

UDK

## EFIKASNOST RAZLIČITIH METODA SELEKCIJE U OPLEMENJIVANJU CRVENE DETELINE (*Trifolium pratense* L.)

VASILJEVIĆ Sanja<sup>1</sup>, ŠURLAN-MOMIROVIĆ Gordana<sup>2</sup>, Dane LUKIĆ<sup>1</sup>, Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>2</sup>,  
Slobodan KATIĆ<sup>1</sup>, Vojislav MIHAILOVIĆ<sup>1</sup>, Dragan MILIĆ<sup>1</sup>, Aleksandar MIKIĆ<sup>1</sup>

**IZVOD:** Glavni zadatak u oplemenjivanju crvene deteline, druge po značaju višegodišnje krmne leguminoze je stvaranje sorti koje daju visok prinos krme, odličnog kvaliteta. Zadaci postavljeni pri stvaranju sorti crvene deteline rešavaju se primenom različitih metoda selekcije. Dosadašnja istraživanja su pokazala da su najznačajnije metode koje se koriste u oplemenjivanju crvene deteline: masovna selekcija, individualna selekcija, rekurentna fenotipska selekcija i polikros metod. Masovna selekcija je jedan od najstarijih metoda, koji se pokazao veoma efikasnim za popravku osobina sa visokom heritabilnošću. Kao veoma efikasna metode za povećanje sadržaja proteina se pokazale individualna selekcija. Rekurentna fenotipska selekcija se pokazala veoma efikasnom u selekciji na dužu stabiljku, višeglavost, perzistentnost, u stvaranju genotipova tolerantnih na preporučeni 2,4-D kao i u produkciji 2n polena. Osnovna ideja primene polikros metoda je izdvajanje klonova sa dobrim OKS, koji mogu da se iskoriste za stvaranje poboljšanih sintetičkih sorti. U novije vreme naročito se istražuju dodatne mogućnosti proširenja genetske varijabilnosti, posredstvom kontrolisanog ukerštanja (hibridizacije) i poliploidije, prevasobodno u cilju povećanja prinosa krme kod crvene deteline.

**Ključne reči:** crvena detelina (*Trifolium pratense* L.), metode selekcije, hibridizacija, poliploidija

**UVOD:** Većina ciljava u selekciji višegodišnjih krmnih leguminoza se odnosi na povećan prinos ili stabilnost prinosa krme, povećanu otpornost na niske temperature, veći udeo lista a samim tim i povećan sadržaj proteina kao i povećanu otpornost na bolesti i štetočine. Realizacija postavljenih ciljeva se postiže primenom različitih metoda na osnovu pre svega inicijative selekcionera. Za uspeh u selekcionom radu na crvenoj detelini osim adekvatno odabranih metoda selekcije veoma je važno sakupiti što raznovrsnije izvore genetičke varijabilnosti.

Zbog gametofitnog sistema inkompatibilnosti metode selekcije kao što su: masovna, rekurentna selekcija, kao i polikros metod

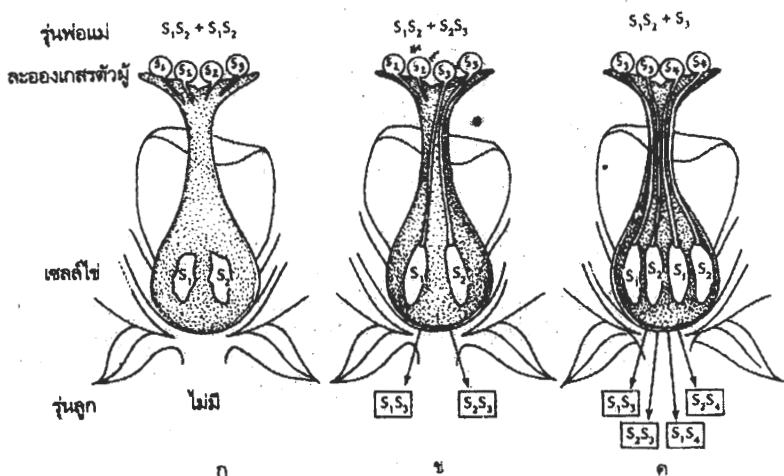
predstavljaju još uvek najefikasnije metode u oplemenjivačkom radu na crvenoj detelini. Ovaj tip inkompatibilnosti su prvi put ustanovili East i Mangelsdorf (1925) kod *Nicotiana glauca* (Šema 1). Kasnije je ustanovljeno da rastom polenove cevčice kod crvene deteline takođe upravlja gametofitni sistem inkompatibilnosti, pri čemu rast polenove cevi koji ima neki alel S se prekida u stubiću koji ima identični alel. Inače, utvrđeno je da funkcionalnost polena kod crvene deteline zavisi od serije alela u lokusu S, označenih kao S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>,...,S<sub>n</sub>. Kod diploidne crvene deteline u lokusu S pronađeno je 212 alela.

