i kvaliteta vlakna, ali nema značajnijeg porasta prinosa stabljike. Naime, u slučaju gušće sjetve u usjevu konoplje dolazi do samoregulacije sklopa, više i razvijenije biljke guše slabije razvijene, te samo jedan dio biljaka preživi do žetve što u konačnici dovodi do velike varijabilnosti u visini, masi i razvijenosti biljaka (Venturi i Amaducci, 1997). Postotno manje biljaka konoplje preživi što je sjetva gušća, odnosno što je gušći sklop poslije nicanja (Amaducci i sur. 2008.). S druge strane, u prerijetkom sklopu biljke su deblje i razgranate što je opet nepovoljno. Specifičan je utjecaj dušika na gustoću usjeva i broj preživjelih biljaka. Poznato je da je dušik nositelj prinosa. Međutim, istraživanja pokazuju da veće količine dušika smanjuju broj biljaka po jedinici površine, tako da do kraja vegetacijskog razdoblja preživi manje biljaka (Struik i sur. 2000).

Konoplja je dvodomna biljka, što znači da ženske i muške reproduktivne organe ima na odvojenim biljkama. Prema tome, u usjevu konoplje imamo ženske i muške biljke u omjeru 1:1 (Bócsa i Karus 1998), iako je često odstupanje od toga odnosa (Mediavilla i sur. 2001). Kod uzgoja konoplje za vlakno važno je postići što veću kvalitetu stabljike. Morfološka svojstva konoplje kao što su visina, debljina, tehnička dužina stabljike, broj nodija i dužina internodija važan su pokazatelj njezine kvalitete. Poznato je da gušći sklop sprječava rast biljaka te se zbog smanjenja visine snižava prinos stabljike i vlakna. Prema Butorac (2009) za dobivanje vlakna najpogodnija debljina stabljike je 3,5-8,4 mm. Vegetacijski prostor značajno utječe na debljinu stabljike, u gustom sklopu stabljike su tanke dok usamljene biljke izvan sklopa mogu doseći debljinu stabljike i po nekoliko centimetara. Na debljinu stabljike veliki utjecaj ima i gnojidba, posebice dušikom. Ukoliko je količina dušika prevelika rezultat je povećanje debljine stabljike i smanjenje njezine kvalitete (Ranalli, 1999). Prvi važan pokazatelj kvalitete konopljine stabljike kao sirovine za dobivanje vlakna je tehnička dužina stabljike. U uzgoju konoplje za vlakno teži se za tim da se dobije tip sa što manjim predjelom cvati odnosno što većom tehničkom dužinom stabljike. Za kvalitetu konopljine stabljike veliku važnost

ima i broj nodija, odnosno dužina internodija. Polazi se sa stanovišta da biljke s manjim brojem nodija, odnosno duljim internodijima bolje izgrađuju vlakno i ono se manje prekida u koljencima (Pasković, 1966).

Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na samoregulaciju sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje uzgajane primarno za vlakno.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su provedena na pokušalištu Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2003.-2005.godine. Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 klijavih sjemenki/m²) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg N/ha). Tlo pokusnog polja je pseudoglej obronačni eutrični antropogenizirani (FAO, 2006). Sjetva konoplje obavljena je sijačicom Wintersteiger s raoničnim ulagačem na međuredni razmak od 12 cm. Za istraživanje je korištena mađarska dvodomna sorta Kompolti. Pokus je postavljen po split blok metodi u pet ponavljanja. Svaka stepenica faktora gnojidbe zastupljena je u prugama preko svih stepenica faktora gustoće sjetve, te po slučajnom bloknom rasporedu. Površina osnovne parcele pokusa u sjetvi bila je 21 m², a površina obračunske parcele u žetvi iznosila je 10 m². 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 izuzev varijanti bez gnojidbe dušikom i gnojidbe sa 60 kg N/ha kod kojih je osnovna gnojidba izvršena gnojivima bez dušika, odnosno nadopunjena Triplex-om (45% P₂O₅) i KCl-om (60% K₂O).

