

Varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa konoplje za vlakno

Vladimir Sikora · Janoš Berenji · Dragana Latković

primljeno / received: 28.10.2010. prihvaćeno / accepted: 27.12.2010.
© 2011 IFVC

Izvod: U poljskim ogledima je ispitivana varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa konoplje za vlakno. U istraživanja je bilo uključeno 20 sorti koje se danas komercijalno gaje u Evropi. Varijabilnost visine biljke, prinosa stabla, sadržaja vlakna i prinosa vlakna je u ispitivanom materijalu značajna i on može poslužiti kao dobra osnova za dalji rad na oplemenjivanju i unapređenju proizvodnje konoplje za vlakno. Istraživanja su pokazala da je debljina stabla u prvom redu determinisana uslovima spoljne sredine a da je genetski faktor od manjeg uticaja na ekspresiju ovog svojstva. Kod ostalih analiziranih osobina izraženiji je značaj nasledne osnove u odnosu na uslove sredine. Korelacije između analiziranih osobina ukazuju da se veći prinosi stabla i vlakna postižu u porastima veće visine i debljeg stabla. Sa povećanjem debljine stabla povećava se i sadržaj vlakna u stablu.

Cljučne reči: komponente prinosa, konoplja za vlakno, međuzavisnost

Uvod

Konoplja kao sirovina za proizvodnju prirodnih vlakana spada među najstarije gajene biljne vrste. Tokom šezdesetih godina prošlog veka površine pod konopljom u svetu su se značajno smanjile, pre svega zbog pojave oštre konkurencije u vidu pamučnog vlakna i sintetičkih vlakana. Pored toga, kao posledica borbe protiv korišćenja marihuane u većini zapadnih država zabranjeno je gajenje i industrijske konoplje. Poslednjih godina je u okviru potrage za alternativnim kulturama obnovljen interes za konopljom iz nekoliko razloga: relativno manje potrebe za hemijskim inputima u poređenju sa intenzivnim kulturama, solidna rezistentnost prema patogenima i povećanje javne tražnje za prirodnim vlaknima (Montford & Small 1999). Tehnologija proizvodnje i industrijska primena konoplje su u zadnje vreme postali predmet istraživačkih projekata širom sveta (Cromack 1998, Ranalli 2002, Amaducci 2003, Müssig & Martens 2003, Karus & Vogt 2004).

Sadašnji sortiment industrijske konoplje gajene za vlakno obuhvata populacije slobodne oplodnje, selekcionisane populacije, kao i F1 i F2 hibride širokog stepena genetičke varijabilnosti (Bócsa & Karus 1998).

Istraživanje je bilo usmereno na ispitivanje varijabilnosti i međuzavisnosti komponenti prinosa u kolekciji konoplje za vlakno, sa ciljem utvrđivanja širine genetičke osnove za dalji rad na oplemenjivanju i unapređenju njene proizvodnje.

Materijal i metod rada

Poljski ogledi su zasnovani 2005. godine u Bačkom Petrovcu. Zemljište na kom je ogled postavljen je srednjeduboki karbonatno oglejeni černozem na lesu i lesolikim sedimentima. Sadržaj organske materije u zemljištu je bio 2,85%, pH u H₂O 8,66, P₂O₅ 46,4 mg na 100g a K₂O 57,0 mg na 100g. Pre setve su aplikovana azotna mineralna đubriva u količini od 60 kg ha⁻¹, što uz postojeći sadržaj ukupnog azota od 0,204% predstavlja optimalan nivo makroelemenata za gajenje konoplje u oblasti u kojoj je ogled postavljen (Starčević 1996, Amaducci et al. 2002a).

Ogled je obuhvatao dvadeset sorti industrijske konoplje (Tab. 1) koje se danas nalaze u proizvodnji. Pojedine sorte su posejane po slučajnom blok rasporedu u pet ponavljanja. Ogled je zasnovan po preporuci za gajenje industrijske konoplje za

V. Sikora (✉) · J. Berenji
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
D. Latković
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: vladimir.sikora@nsseme.com

vlakno (Struik et al. 2000). Setva je izvršena mehaničkom sejačicom 12. aprila. Pri setvenoj normi od 60 kg ha⁻¹ i međurednom razmaku od 12,5 cm postignut je sklop od 240 biljaka m⁻². Elementarna parcela je bila veličine 5 m² a žetva je vršena sukcesivno tokom avgusta u fazi punog cvetanja ženskih odnosno jednodomih biljaka (Mediavilla et al. 2001). Nakon što su pokošene 3 cm iznad zemlje, biljke sa pojedinih parcela su radi sušenja ostavljene u krstovima na parceli.