Pregledni rad (Review paper)

<sup>1</sup> Mr SANJA VASILJEVIĆ, istraživač saradnik; dr DANE LUKIĆ, viši naučni saradnik; dr SLOBODAN KATIĆ, naučni saradnik, dr VOJISLAV MIHAILOVIĆ, viši naučni saradnik; dipl. ing. DRAGAN MILIĆ, istr. pripravnik; dipl. ing. ALEKSANDAR MIKIĆ, istraživač pripravnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

<sup>2</sup> Dr GORDANA ŠURLAN-MOMIROVIĆ, redovni profesor; dr TOMISLAV ŽIVANOVIĆ, docent, Poljoprivredni fakultet, Zemun

Šema 1. Gametofitni sistem inkompatibilnosti  
 Figure 1. Gametophytic system of self-incompatibility



Iako je crvena detelina izrazito autosterilna biljna vrsta u izvesnim slučajevima može doći do samooplodnje: na račun pseudokompatibilnosti, slabljenja reakcije inkompatibilnosti pri poliploidiji i kao rezultat nastalih mutacija. Do pojave pseudokompatibilnosti odnosno samooplodnje dolazi pri visokoj temperaturi u vreme cvetanja i oplodnje, bez narušavanja genetičkog sistema inkompatibilnosti, što je naročito značajno za izdvajanje samooplodnih linija, neophodnih za kontrolisano ukrštanje, u cilju dobijanja hibrida.

## I) Metode selekcije

### Masovna selekcija

Masovna selekcija je metod odabiranja biljaka iz populacije na osnovu fenotipa i setva semena odabranih biljaka zajedno, te gajenje u sledećoj generaciji s ciljem dobivanja novih sorti i održavanja sorte čistoće već postojećih sorti (Borojević, 1991).

Veliki broj sorti crvene deteline je nastao metodom masovne selekcije (Šema 2). U prvim fazama selekcionog rada na crvenoj detelini uglavnom se primenjuje ovaj metod. Taylor and Quesenberry (1996) navode da metod masovne selekcije zauzima značajnije mesto u oplemenjivačkom radu na crvenoj detelini, pre svega zbog svoje jednostavnosti i efikasnosti. Ovaj metod se primenjuje pri radu sa divljim i lokalnim populacijama.

Novoselov-a (1986) ističe da je ovaj metod od naročitog značaja za one osobine prema kojima je već izvršena prirodna selekcija. U tom slučaju selekcioner svojim izborom ubrzava taj proces, koji već protiče u prirodnim populacijama. Masovna selekcija može biti pozitivna i negativna. Čim je heterogenija populacija, unutar koje se sprovodi masovni izbor time se postiže veći selekcioneri uspeh.

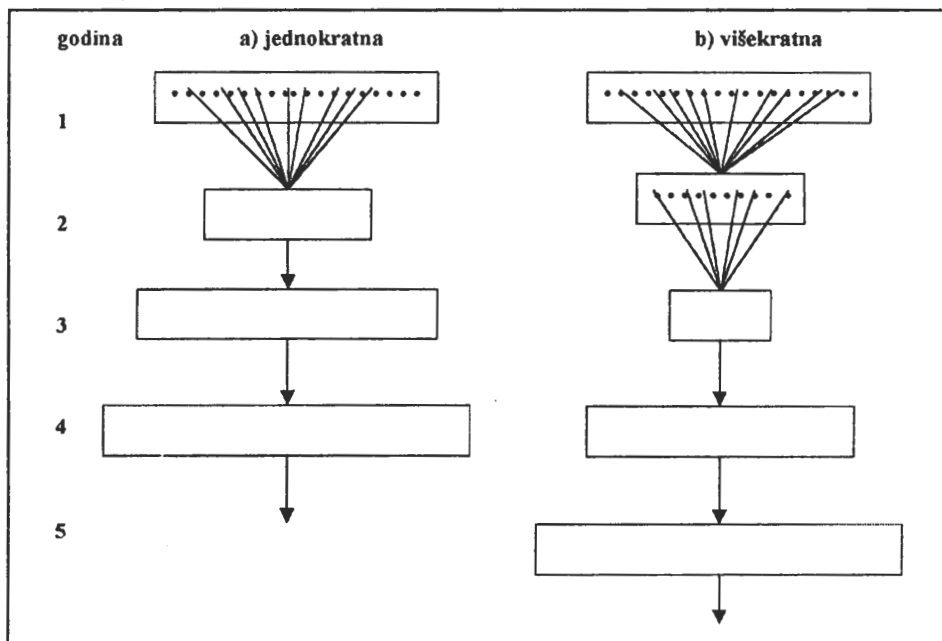
Metod masovne selekcije je naročito efikasan pri njegovoj dužoj primeni. Višekratna masovna selekcija dovodi do povećanja vrednosti niza osobina. Po mišljenju Taylor-a i Quesenberry-a (1996) povećana opšta adaptabilnost i otpornost prema patogenima može da rezultira kroz bolju perzistentnost a samim tim i viši prinos krme. Isti autori navode da metod masovne selekcije može da bude neefikasan za osobine sa niskom naslednošću, te se može desiti da se potomstvo dosta razlikuje od onoga što je prethodno odabrano. U tom slučaju korisno je primeniti višekratnu masovnu selekciju. Klasičan primer koji pokazuje efikasnost višekratnog izbora su istraživanja Lisicyn-a, 1951 (citirano po Novoselov-oj, 1986) na crvenoj detelini u toku šest ciklusa masovne selekcije za sledeće osobine: broj internodija, broj stabljika, visina biljaka i sadržaj proteina. Kao rezultat toga došlo je do povećanja u broju stabljika, broju internodija i visini

