

ISSN 1331-7768 (Print)
ISSN 1331-7776 (Online)
UDC 63



CROATIA

AGRICULTURAE
CONSPECTUS
SCIENTIFICUS
POLJOPRIVREDNA
ZNANSTVENA
SMOTRA

VOLUMEN 64 BROJ 2 1999

<http://www.agr.hr/smotra/>

Inheritance of some Leaf Parameters in Burley Tobacco

Jasminka BUTORAC

SUMMARY

Four parent burley tobacco cultivars and their F_1 , F_2 , Bc_1 and Bc_2 progenies were included in a 4-year trial, the aim of which was to investigate the manner of inheritance of seven leaf parameters, depending on their position on stalk, by means of heritability, heterosis and inbreeding depression. The trial was set up according to the RCBD in 4 replications.

Medium to high broad-sense heritability, which was the highest for 6th leaf for the most studied traits, and low to medium narrow-sense heritability, firstly for L/W leaf ratio and leaf thickness, were estimated. The positive heterosis was estimated also in relation to better parent for leaf length, leaf width, leaf area and leaf weight, while for L/W leaf ratio, heterosis was estimated, independently of leaf position on stalk. The positive inbreeding depression was estimated for all studied traits, except for L/W leaf ratio, in most cross combinations and investigation years.

KEY WORDS

***Nicotiana tabacum* L, heritability, heterosis, inbreeding depression, leaf parameters, leaf position on stalk**

Department of Field Crops, Forages and Grassland
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

Received: January 26, 1999



Nasljednost nekih parametara lista duhana tipa burley

Jaasminka BUTORAC

SAŽETAK

Četiri roditeljska kultivara duhana tipa burley, te njihove F_1 , F_2 , Bc_1 i Bc_2 generacije bila su uključena u četverogodišnja istraživanja načina nasljeđivanja sedam parametara lista, ovisno o njihovom položaju na stabljici, pomoću heritabilnosti, heterozisa i inbriding depresije. Pokus je proveden prema metodi SBR u četiri ponavljanja.

Procjenjena je srednja do visoka heritabilnost u širem smislu, koja je ujedno bila i najviša za 6. list za većinu istraživanih svojstava, te niska do srednja heritabilnost u užem smislu, prvenstveno za odnos dužine i širine lista i debljinu lista. Za dužinu, širinu, površinu i težinu lista procjenjen je pozitivan heterozis i u odnosu na boljeg roditelja, dok je za odnos dužine i širine lista procjenjen negativan heterozis, neovisno o položaju lista na stabljici. Za sva istraživana svojstva, izuzev za odnos dužine i širine lista, u većini kombinacija križanja i godina istraživanja utvrđena je i pozitivna inbriding depresija.

KLJUČNE RIJEČI

***Nicotiana tabacum L.*, heritabilnost, heterozis, inbriding depresija, parametri lista, položaj lista na stabljici**

Zavod za specijalnu proizvodnju bilja
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Primljeno: 26. siječnja 1999.



UVOD

Većina svojstava interesantnih oplemenjivačima kvantitativne su prirode. Stoga je cilj provedenih istraživanja bio na specifičnim materijalima duhana tipa burley utvrditi način nasljeđivanja parametara lista (dužine, širine, odnosa dužine i širine, površine, debljine i težine lista, te kuta otklona lista) pomoću heritabilnosti u širem i užem smislu, te heterozisa i inbriding depresije. Budući da se radi o svojstvima koja su pod utjecajem, kako vanjskih čimbenika, tako i većeg broja minor gena od kojih svaki doprinosi stvaranju i ekspresiji određenog svojstva postoji velika vjerojatnost za razlike samo u jednom svojstvu između raznih kultivara i velike mogućnosti kombinacije gena u potomstvu. Stoga se djelovanje pojedinih gena ne može direktno mjeriti već se pomoću različitih statističkih metoda nastoje procijeniti pojedini genetski parametri. Jedna od metoda je procjena stupnja nasljednosti ili heritabilnosti, koja izražava onaj dio ukupne varijance koji se pripisuje prosječnom djelovanju gena i koji određuje sličnost među srođnicima. Za ova istraživanja izdvojeni su neki parametri lista. Dimenzije listova zapravo su sortna karakteristika, ali na njih djeluju i stanišni čimbenici, kao i primijenjena agrotehnika (Beljo, 1992), a na debljinu i položaj na stabljici (Burk i sur., 1971). Prema Povilaitisovim (1967) istraživanjima heritabilnost dužine i širine lista na različitim položajima na stabljici u svjetlih duhana stupanj nasljednosti za vršno lišće bio je najveći (57 odnosno 82%), a za srednje i donje lišće najmanji (27-29 odnosno 40-54%). U istraživanjima Legga i Collinsa (1971b) heritabilnost u užem smislu za dužinu i širinu lista vrlo je mala. Prema istim autorima (1971a) u drugih kultivara ovog tipa duhana može se očekivati značajniji uspjeh u daljnjoj selekciji. Nisku heritabilnost za odnos dužine i širine lista u tamnih duhana ustanovio je Legg (1989b), za debljinu lista u cigarnih duhana Hartana (1976) i za težinu lista u flue-cured duhana Povilaitis (1966), te u tamnih duhana Espino i Capote (1976). Međutim, u pet flue-cured križanaca heritabilnost u širem smislu za površinu lista bila je dosta visoka i iznosila je 82,34% (Dražić i Šurlan, 1990).