Sa svake parcele je odabrano 20 prosečnih biljaka na kojima je merena debljina (na visini od 30 cm) i ukupna visina stabla.

Nakon merenja prinosa vazdušno suvog stabla na pokretnoj elektronskoj vagi, sa svake elemen-

tarne parcele je uzet uzorak od 30 stabala za analizu sadržaja vlakna. Uzorkovanje je vršeno na taj način što je nakon odstranjivanja donjih 25 cm stabala odsečeno sledećih 20 cm što je predstavljalo laboratorijski uzorak.

Odvajanje vlakana od drvenastog dela stabla je vršeno u laboratoriji po metodi Bredemana (1942). Uzorci su najpre izmereni na elektronskoj vagi, a zatim kuvani tokom 1,5 h u 0,35% rastvoru NaOH da bi se omogućilo lako ručno odvajanje vlakna. Odvojena vlakna su isprana tekućom vodom i osušena u sušnici na 105°C. Na elektronskoj vagi je izmerena težina suvih vlakana. Iz odnosa težine kompletnog uzorka i težine vlakana izračunat je procentualni sadržaj vlakna u stablu. Prinos vlakna

Tabela 1. Poreklo kolekcije konoplje za vlakno
Table 1. Origin of fiber hemp collection

Poreklo / Origin	Sorta / Variety
Mađarska / Hungary	Tiborszálasi, Kompolti sárgaszárű
Francuska / France	Fédora, Futura 75, Felina 34, Futura žuta
Italija / Italy	Chameleon, Dioica 88, Epsilon 68, Carmagnola, CS, Silesia, Fibrinova
Rumunija / Romania	Lovrin 110, Secuieni
Rusija / Russia	YUSO 11
Poljska / Poland	Beniko, Bialobrzeskia
Srbija / Serbia	Novosadska, Novosadska plus

Tabela 2. Srednje vrednosti komponenti prinosa konoplje za vlakno
Table 2. Mean values for yield components in fiber hemp

Sorta / Variety	Visina biljke / Plant height (cm)	Debljina stabla / Stem diameter (cm)	Prinos stabla / Stem yield (t ha ⁻¹)	Sadržaj vlakna / Fiber content (%)	Prinos vlakna / Fiber yield (t ha ⁻¹)
Fédora	177	5,5	8,8	25,2	2,2
Tiborszálasi	225	5,5	14,1	23,2	3,3
Chameleon	211	5,6	9,4	34,6	3,3
Dioica 88	270	5,3	17,4	31,2	5,4
Futura 75	218	5,4	12,4	32,2	3,9
Epsilon 68	219	5,0	12,5	27,8	3,5
Carmagnola	275	5,2	16,4	21,3	3,5
CS	269	5,4	18,1	22,8	4,1
Felina 34	187	5,5	9,9	29,7	2,9
Fibrinova	260	5,5	19,5	29,5	5,7
Futura žuta	207	5,6	10,0	26,6	2,6
Kompolti sárgaszárű	225	5,6	12,9	27,2	3,5
Lovrin 110	206	5,5	14,3	23,4	3,4
YUSO 11	195	5,5	10,6	26,5	2,8
Silesia	166	5,5	8,8	30,6	2,7
Secuieni	191	5,0	13,4	24,6	3,3
Beniko	197	5,1	12,1	31,4	3,8
Bialobrzeskia	195	5,4	10,5	30,8	3,2
Novosadska	246	5,5	15,2	28,0	4,2
Novosadska plus	230	5,5	16,3	37,8	6,1
Prosek / Average	218	5,4	13,1	28,2	3,7
LSD _{0,05}	24	0,5	1,5	5,0	0,7
LSD _{0,01}	32	0,6	1,9	6,7	0,9

po jedinici površine je izračunat množenjem prinosa sa sadržajem vlakna (Sankari 2000).

Za obradu podataka je primenjen GEN statistički paket, pri čemu su pored analize varijanse izračunati: genotipska, ekološka i fenotipska varijansa, koeficijenti genotipske i fenotipske varijacije, heritabilnost u širem smislu i genotipske i fenotipske korelacije između ispitivanih osobina.