biljaka. Istovremeno primenu ovog metoda u selekciji crvene deteline otežava činjenica da su neka svojstva vezana, tako da srazmerno tome poboljšavajući selekcionni materijal u nekim svojstvima moguće ga je istovremeno pogoršati u nekim drugim svojstvima. Zbog toga je neophodno poznavati korelacione

veze između određenih morfološko-bioloških i agronomski važnih osobina. Kako pokazuje selekciona praksa, metod masovne selekcije je veoma efikasan pri radu sa veštački dobijenim tetraploidnim populacijama, naročito kada se radi o selekciji na povećanu fertilitnost tetraploida.

*Šema 2. Masovna selekcija iz lokalnih populacija kod biljaka sa vegetativnim razmnožavanjem (preuzeto od Borojević-a, 1991).*

*Figure 2. Mass selection from local landraces in plants with vegetative propagation (Borojević, 1991)*



Masovna selekcija je bila naročito efikasna za povećanje prinosa suve materije crvene deteline (Julen, 1971), kao i za identifikaciju superiornih klonova za sortu Kenstar (Taylor and Anderson, 1973). Masovnom selekcijom iz odabrane, domaće populacije crvene deteline iz okoline Valjeva (Vasiljević i sar., 2001) u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad stvorena je sorta crvene deteline Kolubara (2000).

#### **Individualna selekcija**

Metod individualne selekcije se najčešće primenjuje u prvim fazama selekcije. Najčešće se ovaj metod izbora koristi pri radu sa poliploidima ili mutantima, pri čemu se biraju pojedinačne biljke, a za kriterij izbora se uzima jedno svojstvo ili kompleks svojstava.

Obično se svaka odabrana biljka stavlja u izolaciju ili se klonira u uslovima izolacije. Individualnom selekcijom iz autohtonih populacija (Đukić i sar., 1996) stvorene su prve kruševačke sorte crvene deteline: K-17 (1971), K-3 (1973), K-9 (1977). Kombinacija metoda masovne i individualne selekcije sa ili bez testa potomstva kako navode Taylor and Smith (1979) je dovela do povećanja: prinosa suve materije, sadržaja proteina i rezistentnosti prema bolestima i insektima.

#### **Rekurentna fenotipska selekcija**

Metod rekurentne fenotipske selekcije veoma je sličan metodu masovne selekcije, s tom razlikom što se seme polusestrinskih linija češće održava pojedinačno nego u smeši. Varijansa između polusestrinskih

familija omogućava procenu naslednosti u užem smislu, za osobine na koje se vrši selekcija. Slično metodu masovne selekcije potomstvo se ne testira, te je ovaj metod najefikasniji za one osobine koje se jedno-

stavno nasleđuju. Takođe metod fenotipske rekurentne selekcije može biti efikasan za kvantitativne osobine, koje se lako identifikuju i prepoznaju.

Šema 3. Primer fenotipske rekurentne selekcije (preuzeto od Taylor-a, 1996)  
Figure 3. Example of phenotypic recurrent selection (Taylor, 1996)

Matičnjak pojedinačnih biljaka crvene deteline															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
B	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O
C	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O
D	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	O	O
E	O	O	X	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O
F	O	X	O	O	O	O	O	O	X	O	O	X	O	X	O
G	O	O	O	O	X	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O
H	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
I	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
J	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O



#### Ciklus 1

1. faza: izabere se jedna biljka (X) od ukupno deset biljaka u redu (intenzitet selekcije-10 %), ostale biljke treba ukloniti
2. faza: odabrane biljke treba staviti u kavez i omogućiti međusobno ukrštanje pčelama u cilju proizvodnje polusestrinskog potomstva
3. faza: žetva semena sa odabranih biljaka 1D, 2F, 3E, 4C, 5G, 6B



