

## **UČINKOVITOST KONTROLE RASTA ZAPERAKA I OSTACI MALEINSKOG HIDRAZIDA U VIRDŽINIJSKOM DUHANU S OBZIROM NA KOLIČINU PRIMIJENJENOG SREDSTVA**

THE EFFECTIVENESS OF CONTROL OF SUCKERS, AND  
RESIDUES OF MALEIC HYDRAZIDE IN FLUE-CURED TOBACCO  
ACCORDING TO THE AMOUNT OF APPLIED AGENTS

**M. Čavlek, Kristina Gršić**

### **SAŽETAK**

Cilj istraživanja bio je utvrditi učinkovitost kontrole rasta zaperaka te sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana s obzirom na količinu primijenjenog sredstva i položaj listova na stabljici. U 2008. i 2009. organizirani su poljski pokusi kod osam proizvođača duhana koji su reprezentativno predstavljali uzgojno područje duhana u Hrvatskoj. Postupci u pokusima nakon otkidanja cvata bili su: (1) bez primjene kemijskih sredstava za kontrolu zaperaka, (2) primjena maleinskog hidrazida 14 l/ha i (2) primjena smjese maleinskog hidrazida 9 l/ha s kontaktnim sredstvom u koncentraciji od 5%. Primjenom maleinskog hidrazida u količini od 14 l/ha i kvalitetnom i pravovremenom primjenom smjese maleinskog hidrazida u količini od 9 l/ha s 5%-otnim kontaktnim sredstvom postiže se podjednaka učinkovitost u kontroli broja i težine svježih zaperaka. Prolongiranje vremena primjene maleinskog hidrazida nakon zadnje primjene kontaktnog sredstva smanjilo je učinkovitost kontrole broja i težine svježih zaperaka.

Prosječni sadržaji ostataka maleinskog hidrazida u listu duhana u 2008. kada je korišten u količini od 9 l/ha i 14 l/ha bili su 17, 27 mg/kg i 27, 35 mg/kg, a u 2009. prosječni sadržaj ostataka bio je 44,84 mg/kg i 70,34 mg/kg. Sadržaj maleinskog hidrazida opadao je od vršnog prema donjim položajima na stabljici i bio je u korelaciji s brojem dana od primjene maleinskog hidrazida do berbe duhana.

Ključne riječi: maleinski hidrazid, broj zaperaka, težina svježih zaperaka, ostaci maleinskog hidrazida (MH), položaj lista na stabljici, virdžinijski duhan

## ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effectiveness of the control of suckers and the maleic hydrazide residues content in the dried leaves of flue-cured tobacco due to the amount of applied agents and leaves positions on the stalk. In 2008 and 2009 field experiments were organized at eight family farms, which represented the whole tobacco growing areas in Croatia. Treatments in experiments after topping were: (1) without the use of chemicals to control the suckers, (2) application of maleic hydrazide 14 l/ha, and (3) application of mixture of maleic hydrazide 9 l/ha with the contact agent at a concentration of 5%. Application of maleic hydrazide in the quantity of 14 l/ha and high-quality and timely application of mixture of maleic hydrazide in the amount of 9 l/ha with 5% concentrated contact agent achieved similar effectiveness in controlling the number and fresh weight of suckers. Delay time of application of maleic hydrazide after last application of contact agents reduced the effectiveness of the control number and fresh weights of suckers.

The average maleic hydrazide residues content in tobacco leaf in 2008 when it was used in the amount of 9 l/ha and 14 l/ha were 17.27 mg/kg and 27.35 mg/kg, while in 2009 average residue contents were 44.84 mg/kg and 70.34, respectively. The maleic hydrazide content declined from upper to lower stalk positions and was correlated with the number of days from the application of maleic hydrazide to harvest of tobacco leaves.

