

UTJECAJ KOLIČINE I RASPOREDA OBORINA NA SADRŽAJ  
NIKOTINA I PRINOS DUHANA TIP A BERLEJ U UVJETIMA  
SJEVERNE HRVATSKE

THE RELATIONSHIP OF SEASONAL RAINFALL TO NICOTINE  
CONTENT AND YIELD OF BURLEY TOBACCO GROWN IN  
NORTHERN CROATIA

J. Beljo, M. Bajtek, N. Vuletić

SAŽETAK

Analiziran je utjecaj sume i rasporeda oborina tijekom vegetacije na sadržaj nikotina i prinos duhana tipa berlej u uvjetima sjeverne Hrvatske za razdoblje od 1983.-1993. Podaci za istraživanje dobiveni su iz pokusa provedenih na pokušalištu Duhanskog instituta Zagreb u Božjakovini. Prosječna suma oborina za razdoblje svibanj-kolovoz iznosila je 233 mm u analiziranom periodu. Prosječan prinos sorte Čulinec iznosio je 2 887 kg/ha, a nađen je prosječan sadržaj nikotina od 2.90%. Sadržaj nikotina bio je u negativnom odnosu s oborinama tijekom vegetacije, a najveći utjecaj na sintezu i akumulaciju nikotina imaju oborine u razdoblju od polovice lipnja do polovice kolovoza, s koeficijentom korelacije  $r = -0.856$ . Odnos između oborina i prinosa je linearan, s koeficijentom korelacije  $r = 0.753$ . Utvrđena je negativna korelacija između prinosa duhana i sadržaja nikotina u listu, s koeficijentom korelacije  $r = -0.695$ .

*Ključne riječi:* Berlej duhan, oborine, prinos, nikotin, korelacija, regresija.

ABSTRACT

The relationship of the seasonal rainfall to the nicotine content and yield of Burley tobacco grown in northern Croatia was studied for the period 1983-1993. The data from the trials carried out at the tobacco Experimental Station in Božjakovina were used for this investigation. The precipitation level in the May-August period amounted to 233 mm, the yield of cured tobacco of the Čulinec

variety averaged 2 887 kg/ha and the average nicotine content of 2.90% was found. The total yield of nicotine per hectare did not vary so much as its percentage in the leaves, except in extreme climatic conditions. The nicotine content was inversely proportional to the seasonal rainfall. The precipitation during the June-July period affected mostly the nicotine content, the correlation coefficient being  $r = - 0.856$ . The sum of seasonal rainfall was in a linear relationship with the tobacco yield, with  $r = 0.753$ . A negative correlation of the nicotine content to the leaf tobacco yield was found and the coefficient of correlation amounted to  $r = - 0.695$ .

*Key words:* Burley tobacco, rainfall, yield, nicotine content, correlation, regression

## UVOD

Prinos i kemijski sastav duhana ovise o velikom broju činitelja, među kojima uz nasljedna svojstva same biljke i postupak uzgoja (Bowman i dr. 1981, Mann i dr. 1975, Nielsen i Collins 1985), značajnu ulogu imaju klimatske prilike godine, a napose količina i raspored oborina tijekom vegetacije (Weybrew i Woltz 1975, Mulchi i dr. 1985, Martin 1987).

Pojedini tipovi duhana različito reagiraju na uvjete sredine i pritom različito ispoljavaju svoja svojstva. Berlej je tip duhana s višim prinosom i umjerenim do višim sadržajem nikotina u odnosu na druge tipove.

Suvremena duhanska industrija zahtijeva duhan s nižim sadržajem nikotina i nježnijeg tkiva. Takav duhan može se proizvesti uzgojem sorti s odgovarajućom genetskom konstitucijom, te primjenom određene tehnologije uzgoja, u sklopu čega je osobito važno osigurati određenu bilancu vlage u tlu.

Nikotin, kao najvažnija komponenta kemijskog kompleksa i prinos, kao osnovni komercijalni parametar duhana, u korelaciji su s bilancom vode u tlu, što su pokazala brojna istraživanja. Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj količine i rasporeda oborina tijekom vegetacije na prinos suhog duhana i razinu nikotina kod duhana tipa berlej u uvjetima sjeverne Hrvatske.