#### Ciklus 2

1. faza: naklijavanje semena u stakleniku i početak drugog ciklusa selekcije

##### Staklenik

1D	2F	3E	4C	5G	6B	7G	8C	9F	10E	11J	12F	13D	14F	15A
2F	3E	5G	9F	14F	10E	8C	1D	4C	11J	15A	7G	6B	12F	13D
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\*Svaka familija biće predstavljena sa nekoliko biljaka



Rekurentna fenotipska selekcija koja se koristi kod crvene deteline uključuje identifikaciju pojedinačnih biljaka, radi lakšeg ispitivanja (Šema 3). S obziroma da crvena detelina cveta bar dva puta godišnje postoji mogućnost odabiranja biljaka već u prvom otkosu, nakon čega se iste premeštaju u kavez koji obezbeđuje izolaciju tokom proizvodnje semena (pozitivna selekcija). S druge strane ako je rasadnik prostorno izolovan neželjene biljke bi se mogle eliminisati, tako da biljke koje ostanu mogu međusobno da se ukrštaju (negativna selekcija). Oba ova postupka omogućavaju žetvu semena polusestrinskih familija, koje može da se čuva odvojeno i identifikuje u daljim ciklusima selekcije. Ograničavanjem selekcije na jednak broj biljaka iz svake polusestrinske familije i korišćenjem velikih populacija mogao bi se izbeći uzgoj u srodstvu, tj. inbriding depresija.

Bowley et al., (1984) su nakon šest ciklusa rekurentne fenotipske selekcije uspeali da povećaju dužinu stabljike sorte Kenstar sa 53 na 73 cm u prvom otkosu. Istovremeno selekcija na povećanu dužinu stabljike je povezana sa smanjenjem broja stabljika po biljci i sa slabijom perzistentnošću.

U cilju povećanja broja cvasti posredstvom višeglavosti kod sorte crvene deteline Taylor et al. (1985) su sproveli šest ciklusa rekurentne fenotipske selekcije. Izvorni materijal za ova ispitivanja je činila sorta Kenstar sa 93 % jednoglavih cvasti. Nakon šest ciklusa selekcije zastupljenost jednoglavih cvasti je iznosila 37 %, dok je učešće višeglavih cvasti (sa dva do pet delova) činilo 63 %. Višeglavost po ciklusu selekcije se povećavala linearno od 1 do 7,4, sa koeficijentom regresije 0,92. Ipak, šest ciklusa selekcije u odnosu na ovu osobinu nije pokazalo naročitu praktičnu primenu, s obzirom na prisutan trend opadanja: broja semena po cvasti, perzistentnosti, kao i prinosa kreme.

Otkrivanjem 2n gameta (gamete sa brojem hromozoma kao kod sporophyta) kod crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) Parrot and Smith (1984) ukazuju na mogućnost stvaranja tetraploidne crvene deteline. Visoka frekvencija produkcije 2n polena je ključ za uspešnu tetraploidizaciju crvene deteline. S tim u vezi Parrott and Smith (1986) su sproveli tri ciklusa rekurentne selekcije u odnosu na produkciju 2n polena u cilju dobijanja tetraploidne crvene deteline. Prosečna produkcija 2n polena po biljci se kretala od 0,04 % u početnoj populaciji do 47,38 % u trećem

ciklusu. Heritabilnost za produkciju 2n polena je bila oko 50 %.

U cilju što efikasnijeg suzbijanja korova posredstvom odgovarajućih herbicida Taylor et al., (1989) su sproveli četiri ciklusa rekurentne fenotipske selekcije (kod 276 familija crvene deteline u polusrodstvu) u odnosu na tolerantnost prema peraparatu 2,4 D. Kao rezultat ove selekcije došlo je do povećanja tolerantnosti na prethodno pomenuti preparat za oko 35 %. Heritabilnost u užem smislu za ovu osobinu je bila blizu 50 %, a inbriding depresija u odnosu na prinos suve materije je bila zanemarljiva.

Montpetit and Coulman (1991) ističu da se perzistentnost crvene deteline poboljšava razvojem adventivnog korenovog sistema, pri čemu su nakon jednog ciklusa fenotipske rekurentne selekcije u odnosu na ovo svojstvo uočene visoke i značajne korelacije između ukupnog broja adventivnih korenova i volumena korena. Međutim isti autori su utvrdili da je heritabilnost u užem smislu za broj adventivnih korenova bila niska ( $h^2 = 30\%$ ), što umanjuje verovatnoću uspeha selekcije na povećanu perzistentnost, posredstvom povećanja broja adventivnih korenova.

