

**PROIZVODNJA HIBRIDNOG SJEMENA DUHANA U HRVATSKOJ**

J. BELJO,<sup>1)</sup> D. FALAK,<sup>2)</sup>  
J. TRIPLAT,<sup>3)</sup>

Pregledni znanstveni rad  
Primljeno 10.2.1994.

**SAŽETAK**

Duhanski institut Zagreb jedina je organizacija u Hrvatskoj koja se komercijalno bavi proizvodnjom hibridnog sjemena duhana. Ovom djelatnošću Institut se bavi preko dvije decenije, a uvođenje muške sterilnosti u roditeljske linije uveliko je olakšalo organizaciju proizvodnje hibridnog sjemena.

Na 1 ha sjemenske proizvodnje dobije se 40-50 kg sjemena virdžinije i 20-30 kg berleja. U duhanska proizvodna područja Hrvatske i izvan nje distribuirano je u pojedinim godinama od 80- 300 kg sjemena, a na prostorima bivše Jugoslavije preko 80% površina virdžinije i berleja bilo je zasađeno hibridima čije je sjeme proizvedeno u Duhanskom institutu Zagreb.

Prmda je zbog visokih troškova proizvodnje hibridno sjeme duhana veoma skupo, udio sjemena u troškovima proizvodnje duhana niži je nego kod većine ratarskih i povrćarskih kultura.

**PRODUCTION OF TOBACCO HYBRID SEED IN CROATIA**

J. BELJO, D. FALAK,  
J. TRIPLAT

Rewiew  
Received:10.02.1994.

**SUMMARY**

Tobacco Institute Zagreb is the only firm in Croatia which is commercially engaged in tobacco hybrid seed production. The Institute is involved in this activity more than twenty years, but the introduction of male-sterile parental lines made introduction of male-sterile parental lines made easier the arrangements of weed production.

It can be produced 40-50 kg of virginia and 20-30 kg of burley seed per one ha of seed plantation. The Institute used to deliver 80-300 kg of seed to the tobacco producing areas of Croatia and outside it. More than 80 percent of virginia and burley tobaccos grown on the territory of former Yugoslavia were the hybrids which seed was produced in Tobacco Institute Zagreb.

In spite of high costs of production and high price of tobacco hybrid seed, the participation of the seed expenditure within the costs of tobacco production is lower than in the most of other agricultural crops.

<sup>1-3)</sup> RH 41000 Zagreb, Duhanski institut Zagreb

## UVOD

Proizvodnja od oko 15.000 tona na površini od oko 10.000 ha uz angažman 5000-6000 domaćinstava i vrijednost otkupa od oko 45 milijuna DEM, čini duhan jednom od važnijih industrijskih kultura u Hrvatskoj. Kao početak svake biljne proizvodnje kvalitetno sjeme i dobro organizirano sjemenarstvo je također važna karika u uspješnosti proizvodnje duhana.

Sjeme duhana veoma je sitno (10.000 - 12.000 sjemenki u 1 g), a broj zasadenih biljaka po jedinici površine je relativno malen, pa su normativi sjemena u proizvodnji duhana niski. Uz pravilnu tehnologiju proizvodnje rasada u duhana na njivi, s 1 kg sjemena može se zasaditi 80-100 ha, odnosno za aktualnu proizvodnju virdžinije i berleja u Hrvatskoj potrebno je 80-100 kg sjemena.

Duhanski institut Zagreb proizvodi sjeme duhana virdžinije i berleja od samih početaka razvoja proizvodnje ovih tipova duhana kod nas i jedina je organizacija u Hrvatskoj koja se komercijalno bavi ovom djelatnošću. Veoma uspješno razvijena je tehnika proizvodnje hibridnog sjemena, a u ovom radu prikazat ćemo osnovna obilježja proizvodnje hibridnog sjemena duhana u Hrvatskoj.

## PREGLED RAZVOJA SORTIMENTA

Razvoj sortimenta odražava i razvoj proizvodnje duhana u Hrvatskoj. U prvoj fazi proizvodnje virdžinijskog duhana uzgajala se američka sorta VGC koja je i pored nekih dobrih osobina morala biti izbačena iz proizvodnje zbog visoke osjetljivosti na peronosporu i kao takva bila je nesigurna u proizvodnji. Kako je trebalo što prije u proizvodnju uvesti otpornu sortu, selekcioneri Instituta orijentirali su se na dobivanje F1 hibrida.