## MATERIJAL I METODE

Napravljena je analiza sume i raspored oborina tijekom vegetacije u razdoblju od 10 godina i njihov utjecaj na sadržaj nikotina i prinos duhana tipa berlej. Podaci o prinosu suhog duhana i sadržaju nikotina dobiveni su iz pokusa provedenih na pokušalištu Duhanskog instituta Zagreb u Božjakovini u razdoblju od 1983.-1993. Sadržaj nikotina određivan je u lišću treće berbe. Ispitivanje je provedeno sa

standardnom sortom Čulinec. Iz analize je izuzeta 1986. godina kad pokusi nisu uspjeli zbog nepovoljnih vremenskih prilika.

Oborine tijekom vegetacije praćene su na samom pokušalištu. Tehnologija uzgoja i sušenja bila je standardna za ovaj tip duhana i identična tijekom analiziranog razdoblja. Tlo je redovito gnojeno s 85-90 kg N/ha.

Koeficijent korelacije i linija regresije obračunati su prema programu KaleidoGraph (1990.). Nikotin je određen spektrofotometrijski, prema Coresta recommendations No. 20.

## REZULTATI ISPITIVANJA I RASPRAVA

Na tablici 1 prikazan je raspored oborina za razdoblje svibanj-rujan, te zbirno za pojedina vremenska razdoblja u tijeku vegetacije. Naime, uspoređujući sumu oborina u odnosu na realizaciju prinosa i nikotina, zaključili smo na temelju koeficijenata korelacije, da prinos najviše ovisi o sumi oborina od polovice svibnja do polovice kolovoza, a sadržaj nikotina o oborinama u lipnju i srpnju. Stoga smo za analizu uzeli raspored oborina za ta dva razdoblja.

Ovo područje po klimatskim prilikama pripada umjereno kontinentalnoj klimi s prosjekom oborina za razdoblje svibanj- kolovoz od 220 mm, ali su variranja od godine do godine velika, a čest je manjak oborina u vegetacijskom razdoblju.

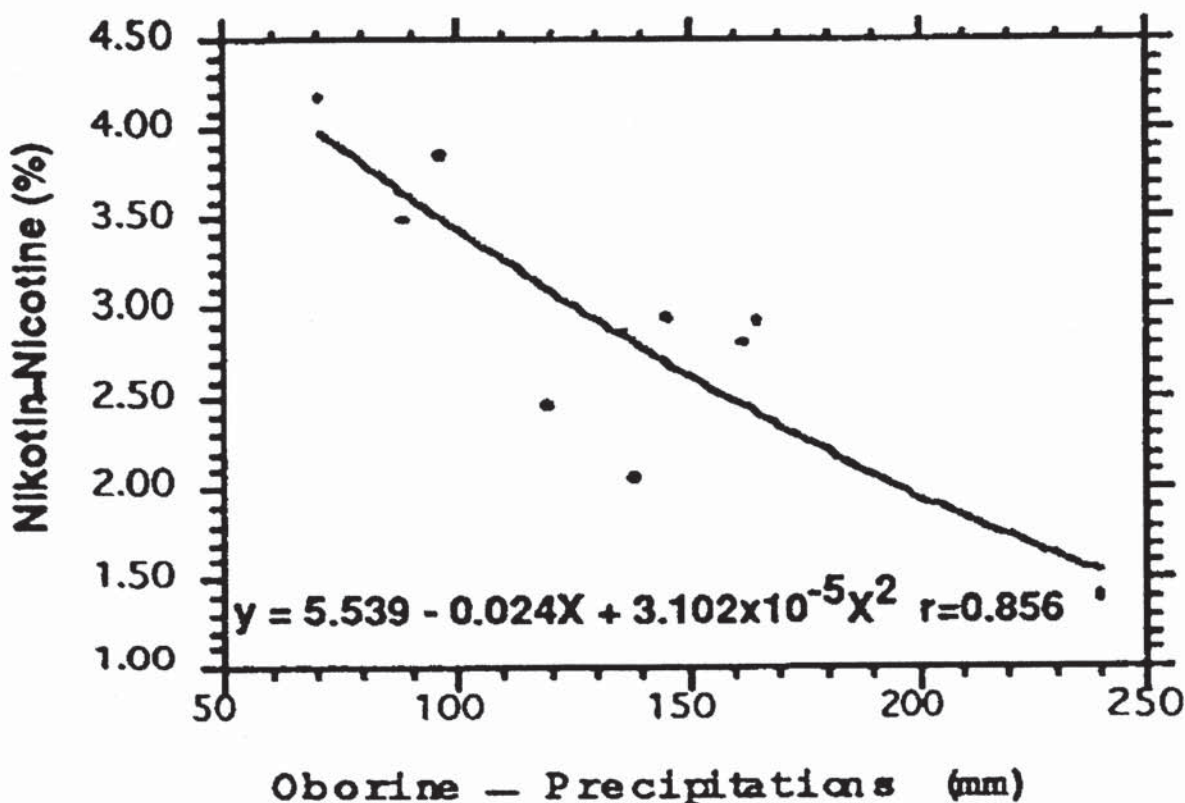
Koeficijent variranja za pojedine godine u analiziranom razdoblju kretao se do 78%, a za sumu oborina variranje je iznosilo 28 - 35.