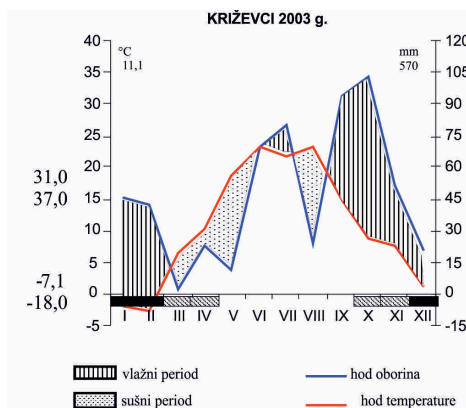
Predsjetvena gnojidba obavljena je u proljeće, prije tanjuranja gnojivima NPK 15:15:15 i KAN-om (varijante gnojene s 60, 120 i 180 kg N/ha), dok su na varijanti bez gnojidbe dušikom primijenjena gnojiva bez dušika (Triplex i KCl). Na svim varijantama fosfora je dano 115 kg/ha, a kalija 150 kg/ha. Od te količine, 60% P₂O₅ i 70% K₂O je zaorano u jesen, a 40% P₂O₅ i 30% K₂O primijenjeno je u proljeće kod pripreme tla za sjetvu.

Prihrana je izvršena kod svih varijanata izuzev varijante bez gnojidbe dušikom s KAN-om, 25 dana nakon nicanja konoplje, kad je biljka imala tri do pet listova.

Nakon nicanja na svakoj parceli utvrđen je broj biljaka/m². Žetva konoplje obavljena je u vrijeme tehnološke zrelosti, kada muške biljke većim dijelom oprašne polen. U vrijeme žetve na obračunskoj parceli utvrđen je odnos muških i ženskih biljaka u usjevu, (%) i broj biljaka u žetvi (biljaka/m²) te propadanje biljaka (%). Od svake varijante izdvojeno je 50 biljaka na kojima su obavljena mjerenja visine (cm), debljine (cm) i tehničke dužine stabljike (cm) te je utvrđen broj nodija i dužina internodija (cm). Rezultati pokusa obrađeni su analizom varijance u statističkom programu SAS (SAS Institut, 1997).

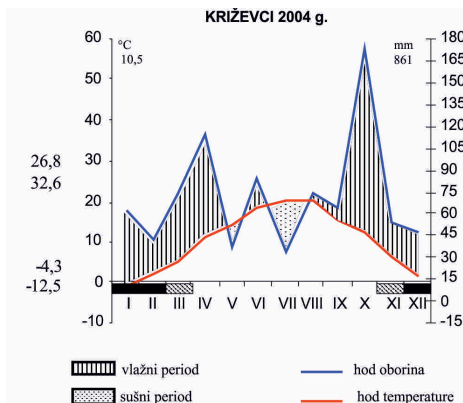
KLIMATSKE PRILIKE I OBILJEŽJA TLA

Za prikaz najvažnijih meteoroloških pokazatelja korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda, Agrometeorološke postaje u Križevcima. Prosječne vrijednosti mjesečnih količina oborina i srednjih mjesečnih temperatura zraka prikazane su na klimadijagramima prema Walteru (grafikoni 1., 2. i 3.). Iz grafikona je vidljivo je da je 2003. godina bila izrazito sušna s dva sušna razdoblja, prvi od sredine ožujka do sredine svibnja a drugi tijekom kolovoza. U 2004. godini kraća sušna razdoblja zabilježena su u svibnju i srpnju, dok se u 2005. godini sušno razdoblje pojavilo nešto ranije, sredinom lipnja.



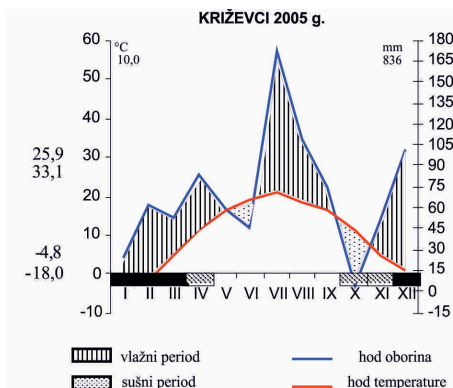
Grafikon 1. Klima dijagram po Walteru, Križevci, 2003.

Graf 1. Climadiagram after Walter Križevci, 2003



Grafikon 2. Klima dijagram po Walteru, Križevci, 2004

Graf 2. Climadiagram after Walter, Križevci, 2004



Grafikon 3. Klimadijagram po Walteru, Križevci, 2005.

Graf 3. Climadiagram after Walter, Križevci, 2005

Kemijska svojstva tla prikazana su na tablici 1. U sve tri godine istraživanja konoplja je uzgajana na kiselom tlu (pH u 1 MKCl-u je iznosio 4,73-4,77).