Otpornost na peronosporu prenosi se dominantno pa se već u F1 generaciji dobije zadovoljavajuća otpornost, ako jedan od roditelja posjeduje gene za otpornost. U Institutu su selekcionirane oplemenjivačke linije GV3 i DV3 koje su potom križane s domaćim ili stranim linijama i sortama da bi se dobile superiorne hibridne kombinacije (Gornik i dr., 1973).

F1 hibridi kod duhana kao samooplodne vrste, uglavnom su intermedijarni po prinosu u odnosu na roditelje, ali se na taj način u kratkom vremenu može dobiti genotip s kombinacijom različitih svojstava. Selekcija virdžinije i berleja u Duhanskom institutu do sada se bazirala uglavnom na dobivanju F1 hibrida, ali istodobno se radilo i na razvoju linijskih sorti. Praktični i komercijalni razlozi su uvjetovali ovakav pravac djelovanja, ali u novije vrijeme već se naziru i nove linijske sorte koje bi mogle doći u komercijalnu proizvodnju.

Do sada je u Duhanskom institutu dobiven i od sorte komisije priznat veći broj F1 hibrida, ali su se u komercijalnoj proizvodnji, kraće ili duže vrijeme, uzgajala 4 hibrida virdžinije (Zagreb, Podravina, Drava i DH-10) i jedan hibrid berleja (Čulinec). Danas se u proizvodnji virdžinije u podjednakoj mjeri nalaze F1 hibridi Drava i DH-10, a u proizvodnji berleja je isključivo sorta Čulinec.



## TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SJEMENA

### 1. Karakteristike oplodnje

Duhanska biljka proizvodi obilne količine sjemena i ovisno o reprodukcijskoj sposobnosti, pojedinačna biljka može dati do 20 grama sjemena, što je dostatno za komercijalnu proizvodnju od 2 ha duhana. U proizvodnj hibridnog sjemena, međutim, uvjeti proizvodnje su bitno drugačiji.

Duhan je samooplodna biljka i kod mnogih sorti polenove vrećice se raspuknu i do oplodnje dođe prije nego se cvijet potpuno otvori. Zbog toga se za proizvodnju F1 hibrida prašnici moraju na vrijeme kastrirati, a potom cvijet oprašiti polenom očinske linije. U početku su se u Duhanskom institutu tako proizvodile manje količine hibridnog sjemena, ali je ta proizvodnja bila veoma skupa, mukotrpa i rizična, jer uvijek postoji mogućnost da se kastriranje ne provede djelotvorno.

Komercijalna proizvodnja hibridnog sjemena mogla se uspješno organizirati tek kada su dobivene linije s genetski uvjetovanom muškom sterilnošću.

### 2. Genetski karakter i praktična primjena muške sterilnosti

Muška sterilnost kod duhana do sada je široko istražena, kako po svom genetskom karakteru, tako i po praktičnoj primjeni. Istraživanje ove pojave počinje već pedesetih godina nakon što je Clayton (1950) križao međusobno različite vrste duhana. Prema svim dosadašnjim istraživanjima ovaj fenomen rezultat je inkompatibilnosti citoplazme divljih vrsta i kromosoma *N. tabacum*. Nasljeđuje se ekstranuklearno, tj. citoplazmatski, a prenosi je ženski roditelj. Kako je potomstvo sterilno, svake godine mora se obnavljati fertilni analog. Međutim, kod duhana to ne predstavlja poteškoću budući da je list komercijalni proizvod radi kojeg se duhan uzgaja, a sjeme služi isključivo za reprodukciju, za razliku od žitarica i nekih drugih znatih kultura. Zbog toga kod duhana ne mora postojati restorer linija.

U rodu *Nicotiana* pojava muške sterilnosti može također biti pod kontrolom gena u nukleusu i u tom slučaju se nasljeđuje po Mendelovom principu. Takvi slučajevi su, međutim, rijetkost (Gerstel, 1980), kod duhana se uglavnom radi o citoplazmatskoj muškoj sterilnosti (CMS).