#### **Polikros metod**

U selekciji višegodišnjih leguminoza oduvek se veliki značaj pridavao stvaranju polikrosnih sorti-populacija. U populacijama stranooplodnih biljaka kao što su: raž, lucerka, crvena detelina selekcionom radu se podvrgavaju heterozigoti. Stranooplodnja dovodi do uzajamnog uravnoteženja genotipova i stvaranja genetički izbalansiranih heterozigota. Novoselov-a (1986) navodi da se kod velikog broja biljaka najjači efekat heterozisa po pravilu ispoljava kod hibrida prve generacije, no složenost semenarstva, naročito višegodišnjih leguminoza uslovljava i relativno visoku vrednost hibridnog semena. To je bio razlog da se istraže i iznađu takve metode selekcije koje bi omogućile iskorišćavanje produženog dejstva heterozisa tokom narednih generacija. Najbolji uslovi za maksimalno ispoljavanje heterozisa se ostvaruju u polikrosnim populacijama, kod kojih se održava heterozigotnost za veliki broj gena, što doprinosi većoj životnoj sposobnosti populacija i produženom dejstvu heterozisa.

Metod polikrosa kako ističe Novoselov-a (1986) u selekcionom radu s višegodišnjim leguminozama i travama ima značajnu prednost u odnosu na ostale metode u

početnim etapama selekcionog rada. Među-  
tim Taylor and Quesenberry (1996) navode da  
se ovaj metod može koristiti i kao završna faza  
drugih selekcionih programa. Pomoću njega  
se mogu izdvojiti genotipovi sa dobrim OKS  
koji se prepuštaju slobodnoj oplodnji, kako bi  
se međusobno ukrstili i formirali poboljšanu  
sintetičku sortu.

Sušтина rada pomenutim metodom se  
sastoji u sledećem (Šema 4.): Zasniva se  
rasadnik u kome se ocenjuje selekcionni  
materijal, nakon čega se odaberu superiornije  
biljke koje se kloniraju (veštački razmno-

žavaju). Nakon toga se odabiraju bolji klonovi  
koji se stavljaju u prostornu izolaciju kako bi  
se proizvelo seme. Zatim sledi testiranje  
potomstva, a poželjno je da se ono obavi na  
nekoliko lokacija. Najbolja potomstva se  
odabiraju za dalji rad, a sa njima se postupa  
identično kao u prethodnom ciklusu. Na  
kraju seme najboljih klonova se požanje u  
smeši i na taj način se dobija sintetik. U slučaju  
da u komparativnim ispitivanjima ovako  
dobijen sintetik prevazilazi standard priznaje  
se kao nova sorta.

Šema 4. Polikros metoda koji je korišćen za stvaranje sorte crvene deteline Kenstar (preuzeto od  
Taylor-a, 1996)

Figure 4. Polycross method as used in the development of Kenstar red clover (Taylor, 1996)

Godina Year	Procedura Procedure	Populacije Population												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Odabrani roditelji (klonovi A do M) se izaberu i vegetativno kloniraju u polikros rasadniku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Seme odabranih klonova se proizvodi u izolaciji	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
3	Dobijeno potomstvo se testira setvom prethodno ovršenog semena, po modelu slučajnog rasporeda u više ponavljanja	p o l i k r o s t e s t p o t o m s t v a												
		C	E	M	A	L	F	B	K	D	I	G	H	J
		F	H	A	B	E	I	J	C	M	L	B	K	D
		F	L	G	K	I	E	B	C	D	A	M	A	J
		F	B	A	G	L	J	M	D	E	H	I	K	C
3-5	Utvrđuje se prinos krme, perzistentnost, kao i metričke karakteristike, pri čemu se izdvajaju superiorni klonovi na bazi performanse potomaka													
6	Superiorni klonovi se vegetativno razmnožavaju nakon čega se isti koriste za proizvodnju semena u rasadniku koji obezbeđuje izolaciju slučajan raspored i veći broj ponavljanja	D G F M K 0												
7	Seme odabranih biljaka se požanje u smeši inei sintetik	S i n t e t i k												
8	Dobijen sintetik se testira u komparativnim ogledima na nekoliko lokacija u odnosu na standard													

Najpoznatije sorte dobijene ovim  
metodom su Kenstar (Taylor and Anderson,  
1973) koja se održava sa deset roditeljskih  
klonova, VIK-7 (ruska diploidna sorta), Salynt  
(tetraploidna sorta, Novoselova et al, 1983).

Polikros metod ili modifikaciju ovog metoda  
koristio je Godunov (1984) za izdvajanje  
formi crvene deteline sa visokim OKS za  
prinos zelene krme, koje su kasnije ugrađene  
u sintetičke populacije.