Heterozis u F_1 generaciji nakon hibridizacije može se u duhana manifestirati na raznim svojstvima. Međutim, sve se više postavlja pitanje vezano s opravdanošću uzgoja F_1 hibrida u odnosu na čistolinijske kultivare (Gallais, 1988). Jedan od razloga je što je dobivena srednja vrijednost F_1 hibrida nekog svojstva u većini slučajeva veća samo od srednje vrijednosti prosjeka roditelja, a vrlo rijetko od prosjeka boljeg roditelja. Pozitivan heterozis za dužinu lista ustanovili su u burley duhana Legg i Collins (1971a), Matzinger i sur. (1971), Wilkinson i Rufty (1990), te u odnosu i na boljeg roditelja u križanaca flue-cured i burley duhana Chang i Shyu (1980). F_1 hibridi burley duhana imali su signifikantno šire lišće od prosjeka roditelja (Matzinger i sur., 1971; Gudoy i sur., 1987; Wilkinson i Rufty, 1990). Signifikantno pozitivan heterozis ustanovili su Sastry i Prasada Rao (1980) za površinu lista samo u jednog križanca burleya i orijentalnih duhana, te Marani

i Sacks (1966) za težinu lista u orijentalnih duhana, a signifikantno negativan heterozis za odnos dužine i širine lista utvrdio je Povilaitis (1964) u križanaca jednog flue-cured kultivara i jednog primitivnog kultivara. Nije došlo do signifikantnog povećanja dužine i širine lista u F_1 hibrida u istraživanjima Legga i sur. (1970) i Legga i Collinsa (1971b), a samo dužine u istraživanjima Gudoya i sur. (1987), te samo širine u istraživanjima Legga i Collinsa (1971a). Heterozis za odnos dužine i širine lista nije nađen u križanaca tamnih duhana (Legg, 1989a; 1989b; 1991).

Križanjem individua u srodstvu smanjuju se srednje fenotipske vrijednosti potomstva, te dolazi do povećanja homozigotnosti. Inbriding depresijom, prema dosadašnjim istraživanjima, u F_2 generaciji duhana dobiveni su različiti rezultati ovisno o istraživanom svojstvu. Pozitivnu inbriding depresiju za dužinu i širinu lista u F_2 generaciji u burley duhana ustanovili su Legg i sur. (1970) i Matzinger i sur. (1971), a za dužinu i Legg i Collins (1971a). Prema Leggu i Collinsu (1971b) nije bilo inbriding depresije u ovog tipa duhana za dužinu i širinu, a prema drugim istraživanjima istih autora (1971a) za širinu, kao i prema Sastryju i Prasadi Raou (1980) u križanaca burley i orijentalnih duhana za površinu lista. Prema Povilaitisu (1964) u križanaca jednog flue-cured kultivara i jednog primitivnog kultivara nađena je značajna negativna inbriding depresija za odnos dužine i širine lista.

MATERIJALI I METODE

Za ova istraživanja izdvojena su bila četiri linijska kultivara duhana tipa burley i to: američki linijski kultivar TN 86 (Miller, 1987) i tri linije Duhanskog instituta Zagreb - BL 1, Hy 71 (Devčić i Bolsunov, 1975) i Poseydon (Devčić i sur., 1984).

Istraživanja su otpočela 1992. godine na Pokušalištu Duhanskog instituta Zagreb u Božjakovini i trajala su četiri godine. Poljski je pokus proveden prema metodi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja.

U prvoj godini istraživanja u pokusu je bilo zastupljeno 10 genotipova i to 4 linijska kultivara, te njihovi F_1 hibridi, dobiveni godinu dana ranije polovičnim dialelnim križanjem. To su Hy 71xTN 86, Hy 71xBL1, Hy 71xPoseydon, PoseydonxBL1, PoseydonxTN 86 i TN 86xBL1. U 1993. godini pokus je proširen sa još 6 genotipova F_2 generacije, a u 1994. i 1995. godini na daljnjih 12 Bc_1 i Bc_2 generacije.

Proučavani su sljedeći parametri lista: dužina i širina, odnos dužine i širine, površina, debljina i težina lista, te kut otklona lista. Dužina lista mjerena je od vrha do baze lista, a širina na najširem dijelu lisne plojke (cm). Odnos dužine i širine lista izražen je njihovim kvocijentom, a površina u cm^2 dobivena je umnoškom dužine i širine, te ranije utvrđenog koeficijenta za navedene genotipove (Butorac, 1994). Kut otklona lista određen je mjerenjem kuta između stabljike i srednje žile u bazi lista. Nakon sušenja standardnim načinom,

na istim listovima određena je njihova težina u g vaganjem, a debljina mikrometrom u 10^{-3} mm. Svi parametri lista mjereni su na 6., 12., i 18. listu. Podaci su uzeti sa cijele parcele, što ukupno čini 80 podataka za svaki genotip i svaki položaj lista na stabljici.

Statistička obrada podataka provedena je analizom varijance za sva istraživana svojstva i za svaku godinu istraživanja, uključivši sve generacije križanja u toj godini. Heritabilnost u širem smislu procijenjena je prema formuli Mahmuda i Kramera (1951):

$h^2 = VF_2 - \sqrt{VP_1 \times VP_2} / VF_2$ u 1993., 1994. i 1995., a u užem smislu prema formuli Mathera (1949):

$h^2 = 2VF_2 - (VBC_1 + VBC_2) / VF_2$ u 1994. i 1995. godini. Heterozis je izračunat u odnosu na srednju vrijednost boljeg roditelja i prosjek roditelja u sve četiri godine istraživanja prema sljedećim formulama:

$H_1(\%) = F_1 - BR \times 100 / BR$ i $H_2(\%) = F_1 - PR \times 100 / PR$.

Inbriding depresija izračunata je u 1993., 1994. i 1995. godini prema formuli I. D.:

$F_2(\%) = F_1 - F_2 \times 100 / F_1$.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prema rezultatima analize varijance prisutne su statistički opravdane razlike između roditelja i generacija križanja za sve godine istraživanja i sva svojstva, izuzev za kut otklona 6. i 18. lista u 1992., 1994. i 1995. godini, te za kut otklona 12. lista u 1994. (Tablice 1-3).

