

JEDNODOMA INDUSTRIJSKA KONOPLJA

Anamarija Stojanović, Vladimir Sikora, Milka Brdar-Jokanović, Biljana Kiprovska*

Izvod: Industrijska konoplja je biljka koja po većini kriterijuma odlično se uklapa u ordžive sisteme poljoprivredne proizvodnje. Iz vlakna, stabljike, zrna i kanabinoida konoplje dobija se gotovo 20 000 krajnjih proizvoda, nije preterano zahtevna za inputima i nema veliki uticaj na životnu sredinu. Proizvodnja industrijske konoplje je u uskoj sprezi sa reproduktivnom biologijom same vrste. I dvodome i jednodome sorte postoje i gaje se, međutim jedino jednodome omogućavaju mehanizovanu žetvu i vlakna (stabljike) i zrna. Kvantitativne varijacije u ekspresiji seksualnosti (polnosti) značajno utiču kako na sam proces oplemenjivanja tako i na proizvodnju industrijske konoplje.

Ključne reči: industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.), pol, jednodomost

Uvod

Industrijska konoplja je jedna od samo nekoliko dvodomih gajenih biljnih vrsta. Muške biljke (belojke) nose muške cvetove koje stvaraju polen. Cvetovi ženskih biljaka (crnojke) imaju plodnike iz kojih će se, nakon oprašivanja, razviti plod-oraščić. Dvodomost je od velike važnosti kada je reč o gajenju industrijske konoplje. Biljke različitog pola razlikuju se kako po vremenu sazrevanja tako i po ekonomskoj vrednosti. Tako belojke sazrevaju 5 do 6 nedelja ranije od ženskih biljaka. Nejednako sazrevanje biljaka oba pola u mnogome otežava organizaciju žetve i proizvodnju vlakna i zrna industrijske konoplje. Iz ovog razloga, žetva muških biljaka mora se izvršiti ranije od žetve ženskih biljaka što angažuje veći utrošak rada i, usled gaženja ženskih biljaka, značajno smanjuje prinos zrna i vlakna. Ukoliko se žetva vrši jednovremeno po sazrevanju muških biljaka, rezultat su muške biljke dobrog kvaliteta vlakna i ženske biljke lošeg vlakna i bez zrna. U slučaju jednovremene žetve po sazrevanju ženskih biljaka, dobija se dobar prinos zrna i loše vlakno jer vlakno muških biljaka u momentu sazrevanja ženskih gube tehničku vrednost.

Iz ovih razloga pojavila se potreba izučavanja genetičke prirode pola industrijske konoplje i dobijanje jednodomih sorti istovremenog sazrevanja biljaka oba pola. Dobijanjem ovakvih varijeteta olakšalo bi se gajenje i mehanizovana žetva i ubrzao selekcion rad.

Seksualnost industrijske konoplje

Dvodomost se smatra prirodnom formom industrijske konoplje (Berenji i Sikora, 2011). Muške i ženske biljke nose jednodome cvetove i karakteriše ih polni dimorfizam: muške biljke ranije sazrevaju i po pravilu su više i tanje od ženskih. Ženske biljke

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;
*Autor za kontakte, E-mail: anamarija.stojanovic@ifvns.ns.ac.rs.

dvodome konoplje u somatskim ćelijama imaju 9 pari somatskih i jedan par XX hromozoma koji određuju ženski pol. Deseti par hromozoma kod biljaka muškog pola čine XY hromozomi (Menzel, 1964). Zahvaljujući ovakvom nasleđivanju pola, svaka naredna generacija dvodome konoplje sastoji se od (teoretski) jednakog broja muških i ženskih biljaka (Berenji i Sikora, 2011).

Jedna od niza specifičnosti industrijske konoplje je i, osim dvodomog, postojanje i jednodomog kao i niza prelaznih polnih tipova (Senčenko i Timonin, 1978). Fenotipski jednodoma konoplja podseća na crnojk u dvodomom usevu javlja se učestalošću od 10 do 20 biljaka po hektaru (Berenji i Sikora, 2011). Jednodomost se recesivno nasleđuje i prema Neuer i Sengbusch, (1943) i Hoffmann, (1961) moguće ju je genetski ustaliti.

Položaj i brojevi odnos muških i ženskih cvetova u cvastima jednodome industrijske konoplje izučavali su Neuer i Sengbusch (1943) i definisali klasifikacioni sistem - vodič za selekciju potpunih jednodomih tipova konoplje. Prema ovom sistemu postoje sledeće međupolne (intersex) forme jednodome konoplje, sve u tipu ženske biljke (Bócsa i Karus, 1998):

- Jednodomi tip prvog stepena- jednodoma biljka sa 80-90% muških cvetova;
- Jednodomi tip drugog stepena- jednodoma biljka sa 60-70% muških cvetova;
- Jednodomi tip trećeg stepena- jednodoma biljka sa 40-50% muških cvetova;
- Jednodomi tip četvrtog stepena- jednodoma biljka sa 10-30% muških cvetova;
- Jednodomi tip petog stepena- biljka sa manje od 10% muških cvetova. Lako može da se greškom determiniše kao ženska biljka pogotovo ako su, ionako retki muški cvetovi već opali.