Sadržaj humusa u tlu kretao se od 1,41 do 1,63% (slabo humozno tlo) ovisno o godini, odnosno parceli gdje je postavljen pokus. Opskrbljenost tla dušikom je umjerena (0,08-0,10%). Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom je dobra (18,16 mg P₂O₅/100 g tla, parcela u 2004., 18,66 mg P₂O₅/100 g tla, parcela u 2005. godini) do bogata (25,7 mg P₂O₅/100 g tla u 2003.). Opskrbljenost tla kalijem je umjerena (10,3 mg K₂O/100 g tla, parcela u 2003., odnosno 14,75 mg K₂O/100 g tla, parcela u 2005. godini), do bogata (23,70 mg K₂O/100 g tla, parcela u 2004. godini).

Tablica 1. Kemijska svojstva oraničnog sloja tla dubine 0-30 cm, Križevci

Table 1. Chemical properties of soil (0-30 cm depth), Križevci

Godina Year	pH 1 M KCl	Humus Humus %	N %	Al metoda (mg/100 g) Al method (mg/100 g)	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
2003.	4,73	1,58	0,10	25,70	10,30
2004.	4,73	1,63	0,09	18,16	23,70
2005.	4,77	1,41	0,08	18,66	14,75

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Iako prema literaturnim navodima (Gagro, 1998) konoplja ima do 30% manju klijavost u polju nego to pokazuju laboratorijske analize klijavosti sjemena u sve tri godine ovih istraživanja utvrđen je relativno visok postotak poljskog nicanja, prosječno od 90,4% do 94,6% (tablica 2.). U sve tri godine istraživanja najmanja gustoća sjetve (100 klijavih sjemenki/m²) rezultirala je najvećim ostvarenim poljskim nicanjem, međutim statistički značajno samo u 2003. i 2005. godini. Gnojidba dušikom nije imala utjecaja na poljsko nicanje konoplje. Sjetva 100 klijavih sjemenki/m² uz gnojidbu bez dušika rezultirala je statistički značajno najvećim brojem niknutih biljaka samo u 2005. godini i bez značajnih razlika u odnosu na druge varijante sijane u istoj gustoći sklopa.

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

Tablica 2. Poljsko nicanje, %

Table 2. Germination, %

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki./m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				Prosjek Average
	0	60	120	180	
2003.					
100	99,4	97,4	99,0	98,8	98,7
200	94,0	93,7	93,7	93,0	93,6
300	91,7	91,5	90,1	90,1	90,9
Prosjek/Average	95,0	94,2	94,3	94,0	94,4
	GS	G	GS x G		
LSD _{0,05}	6,3	NS	NS		
LSD _{0,01}	NS	NS	NS		
2004.					
100	94,6	92,0	91,6	91,0	92,3
200	90,4	90,6	89,8	88,0	89,7
300	88,9	90,1	89,2	88,5	89,2
Prosjek/Average	91,3	90,9	90,2	89,2	90,4
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	NS	NS	NS		
LSD _{0,01}	NS	NS	NS		
2005.					
100	100,6	100,2	100,0	98,8	99,9
200	91,2	93,2	92,7	92,5	92,4
300	93,3	91,2	90,3	91,3	91,5
Prosjek/Average	95,0	94,9	94,3	94,2	94,6
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	3,7	NS	6,6		
LSD _{0,01}	5,4	NS	9,0		

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

U sve tri godine istraživanja utvrđen je značajan utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom te njihove interakcije na postotak propalih biljaka u usjevu konoplje tijekom vegetacije (tablica 3.). S povećanjem gustoće sjetve od 100 do 300 klijavih sjemenki/m² propadanje biljaka značajno se povećavalo u sve tri godine istraživanja što je u skladu s istraživanjima Amaducci-a i sur. (2008). Povećanjem količine dušika u gnojidbi propadanje biljaka se povećava, a

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

značajno najveće propadanje biljaka utvrđeno je kod gnojidbe s 180 kg N/ha. Veće količine dušika rezultirale su većim propadanjem biljaka i u istraživanjima Struik-a i sur. (2000). U sve tri godine istraživanja značajno najveće propadanje biljaka utvrđeno je kod interakcije između gustoće sjetve 300 klijavih sjemenki/m² i gnojidbe sa 180 kg/ha dušika dok je najmanji postotak propalih biljaka pri sjetvi 100 klijavih sjemenki/m² i bez gnojidbe dušikom.