Postoji nekoliko tipova muške sterilnosti, ovisno o izvoru citoplazme, a svaki tip nije podjednako pogodan za proizvodnju hibrida. Tanaki (1986) smatra da citoplazma iz vrsta *N. undulata*, *N. megalosiphon* i *N. debney* daje slabije rezultate u dobivanju hibridnog sjemena od citoplazme *N. suaveolens*.

Prema Chaplinu (1964) ni jedan tip muške sterilnosti ne daje toliko sjemena kao fertilne homologne linije, premda većina kasnijih istraživača ističu da se citoplazmatska muška sterilnost može koristiti u proizvodnji hibridnog sjemena bez gubitka vigora ili neželjenih promjena u drugim osobinama. Moguće djelovanje muške sterilnosti na prinos ili druga svojstva duhana ispitivano je u uzgojnim uvjetima Hrvatske (Devčić i dr., 1981) i nisu nađeni nikakvi negativni efekti. Nije bilo signifikantnih razlike u agronomskim i gospodarskim svojstvima između sterilnih i fertilnih analoga pojedinih linija.

Muška sterilnost ima višestruke prednosti u proizvodnji hibridnog sjemena. Pored velike uštede u radu, ova pojava omogućava sortnu čistoću roditeljskih linija, smanjuje se potreba za prostornom izolacijom, a pored toga selekcioner, odnosno institucija, ima puno kontrolu nad sortom i proizvodnjom sjemena.

### 3. Postupak proizvodnje hibridnog sjemena

Preremda je muška sterilnost razriješila praktične poteškoće u komercijalnoj proizvodnji hibridnog sjemena, ta proizvodnja je i dalje skupa i radno zahtjevna jer svaki cvijet treba ručno oprašiti. Naime, polen duhana ne prenosi se vjetrom i prirodna hibridizacija među biljkama ovisi samo o insektima, vektorima polena. Međutim, oni ne mogu biti pouzdani i djelotvorni u proizvodnji hibridnog sjemena ni kod CMS ženskih roditelja. Praksa je pokazala da ms biljke okružene fertilnim susjedima rijetko razvijaju više od 2-3 tobolca kao rezultat oplodnje. Stoga se komercijalna proizvodnja hibridnog sjemena mora provoditi ručnim oprašivanjem.

Ako jedan tobolac sadrži 0,2 g sjemena, a uspjeh oplodnje iznosi oko 70% onda za 1 kg sjemena treba oprašiti oko 7000 cvjetova. Broj oplodjenih cvjetova po jednoj biljci iznosi 20-30, ovisno o obilnosti cvjetanja i vremenskim prilikama tijekom perioda oplodnje. Može se vršiti oplodnja cvjetova na glavnoj cvati ili na postranim izbojcima, budući da nema razlike među njima bilo u prinosu sjemena po tobolcu, bilo u klijavosti (Quintana i dr., 1986).

U uvjetima Hrvatske, oprašivanje počinje obično koncem srpnja, a završava koncem kolovoza. Sjeme dozrijeva za 25-30 dana, ovisno o sumi temperatura tokom razvoja i zriobe.

Oprašivanje se može provoditi tako da se uzimaju cvjetovi očinskih biljaka čijim se polenom oprašuju tučkovi na muškosterilnoj majčinskoj liniji ili se uzimaju samo zreli, a ne raspuknuti prašnici čiji će se polen koristiti kasnije za oplodnju. Nakion dan-dva polenov prah se prosije kroz gustu mrežu i njime se vrši oprašivanje. Da bi se povećala učinkovitost, polen se može pomiješati s brašnom u odgovarajućem omjeru, a može se upotrijebiti i pilotina u omjeru 1:1 (Takahaši i dr., 1987). Ova mješavina podesnom četkicom nanosi se na majčinsku liniju, a oprašivanje se obično obavlja 2-3 puta tjedno na istoj biljci.