Prema ovoj klasifikaciji, jednodome biljke drugog i trećeg stepena su nazvane idealnim jednodomim tipovima i predstavljaju osnovu za oplemenjivanje jednodomih konoplji. Ovaj metod polne selekcije omogućava postizanje 99% jednodomosti populacije i opšte je prihvaćen među selekcionerima i oplemenjivačima jednodome konoplje. Međutim, muške dvodome biljke se pojavljuju u povećanom broju u narednim generacijama, čak i ako nisu bile prisutne u početnoj populaciji te je u praksi nemoguće postići genetski čist i stabilan usev jednodome konoplje kako se ranije tvrdilo (Bócsa i Karus, 1998).

Selekcija i problemi očuvanja jednodomosti

Stvaranje jednodomih sorti industrijske konoplje započeto je sa ciljem da se reši problem polnog dimorfizma dvodome konoplje i da se seksualnost promeni u smeru što većeg udela biljaka ženskog fenotipa (Berenji i Sikora, 2011). Iako je u oplemenjivanje jednodome konoplje uloženo puno napora, ove sorte su dugo bile zanemarene jer su manje pogodne za tekstilnu industriju od dvodomih.

Tendencija postepenog vraćanja u prirodno stanje dvodomosti predstavlja posebnu poteškoću pri održavanju jednodomih sorti konoplje (Beherec, 2009). Jednodomost je vrlo nestabilna forma industrijske konoplje i pri tom podložna različitim pedoklimatskim uticajima: skraćenje fotoperioda ima snažan feminizirajući, a povećana snabdevenost biljaka azotom maskulizirajući efekat na biljke industrijske konoplje (Berenji i sar., 2013). Osnovni rad na dobijanju konoplje sa jednovremenim

sazrevanjem oba pola jeste feminiziranje muških biljaka koji imaju vegetacioni period jednak ženskim biljkama ili maskuliziranje biljaka, kod kojih dužina vegetacije varira prema vegetaciji običnih muških biljaka. Feminiziranje znači pretvaranje muških biljaka u ženske, na kojoj su svi cvetovi ženski i jednodomi, a maskuliziranje znači pretvaranje ženskih biljaka u muške, kod kojih su svi cvetovi muški i jednodomi. Ovo se postiže ukrštanjem i individualnim odabirom ukrštenih biljaka, selekcijom čistih odlika jednodome konoplje. Maskulizirani fenotipovi su povezani sa većom osetljivošću na gljivična oboljenja dok feminizirani ostvaruju veće prinose zrna.

Ukrštanje linija i sorata jednodomih konoplji dodatno otežava i dug period cvetanja koji kod industrijske konoplje traje 15-30 dana (Grabowska i sar., 2004) kao i nemogućnost mehaničkog ukljanjanje svih muških cvetova tokom ovako dugog perioda. Jedna od metoda kontrole broja muških i ženskih cvetova na jednodomim biljkama konoplje je i tretman različitim gametocidima. Kod nekih genotipova industrijske konoplje moguće je delimično ili potpuna izmena pola biljaka konoplje tretmanima različitim hemijskim agensima (Moliterni i sar., 2004). Agensi koji inhibiraju biosintezu ili aktivnost etilena poput aminoetoksivinilglicina, srebrotiosulfata ili srebronitrata imaju maskulizirajući efekat dok prekursori ili aktivatori biosinteze etilena poput etefona imaju feminizirajući efekat. Smatra se da sposobnost promene polnosti biljka konoplje ima genetsku osnovu; neki ekotipovi kao što je italijanska Karmanjola su vrlo otporni na promenu pola, dok su biljke sorte Fibranova u velikom stupnju otporne na tretmane maskulizacije ili feminizacije hemijskim agensima (Moliterni i sar., 2004).

Oplemenjivači su razvili različite strategije kako bi održali karakteristike jednodome konoplje (Berenji i sar., 2013):

1. Sorte gde 100% populacije čine jednodome biljke. U ovim sortama prisutni su svi tipovi jednodomosti uključujući i maskulizirane linije. Ekspresija pola u ovakvim sortama zavisi od niza pedoklimatskih faktora. Najraširenije su u Poljskoj i Ukrajini.
2. Sorte sastavljene iz smeša ženskih i jednodomih biljaka. Proizvodnja semena je u suštini osigurana prisustvom ženskih i u izvesnoj meri feminiziranim jednodomim biljkama dok oprašivanje osigurava prisustvo jednodomih biljki. Ovakve sorte dopuštaju upravljanje uticajima pedoklimatskih faktora na ekspresiju polnosti i kontrolisanje broja maskuliziranih linija. Ova praksa je razvijena u Francuskoj, šezdesetih godina prošlog veka i zadržala se i do danas.