Tablica 3. Propale biljke, %

Table 3. Mortality plants, %

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki./m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				Prosjeck Average
	0	60	120	180	
2003.					
100	1,0	1,2	0,8	0,6	0,9
200	5,9	7,2	8,8	13,7	8,9
300	12,5	19,2	30,2	36,5	25,1
Prosjeck/Average	6,5	9,2	13,3	16,9	11,6
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	3,0	3,3	5,3		
LSD _{0,01}	4,3	4,6	7,2		
2004.					
100	2,5	3,7	6,6	7,9	5,2
200	1,8	1,7	7,6	25,5	9,2
300	14,1	22,3	25,3	28,8	22,6
Prosjeck/Average	6,1	9,2	13,3	20,7	12,3
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	2,3	1,9	2,9		
LSD _{0,01}	3,3	2,7	4,0		
2005.					
100	2,2	1,8	3,5	2,6	2,6
200	4,8	8,8	11,8	15,9	10,3
300	20,6	19,7	35,9	41,7	29,5
Prosjeck/Average	9,2	10,1	17,0	20,1	14,1
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	2,8	3,0	5,0		
LSD _{0,01}	4,1	4,3	6,8		

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

Brojni odnos ženskih i muških biljaka u usjevu prikazan je u tablici 4. U sve tri godine istraživanja u usjevu konoplje utvrđen je veći udio ženskih biljaka (57:43 u 2003. i 2005. godini; 61:39 u 2004. godini). Nadalje, iz tablice je vidljivo odstupanje od postotnog odnosa spolova 50:50. Jedan od mogućih razloga za to je taj što su ženske biljke robusnije te u boljim uvjetima lako nadjačaju slabije muške biljke i prerastu ih. Tome u prilog idu i naši rezultati istraživanja. Naime, zanimljivo je da je u 2004. godini udio ženskih biljaka u našim istraživanjima bio veći u odnosu na preostale dvije godine. Iz podataka o klimatskim prilikama u godinama istraživanja (grafikoni 1, 2, 3) vidljivo je da su upravo u 2004. godini vladali najpovoljniji uvjeti za uzgoj konoplje. Dakle, potvrdila se teza da u boljim životnim uvjetima ženske biljke nadjačaju muške biljke i potisnu ih. Može se primijetiti da gušći sklop (300 klijavih sjemenki/m²) rezultira većim udjelom ženskih biljaka. I Hoffman (1938), (cit. Pasković 1966) je donekle uspio promijeniti postotni odnos muških i ženskih biljaka gušćom sjetvom konoplje. Iz rezultata istraživanja vidljivo je da veće količine dušika (120 i 180 kg N/ha) rezultiraju većim udjelom ženskih biljaka. Veći postotak muških biljaka na siromašnijim tlima može se objasniti time što se muške biljke brže razvijaju od ženskih i prema tome brže iskorištavaju hraniva pa lako topljivih tvari manje ostaje za ženske biljke. I Van der Werf i Van der Berg (1995) gnojdbom s većom količinom dušika ostvaruju značajno veći udio ženskih biljaka u usjevu konoplje.

Prosječna visina biljaka kretala se od 214,9 cm u 2005. do 276,4 cm u 2004. godini (tablica 5.). Razlog manje visine biljaka u 2005. godini u odnosu na ostale dvije godine su nepovoljni klimatski uvjeti za uzgoj konoplje. Naime, Bócsa i Karus (1998) ističu da visina konoplje uvelike ovisi o oborinama tijekom lipnja. Lipanj 2005. godine bio je izrazito sušan (graf 3.) te se može pretpostaviti da je to glavni razlog niže visine biljaka u toj godini. Osim toga, u sušnim uvjetima biljka je teže usvajala hraniva te je do cvatnje postignuta manja visina biljaka, a poznato je da je nakon cvatnje rast biljaka usporen. Povećanje gustoće sjetve od 100 do 300 klijavih sjemenki/m² rezultiralo je nižim biljkama (u 2003. razlike između gustoće sjetve od 200 i 300 klijavih sjemenki/m² nisu statistički značajne). Povećanje gustoće sjetve rezultira smanjenjem visine biljke i u istraživanjima Amaducci-a i sur. (2008). S povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha visina biljaka značajno se povećavala, što je u skladu i s nekim drugim istraživanjima (Van der Werf i Van den Berg