Prosječan sadržaj nikotina u analiziranom razdoblju iznosio je 2.90% uz variranje  $\pm 28.2\%$ . S druge strane prosječan prinos u desetgodišnjem razdoblju iznosio je 2 877 kg/ha uz koeficijent varijacije  $\pm 18.3\%$ . To je relativno visok prinos, što je rezultat dobro provedene i ujednačene tehnologije uzgoja.

Premda je nikotin kemijska komponenta na koju najviše utječe nasljedna osnova biljke, sadržaj ove komponente veoma varira pod utjecajem vanjskih činitelja. Sadržaj nikotina u analiziranom razdoblju kod iste sorte, na istoj lokaciji i uz istu tehnologiju uzgoja, varirao je od 1.40% - 4.18%, što govori koliko klimatske prilike u pojedinim godinama utječu na sadržaj nikotina. Vlaga u tlu je jedan od najvažnijih činitelja u sintezi nikotina. Suša je, prema brojnim istraživanjima (Weybrew i Woltz 1975, Nielsen i Collins 1985, Martin 1987), bitan činitelj koji utječe na sadržaj nikotina, kao i gnojidba dušikom. U tijeku analiziranog razdoblja zabilježene su tri izrazito sušne godine u odnosu na višegodišnji prosjek. U tim godinama (1988, 1990. i 1992.) sadržaj nikotina u duhanu bio je najviši: 3.49; 3.86; odnosno 4.18%. S druge strane u 1989. godini tijekom vegetacije razina

Slika 1  
Figure 1

Odnos količine oborina i nikotina  
Relationship of seasonal rainfall to nicotine



oborina bila je znatno viša od prosjeka i od potreba biljke, a te godine sadržaj nikotina bio je veoma nizak (1.40%), u odnosu na prosječnu vrijednost.

Nikotin se sintetizira u korijenu, odakle se translocira u vršne dijelove biljke kroz ksilem (Mothes, 1955). Akumulacija nikotina u listu nastupa ubrzo nakon sadnje i povećava se do zriobe duhana. Naime, sinteza nikotina u korijenu odvija se stalno kako se korijen razvija pa se nikotin nastavlja akumulirati u listovima i nakon prestanka rasta listova, odnosno u vrijeme zriobe (Tso, 1990). Stoga su za sintezu ove komponente veoma bitni činitelji koji potiču razvoj korijena, kao što je bilanca vode u tlu.

Odnos između sadržaja nikotina i sume oborine tijekom vegetacije bio je obrnuto proporcionalan. S porastom oborina smanjuje se postotak nikotina u biljci. Koeficijent korelacije između ovih parametara visoko je značajan i negativan, što govori o velikoj ovisnosti razine nikotina o oborinama tijekom bujnog razvoja biljke (slika 1.).