Key words: maleic hydrazide, the number of suckers, fresh weight of suckers, maleic hydrazide residue, leaf stalk position, flue-cured tobacco

## UVOD

Maleinski hidrazid (MH) je sistemsko sredstvo koje sprječava diobu stanica (Peedin 1999; Redes i Blem 2002). Utvrđeno je također da inhibira sintezu DNK i RNK (Tso, 1990), primanje i asimilaciju nitrata (Douglass i sur. 1986a) te respiraciju i fotosintezu (Douglass i sur., 1986b). Nakon primjene maleinski hidrazid se brzo apsorbira i ksilemom i floemom translocira u meristem biljaka gdje inhibira diobu stanica, ali ne i rast stanica. Rezultati istraživanja s izotopom C pokazuju da se 28 dana nakon primjene 30-40% absorbiranog ugljika ( $^{14}\text{C}$ )-MH translocira korijenom u hranidbenu otopinu,

12-22% ostaje u biljci, 14-18% ekstrahira kao topivi matanol, a 25-35% ostaje u korijenu i drugom tkivu biljke kao netopivi metabolit (Tso, 1990). Budući da se maleinski hidrazid translocira u meristem, rezultat njegove primjene je sprječavanje diobe stanica malih zaperaka kao i malo većih zaperaka čiji se razvoj usporava. Prema dosadašnjim istraživanjima maleinski hidrazid osigurava kontrolu zaperaka otprilike šest tjedana nakon primjene (Collins i Hawks, 1993).

U mnogim zemljama u svijetu postoji tendencija smanjenja sadržaja ostataka pesticida i drugih tvari štetnih po zdravlje čovjeka u svim potrošnim robama. Tako je i s ostacima maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana. Iako je u pojedinim zemljama potpuno zabranjena prodaja duhana ili gotovih duhanskih proizvoda u kojima su utvrđeni ostaci maleinskog hidrazida, u većini zemalja EU tolerira se sadržaj maleinskog hidrazida u tim proizvodima < 80 ppm (Wittekindt, 1978), a u Hrvatskoj < 50 ppm (NN 125/09).

Mnogo je čimbenika koji utječu na razinu ostataka maleinskog hidrazida u duhanu poput kemijskih karakteristika, količina primijenjenog (doza) maleinskog hidrazida, agrotehničkih mjera, vremena od primjene maleinskog hidrazida do berbe duhana, položaja lista na stabljici i klime (Tso, 1990). Maleinski hidrazid je stabilan na djelovanje UV zraka, visoke temperature i gubitak isparavanjem te se fiksira u biljci. Međutim, vrlo je topljiv u vodi i to je najvažniji čimbenik koji djeluje na razinu ostataka, ako se izuzme količina primijenjenog sredstva. Količina rezidua maleinskog hidrazida u biljci obično je manja u vegetacijskim godinama s količinom oborina iznad godišnjeg prosjeka, odnosno veća u godinama s količinom oborina ispod prosjeka (Peedin, 1999). Kod navodnjavanog duhana u količini od 20 mm, 12 sati nakon primjene maleinskog hidrazida, dodana količina vode nije utjecala na njegovu učinkovitost u kontroli zaperaka. Međutim, sadržaj maleinskog hidrazida u duhanu bio je manji za 50% u usporedbi s nenavodnjavanim duhanom (Seltmann i Sheets, 1987). Druga istraživanja pokazuju da se sadržaj maleinskog hidrazida u duhanu može signifikantno smanjiti ukoliko se početak berbe duhana odgodi dok ne padne od 1 do 10 mm oborina (Jennette i sur. 1995).

Kombinacijom sredstava koja se koriste u kontroli zaperaka (kontaktna, sistemična i lokalsistemična) moguće je provesti efikasnu kontrolu zaperaka

(Beljo i sur., 1999; Čavlek i Turšić, 1998; Čavlek i sur. 1985) s prihvatljivom razinom ostataka maleinskog hidrazida u smislu današnjih propisa (Perović i sur. 1994).

Cilj istraživanja bio je na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima utvrditi učinkovitost kontrole rasta zaperaka te sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana s obzirom na količinu primijenjenog sredstva i položaj listova na stabljici.

## MATERIJALI I METODE

Utjecaj količine primijenjenog maleinskog hidrazida, bez ili u kombinaciji s kontaktnim sredstvom, na kontrolu rasta zaperaka i sadržaj maleinskog hidrazida u osušenim listovima flue-cured duhana istraživao je tijekom 2008. i 2009. godine. Istraživanja su provedena na osam obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava na način da je ravnomjerno bilo pokriveno cjelokupno uzgojno područje duhana u Hrvatskoj. Izbor gospodarstava, tehnologija uzgoja i primjena maleinskog hidrazida bila je pod nadzorom stručnjaka Hrvatskih duhana d.d., jednog od organizatora proizvodnje duhana u Hrvatskoj.