Glavna prednost polikros metoda u odnosu na druge metode je ta što se može vršiti selekcija na kompleksne osobine kao što su prinos i otpornost na niske temperature. S druge strane realizacija polikros metoda zahteva puno vremena, a sam postupak je veoma skup, s obzirom da je potreban veliki prostor kako u stakleniku za reznice, tako i u polikros rasadniku. Osim toga ispitivanje potomaka na jednoj ili više lokacija zahteva angažovaniju radnu snagu. Vrlo često velik problem za održavanje klonova, a samim tim i sorti nastalih metodom polikrosa predstavljaju virusne infekcije.

## II) Hibridizacija

U selekcionom radu na crvenoj detelini već duže vreme se primenjuje metod kontrolisanog ukrštanja (intraspecies hibridizacija) koji garantuje autentičnost dobijenih hibrida, iako je taj metod teži a zametanje semena je pri takvom načinu slabije nego pri slobodnoj oplodnji. Korišćenje kontrolisanog ukrštanja kako ističe Novoselova (1986) je naročito neophodno u onim slučajevima kada u neku visokoprirodnu sortu želimo uneti poželjno agronomsko svojstvo (otpornost na bolesti, duži život, povećan sadržaj proteina, sposobnost prezimljavanja i dr.). Rezultati hibridizacije u velikom stepenu su određeni izborom roditeljskih parova, uslovima gajenja a takođe i naknadnim izborom unutar hibridnog materijala. Pojava heterozisa ili bujnost F1 generacije je važan način povećanja prinosa poljoprivrednih kultura. Iskorišćavanje efekta heterozisa jedan je od osnovnih metoda selekcije pri stvaranju novih sorti crvene, bele i hibridne deteline. Heterozis kod detelina se ispoljava pri ukrštanju sorti-populacija, posebnih genotipova, samooplodnih linija i raznih vrsta. Gametofitni sistem inkompatibilnosti kod crvene deteline omogućava da se izvrši veštačko ukrštanje (intraspecies hibridizacija) bez kastracije materinskog cveta.

Vezano za iskorišćavanje inbridinga u ispoljavanju efekta heterozisa kod diploidne crvene deteline postoje protivrečna mišljenja. Čitava plejada istraživača (Williams, 1937; Wexelsen, 1945; Krstić, 1972) je došla do zaključka da inbriding nije efikasan u selekciji crvene deteline, zbog jake depresije samooplodnih linija u odnosu na prinos zelene mase. U isto vreme Wexelsen (1945) je ukazivao na mogućnost iskorišćavanja takvih linija u

selekciji za stvaranje prostih i dvostrukih hibrida kao i za dobijanje sintetičkih sorti, pri ukrštanju nekoliko specijalno odabranih linija. Kao rezultat toga 80-ih godina prošlog veka u SAD su stvoreni prosti i dvostruki međulinijski hibridi diploidne crvene deteline.

Heterozis se takođe može ispoljiti ukrštanjem genotipova koji nisu inbridovani. Taylor and Smith (1979) navode da su najpre Novoselova i Malašenko, (1967), a potom Bekuzarova i Mamsurov, (1974) utvrdili da hibridi dobijeni od ukrštanja geografski udaljenih sorti ispoljavaju efekat heterozisa kroz viši prinos semena i krme, veličinu lista i otpornost na zimu. Neke kombinacije ukrštanja mogu biti značajno superiornije kod neinbridovanih roditelja (Taylor et al. 1970, Krstić 1972).

Jedan od najvećih problema prilikom primene metode hibridizacije kod crvene deteline je stvaranje i održavanje inbred linija. S tim u vezi Taylor and Quesenberry (1996) ističu da hibridizacija crvene deteline ima veliki potencijal u selekcionom radu i praktična (ekonomska) korist bi mogla da opravda troškove neophodne za izolovanje linija, sa visokom vrednošću posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS), mada dvostruki hibridi koji su priznati nisu prevazišli standardnu sortu Kenstar u odnosu na prinos i perzistentnost. Primenom metode hibridizacije, odnosno stvaranjem prostih i dvostrukih hibrida uvećava se genetička dobit, s obzirom na mogućnost iskorišćavanja kako aditivne tako i dominantne komponente genetičke varijanse.

## III) Poliploidija

Rod *Trifolium* se odlikuje velikom genetičkom varijabilnošću vrsta, različitog nivoa ploidnosti. Poznato je da u rodu *Trifolium* L. preovladavaju diploidi, dok poliploidne vrste čine 25.5 % (Britten, 1963).