Međutim, ukupna količina nikotina po hektaru varira znatno manje i približno je jednaka u pojedinim godinama. Velike razlike u odnosu na prosječne veličine pojavljuju se samo u ekstremnim godinama, kako sušnim tako i kišnim (tablica 1.). Ako se iz analize izuzmu dvije ekstremne godine, onda koeficijent variranja iznosi svega 11%.

Tablica 1      Oborine, prinos duhana i sadržaj nikotina u analiziranom razdoblju  
Table 1        Precipitations, tobacco yield and nicotine content in the studied  
period

Godina Year	Oborine u mm					Ukupno** Total			Prinos Yield kg/ha	Nikotin Nicotine	
	V	VI	VII	VIII	IX	1	2	3		%	kg/ha
	1983	69	150	26	71	76	392	235	139	2610	2.86
1984	99	80	96	26	110	411	267	162	3425	2.80	95.90
1985	64	132	29	56	37	328	207	145	3095	2.94	90.99
1987	88	100	54	100	72	414	268	165	3358	2.92	98.05
1988	37	90	43	87	99	356	177	89	2265	3.49	79.05
1989	130	122	48	243	100	643	349	255	3030	1.40	42.42
1990	25	75	37	24	97	258	146	71	2480	4.18	103.66
1991	126	42	62	117	83	430	237	179	3600	2.06	74.16
1992	18	58	71	15	58	220	155	97	1995	3.86	77.01
1993	30	96	39	128	125	418	293	120	3013	2.45	73.82
Prosjek Average	69	94	50	87	86	387	233	140	2887	2.90	80.91
C.V.	60.2	35.2	42.1	78.0	30.3	29.7	27.4	35.4	18.3	28.2	16.65

\*1 = Suma oborina od svibnja do rujna - Total precipitations May/September

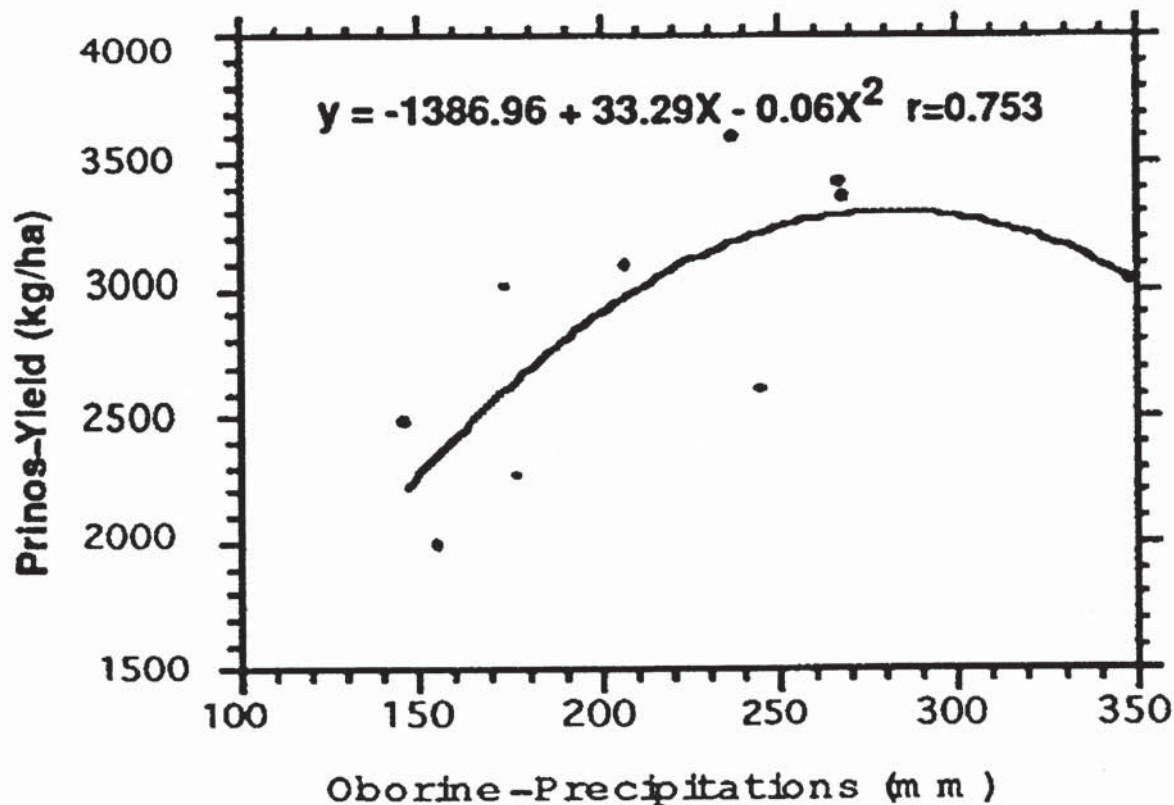
\*2 = Suma oborina od polovice svibnja do polovice kolovoza - Total precipitations from mid May to mid August