Postupci u pokusu bili su (1) bez primjene fiziotropa, (2) maleinski hidrazid primijenjen je u količini od  $14 \text{ lha}^{-1}$  i (3) maleinski hidrazid primijenjen u količini od  $9 \text{ lha}^{-1}$  zajedno u smjesi s kontaktnim sredstvom 5% koncentracije. Ukupna pokusna površina iznosila je oko  $7500 \text{ m}^2$ , odnosno svaki postupak na oko  $2500 \text{ m}^2$ . Maleinski hidrazid su primijenili proizvođači duhana koristeći vlastite strojeve i iskustvo. Prije primjene maleinskog hidrazida u fazi 25% cvatnje izvršeno je otkidanje cvata. Otkidanje cvata u postupcima u kojima je slijedila primjena maleinskog hidrazida bilo je praćeno primjenom kontaktnog sredstva u koncentraciji od 5%.

Brojanje i vaganje svježih zaperaka izvršeno je na kraju vegetacije, neposredno prije završetka posljednje berbe. Brojanje i vaganje zaperaka po biljci izvršeno je na slučajno odabраних 10 biljaka u nizu i na tri različita mjesta u svakom postupku u pokusu. Istovremeno je prebrojen broj biljaka na slučajno odabраних 10 m za izračunavanje sklopa po hektaru, također na tri različita mjesta u svakom postupku u pokusu. Na svakom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu nakon sušenja duhana za analizu na sadržaj maleinskog hidrazida

izuzet je samo jedan prosječni uzorak za donje, jedan za srednje i jedan prosječni uzorak za gornje branje.

Sadržaj ostataka maleinskog hidrazida analiziran je u osušenim listovima duhana prema metodi Anglina i Mahona (1958) i to u insercijama koje sadrže 7, 11 i 15 list odnosno u donjem, srednjem i vršnom branju.

Dobiveni rezultati obrađeni su analizom varijance primjenom MIXED procedure statističkog programa SAS-a (SAS Institute Inc., 2004). Broj i težina svježih zaperaka obrađeni su kao randomizirani kompletni blok dizajn s tri ponavljanja, a sadržaj ostataka maleinskog hidrazida kao kompletni randomizirani blok gdje su obiteljska poljoprivredna gospodarstva predstavljala šest ponavljanja. Sukladnost u variranju pojedinih svojstava prikazana je korelacijskim koeficijentima izračunatim pomoću statističkog programa SAS-a (SAS Institute Inc., 2004).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Temperature i oborine, u mjesecima bitnim za ovo istraživanje, prikazane su na tablici 1. Razvidne su razlike u prosječnim mjesečnim temperaturama obzirom na lokacije izvođenja istraživanja, a toplija 2009. godina ujedno je bila karakterizirana manjim ukupnim količinama oborina. Naglašava se 50-tak % manje oborina u 2009. godini u usporedbi s prethodnom (46, 3 % u Virovitici i 52,1 % u Kutjevu).

**Tablica 1. Temperature i oborine za srpanj, kolovoz i rujan, 2008. i 2009. godina**

**Table 1. Temperature and rainfall for July, August and September, year 2008 and 2009**

Mjesec - Month	Temperatura °C – Temperature °C				Oborine, mm – Rainfall, mm			
	Virovitica		Kutjevo		Virovitica		Kutjevo	
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.
Srpanj - July	21,4	21,8	22,2	23,4	96,3	66,1	126,2	41,3
Kolovoz - August	20,6	21,7	19,4	21,8	75,2	28,5	42,2	69,5
Rujan - September	14,6	17,5	15,1	19,2	94,3	28,4	77,5	17,2
Ukupno -Total					265,8	123,0	245,9	128,0

### Broj i težina svježih zaperaka

Broj zaperaka po biljci i težina svježih zaperaka po hektaru bili su pod značajnim utjecajem primjene maleinskog hidrazida za kontrolu rasta zaperaka i tehnologije, odnosno načina primjene sredstva na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstava (tablica 2.)