Oprašivanje majčinskih biljaka skupljenim polenom je djelotvornije jer se smanjuje rizik koji može nastati zbog nepovoljnih vremenskih prilika, a također se povećava učinak u oplodnji. Prema našim istraživanjima polen ostaje vijabilan na sobnoj temperaturi preko dva tjedna, a u periodu od 10 dana nema nikakve razlike u kvaliteti oplodnje. Ako se polen stavi u hladnjak na temperaturi od 5°C, ostaje vijabilan preko dva mjeseca. Istraživanja su provedena s čuvanjem polena na temperaturi od -5 do -17°C i utvrđeno je da može zadržati klijavost preko 12 mjeseci, a u odgovarajućim uvjetima čak i 5 godina (Gwynn, 1975). na taj način mogle bi se oprašivati sorte koje se ne podudaraju u vremenu oplodnje. Istraživanjima nisu utvrđene nikakve abnormalnosti kod sjemena ili biljaka dobivenih oplodnjom starim polenom.



### Organizacija proizvodnje i prometa

Sjemenska proizvodnja organizira se na pokušalištima Duhanskog instituta i u kooperaciji pod nadzorom stručne službe Instituta. Odnos majčinskih i očinskih biljaka obično je 2:1 tako da se oplodnja provodi na 14000-15000 biljaka po ha.

Tablica 1 Isporuca duhanskog sjemena u razdoblju 1985-1993.

Godina	Odredište	Isporuca sjemena u kg		
		Virdžinija	Berlej	Ukupno
1985.	Hrvatska	159	15	173
	Druga područja	52	61	113
	Ukupno	210	76	286
1986.	Hrvatska	154	11	165
	Druga područja	60	71	131
	Ukupno	214	82	296
1987.	Hrvatska	137	5	142
	Druga područja	74	66	140
	Ukupno	211	71	282
1988.	Hrvatska	122	1	123
	Druga područja	88	66	154
	Ukupno	210	67	277
1989.	Hrvatska	110	2	112
	Druga područja	73	60	133
	ukupno	183	62	245
1990.	Hrvatska	102	3	105
	Druga područja	42	45	87
	Ukupno	144	48	192
1991.	Hrvatska	94	1	95
	Druga područja	28	37	65
	Ukupno	122	38	160
1992.	Hrvatska	75	5	80
	Druga područja	29	29	58
	Ukupno	104	34	138
1993.	Hrvatska	66	3	69
	Druga područja	3	12	14
	Ukupno	69	15	83

Prema našim dosadašnjim iskustvima može se u prosječnim uvjetima proizvesti oko 40-50 kg hibridnog sjemena virdžinije i 20-30 kg sjemena berleja po ha. Postotak oplodnje kod berleja je znatno manji nego kod virdžinije, što je posljedica

određenih genetskih anomalija reproduktivnih organa kod oplemenjivačkih linija berleja.

Nakon berbe, sušenja i čišćenja isituju se norme kvalitete. Kod sjemena duhana često je prisutna dormantnost u prvoj godini nakon berbe, međutim, kod hibridnog sjemena ta pojava je znatno manja u prvoj godini nakon berbe, međutim, kod hibridnog sjemena ta pojava je znatno manja i hibridno sjeme već u prvoj godini ma zadovoljavajuću klijavost. Inače sjeme duhana najbolju klijavost postiže u drugoj i trećoj godini, a skladišteno u odgovarajućim uvjetima zadržava vijabilnost 10 godina (Wernsman i dr., 1985).

Proizvodnja sjemena organizira se tako da se na zalihima uvijek nalazi dvogodišnja potrošnja, a promet sjemena se obavlja putem poduzeća za otkup i obradu duhana, koji ga potom daju proizvođačima duhana.

Duhanski institut Zagreb isporučivao je za potrebe proizvodnje duhana u Hrvatskoj i ostalih područja bivše Jugoslavije sjeme virdžinije i berleja kojim je u pojedinim peridima bilo zasađeno više od 80% površina pod ovim tipovima duhana. Ratne neprilike i prekid komunikacija na prostorima bivše Jugoslavije, a posebno rat u BiH, ograničili su potrošnju našeg sjemena isključivo na područje Hrvatske ((tablica 1).