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

Tablica 4. Odnos ženskih i muških biljaka, %

Table 4. Female/ male plants ratio, %

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki/m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Spol Sex	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				Prosjek Average
		0	60	120	180	
2003.						
100	♀	52	52	62	59	56
	♂	48	48	38	41	44
200	♀	52	51	58	57	55
	♂	48	49	42	43	45
300	♀	58	58	62	58	59
	♂	42	42	38	42	41
Prosjek/Average	♀	54	54	61	58	57
	♂	46	46	39	42	43
2004.						
100	♀	53	54	59	59	56
	♂	47	46	41	41	44
200	♀	59	64	63	59	61
	♂	41	36	37	41	39
300	♀	59	67	67	69	65
	♂	41	33	33	31	35
Prosjek/Average	♀	57	62	63	63	61
	♂	43	38	37	37	39
2005.						
100	♀	55	51	60	60	56
	♂	45	49	40	40	44
200	♀	54	53	58	62	57
	♂	46	47	42	38	43
300	♀	54	53	58	63	57
	♂	46	47	42	37	43
Prosjek/Average	♀	54	52	59	62	57
	♂	46	48	41	38	43

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

1995). U sve tri godine istraživanja najveća visina biljaka izmjerena je pri sjetvi 100 klijavih sjemenki/m² uz gnojidbu sa 180 kg N/ha. Prosječna debljina stabljike kretala se od 0,81 u 2005. do 0,97 cm u 2004. godini (tablica 5.). U sve

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

Tablica 5. Prosječne vrijednosti visine biljaka (cm) i debljine stabljike (cm)

Table 5. Plant height (cm) and stem thickness, average (cm)

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki./m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Visina biljke (cm) Plant height (cm)					Debljina stabljike (cm) Stem thickness (cm)				
	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)					Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				
	0	60	120	180	Prosjek Average	0	60	120	180	Prosjek Average
2003.										
100	218,9	256,0	279,1	300,9	263,7	0,58	0,87	1,12	1,29	0,97
200	229,7	235,4	250,2	250,7	241,5	0,62	0,74	0,83	0,87	0,77
300	216,9	242,9	243,7	244,8	237,1	0,62	0,68	0,88	0,90	0,77
Prosjek/ Average	221,8	244,8	257,7	265,5	247,4	0,61	0,76	0,94	1,02	0,83
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	6,96	7,12	12,25			0,06	0,06	0,11		
LSD _{0,01}	10,13	9,55	16,37			0,09	0,08	0,14		
2004.										
100	208,3	303,5	326,1	333,9	293,0	0,68	1,10	1,33	1,35	1,12
200	230,9	257,1	293,9	308,6	272,6	0,70	0,77	0,98	1,26	0,93
300	224,0	260,0	279,7	291,1	263,7	0,59	0,71	0,96	1,15	0,85
Prosjek/ Average	221,1	273,5	299,9	311,2	276,4	0,66	0,86	1,09	1,25	0,97
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	7,51	6,27	11,47			0,02	0,02	0,03		
LSD _{0,01}	10,93	8,41	15,36			0,03	0,03	0,06		
2005.										
100	172,4	199,8	237,1	272,9	220,5	0,61	0,76	0,87	1,16	0,85
200	173,4	216,1	231,2	245,9	216,6	0,57	0,84	0,90	0,98	0,82
300	163,9	204,1	222,8	239,3	207,5	0,56	0,66	0,87	0,99	0,77
Prosjek/ Average	169,9	206,7	230,4	252,7	214,9	0,58	0,75	0,88	1,04	0,81
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	1,15	3,13	4,78			0,03	0,02	0,04		
LSD _{0,01}	1,67	4,19	6,40			0,04	0,03	0,06		

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

tri godine istraživanja s povećanjem gustoće sjetve debljina stabljike značajno se smanjuje (izuzev gustoće sjetve 200 i 300 klijavih sjemenki/m² u 2003.), što

je u skladu s istraživanjima Amaducci-a i sur. (2008). Povećanje gnojidbe dušikom od 0 do 180 kg/ha u sve tri godine istraživanja rezultiralo je značajnim povećanjem debljine stabljike. I Starčević (1996) je s povećanjem gnojidbe dušikom utvrdio značajno povećanje debljine stabljike. U sve tri godine istraživanja značajno najveća debljina stabljike izmjerena je pri sjetvi 100 klijavih sjemenki/m² uz gnojidbu sa 180 kg N/ha.