Rezultati i diskusija

Varijabilnost visine stabla, prinosa stabla, sadržaja vlakna i prinosa vlakna je u ispitivanom materijalu značajna, dok se kod debljine stabla (prosek 5,4 cm) ona kreće u okvirima najmanje značajne razlike (Tab. 2). Selekcija superiornih genotipova u pogledu sadržaja i prinosa vlakna je jedan od najznačajnijih agronomskih faktora unapređenja proizvodnja konoplje za vlakno (Amaducci et al. 2008), te stoga ovakva kolekcija može poslužiti kao dobra osnova za dalji rad na oplemenjivanju i unapređenju njene proizvodnje. Radi proširenja genetske osnove za analizirana, kao i za druga kvantitativna i kvalitativna svojstva, kolekciju bi trebalo obogatiti lokalnim populacijama.

Prosečna visina biljke analiziranog materijala iznosi 218 cm. U tom pogledu su se sa vrednostima od preko 250 cm istakle italijanske sorte Carmagnola (275 cm), Dioica 88 (270 cm) i Fibrinova (260 cm). Najveći prinos stabla (preko 15 t ha⁻¹) i vlakna (preko 4 t ha⁻¹) imaju italijanske sorte Fibrinova (19,5 t ha⁻¹ i 5,7 t ha⁻¹), CS (18,1 t ha⁻¹ i 4,1 t ha⁻¹) i Dioica 88 (17,4 t ha⁻¹ i 5,4 t ha⁻¹), kao i Novosadska plus (16,3 t ha⁻¹ i 6,1 t ha⁻¹). Prosečan prinos stabla iznosi 13,1 t ha⁻¹ a vlakna 3,7 t ha⁻¹. Sadržaj vlakna u stablu se kreće

u rasponu od 21,3 % (Carmagnola) do 37,8 % (Novosadska plus) uz prosek od 28,2.

Varijabilnost kvantitativnih svojstava je uslovljena naslednom osnovom i faktorima spoljne sredine. Udeo ovih komponenti u ukupnoj varijaciji je različit za pojedine osobine (Tab. 3). Vrednosti komponenti fenotipske varijacije pokazuju da je ekspresija većine komponenti prinosa determinisana pre svega naslednom osnovom, dok je uticaj faktora spoljne sredine slabiji. Izraženiji uticaj spoljne sredine u odnosu na naslednu osnovu genotipova je zabeležen jedino kod debljine stabla, gde je u ukupnoj fenotipskoj varijansi ($\sigma^2 = 0,16$) ekološka varijansa ($\sigma^2 = 0,15$) znatno veća u odnosu na genotipsku ($\sigma^2 = 0,01$). Fenotipska i genotipska varijansa visine biljke ($\sigma^2 = 5339,01$ i $\sigma^2 = 4978,28$) su veće od varijansi prinosa stabla ($\sigma^2 = 53,04$ i $\sigma^2 = 51,71$) i sadržaja vlakna ($\sigma^2 = 93,61$ i $\sigma^2 = 77,67$). Vrednosti varijansi za prinos vlakna su izrazito male ($\sigma^2 = 1,31$ i $\sigma^2 = 1,01$), ali i kod ove osobine svedoče o izraženijem uticaju genetske osnove na njenu ekspresiju

Genotipski koeficijent varijacije (Tab. 3) se kreće od 1,85 % za debljinu stabla do 54,73 % za prinos stabla, dok fenotipski varira u rasponu od 7,41 % za debljinu stabla do 55,43 % za prinos stabla. Kod većine svojstava je razlika između genotipskog i fenotipskog koeficijenta varijacije mala, što potvrđuje značaj genetske konstitucije genotipova u fenotipskoj manifestaciji ispitivanih svojstava. O relativno malom uticaju genotipa na debljinu stabla konoplje govori značajna razlika između fenotipskog (7,41 %) i genotipskog (1,85 %) koeficijenta varijacije za ovu osobinu.