\*3 = Suma oborina od polovice lipnja do polovice kolovoza - Total precipitations from mid June to mid August

Jasno se vidi kako u uvjetima suše raste postotak nikotina, što se jednim dijelom objašnjava time da se povećava debljina kutikule i smanjuje gubitak nikotina (Tso, 1990). Osim toga u uvjetima suše vjerojatno je intenzivniji razvoj sekundarnog i

Slika 2  
Figure 2

Odnos količine oborina i prinosa  
Relationship of seasonal rainfall to yield



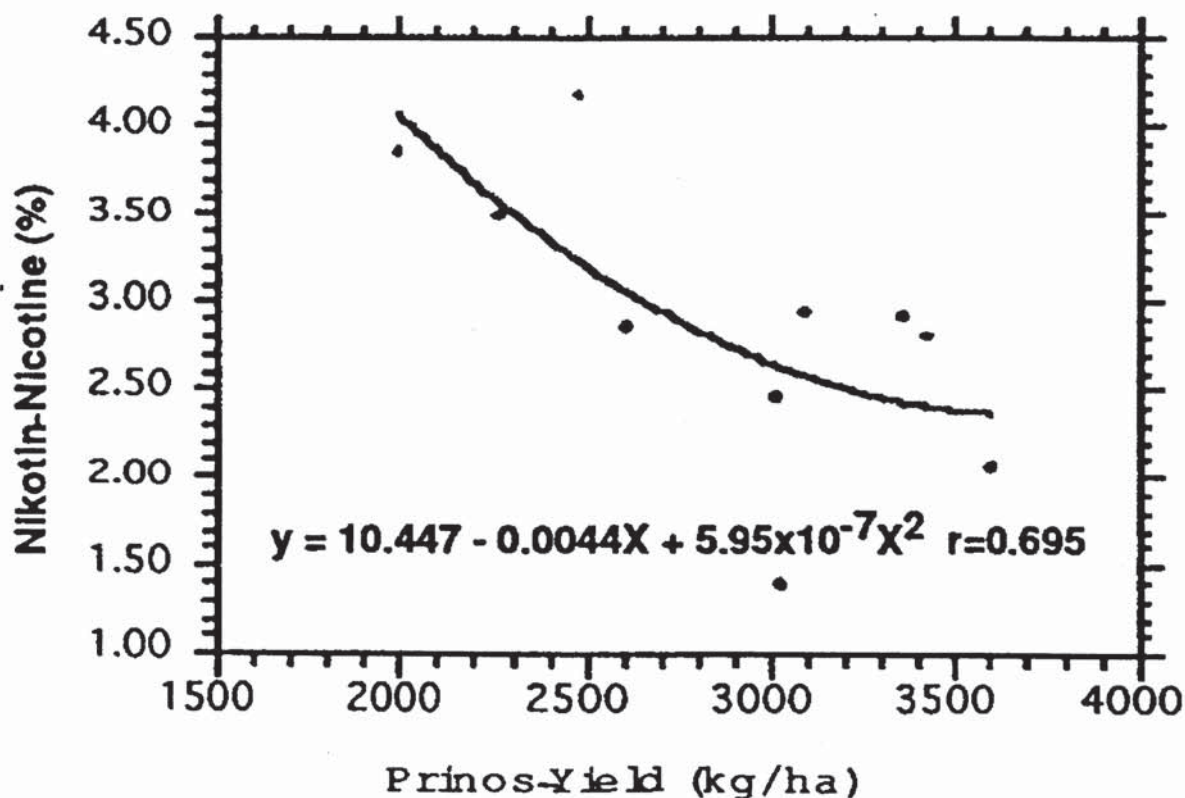
finog korijenja kako bi se mogle iskoristiti sve raspoložive količine vlage, a u tom se korijenju najvećim dijelom obavlja sinteza nikotina.