Prosječna tehnička dužina stabljike kretala se od 146,5 cm u 2005. do 186,4 cm u 2004. godini (tablica 6.). Gustoća sjetve imala je statistički značajan utjecaj na tehničku dužinu samo u 2004. godini kada je sjetva 100 klijavih sjemenki/m² rezultirala najvećom tehničkom dužinom stabljike.

S povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha tehnička dužina se povećava (bez statistički značajnih razlika između gnojidbe sa 60, 120 i 180 kg N/ha u 2003. godini te između gnojidbe sa 60 i 120 kg N/ha u 2004. godini). Međutim, treba imati na umu da su gnojidbom s većim količinama dušika biljke postigle znatno veću visinu, što se onda odrazilo i na veću tehničku dužinu stabljike.

Osim visine, debljine i tehničke dužine stabljike za procjenu kvalitete stabljike vrlo je važan i broj nodija na stabljici te dužina internodija. Polazi se sa stanovišta da biljke s manjim brojem nodija, odnosno duljim internodijima bolje izgrađuju vlakno i ono se manje prekida u koljencima.

U sve tri godine provedenih istraživanja utvrđeno je prosječno 9,11 nodija po stabljici konoplje (tablica 7.). Dužina internodija kretala se prosječno od 18,23 do 20,53 cm. Gustoća sjetve imala je značajan utjecaj na dužinu internodija u 2004. i 2005. godini. U 2004. godini najveća dužina internodija izmjerena je pri srednjoj gustoći sjetve bez statistički značajnih razlika u odnosu na sjetvu 100 klijavih sjemenki/m². U 2005. godini sjetva 300 klijavih sjemenki/m² rezultirala je značajno najvećom dužinom internodija. U istraživanjima Van der Werf-a i sur. (1995) manja gustoća sjetve rezultira većom dužinom internodija dok Amaducci i sur. (2002) u gušćem sklopu ostvaruju veću dužinu internodija.

U 2003. i 2004. godini najveća dužina internodija ostvarena je pri gnojidbi sa 60, a u 2005. gnojidbom sa 180 kg N/ha.

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

Tablica 6. Prosječne vrijednosti tehničke dužine stabljike (cm)

Table 6. Technical stem length, average (cm)

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki./m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				Prosjek Average
	0	60	120	180	
2003.					
100	164,5	195,3	195,7	193,7	187,3
200	171,8	180,8	198,8	200,6	188,0
300	166,1	189,6	181,3	189,9	181,7
Prosjek/Average	167,5	188,6	191,9	194,7	185,7
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	NS	6,28	10,95		
LSD _{0,01}	NS	8,24	NS		
2004.					
100	142,0	186,3	237,3	247,9	210,6
200	163,6	187,1	109,8	211,4	168,0
300	156,7	170,9	194,4	200,0	180,5
Prosjek/Average	154,1	178,1	180,5	219,8	186,4
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	6,14	6,62	11,24		
LSD _{0,01}	8,93	8,88	15,02		
2005.					
100	108,9	135,1	167,1	177,4	147,1
200	118,4	146,0	157,5	159,9	145,5
300	110,5	144,8	153,5	179,3	147,0
Prosjek/Average	112,6	142,0	159,4	172,2	146,5
	GS	G	GS X G		
LSD _{0,05}	NS	3,10	4,87		
LSD _{0,01}	NS	4,15	6,50		

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

Zvezdana Augustinović i sur.: Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom

Tablica 7. Prosječne vrijednosti broja nodija po biljci i prosječne dužine internodija (cm)

Table 7. Number of nodes per plant and internodes length, average (cm)