Na osnovi varijanci roditelja i cjepajućih generacija izračunata je heritabilnost u širem i užem smislu za sva istraživana svojstva (Tablice 4-7). Zbog većeg variranja varijanci, dobivene su nešto veće razlike procjenjene heritabilnosti u širem, ali i u užem smislu za sva istraživana svojstva, sukladno godinama istraživanja i genotipovima. Ipak, za odnos dužine i širine lista dobivene su nešto manje razlike unutar samih genotipova. Za sva istraživana svojstva procijenjena heritabilnost u širem smislu veća je u odnosu na heritabilnost u užem smislu i, u pravilu, je srednja. Za

dužinu, širinu, odnos dužine i širine, debljinu i težinu lista procijenjena heritabilnost u širem smislu najviša je na položaju 6. lista, dok je za površinu bila podjednaka na položaju 6. i 12. lista. Za razliku od prethodnih svojstava, procijenjena heritabilnost u širem smislu najmanja je za kut otklona 6. lista, dok su za kut otklona 12. i 18. lista dobivene podjednake vrijednosti. Heritabilnost u širem smislu za navedena svojstva i položaje na stabljici je srednja do visoka. Procijenjena heritabilnost u užem smislu u pravilu je niska, neovisno o istraživanom svojstvu, ali i položaju lista na stabljici, izuzev za dužinu, širinu, odnos dužine i širine i debljinu lista. Za navedena svojstva heritabilnost u užem smislu najviša je na položaju 6. lista. Za odnos dužine i širine, te za debljinu lista procijenjena je nešto viša heritabilnost u užem smislu. Može se, dakle, govoriti o srednjoj heritabilnosti u užem smislu za navedena svojstva. Najveći udio aditivnog dijela u ukupnoj varijanci za većinu istraživanih svojstava procijenjen je u genotipova Hy 71xTN 86, PoseydonxTN 86 i PoseydonxBL1. Ovi bi se genotipovi, prema tome mogli izdvojiti i poslužiti kao osnova za daljnju selekciju.

Utvrđeno je povećanje srednjih vrijednosti za dužinu, širinu, površinu i težinu lista u odnosu na roditeljski prosjek, a u većine F_1 hibrida i u odnosu na boljeg roditelja, bez obzira na godinu istraživanja (Tablice 4-7). Može se, stoga, govoriti o pojavi pozitivnog heterozisa koji je došao više do izražaja u odnosu na roditeljski prosjek, neovisno o položaju lista na stabljici. Najveće povećanje dobiveno je za većinu navedenih svojstava u F_1 hibrida Hy 71xBL1 i PoseydonxBL1. Promotrite li se srednje vrijednosti F_1 hibrida za odnos dužine i širine lista, vidljivo je njihovo smanjivanje u odnosu na boljeg roditelja, tj. prisutna je pojava negativnog heterozisa, ali ne i u svim godinama istraživanja (Tablica 5). U odnosu na roditeljski prosjek prisutna je i pojava pozitivnog heterozisa u dvije ili tri godine istraživanja. Nešto veće srednje vrijednosti za debljinu lista od roditelja dobivene su u F_1 hibrida, ali

Tablica 1. Analiza varijance parametara 6. lista
Table 1. Analysis of variance for leaf parameters on 6th position

Izvor varijabiliteta Source of variation	s.s. d.f.	Dužina Length	Širina Width	F vrijednosti-F values (List-Leaf)			Težina Weight	Kut otklona Angle
				Odnos d/š L/W ratio	Površina Area	Debljina Thickness		
1992								
Križanci-Crosses	9	9,93**	9,32**	7,16**	8,88**	14,67**	6,88**	1,10N.S.
Pogreška-Error	27							
Ukupno-Total	39							
1993								
Križanci-Crosses	15	7,82**	11,27**	17,32**	9,86**	12,86**	4,61**	4,56**
Pogreška-Error	45							
Ukupno-Total	63							
1994								
Križanci-Crosses	27	7,90**	11,83**	7,84**	10,57**	2,90**	10,71**	0,94N.S.
Pogreška-Error	81							
Ukupno-Total	111							
1995								
Križanci-Crosses	27	4,47**	5,19**	4,19**	5,90**	2,53**	5,21**	0,46N.S.
Pogreška-Error	81							
Ukupno-Total	111							

Tablica 2. Analiza varijance parametara 12. lista
Table 2. Analysis of variance for leaf parameters on 12th position

Izvor varijabiliteta Source of variation	s.s. d.f.	Dužina Length	Širina Width	F vrijednosti-F values (List-Leaf)			Težina Weight	Kut otklona Angle
				Odnos d/š L/W ratio	Površina Area	Debljina Thickness		
1992								
Križanci-Crosses	9							
Pogreška-Error	27	7,99**	5,92**	8,66**	6,06**	24,62**	6,09**	27,30**
Ukupno-Total	39							
1993								
Križanci-Crosses	15							
Pogreška-Error	45	13,65**	14,02**	9,88**	12,82**	11,19**	13,20**	11,10**
Ukupno-Total	63							
1994								
Križanci-Crosses	27							
Pogreška-Error	81	10,20**	6,30**	8,57**	6,68**	2,48**	7,91**	1,31N.S.
Ukupno-Total	111							
1995								
Križanci-Crosses	27							
Pogreška-Error	81	10,48**	7,69**	10,27**	8,67**	2,94**	9,61**	1,66*
Ukupno-Total	111							

Tablica 3. Analiza varijance parametara 18. lista
Table 3. Analysis of variance for leaf parameters on 18th position

Izvor varijabiliteta Source of variation	s.s. d.f.	Dužina Length	Širina Width	F vrijednosti-F values (List-Leaf)			Težina Weight	Kut otklona Angle
				Odnos d/š L/W ratio	Površina Area	Debljina Thickness		
1992								
Križanci-Crosses	9	4,89**	4,11**	20,40**	3,70**	18,58**	3,53**	0,69N.S.
Pogreška-Error	27							
Ukupno-Total	39							
1993								
Križanci-Crosses	15	9,32**	8,52**	3,51**	9,20**	8,12**	5,32**	2,56**
Pogreška-Error	45							
Ukupno-Total	63							
1994								
Križanci-Crosses	27	8,02**	6,53**	8,84**	6,74**	9,87**	11,58**	1,17N.S.
Pogreška-Error	81							
Ukupno-Total	111							
1995								
Križanci-Crosses	27	13,30**	10,15**	4,16**	10,60**	5,58**	14,45**	0,58N.S.
Pogreška-Error	81							
Ukupno-Total	111							

zbog manjih početnih razlika između samih roditelja, heterozis u odnosu na boljeg roditelja i prosjek roditelja gotovo je identičan, neovisno o položaju lista na stabljici. Jedino su za debljinu 6. lista dobivene negativne vrijednosti. Za kut otklona lista dobiveno je podjednako pozitivnih, odnosno negativnih vrijednosti heterozisa u odnosu na boljeg roditelja i prosjek roditelja, neovisno o genotipu i položaju lista na stabljici (Tablica 7). Zbog manjih početnih razlika u roditelja dobivene vrijednosti su približno ujednačene, prvenstveno za kut otklona 18. lista.