Izrazito niska vrednost heritabilnosti u širem smislu za debljinu stabla (6 %) potvrđuje mali

Tabela 3. Genotipska (σ^2), ekološka (σ^2) i fenotipska (σ^2) varijansa; genotipski (CVg) i fenotipski (CVp) koeficijent varijacije i heritabilnost (h^2) komponenti prinosa konoplje za vlakno

Table 3. Genotypic (σ^2), ecologic (σ^2) and phenotypic (σ^2) variance, genotypic (CVg) and phenotypic (CVp) variation coefficient and heritability (h^2) for yield components in fiber hemp

Osobina / Trait	σ^2	σ^2	σ^2	CVg (%)	CVp (%)	h^2 (%)
Visina biljke / Plant height	4978,28	360,73	5339,01	32,37	33,52	0,93
Debljina stabla / Stem diameter	0,01	0,15	0,16	1,85	7,41	0,06
Prinos stabla / Stem yield	51,71	1,33	53,04	54,73	55,43	0,97
Sadržaj vlakna / Fiber content	77,67	15,94	93,61	31,25	34,31	0,83
Prinos vlakna / Fiber yield	1,01	0,30	1,31	27,31	31,10	0,77

udeo genotipske u ukupnoj fenotipskoj varijabilnosti (Tab. 3). Kod ostalih komponenti prinosa vrednosti heritabilnosti u širem smislu su izrazito velike i kreću se od 77 % za prinos vlakna do 97 % za prinos stabla.

Za uspešno oplemenjivanje je pored poznavanja genetičkog porekla, heritabilnosti, strukture genotipske i fenotipske varijabilnosti materijala potrebno poznavanje i međuzavisnosti funkcionalno povezanih svojstava. Zbog toga poseban značaj zauzimaju genotipske korelacije koje ukazuju na pravac mogućih promena

visinom biljke ($r_g = 0,309$ i $r_p = 0,273$) i prinosom stabla ($r_g = 0,363$ i $r_p = 0,350$), dok prinos stabla zavisi od visine biljke ($r_g = 0,176$ i $r_p = 0,174$). Debljina stabla je u negativnoj korelaciji sa visinom biljke ($r_g = -0,118$ i $r_p = -0,090$), prinosom stabla ($r_g = -0,209$ i $r_p = -0,148$) i prinosom vlakna ($r_g = -0,200$ i $r_p = -0,109$), što u praksi znači da se veći prinosi stabla i vlakna postižu u porastima veće visine i debljeg stabla. Sa povećanjem debljine stabla povećava se i sadržaj vlakna u stablu ($r_g = 0,193$ i $r_p = 0,108$).

Tabela 4. Genotipske (iznad dijagonale) i fenotipske (ispod dijagonale) korelacije komponenti prinosa konoplje za vlakno

Table 4. Genotypic (above diagonal) and phenotypic (below diagonal) correlation for yield components in fiber hemp

Osobina / Trait	Visina biljke / Plant height	Debljina stabla / Stem diameter	Prinos stabla / Stem yield	Sadržaj vlakna / Fiber content	Prinos vlakna / Fiber yield
Visina biljke / Plant height		-0,118	0,176	-0,035	0,309
Debljina stabla / Stem diameter	-0,090		-0,209	0,193	-0,200
Prinos stabla / Stem yield	0,174	-0,148		-0,032	0,363
Sadržaj vlakna / Fiber content	-0,034	0,108	-0,034		0,182
Prinos vlakna / Fiber yield	0,273	-0,109	0,350	0,309	

pod uticajem primenjenih metoda selekcije. Prema prethodnim istraživanjima neki agronomski faktori koji nisu bili obuhvaćeni našim ogledima, poput gustine porasta i vremena žetve imaju odlučujuću ulogu u determinaciji proizvodnje vlakna konoplje u smislu kvantiteta i kvaliteta (Van der Werf et al. 1995, Struik et al. 2000, Mediavilla et al. 2001, Amaducci et al. 2002b) i industrijske primene (Keller et al. 2001).

Iz vrednosti koeficijenata korelacije se vidi da su u većini slučajeva genotipske korelacije (iznad dijagonale) nešto veće u odnosu na fenotipske (ispod dijagonale) (Tab. 4). Manje vrednosti genotipske u poređenju sa fenotipskom korelacijom su između prinosa stabla i sadržaja vlakna ($r_g = -0,032$ i $r_p = -0,034$) i prinosa i sadržaja vlakna ($r_g = 0,182$ i $r_p = 0,309$). Redosled ostalih koeficijenata fenotipske je sličan redosledu koeficijenata genotipske korelacije i ukazuje na to da je prinos vlakna u najvećoj meri determinisan

Zaključak

Varijabilnost visine stabla, prinosa stabla, sadržaja vlakna i prinosa vlakna je značajna u ispitivanom materijalu konoplje za vlakno i ona može poslužiti kao dobra osnova za dalji rad na oplemenjivanju i unapređenju proizvodnje, s tim da bi postojeću kolekciju trebalo dopuniti lokalnim populacijama.