Gustoća sjetve (klijavih sjemenki /m ²) Sowing density (viable seed/m ²)	Broj nodija/biljci Number of nodes/plant					Dužina internodija (cm) Internodes length (cm)				
	Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)					Količina dušika (kg/ha) Quantity of nitrogen (kg/ha)				
	0	60	120	180	Prosjek Average	0	60	120	180	Prosjek Average
2003.										
100	7,99	9,01	9,41	9,73	9,04	20,56	21,67	20,76	19,99	20,75
200	8,27	8,76	9,62	9,72	9,09	20,87	20,67	20,73	20,70	20,74
300	8,78	9,08	8,98	9,20	9,01	18,90	20,86	20,20	20,48	20,11
Prosjek/ Average	8,35	8,95	9,34	9,55	9,05	20,11	21,07	20,56	20,39	20,53
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	NS	0,25	0,43			NS	0,56	1,08		
LSD _{0,01}	NS	0,34	0,56			NS	NS	NS		
2004.										
100	8,44	10,06	11,82	12,46	10,70	17,09	21,52	20,18	20,00	19,70
200	8,36	9,26	10,58	10,92	9,78	19,79	20,58	19,94	19,44	19,94
300	9,02	9,14	10,70	11,30	10,04	17,65	18,66	18,31	17,74	18,09
Prosjek/ Average	8,61	9,49	11,03	11,56	10,17	18,18	20,25	19,48	19,06	19,24
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	0,22	0,24	0,41			0,90	0,62	1,23		
LSD _{0,01}	0,32	0,32	0,54			1,30	0,84	1,65		
2005.										
100	6,67	8,16	9,46	9,61	8,48	16,40	16,68	17,69	18,41	17,30
200	6,83	8,21	8,05	8,77	7,97	17,45	17,90	19,54	18,28	18,29
300	5,94	7,98	8,30	9,31	7,88	18,76	18,42	18,62	20,65	19,11
Prosjek/ Average	6,48	8,12	8,60	9,23	8,11	17,54	17,67	18,62	19,11	18,23
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
LSD _{0,05}	0,16	0,17	0,29			0,56	0,49	0,88		
LSD _{0,01}	0,23	0,23	0,39			0,82	0,65	1,17		

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

GS-sowing density, G-nitrogen fertilization, GS X G-sowing density x nitrogen fertilization

ZAKLJUČCI

- U sve tri godine istraživanja u usjevu konoplje bila je izražena samoregulacija sklopa. Povećanjem gustoće sjetve kao i povećanjem količine dušika u gnojidbi signifikantno se povećao broj propalih biljaka u usjevu.
- U usjevu konoplje u sve tri godine istraživanja utvrđen je veći udio ženskih biljaka u odnosu na muške (57:43, 61:39, 57:43). Gušći sklop i veće količine dušika rezultiraju većim udjelom ženskih biljaka.
- Gušća sjetva (200 i 300 klijavih sjemenki/m²) i gnojidba s manjim količinama dušika (max 60 kg/ha) pogodni su pri uzgoju konoplje za vlakno budući da rezultiraju optimalnom debljinom stabljike (0,66 do 0,84 cm) te zadovoljavajućom visinom, tehničkom dužinom stabljike te duljinom internodija za predivi tip konoplje.

LITERATURA

1. Amaducci, S. Errani, M., Venturi, G. (2002): Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. *Italian Journal of Agronomy*, 6(2):103-111.
2. 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.
3. Butorac, Jasminka (2009): Predivo bilje. Kugler d.o.o., Zagreb, pp. 22.
4. Bócsa, I., Karus, M. (1998): The cultivation of hemp. Botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastoplo, California, pp.184.
5. FAO (2006): Guidelines for Soil Profile Description, Rome, Italy
6. Gagro, M. (1998): Industrijsko i krmno bilje. Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
7. Mediavilla, V., Leupin, M., Keller, A. (2001): Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fibre quality traits. *Industrial Crops and Products*, 13:49-56.
8. Pasković F., (1966): Predivo bilje I, Zagreb, pp. 7-170.
9. Ranalli, P. (1999): Agronomical and physiological advances in hemp crops (ed. Ranalli, P.). *Advances in hemp research*, The Haworth Press, pp. 61-84.

10. SAS Institute (1997): SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12.SAS Inst., Cary, NC
11. Starčević, Lj. (1996): Production technology of fibre hemp. *Agricultural Engineering*, 2, (1-2): 12-22.
12. 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.
13. 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.
14. Van der Werf, H.M.G., Wijlhuzen, M., De Schutter, J.A.A. (1995): Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Field Crops Research*, 40 (3): 153-164.
15. 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.

Adresa autora - Author's address:

Dr. sc. Zvezdana Augustinović
Dr. sc. Marcela Andreato-Koren
Dr. sc. Marijana Ivanek-Martinčić
Nikolina Šumbera, bacc.ing.agr.
Visoko gospodarsko učilište
M. Demerca 1, Križevci
e-mail:zaugustinovic@vguk.hr

Primljeno – Received:

15.08.2012.

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