U F_2 generaciji za sva istraživana svojstva, izuzev za odnos dužine i širine lista, u većine kombinacija križanja i godina istraživanja, bez obzira na položaj lista na stabljici, utvrđeno je smanjenje srednjih vrijednosti u odnosu na F_1 generaciju (Tablice 4-7). Prisutna je, dakle,

pozitivna inbriding depresija. Za debljinu 6. lista, kao i za odnos dužine i širine lista na svim položajima lista na stabljici u većine genotipova i godina istraživanja dobivene su negativne vrijednosti.

RASPRAVA

Jedan je od prvih i najvažnijih ciljeva u oplemenjivanju procjena različitih genetskih i negenetskih parametara pomoću kojih se nastoji objasniti djelovanje gena. Isto tako, selekcijom, zbog naglašenog varijabiliteta, nastoje se procijeniti pojedini uzroci varijabiliteta, ali i smanjiti onaj njihov dio kojega nije moguće definirati. Na odabranim materijalima za selekciju, zbog nekih njihovih specifičnosti, u svakom selekcijskom postupku nastoji se procijeniti heritabilnost, tj. stupanj nasljednosti. Stupanj nasljednosti ekonomski važnijih svojstava istraživan je

Tablica 4. Vrijednosti procijenjenih parametara: heritabilnost u širem i užem smislu, heterozis i inbriding za dužinu i širinu 6., 12. i 18. lista od 1992-1995.**Table 4.** Values of the estimated parameters: heritability in broad and narrow sense, heterosis and inbreeding for length and width of the 6th, 12th and 18th leaf from 1992-1995

Svojsvo i genotip Trait and genotype	Heritabilnost-Heritability		Heterozis-Heterosis		Inbriding (%) Inbreeding (%)
	u širem smislu (%) in broad sense (%)	u užem smislu in narrow sense	BP- BR (%)	MP - SR	
Dužina 6. lista - Length of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	62,0-67,2	32,3-46,5	2,00-6,38	8,51-13,63	7,84-15,38
Hy 71xBL1	48,6-65,0	18,9-22,2	8,00-24,39	14,89-24,39	8,33-16,66
Hy 71xPoseydon	59,3-62,7	23,7-44,0	-9,09-3,92	8,51-12,82	9,80-18,18
PoseydonxBL1	40,5-51,6	14,2-27,0	3,63-9,80	9,80-25,00	3,63-12,00
PoseydonxTN 86	53,5-66,6	48,8-57,5	-6,52-13,72	0,00-16,00	2,32-24,13
TN 86xBL1	35,4-60,7	35,4-52,9	-6,00-7,69	-6,00-9,09	0,00-7,14
Dužina 12. lista - Length of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	33,3-59,7	18,3-42,5	-5,66-9,61	9,09-14,00	8,33-30,76
Hy 71xBL1	41,3-58,5	18,0-32,0	1,96-21,27	13,04-32,35	8,88-23,07
Hy 71xPoseydon	33,3-49,2	16,9-28,7	-2,50-10,20	0,00-12,50	9,25-18,36
PoseydonxBL1	22,2-41,1	11,7-11,7	9,80-22,44	14,28-39,53	8,33-14,28
PoseydonxTN 86	41,1-52,6	16,3-17,8	3,77-14,00	4,08-17,02	7,84-29,82
TN 86xBL1	34,6-55,2	20,4-26,0	-8,00-9,61	-5,88-29,54	6,52-12,50
Dužina 18. lista - Length of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	51,6-57,3	12,5-38,6	-2,50-9,61	6,97-14,00	6,52-28,26
Hy 71xBL1	42,1-69,8	13,2-33,3	-6,52-14,58	4,87-30,95	6,81-23,25
Hy 71xPoseydon	39,1-52,9	27,4-36,9	-3,22-7,69	0,00-10,52	1,88-19,04
PoseydonxBL1	20,4-41,6	8,1-11,1	-5,00-18,00	2,59-37,20	7,84-10,16
PoseydonxTN 86	29,6-38,9	18,5-18,6	0,00-15,38	4,44-17,64	2,12-21,27
TN 86xBL1	30,7-52,5	24,6-29,5	-2,17-5,76	-2,17-25,00	6,52-20,00
Širina 6. lista - Width of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	50,0-66,6	40,0-50,0	3,84-9,52	8,00-15,00	13,04-25,80
Hy 71xBL1	40,0-62,9	25,9-26,6	8,33-18,18	17,85-23,80	15,38-27,27
Hy 71xPoseydon	52,3-73,0	15,3-39,6	-10,71-0,00	3,84-7,40	17,24-22,58
PoseydonxBL1	50,0-65,6	28,5-37,5	3,33-9,67	9,67-24,00	9,67-17,24
PoseydonxTN 86	53,5-60,0	21,4-35,0	-14,28-9,67	-4,00-13,33	4,16-29,41
TN 86xBL1	23,0-45,4	13,6-23,0	-6,66-9,09	-6,66-9,09	0,00-8,33
Širina 12. lista - Width of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	45,0-57,8	35,0-47,3	-4,34-12,00	10,00-15,00	10,71-28,00
Hy 71xBL1	42,8-47,6	21,4-23,8	4,00-16,66	13,04-33,33	9,52-30,76
Hy 71xPoseydon	40,0-52,3	23,8-27,7	-15,00-4,34	-5,55-14,28	14,28-28,00
PoseydonxBL1	44,4-56,0	27,7-32,0	7,40-12,00	9,52-36,84	6,89-21,42
PoseydonxTN 86	30,0-45,4	5,0-20,0	3,70-12,50	4,34-12,50	10,71-33,33
TN 86xBL1	52,1-68,0	31,8-39,1	-9,09-12,50	-4,00-28,57	0,00-16,66
Širina 18. lista - Width of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	23,0-36,3	7,6-18,1	0,00-13,04	0,00-13,04	0,00-30,00
Hy 71xBL1	38,4-64,7	38,4-41,1	5,26-13,04	11,76-30,00	10,00-26,31
Hy 71xPoseydon	42,8-60,0	5,0-35,7	0,00-5,55	0,00-11,76	9,09-21,05
PoseydonxBL1	15,3-46,6	15,3-20,0	0,00-16,66	12,50-35,00	0,00-11,11
PoseydonxTN 86	30,7-47,0	15,3-35,2	-4,76-12,50	-4,76-20,00	-5,00-19,04
TN 86xBL1	25,0-50,0	8,3-35,2	0,00-10,52	0,00-25,00	0,00-23,80