Na ekspresiju visine stabla, prinosa stabla, sadržaja vlakna i prinosa vlakna značajniji uticaj ima genetski faktor, dok je debljina stabla u prvom redu determinisana uslovima spoljne sredine.

Veći prinosi stabla i vlakna se postižu u porastima veće visine i debljeg stabla. Sa povećanjem debljine stabla takođe se povećava sadržaj vlakna u stablu.

U daljem radu treba obratiti pažnju na uticaj agronomskih faktora poput vremena žetve i gustine porasta na komponente prinosa i kvaliteta konoplje za vlakno.

Literatura

- Amaducci S (2002a): Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. *Ital. J. Agron.* 6: 103-111
- Amaducci S, Errani M, Venturi G (2002b): Plant population effect on fibre hemp morphology and production. *J. Ind. Hemp* 7: 33-60
- Amaducci S (2003): HEMP-SYS: design, development and up-scaling of a sustainable production system for HEMP textiles - an integrated quality SYStem approach. *J. Ind. Hemp* 8: 79-83
- Amaducci S, Zatta A, Pelatti F, Venturi G (2008): Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp fibre and implication for innovative production system. *Field Crop Res.* 107: 161-169
- Bócsa I, Karus M (1998): The hemp cultivation. Botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastopol, CA
- Bredeman G (1942): Die bestimmung des fasergehaltes bei massenuntersuchungen von hanf, flachs, fasernesseln und anderen bastfaserpflanzen. *Faserforschung* 16: 14-39
- Cromack H T H (1998): The effect of cultivation and seed density on the production and fibre content of *Cannabis sativa* in southern England. *Ind. Crops Prod.* 7: 205-210
- Karus M, Vogt D (2004): European hemp industry: cultivation, processing and product lines. *Euphytica* 140: 7-12
- Keller A, Leupin M, Mediavilla V, Wintermantel E (2001): Influence of the growth stage of industrial hemp on chemical and physical properties of the fibres. *Ind. Crop Prod.* 13: 35-48
- Mediavilla V, Leupin M, Keller A (2001): Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fiber quality traits. *Ind. Crops Prod.* 13: 49-56
- Montford S, Small E (1999): Measuring harm and benefit: The biodiversity friendliness of *Cannabis sativa*. *Global Biodiversity* 8: 2-13
- Müssig J, Martens R (2003): Quality aspects in hemp fibre production – influence of cultivation, harvesting and retting. *J. Ind. Hemp* 8: 11-32
- Ranalli P (2002): Hemp in Italy: a new research project. *J. Ind. Hemp* 7: 139-141
- Sankari H (2000): Comparison of bast fibre yield and mechanical fibre properties of hemp cultivars. *Ind. Crops Prod.* 11: 73-84
- Starčević Lj (1996): Tehnologija gajenja konoplje za vlakno. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 26: 39-53
- Struik PC, Amaducci S, Bullard MJ, Stutterheim NC, Venturi G, Cromack HTH (2000): Agronomy of fibre hem in Europe. *Ind. Crops Prod.* 11: 107-118
- Van der Werf H M G, Wijlhuizen M, de Schutter J A A (1995): Plant density and self-thinning yield and quality of fiber hemp. *Field Crop Res.* 40: 153-164

Variability and Interrelation of Yield Components in Fiber Hemp

Vladimir Sikora¹ · Janoš Berenji¹ · Dragana Latković²

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

²Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

Summary: Variability and interrelation of yield components in fiber hemp were analysed in field experiments. This research included 20 commercial varieties currently being cultivated in Europe. Significant variability was determined for plant height, stem yield, fiber content and fiber yield, so these materials can be useful as a good base for future fiber hemp breeding and production improvement. Stem diameter was predominantly determined by ecological factors, and genetic background of examined varieties had small influence on expression of this trait. Regarding expression of other yield components, influence of genetic factors was more important than environmental conditions. Correlation between analyzed traits shows that high stem and fiber yield are achieved in higher populations of fiber hemp with thicker stem. Fiber content increased with stem thickness increase.

Key words: fiber hemp, interrelation, yield components