U prirodi nisu pronađene tetraploidne forme crvene i hibridne deteline, te se naročito značaj pridaje indukovanj poliploidiji, prevashodno u cilju povećanja prinosa vegetativne mase. Prvi radovi na indukovanj poliploidiji kod crvene deteline su započeti otkrićem kolhicina 1937 god. od strane švedskih istraživača. Kao rezultat toga do danas je u Švedskoj (Sjodin and Ellestrom, 1986) stvoren velik broj tetraploidnih sorti crvene deteline. Većina evropskih i japanskih istraživača ističe prednost tetraploida crvene deteline, koji se odlikuju višim i stabilnijim

prinosom krme u odnosu na diploide (Tomashevski, 1989, Sheglov i Antonova, 1983, Jonsson, 1985), dok je američko iskustvo suprotno tome (Taylor and Quesenberry, 1996). Posredstvom indukovane poliploidije (Đukić i sar., 1996) stvorene su prve, domaće (kruševačke) tetraploidne (4n) sorte crvene deteline: K-27 (1986) i K-32 (1993). Jedan od glavnih atributa tetraploidne crvene deteline je povećana otpornost na bolesti: *Sclerotinia trifoliorum*, *Kabatiella caulivora* (Yamada and Hasegawa, 1990).

Prepreke širem uvođenju tetraploidnih formi crvene deteline u proizvodnju su nizak prinos semena i visoka cena semena. Smanjenu fertilitnost kod tetraploida crvene deteline uzrokuje složen kompleks činilaca: genetički, citogenetički, embriogeni, klimatski i dr. faktori. Najčešći uzroci niskog prinosa semena su: smanjenje broja produktivnih stabljika, broja cvasti i broja cvetova, kao i nepovoljni uslovi za oplodnju insektima-oprašivačima. Cev kruničnog listića kod tetraploidne crvene deteline je dužine od 7.9 do 11.3 mm, što jako otežava (Nikovitz, 1985) polinaciju medonosnim pčelama (*Apis mellifera*). Cvetovi tetraploida se najčešće oprašuju posredstvom velikih bumbara (Alekshev, 1981).

Na prevazilaženju pomenutih problema (nizak prinos i visoka cena semena) dosta se radi, naročito u Švedskoj, o čemu svedoči podatak Sjodina, (citirano po Tayloru, 1996) da su u ovoj zemlji tokom 1993-1994 godine tetraploidi činili 40-50 % prozvodnje sertifikovanog semena. Selekcija na prinos semena, osim u Švedskoj se vrši još u: Nemačkoj, Rumuniji, Rusiji, Slovačkoj, Mađarskoj, Litvaniji i drugim evropskim zemljama. Nasuprot tome, niski prinosi semena u SAD ograničavaju širenje tetraploidnih sorti.

### Zaključak

Upoređujući različite metode selekcije može se zapaziti da je većina programa na selekciji crvene deteline realizovana primenom najjeftinijih i najeftasnijih metoda (masovna, rekurentna fenotipska selekcija), što je ograničavalo sakupljanje korisnih informacija kao što je naslednost i genetičko mapiranje. Detaljnija genetička istraživanja na crvenoj detelini su otežana s obzirom da se radi o izrazito heterozigotnoj stranooplodnoj vrsti, s izraženim mehanizmom gametofitne inkompatibilnosti, što sprečava stvaranje inbred linija, koje imaju homozigotne S alele, neophodne za kontrolisano ukrštanje.

### LITERATURA

- ALEKSEEV V. A. (1981): Pollination of tetraploid clover. Pchelovodstvo.6: 19-20. Moskva.
- BOROJEVIĆ, S. (1991): Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Izd. Naučna knjiga, Beograd
- BOWLEY, S. R., TAYLOR N. L. and CORNELIUS, P. L. (1984): Phenotypic recurrent selection for stem length in Kenstar red clover. Crop. Sci. 24: 578-582.
- BRITTEN, E., J. (1963): Chromosome numbers in the genus Trifolium. Cytologia, 28, 4.
- ĐUKIĆ, D., MIHAILOVIĆ, V., TOMIĆ, Z. (1996): Rezultati oplemenjivanja krmnih biljaka u SR Jugoslaviji na kraju XX veka. Zbornik radova, 26, 5-15., VIII jugoslovenski simpozijum o krmnom bilju sa međunarodnim učesćem, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 1996.
- EAST, E. M. and MANGELSDORF, P. (1925): A new interpretation of the hereditary behaviour if self-sterile plants. Proc. Nat. Acad. Sci. 11, 166-171.
- GODUNOV, I. A. (1984): A method for obtaining combining ability in red clover. Seleksiya i Semenovodstvo, USSR. 9:10-12.
- JONSSON H. A. (1985): Red clover (*Trifolium pratense*) Sara. Agri Hortique Genetica. 43:43-51.
- JULEN, G. (1971): Breeding for increased yield of dry matter and of seed in tetraploid red clover. Proc. Eucarpia Fodder Crop Sect. Meet. Lusignan. pp. 157-167.
- KRSTIĆ, O. (1972): Prilog proučavanju pojave heterozisa u crvene deteline (*Trifolium pratense* L.). Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd. God.XXV-sv.91, str.107-113.
- MONTPETIT, J. M. and COULMAN, B.E. (1991): Responses to divergent selection for adventitious root growth in red clover (*Trifolium pratense* L). Euphytica. 58: 119-127.
- NIKOVITZ A. (1985): Bee pasture value of red clover varieties. Meheszet. 33: 1,7.
- NOVOSELOVA, A. S. PISKOVATSKAYA, R. G., MALASENKO V. S. (1983): Results and prospects of using the polycoss method in clover breeding. Selžskokhozyaistvennaya Biologiya. 9: 23-26