u svijetu na gotovo svim dosad poznatim komercijalnim tipovima duhana, ali i na križancima raznih tipova duhana. Međutim, najviše istraživanja provedeno je na duhanima tipa flue-cured i burley zbog njihovog najvećeg proizvodnog značenja. Stupanj nasljednosti parametara lista, kao komponenata prinosa, manje se istraživao budući današnji kultivari većinom zadovoljavaju u pogledu njihovih dimenzija, te se više pažnje posvećuje samoj kvalitativnoj dogradnji listova. Međutim, ovim se istraživanjima nastojao procijeniti stupanj nasljednosti nekih parametara lista ovisno o njihovom položaju na stabljici. Ako se pogledaju vlastiti rezultati procjenjene heritabilnosti za sva istraživana

svojsva, vidljivo je da je prisutan nizak do srednji udio aditivne varijance u ukupnoj varijanci. Razumije se, ovisno o genetskoj udaljenosti odabranih materijala, dobivene su i različite vrijednosti. Međutim, ako se pogledaju rezultati procjenjene heritabilnosti ovisno o položaju lista na stabljici za većinu istraživanih svojsva, vrijednost stupnja nasljednosti bila je najviša na položaju 6. lista i u pravilu je srednja, a u nekih svojsva i visoka. Za razliku od vlastitih istraživanja, Povilaitis (1967), koji je istraživao heritabilnost samo dužine i širine lista na različitim položajima na stabljici, najviše je vrijednosti dobio za vršno, a najmanje za donje lišće. Prema ostalim autorima (Legg i Collins, 1971a; 1971b; Legg, 1989)

Tablica 5. Vrijednosti procijenjenih parametara: heritabilnost u širem i užem smislu, heterozis i inbriding za odnos dužine i širine i površinu 6., 12. i 18. lista od 1992-1995.**Table 5.** Values of the estimated parameters: heritability in broad and narrow sense, heterosis and inbreeding for length and width ratio and area of the 6th, 12th and 18th leaf from 1992-1995

Svojsvo i genotip Trait and genotype	Heritabilnost-Heritability		Heterozis-Heterosis		Inbriding (%) Inbreeding (%)
	u širem smislu (%) in broad sense (%)	u užem smislu in narrow sense	BP- BR (%)	MP - SR	
Odnos D/Š 6. lista - L/W ratio of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	57,1-78,5	35,7-58,6	-7,65-(-0,77)	-4,54-1,06	-13,42-(-4,28)
Hy 71xBL1	68,1-82,7	44,8-54,5	-3,39-0,10	-2,12-5,22	-11,33-(-6,91)
Hy 71xPoseydon	40,0-65,0	22,2-40,0	-4,80-0,52	-1,93-1,82	-10,77-(-4,10)
PoseydonxBL1	73,6-91,1	52,3-67,6	-4,00-2,83	-1,91-3,41	-7,30-(-4,43)
PoseydonxTN 86	64,2-81,8	9,0-20,0	-4,59-0,83	-1,40-1,07	-10,77-(-2,89)
TN 86xBL1	66,6-78,9	14,2-33,3	-5,59-0,01	-3,60-1,29	-4,77-(-1,09)
Odnos D/Š 12. lista - L/W ratio of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	60,0-72,7	19,0-36,8	-5,31-(-2,17)	-3,16-1,90	-6,93-(-0,24)
Hy 71xBL1	33,3-40,0	23,8-30,0	-1,32-5,34	-0,14-7,75	-4,11-0,96
Hy 71xPoseydon	38,4-50,0	20,0-33,3	-0,96-3,12	-0,09-5,69	-8,40-(-5,24)
PoseydonxBL1	50,0-58,6	47,6-48,2	-4,77-5,00	-9,33-7,97	-7,73-0,97
PoseydonxTN 86	40,0-65,0	25,0-30,0	-2,70-0,80	3,09-4,76	-4,95-0,18
TN 86xBL1	37,5-46,0	6,6-25,0	-3,97-(-1,12)	-2,84-7,34	-4,09-(-0,74)
Odnos D/Š 18. lista - L/W ratio of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	45,4-66,6	13,3-33,3	-4,73-(-0,51)	-1,54-1,89	-1,64-(-0,17)
Hy 71xBL1	48,0-62,5	21,8-31,0	-3,17-8,26	-0,48-10,00	-3,66-(-2,63)
Hy 71xPoseydon	53,5-69,4	15,3-33,3	-3,02-1,17	-0,92-2,69	-3,44-(-2,67)
PoseydonxBL1	50,0-68,5	20,0-34,6	-2,89-12,61	-0,13-13,84	-4,45-7,87
PoseydonxTN 86	33,3-51,8	18,5-46,1	-6,49-(-0,04)	-0,26-4,59	-2,35-1,46
TN 86xBL1	37,5-66,6	27,2-29,1	-6,26-0,21	-4,54-5,91	-1,92-6,78
Površina 6. lista - Leaf area of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	40,6-64,2	14,3-33,6	5,58-15,01	19,63-29,74	16,52-35,83
Hy 71xBL1	47,9-67,5	9,8-25,0	16,91-49,91	33,87-54,00	24,48-35,70
Hy 71xPoseydon	40,2-63,3	21,4-26,7	-18,07-3,72	9,11-22,95	24,62-35,20
PoseydonxBL1	41,3-59,5	19,2-20,6	7,54-19,83	24,83-54,47	12,87-25,12
PoseydonxTN 86	59,4-65,8	32,7-48,2	-17,60-25,32	1,24-33,66	10,68-44,42
TN 86xBL1	38,3-63,3	10,0-39,0	-10,53-16,63	-8,30-25,69	1,64-10,69
Površina 12. lista - Leaf area of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	46,7-57,7	14,2-17,8	-10,94-26,84	19,70-31,31	17,58-43,81
Hy 71xBL1	54,4-75,0	15,5-19,2	-0,81-38,01	21,41-74,96	19,19-39,36
Hy 71xPoseydon	51,4-68,9	4,9-21,5	-16,69-8,22	-3,26-25,76	19,74-35,07
PoseydonxBL1	54,9-81,1	11,4-17,2	25,60-30,12	30,44-77,55	14,69-31,54
PoseydonxTN 86	43,0-67,4	11,8-21,1	4,29-30,12	5,94-31,09	11,84-45,07
TN 86xBL1	52,8-56,8	17,7-21,8	-7,41-24,73	-4,54-65,21	14,28-26,53
Površina 18. lista - Leaf area of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	38,2-62,2	27,7-33,5	2,20-25,17	14,93-32,20	-3,62-46,00
Hy 71xBL1	44,5-58,6	12,6-16,7	-5,36-31,61	17,18-76,73	15,76-40,66
Hy 71xPoseydon	34,9-39,9	8,9-17,9	-8,51-8,17	-1,36-23,00	1,88-32,37
PoseydonxBL1	31,8-52,0	16,0-19,5	-1,99-31,54	20,00-83,68	7,30-19,89
PoseydonxTN 86	27,4-50,0	19,7-26,1	-1,58-26,21	3,78-32,12	-8,46-33,42
TN 86xBL1	22,9-40,3	15,5-18,9	-3,18-14,77	1,67-59,70	3,57-37,79