### Sjeme kao trošak u proizvodnji duhana

Proizvodnja hibridnog sjemena duhana veoma je skupa, a troškovi proizvodnje su viši nego kod ostalih ratarskih i povrćarskih kultura. Zbog toga je i cijena sjemena visoka. No, i pored toga trošak sjemena po jedinici površine merkantilne proizvodnje, kod duhana je niži nego kod većine ratarskih i povrćarskih kultura.

U tablici 2 iznosimo uporedne podatke o trošku sjemena po ha proizvodnje nekih važnijih kultura. Vrijednosti su izražene u DEM prema aktualnim cijenama u sjemenskim firmama u Hrvatskoj.

Tablica 2. Troškovi sjemena u proizvodnji nekih kultura

Kultura	Sjetvena norma u kg	Troškovi sjemena na 1 ha proizvodnje (DEM)	Relativni odnos
Duhan	0,01	80	100
Kukuruz	20	90	112
Pšenica	270	190	236
Soja	115	200	252
Krumpir	2000	2000	2500
šećerna repa*	1,9*	180	225
Rajčica	0,5	100	188
Paprika	0,5	150	188

\*Izraženo u sjetvenim jedinicama



Udio sjemena u troškovima proizvodnje duhana iznosi 3-4% i znatno je manji nego kod većine drugih kultura. U SAD je udio sjemena u troškovima proizvodnje čak ispod 1 % (11).

Prema tome, bez obzira na visoku cijenu, hibridno sjeme duhana ne predstavlja značajnije financijsko opterećenje u proizvodnji duhana.

## ZAKLJUČAK

U komercijalnoj proizvodnji duhana tipova virdžinija i berlej u Hrvatskoj uzgajaju se isključivo F1 hibridi. Da bi se olakšala proizvodnja hibridnog sjemena uvedena je muška sterilnost u majčinsku liniju.

Muška sterilnost kod duhana je citoplazmatski uvjetovana, dobivena kao posljedica inkompatibilnosti citoplazme divljih vrsta i kromozoma *N. tabacum*.

Oplođnja cvjetova duhana mora se provoditi ručno, jer insekti kao jedini potencijalni prirodni vektori polena kod duhana opraše svega 2-3% cvjetova.

Na 1 ha sjemenske proizvodnje u optimalnim uvjetima, može se proizvesti do 50 kg hibridnog sjemena što je dostatno za 4000 ha komercijalne proizvodnje duhana.

Premda je proizvodnja hibridnog sjemena duhana radno zahtjevna i skupa, udio troškova sjemena u troškovima proizvodnje manji je nego kod većine drugih ratarskih kultura.

## LITERATURA

1. Chaplin, J. F. Use of male-sterile tobacco in the production of hybrid seed. *Tobacco Science* 8 : 105-109, 1964.
2. Clayton, E.E. Male-sterile tobacco. *Journal of heredity* 41 : 171-175, 1950.
3. Devčić, K., Bolsunov, I., Triplat, J. Muška sterilnost u duhanu, dobivanje , stvaranje, primjena u praktičnoj selekciji. *Tutun/Tobacco* 5-12 : 75-83, 1981.
4. Gerstel, D.A. Cytoplasmic male sterility in *Nicotiana* (review). *N.C.R.S. Tech. Bul.* 263, 1980.
5. Gornik, R., Devčić, K., Bukovac, P. Hibridne sorte virginije uzgojene u Duhanskom institutu Zagreb. *Tutun/Tobacco* 1-12, 1973.
6. Gwynn, G. R. Long-term storage of tobacco seed obtained from axillary buds. *Ciencia y Tecnica en la Agriculture Tobacco* 9 (2) : 29-36, 1986.
7. Tanaka, K. Studies on hybrid breeding by the use of cytoplasmic male sterility in flue-cured tobacco. *Iawata Tob. Exp. Stn. bul.* 17 : 69-138, 1985.
8. Takahashi, Y., Suzuki, T. Study on production of hybrid tobacco seed. II Burley tobacco. *Research Rep. Japan Tob. ind. No.* 9 : 11-26, 1987.
9. Burley tobacco information 1991. North Carolina State univerity, Agric, Ext. Service, Raleigh N.C. 1991.