Treba voditi računa da je uzgoj jednodome konoplje opravdan jedino ukoliko se ona gaji u dualne svrhe-i za vlakno i za zrno. Ukoliko se dvodoma konoplja gaji za vlakno i zrno, stabljike muških biljaka lignificiraju i lome se pre sazrevanja ženskih biljaka. Ovo nije slučaj u proizvodnji jednodomih sorti jer svaka biljka poseduje osobine ženske biljke i sve jednovremeno sazrevaju. Ovakvo simultano sazrevanje ne utiče na žetvu i prinos vlakna jer su stabljike još uvek zelene.

Mada se jednodoma konoplja gotovo uopšte ne gaji kao usev u Mađarskoj, ipak se uzgaja kao muška roditeljska linija nekih unisex sorata. Oplemenjivanje jednodomih konoplja se zato u ovoj zemlji odvija u dva paralelna pravca. Prvi je stabilizacija jednodomosti kao „veštačkog“ stanja koje ne može da se održi bez učešća čoveka. Mada se 0,1 do 0,2% jednodomih formi javlja u svakom dvodomom usevu konoplje, ova osobina se nasleđuje recesivno i brzo se gubi dominantnom dvodomošću. Drugi pravac ili cilj oplemenjivačkih programa Mađarske je povećanje sadržaja vlakna. Široko raširena

Bradmanova metoda selekcije na povećanje sadržaja vlakna se kod jednodomih konoplji ne može primeniti jer je moguća jedino selekcija ženskih biljaka. U poređenju sa efikasnošću selekcije dvodomih konoplji na sadržaj vlakna, ovaj pravac je kod jednodomih konoplji upola manje efikasan. Oplemenjivanje dodatno komplikuje neophodnost održavanja određenog stepena jednodomosti, niskog sadržaja THC-a i sorte čistoće.

Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada je uprkos znatnim naporima stvorio sortu jednodome konoplje Helena namenjenu proizvodnji kako vlakna tako i zrna, cveta i lista.

Zaključak

Uprkos maloj veličini i teškoćama sa kojima se susreće poslednjih nekoliko decenija, industrija konoplje je uspela razviti sorte koje mogu odgovoriti tehničkim i zakonodavnim izazovima. Naučni alati dostupni danas omogućiće razvoj i unapređenje sorata poboljšanih agronomskih performansi, obraćajući se novim zahtevima industrije i sve većeg tržišta.

Literatura

- Beherec O. (2009). FNPC's hemp breeding and CCPS seeds's production. Objavljeno u *Zbornik radova EIHA Conference*, 13-16. Wolfsburg, Germany.
- Berenji J., Sikora V. (2011). Semenarstvo i oplemenjivanje konoplje. Objavljeno u *Semenarstvo*, Milošević M., Kobiljski B. (eds.), 769-830. Novi Sad, Srbija: Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Berenji J., Sikora V., Fournier G., Beherec O. (2013). Genetics and Selection of Hemp. Objavljeno u *Hemp: Industrial Production and Uses*, Bouloc P., Allegret S., Arnaud L. (eds.), 48-71. Oxfordshire, UK: CABI.
- Bócsa I., Karus M. (1998). *The cultivation of hemp: botany, varieties, cultivation and harvesting*. Nordenson S. (ed.). Sebastopol, U.S.A.: HempTech.
- Grabowska L., Mankowska G., Orlov N., Orlova L. (2004). Application of 2-Chloroethylphosphonic acid in breeding oh monoecious hemp. *Journal of Natural Fibers*. 1(3): 15-22.
- Hoffmann W. (1961). Hanf. *Cannabis sativa* L. Objavljeno u *Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. V.*, Kappert H., Rudolf W. (eds), 204-261. Bln.-Hbg., Germany: Paul Parey.
- Menzel M. Y. (1964). Meiotic chromosomes of monoecious Kentucky hemp (*Cannabis sativa* L.). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 91(3): 193-205.
- Moliterni V. M. C., Cattivelli L., Ranalli P., Mandolin G. (2004). The sexual differentiation of *Cannabis sativa* L.: A morphological and molecular study. *Euphytica*. 140: 95-106.
- Neuer H., Sengbusch R. (1943). Die Geschlechtsvererbung bei Hanf und die Züchtung eines monözischen Henfed. *Der Züchter*. 15: 49-62.
- Senčenko G. I., Timonin M. A. (1978). *Konoplja* (na ruskom). Moskva, SSSR: Kolos.

MONOECIOUS HEMP

Anamarija Stojanović, Vladimir Sikora, Milka Brdar-Jokanović, Biljana Kiprovska*

Abstract

Hemp has the right profile to fit into a sustainable farming system: it is used for a nearly 20 000 end products derived from its seeds and cannabinoids, fiber and wooden core and it is a low-input crop with low environmental impact. The production of hemp is greatly affected by its reproductive features. Dioecious and monoecious cultivars exist but only the monoecious cultivars allow the mechanical harvest of both stems and seeds. The quantitative variation of the sex expression has significant implications for both breeding and cultivation.

Key words: hemp (*Cannabis sativa* L.), sex, monoecy