procjenjena je heritabilnost samo nekih svojstava srednjih listova i dobivene su različite vrijednosti. Dosadašnja istraživanja drugih autora, ali i vlastita ukazuju na vrlo varijabilne rezultate procjene heritabilnosti parametara lista sukladno izabranom genetskom materijalu, istraživanom svojstvu, metodi istraživanja, godini, gustoći sklopa, heterogenosti tla i drugim nepoznatim vanjskim čimbenicima. Kako su u duhana najkvalitetniji srednji i gornji listovi, a u našim istraživanjima dobivene su niske vrijednosti procjenjene heritabilnosti u užem smislu za nevedene položaje na stabljici, manje su mogućnosti ranijeg odabira

genotipova s povoljnijim vrijednostima zbog niskog udjela aditivne varijance.

U duhana pojava heterozisa često dolazi do izražaja u većine morfoloških svojstava. Ipak, svaka kombinacija križanja ne dovodi do signifikantne pojave ovog fenomena. Stoga je potrebno na specifičnim materijalima odrediti vrijednost svakog materijala zasebno, ali i njihove međusobne kombinacije. Prema raspoloživim literaturnim izvorima dobiveni su oprečni rezultati procjenjenog heterozisa za ekonomski važnija svojstva duhana, pa tako i za parametre lista. Prisutan je pozitivan heterozis (Matzinger i sur., 1971; Chang i

Tablica 6. Vrijednosti procijenjenih parametara: heritabilnost u širem i užem smislu, heterozis i inbriding za debljinu i težinu 6., 12. i 18. lista od 1992-1995.**Table 6.** Values of the estimated parameters: heritability in broad and narrow sense, heterosis and inbreeding for thickness and weight of the 6th, 12th and 18th leaf from 1992-1995

Svojestvo i genotip Trait and genotype	Heritabilnost-Heritability		Heterozis-Heterosis		Inbriding (%) Inbreeding (%)
	u širem smislu (%) in broad sense (%)	u užem smislu in narrow sense	BP- BR (%)	MP - SR	
Debljina 6. lista - Thickness of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	53,7-76,3	33,1-35,4	0,00-16,66	14,28-16,66	-28,57-14,28
Hy 71xBL1	48,4-60,9	33,1-38,0	0,00-33,33	14,28-33,33	-28,57-12,50
Hy 71xPoseydon	48,6-57,9	27,3-33,9	-25,00-14,28	-14,28-33,33	-16,66-12,50
PoseydonxBL1	57,0-73,1	25,1-34,2	-12,50-14,28	-12,50-14,28	-14,28-12,50
PoseydonxTN 86	44,6-66,4	33,9-43,9	-14,28-12,50	-14,28-12,50	11,11-16,66
TN 86xBL1	54,4-60,5	24,4-35,7	-14,28-14,28	-14,28-14,28	-16,66-14,28
Debljina 12. lista - Thickness of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	40,1-53,5	21,2-31,1	12,50-14,28	12,50-14,28	11,11-12,50
Hy 71xBL1	54,0-77,6	30,8-33,0	12,50-25,00	12,50-28,57	0,00-22,22
Hy 71xPoseydon	42,8-60,4	16,4-26,6	11,11-14,28	12,50-25,00	11,11-22,22
PoseydonxBL1	42,3-73,5	32,0-33,2	0,00-25,00	11,11-25,00	11,11-20,00
PoseydonxTN 86	35,0-44,1	7,2-7,4	11,11-25,00	11,11-25,00	12,50-22,22
TN 86xBL1	61,5-75,5	35,7-37,7	11,11-12,50	11,11-12,50	22,22-22,22
Debljina 18. lista - Thickness of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	24,4-41,9	9,9-25,5	11,11-16,66	11,11-16,66	11,11-33,33
Hy 71xBL1	27,4-34,0	12,6-14,9	12,50-25,00	12,50-25,00	20,00-25,00
Hy 71xPoseydon	17,4-35,3	12,7-13,0	0,00-25,00	11,11-25,00	11,11-30,00
PoseydonxBL1	32,1-36,5	11,1-24,0	10,00-25,00	14,28-25,00	10,00-30,00
PoseydonxTN 86	31,8-51,4	10,6-39,5	10,00-25,00	10,00-25,00	14,28-33,33
TN 86xBL1	14,8-32,8	13,8-14,7	11,11-25,00	14,28-25,00	20,00-40,00
Težina 6. lista - Weigh of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	25,5-35,5	12,1-27,0	-4,25-11,32	9,75-28,20	13,33-22,00
Hy 71xBL1	47,2-61,8	12,9-20,9	14,00-36,95	21,21-61,53	12,22-30,63
Hy 71xPoseydon	57,9-88,3	39,8-50,7	-17,56-11,47	3,38-23,63	10,29-38,46
PoseydonxBL1	52,0-76,3	14,0-54,5	4,05-14,85	18,36-50,00	6,89-20,00
PoseydonxTN 86	57,2-88,0	51,3-51,4	2,70-11,18	12,28-29,50	1,56-41,25
TN 86xBL1	48,2-60,2	9,0-41,6	-16,84-19,56	-16,84-30,95	-2,53-7,27
Težina 12. lista - Weigh of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	30,5-54,8	17,6-41,7	-9,25-48,14	10,00-56,86	-4,54-42,50
Hy 71xBL1	37,3-53,6	9,0-18,5	-3,70-36,23	21,87-88,00	2,27-41,02
Hy 71xPoseydon	30,3-36,9	6,3-6,8	-10,25-6,02	0,00-20,00	-6,38-33,33
PoseydonxBL1	50,1-59,0	3,2-7,9	7,69-23,45	21,73-78,94	0,00-30,00
PoseydonxTN 86	54,1-66,6	7,9-10,3	3,92-34,24	8,16-53,12	3,77-46,93
TN 86xBL1	40,0-52,6	15,9-16,1	-50,00-27,02	-20,58-77,35	-15,21-11,70
Težina 18. lista - Weigh of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	45,7-53,2	18,0-25,0	-27,27-24,65	-11,11-33,82	0,00-18,68
Hy 71xBL1	60,0-80,7	11,4-36,8	-10,25-36,50	16,21-95,45	4,34-23,25
Hy 71xPoseydon	51,8-71,1	18,3-32,9	-27,27-21,05	-23,52-26,66	-48,07-23,07
PoseydonxBL1	42,9-71,9	13,7-24,5	-10,25-35,69	17,50-97,95	-19,14-19,58
PoseydonxTN 86	46,1-52,1	18,0-18,0	11,36-35,61	8,88-41,66	6,12-18,18
TN 86xBL1	45,9-55,8	26,5-44,1	-25,64-16,43	-14,70-73,46	6,52-12,94