Nasuprot tome povećanje vode u tlu dovodi do otapanja i ispiranja dušika i dušičnih spojeva iz tla. Visoka vlaga u tlu, uz to, smanjuje razinu kisika u atmosferi tla, što može dovesti do slabijeg razvoja sekundarnog i finog korijenja. Atkinson i dr. (1969) utvrdili su da je navodnjavanje bez dodatne gnojidbe dušikom smanjilo sadržaj nikotina za 31%.

Za sadržaj nikotina u duhanu osobito je važna suma oborina u vremenu od polovice lipnja do polovice kolovoza. Naime, koeficijent korelacije između sadržaja nikotina i količine oborina u razdoblju od svibnja do kolovoza iznosio je  $r = -0.806$ , a u razdoblju od polovice lipnja do polovice kolovoza  $r = -0.856$ . Linija regresije za ovo razdoblje također pokazuje visok stupanj međuovisnosti (slika 1.). To je period intenzivnog razvoja korijena i bujnog porasta biljke, pa nedostatak

Slika 3  
Figure 3

Odnos prinosa i nikotina  
Relationship of yield to nicotine



vlage u tom periodu posebno utječe na porast sadržaja nikotina. Stoga, ako želimo imati duhan s manjim sadržajem nikotina, potrebno je upravo u tom razdoblju uravnotežiti vodu u tlu.

Odnos između prinosa i oborina tijekom vegetacije je linearan, a koeficijent korelacije pokazuje značajnu povezanost (slika 2.) Porastom oborina do određene granice raste i prinos. Kod formiranja prinosa najvažniji je raspored oborina od vremena sadnje do polovice kolovoza. Koeficijent korelacije između oborina i prinosa za razdoblje svibanj-rujan iznosio je  $r = 0.627$ , za razdoblje lipanj-kolovoz  $r = 0.614$ , a za razdoblje svibanj-kolovoz  $r = 0.753$ . Nakon tog razdoblja oborine manje utječu na prinos, a više na zriobu lista i kvalitativnu dogradnju, pogotovo ako je u lipnju i srpnju bilo dostatno oborina. Većim razvojem korijena pojačava se i razvoj cjelokupne biljke. Smatra se da je korijen primarni izvor regulatora rasta

- gibberelina i citokinina, pa će činitelji koji utječu na razvoj korijena vjerojatno utjecati na rast i razvoj biljke.

Regresijska krivulja (slika 2) pokazuje da nakon određenog maksimuma oborina prinos počinje opadati, kao posljedica smanjenja kisika u atmosferi tla, gušenja korijena i sporijeg razvoja biljke.

Ispitivanja su također pokazala međusobnu povezanost prinosa i sadržaja nikotina, kao što je to nađeno i u nekim ranijim istraživanjima (White i dr. 1978, Gaines i dr. 1983, Matzinger i dr. 1989). Koeficijent korelacije između ova dva parametra bio je negativan i signifikantan, a iznosio je  $r = -0.695$  (slika 3).

Ovakav odnos nikotina i prinosa može se objasniti time što se ista količina nikotina koja se sintetizira u korijenu raspodijeli na veću masu lišća, pa je postotak u odnosu na ukupnu masu duhana niži.

Ranijim istraživanjima je utvrđeno da je genetska korelacija između prinosa i sadržaja alkaloida u duhanu negativna (Matzinger i dr., 1989), pa će u selekciji na povećan prinos, sadržaj nikotina te linije biti niži. Ovakav uzajamni odnos nikotina i prinosa duhana povoljan je sa stajališta selekcije, budući da će sorte s većim genetskim potencijalom za prinos imati nešto niži ili barem isti sadržaj nikotina. S obzirom na to da suvremena duhanska industrija sve više traži berlejš s nižim sadržajem nikotina, ova činjenica može se iskoristiti u praktične namjene.