- NOVOSELOVA, A. S., (1986): Seleksiya i semenovodstvo klevera. Izd. Agropromizdat.; ŽF8&.
- PARROTT, W. A. and R. R. SMITH (1984): Production of 2n pollen in red clover. *Crop Sci.* 24: 469-472.
- PARROTT, W. A. and R. R. SMITH (1986): Recurrent Selection for 2n Pollen Formation in Red Clover. *Crop Science*, Vol 26, November-December, p. 1132-1135.
- SHEGLOV Y. S. and ANTONOVA N. E. (1983): Tetraploid red clover cv. Temp and peculiarities of its cultivation technique. *Seleksiya i Semenovodstvo.* 4: 33-35.
- SJODIN, J. and ELLESTROM M. (1986): Autopolyploid forage crops. In Olsson, G (ed.). *Svalof 1886-1986. Research and Results in Plant Breeding.* Svalof AB, Sweden.
- TAYLOR N. L., JOHNSTON, K., ANDERSON, M.K., WILLIAMS, J.C. (1970): Inbreeding and Heterosis in Red Clover. *Crop Science*, No 5.
- TAYLOR N. L. and ANDERSON, M.K. (1973): Registration of Kenstra red clover. *Crop Sci.* 13, 772.
- TAYLOR N. L. and SMITH R. R. (1979): Red clover breeding and genetics. In: *Advances in Agronomy.* Academic Press. New York. In press.
- TAYLOR, N.L., CORNELIUS, P.L. and LONG, M.G. (1985). Phenotypic recurrent selection for multiple-parted heads in red clover. *Crop Sci.* 25:489-494.
- TAYLOR, S. G., BALTENSPERGER, D. D., and K. H. QUESENBERRY (1989): Recurrent Half Sib Selection for 2,4-D Tolerance in Red Clover. *Crop Science*, Vol 29, September-October, p. 1109-1114.
- TAYLOR, N. L. and K. H. QUESENBERRY (1996): *Red Clover Science (Current Plant Sciences and Biology in Agriculture*, vol 28).
- TOMASZEWSKI Z. (1989): Comparison of seed production in diploid and tetraploid varieties and lines of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin.* 169: 3-11.
- YAMADA M. and HASEGAWA T. (1990): New forage crop varieties registered by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 1989 and 1990. *Jap. J. Plant Breeding.* 40: 549-554.
- VASILJEVIĆ Sanja, V. MIHAILOVIĆ, M. MITROVIĆ (2001): Nova sorta crvene deteline Kolubara. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,* 35, 357-365.
- WEXELSEN, H. (1945): *Studies on Fertility, Inbreeding and Heterosis in Red Clover.* Skrifter Norske videnskaps-akademi. Matematisk-natur-videnskapelig klasse. Oslo.
- WILLIAMS R. D. (1937): *Genetics of Red Clover and Its Bearing on Practical Breeding.* 4 th International Grassland Congress Aberystwyth

#### EFFECTIVENESS OF DIFFERENT SELECTION METHODS IN RED CLOVER (*Trifolium pratense* L.) BREEDING

VASILJEVIĆ Sanja, ŠURLAN-MOMIROVIĆ Gordana, Dane LUKIĆ, Tomislav ŽIVANOVIĆ, Slobodan KATIĆ, Vojislav MIHAILOVIĆ, Dragan MILIĆ, Aleksandar MIKIĆ

#### SUMMARY

The main task of breeding red clover, the second most important perennial forage legume, is to develop cultivars giving high forage yields of excellent quality. Goals set before red clover cultivar development are achieved by different breeding methods. Previous research has shown that the most important methods used in red clover breeding are mass selection, individual selection, recurrent phenotypic selection, the polycross method, hybridization, and polyploidy. Mass selection is one of the oldest methods and has proven highly effective in improving highly heritable traits. Individual selection and hybridization have been shown to be highly effective in increasing protein content. Recurrent phenotypic selection is very effective when breeding for resistance to some diseases and pests as well as when developing genotypes tolerant of the 2,4-D preparation. The main idea behind the polycross method is selection of clones with a good GCA to be used for developing improved synthetic cultivars. Since no tetraploid forms of red clover have been discovered in nature, induced polyploidy receives special attention in the breeding effort, mainly for the purpose of increasing forage yields.

**Key words:** red clover (*Trifolium pratense* L), breeding methods, hybridization, polyploidization