Shyu, 1980; Wilkinson i Rufty, 1990) ili ga uopće nema (Legg i sur., 1970, Legg i Collins, 1971b; Legg, 1989a; 1989b; 1991). Prema vlastitim rezultatima za većinu istraživanih parametara lista dobivene su pozitivne vrijednosti. To znači da je prisutna pojava pozitivnog heterozisa i u odnosu na boljeg roditelja, ali nisu uočene neke veće razlike s obzirom na položaj lista na stabljici. Stoga bi se moglo reći da veća povećanja vrijednosti parametara lista upućuju na nešto veće početne razlike izabranih roditelja, ali i na jače dominantno djelovanje gena bez obzira na položaj lista na stabljici.

Također je za većinu istraživanih parametara lista, neovisno o njegovu položaju na stabljici, prisutna

pozitivna inbriding depresija. Dosadašnja istraživanja ovog problema upućuju na prisustvo (Legg i sur., 1970; Matzinger i sur., 1971), ali i na izostanak inbriding depresije (Legg i Collins, 1971b; Sastry i Prasada Rao, 1980). Nije, međutim istraživana pojava inbriding depresije s obzirom na položaj lista na stabljici, pa zbog insuficijencije literaturnih podataka nije moguće donijeti relevantne zaključke.

ZAKLJUČAK

Provedna su četverogodišnja istraživanja načina nasljeđivanja sedam parametara lista duhana tipa burley pomoću heritabilnosti, heterozisa i inbriding depresije i

Tablica 7. Vrijednosti procijenjenih parametara: heritabilnost u širem i užem smislu, heterozis i inbriding za kut otklona 6., 12. i 18. lista od 1992-1995.

Table 7. Values of the estimated parameters: heritability in broad and narrow sense, heterosis and inbreeding for angle of the 6th, 12th and 18th leaf from 1992- 1995

Svojevstvo i genotip Trait and genotype	Heritabilnost-Heritability		Heterozis-Heterosis		Inbriding (%) Inbreeding (%)
	u širem smislu (%) in broad sense (%)	u užem smislu in narrow sense	BP- BR (%)	MP - SR	
Kut otklona 6. lista - Angle of the 6th leaf					
Hy 71xTN 86	32,9-40,2	17,3-29,4	-3,70-1,31	-2,50-1,31	2,66-8,97
Hy 71xBL1	15,5-30,9	9,5-27,2	-12,34-2,60	-3,84-2,70	2,63-9,09
Hy 71xPoseydon	24,4-36,6	14,2-36,1	-4,93-0,00	1,21-2,73	2,66-7,79
PoseydonxBL1	22,3-44,4	26,0-27,7	5,63-0,00	1,36-7,14	1,35-3,94
PoseydonxTN 86	23,5-48,7	10,0-15,3	-4,00-1,31	-2,70-5,47	6,94-9,09
TN 86xBL1	15,8-45,9	15,0-35,1	-2,66-2,46	-2,66-3,94	1,36-3,94
Kut otklona 12. lista - Angle of the 12th leaf					
Hy 71xTN 86	23,5-46,7	15,0-23,0	-3,57-3,70	-3,57-3,70	1,78-17,85
Hy 71xBL1	25,2-44,7	9,3-18,1	-3,50-1,85	-1,78-3,63	1,75-16,36
Hy 71xPoseydon	41,1-52,3	13,3-30,9	-17,50-(-9,25)	-7,84-(-3,92)	0,00-8,16
PoseydonxBL1	48,8-60,2	16,6-26,8	-12,72-(-1,85)	-4,00-3,92	0,00-3,77
PoseydonxTN 86	53,5-57,5	25,0-33,3	-3,50-1,78	3,92-13,72	0,00-9,09
TN 86xBL1	42,4-62,2	23,0-33,3	-3,70-3,57	-3,70-5,45	1,72-3,57
Kut otklona 18. lista - Angle of the 18th leaf					
Hy 71xTN 86	29,3-52,2	17,6-27,7	-2,85-15,62	0,00-15,62	2,70-19,44
Hy 71xBL1	38,8-42,8	11,1-19,5	-12,82-0,00	-7,14-0,00	0,00-8,82
Hy 71xPoseydon	37,6-59,4	20,9-28,5	-5,55-12,50	0,00-12,50	5,88-8,33
PoseydonxBL1	21,7-53,2	12,5-32,5	-7,69-25,00	-2,94-25,00	2,77-3,03
PoseydonxTN 86	46,5-49,5	13,3-33,3	0,00-18,75	0,00-18,75	0,00-11,42
TN 86xBL1	39,6-47,6	9,6-25,0	-17,94-0,00	-11,11-0,00	0,00-3,22

u ovisnosti o njihovu položaju na stabljici u koja su bila uključena četiri roditeljska kultivara i njihove F_1 , F_2 , Bc_1 i Bc_2 generacije.