## ZAKLJUČAK

Analiza odnosa sume i rasporeda oborina tijekom vegetacije, sadržaja nikotina i prinosa duhana tipa berlejš, navodi na sljedeće zaključke:

Sadržaj nikotina u značajnoj mjeri ovisi o bilanci vode u tlu, napose u razdoblju lipanj-srpanj, kad se korijen i cijela biljka intenzivno razvijaju. Odnos između ova dva parametra obrnuto je proporcionalan s koeficijentom korelacije  $r = -0.856$ . Ukupna količina sintetiziranog nikotina po hektaru ne varira osobito kao postotni sadržaj u listu, bez obzira na količine oborina, osim u ekstremnim godinama.

Odnos između količine oborina u vegetaciji i prinosa duhana je linearan, s koeficijentom korelacije  $r = 0.753$ . S porastom oborina do određene granice raste prinos, dok se suvišak oborina odražava nepovoljno na razvoj duhana i ukupni prinos.

Utvrđena je negativna korelacija između prinosa i nikotina, a koeficijent korelacije iznosio je  $r = -0.695$ .



## LITERATURA

- Atkinson, W.O., Ragland, J.L., Sims, J.L., Bloomfield, B.J., 1969:** Nitrogen composition of burley tobacco. I. The influence of irrigation on the response of burley tobacco to nitrogen fertilization. *Tob. Sci.*, 13:123-126.
- Bowman, D.T., Weeks, W.W., Rufty, R.C., Wilkinson, C.A., 1991:** Stability of alkaloid production in burley tobacco. *Tob. Sci.*, 35:89-91.
- Gaines, T.P., Csinos, A.S., Stephenson, M.G., 1983:** Grade index and yield correlation with chemical quality characteristics of flue-cured tobacco. *Tob. Int.*, 185(17):41-45.
- Mann, T.J., Matzinger, D.F., Wernsman, E.A., 1975:** Genetic control of tobacco constituents. *Tob. Res.*, 1:1-12.
- Martin, K.H., 1987:** Berechnung von Tabak in einem Jahre Mitueberhoehen Niederschlaegen im Mai und Juni. *Deutsche Tabakbau*, 67:4-5.
- Matzinger, D.F., Wernsman, E.A., Weeks, W.W., 1989:** Restricted index selection for alkaloids and yield in tobacco. *Crop Sci.*, 29(1):74-77.
- Mothes, K., 1955:** Physiology of alkaloids. *Annu. Review Plant Physiology*, 6:393-432.
- Mulchy, C.L., McKee, C.G., Moyer, W.J., Street, O.S., 1987:** The relationship of estimated yield and chemical contents of Maryland tobacco and seasonal rainfall. *Tob. Sci.* 31:8-12.
- Nielsen, M.T., Collins, G.B., 1985:** Genotypic and enviromental influences on smoke components and leaf chemical constituents in burley tobacco. *Tob. Sci.*, 29:139-143.
- Weybrew, J.A., Woltz, W.G., 1975:** Production factors affecting chemical properties of the flue-cured leaf. IV. Influence of management and weather. *Tob. Int.*, 177(6):46-48.
- White, F.H., Pandeya, R.S., Dirks, V.A., 1979:** Correlation studies among and between agronomic, chemical, physical and smoke characteristics in flue-cured tobacco (*N. tabacum*). *Can. J. Plant Sci.*, 59(1):111-120.
- Tso, T.C., 1990.:** Production Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant. IDEALS, Beltsville, Md. USA.
- KaleidoGraph Macintosh: Data Analysis and Graphic presentation for Business. Science and Engineering. Version:2.1.1., Dec. 1.1990, by Adelbeck Software.

**Adresa autora - Author's address:**

Primljeno: 10. 01. 95.

Dr. Jure Beljo

Mr. Milan Bajtek

Dr. Nikola Vuletić

Duhanski institut, Zagreb