Za sva je istraživana svojstva procijenjena heritabilnost u širem smislu veća u odnosu na heritabilnost u užem smislu i, u pravilu, je srednja. Za dužinu, širinu, odnos dužine i širine, debljinu i težinu lista procijenjena heritabilnost u širem smislu najviša je za 6. list, dok je za površinu lista podjednaka za 6. i 12. list. Najviše vrijednosti za kut otklona dobivene su za 12. i 18. list. Heritabilnost u užem smislu, u pravilu, je niska, neovisno o istraživanom svojstvu i položaju lista na stabljici. Najveći udio aditivnog dijela u ukupnoj varijanci za većinu istraživanih svojstava procijenjen je u genotipova Hy 71xTN 86, PoseydonxTN 86 i PoseydonxBL1.

Pozitivan heterozis utvrđen je za dužinu, širinu, površinu i težinu lista i u odnosu na boljeg roditelja, neovisno o položaju lista na stabljici, dok je za odnos dužine i širine lista procijenjen negativan heterozis. Najveće povećanje dobiveno je u F_1 hibrida Hy 71xBL1 i PoseydonxBL1. Za debljinu lista, zbog manjih početnih razlika između roditelja, heterozis u odnosu na prosjek i boljeg roditelja gotovo je identičan. Za kut otklona lista dobiveno je podjednako pozitivnih odnosno negativnih vrijednosti.

Za sva istraživana svojstva, izuzev za odnos dužine i širine lista, za većinu kombinacija križanja i godina utvrđeno je smanjenje srednjih vrijednosti u odnosu na F_1 generaciju, neovisno o položaju lista na stabljici. Iz toga proizlazi da je prisutna pozitivna inbriding depresija.

LITERATURA

- Beljo J. (1992). Oplemenjivanje duhana-dostignuća i izazovi. *Tutun/Tobacco* 7-12:179-190.
- Burk G. L., Chaplin J. F., Tso T. C., Tucker C. M. Jr. (1971). Leaf characteristics of four flue-cured tobacco varieties according to stalk position. II. Physical properties *Tob Sci* 15:149-150.
- Butorac Jasminka (1994). Prinos i kvaliteta nekih genotipova duhana tipa burley u ovisnosti o važnijim subparametrima lista. Magistarski rad, Zagreb.
- Chang E. Y., Shyu C. C. (1980). The separation and relative importance of gene effects for seven agronomic characters and three chemical constituents in tobacco. I. Vamfen-Hicks' Burley 21. *Bull Taiwan Tob Res Inst* 13:19-31.
- Devčić K., Bolsunov I. (1975). "Čulinec" nova sorta burleya stvorena u Duhanskom institutu Zagreb. 9. simpozij duhanskih stručnjaka Jugoslavije, Skopje, str. 10-12
- Devčić K., Triplat J., Benković F. (1984). Sorte burleya selekcionirane u Duhanskom institutu Zagreb. *Tutun/Tobacco* 1-2:1-10.
- Dražić, S., Šurlan G. (1990). Genetic and phenotypic path analysis and heritability in tobacco. *Genetika* 2(2):99-104.
- Espino M. E., Capote E. (1976). Diallel analysis of some quantitative characters in black tobacco varieties. *Agrotec Cuba* 8(2):55-69.
- Gallais A. (1988). Heterosis: its genetic basis and its utilisation in plant breeding. *Euphytica* 39:95-104.
- Gudoy L. B., Ventura E. B., Rivera R. L. (1987). Diallel cross and combining ability in burley tobacco. *J Tob Sci Techno* 1(3):240-245.

- Hartana I. (1976). Variability of four agronomic characters of some Besuki cigar leaf tobacco cultivars. *Menar Perkeb* 44(4):173-177.
- Legg P. D., Collins G. B., Litton C. C. (1970). Heterosis and combining ability in diallel crosses of burley tobacco, *Nicotiana tabacum L.* *Crop Sci* 10(6):705-707.
- Legg P. D., Collins G. B. (1971a). Genetic parameters in burley populations of *Nicotiana tabacum L.* II. Virginia B-29 Ky 12. *Tob Ab* 10:940.
- Legg P. D., Collins G. B. (1971b). Genetic parameters in burley populations of *Nicotiana tabacum L.* I. "Ky 10" Burley 21". *Crop Sci* 11:365-367.
- Legg P. D. (1989a). Genetic variation from diallel and inter-type crosses of dark air-cured tobacco. 33rd Tob Work Conf Ab
- Legg P. D. (1989b). Diallel and inter-type crosses in one-sucker tobacco. *Tob Int* 19(6):54-57.
- Legg P. D. (1991). Genetic variability in broadleaf dark tobacco. *Tob Sci* 35:32-34.
- Mahmud I., Kramer H. H. (1951). Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agronomy J* 43:307-311.
- Marani A., Sachs Y. (1966). Heterosis and combining ability in a diallel cross among nine varieties of oriental tobacco. *Crop Sci* 6:19-22.
- Mather K. (1949). *Biometrical Genetics*, Methuen, London.
- Matzinger D. F., Wernsman E. A., Ross H. F. (1971). Diallel crosses among burley varieties of *Nicotiana tabacum L.* in the F₁ and F₂ generations. *Crop Sci* 11(2):275-279.
- Miller R. D. (1987). Registration of "TN 86" burley tobacco. *Crop Sci* 27(2):365-366.
- Povilaitis B. (1964). Inheritance of certain quantitative characters in tobacco. *Can J Genet Cytol* 6:472-479.
- Povilaitis B. (1966). Diallel cross analysis of quantitative characters in tobacco. *Can J Genet Cytol* 8:336-346.
- Povilaitis B. (1967). Inheritance of leaf width and length in tobacco. *Tob Sci* 11:1-4.
- Sastry A. B., Prasada Rao P. V. (1980). Genetic analysis of certain quantitative characters in inter-varietal crosses of *Nicotiana tabacum L.* *Tob Res* 6(1):32-38.
- Wilkinson C. A., Rufty R. C. (1990). Diallel analysis of crosses among United States and European burley tobacco cultivars. *Tob Sci* 34:15-18.
-