**Tablica 2. Rezultati ANOVE za broj zaperaka po biljci i težinu svježih zaperaka, 2008. - 2009. godina**

**Table 2. Results of ANOVA for the number of suckers per plant and fresh weight of suckers, year 2008 - 2009**

Izvor varijabilnosti Source of variability	n-1	Broj zaperaka po biljci Number of suckers per plant		Težina svježih zaperaka, kg/ha Weight of fresh suckers, kg /ha	
		2008.	2009.	2008.	2009.
		Fexp	Fexp	Fexp	Fexp
Kontrola rasta zaperaka (K) Suckers growth control (C)	2	229,89**	280,13**	415,84**	233,64**
Proizvođač duhana (PD) Tobacco producer (TP)	7	36,27**	9,73**	16,76**	7,04**
K x PD – C x TP	14	23,92**	4,35**	16,11**	4,39**

\*p=0,05; \*\*p=0,01

Unatoč značajnom utjecaju faktora na prosječne vrijednosti broja svježih zaperaka po biljci i mase u kg/ha u ovom slučaju, zbog značajnih interakcija, rezultati istraživanja većinom se razmatraju preko uzajamnih djelovanja faktora u istraživanju. Broj zaperaka po biljci kod zalomljenog duhana bez primjene sredstva za kontrolu rasta zaperaka bio je statistički značajno veći u usporedbi s duhanima kod kojih su primijenjena sredstva za kontrolu rasta zaperaka (tablica 3.). Jedini izuzetak bio je broj zaperaka po biljci kod OPG1 u 2008. godini. Razlike u broju zaperaka po biljci između postupaka kod kojih je primijenjeno 9 l/ha i 14 l/ha maleinskog hidrazida, s izuzetkom

OPG2 u 2008. i OPG1 u 2009. godini nisu bile značajne. Utvrđene su i signifikantne razlike u broju zaperaka po biljci između pojedinih OPG-a kod postupka zalomljenog netreterinog duhana i između OPG-a kod oba postupka primjene maleinskog hidrazida.

**Tablica 3. Broj zaperaka po biljci sa i bez primjene maleinskog hidrazida (MH) na obiteljskim gospodarstvima, 2008. - 2009. godina**

**Table 3. Number of suckers per plant with and without application of maleic hydrazide (MH) on family farms, year 2008 - 2009**

Proizvođač Producer	2008.godina - year				2009.godina - year			
	Primjena MH Application	MH l/ha (B) MH, l/ha (B)			Primjena MH Application	MH l/ha (B) MH, l/ha (B)		
OPG (A)	of MH <sup>+</sup>	0 l/ha	9 l/ha	14 l/ha	of MH <sup>+</sup>	0 l/ha	9 l/ha	14 l/ha
OPG1	18	3,0	3,3	4,4	20	7,7	3,1	0,8
OPG2	14	17,1	4,2	2,3	18	10,8	2,2	1,0
OPG3	12	9,1	1,8	0,5	14	9,0	2,8	2,9
OPG4	-	-	-	-	18	8,1	0,6	0,2
OPG5	24	10,9	1,3	1,6	4	5,3	0,6	2,1
OPG6	4	6,4	1,5	0,4	7	5,5	0,5	1,0
OPG7	15	3,7	1,8	0,6	7	5,3	0,4	1,2
OPG8	8	3,5	1,2	0,4	2	6,2	1,8	1,2
LSD <sub>0,05</sub> (AxB)			1,7				1,6	

<sup>+</sup> dana nakon primjene kontaktnog sredstva – days after application of contact suckerricides

Težina svježih zaperaka po hektaru bila je na svim istraživanim OPG-ima u obje godine istraživanja kod zalomljenog duhana bez primjene fiziotropa statistički opravdano veća u usporedbi s postupcima primjene maleinskog hidrazida (tablica 4.). S izuzetkom veće težine svježih zaperaka na OPG1 i OPG2 u 2008. kod postupka primjene maleinskog hidrazida u količini od 9 l/ha u usporedbi s primjenom od 14 l/ha, u svim ostalim slučajevima razlike nisu bile statistički opravdane. Kao i kod broja zaperaka po biljci i kod težine svježih zaperaka po hektaru ustanovljene su signifikantne razlike između pojedinih

OPG-a kod zalomljenog i netretiranog duhana kao i između OPG-a kod oba postupka primijene maleinskog hidrazida.

Iz rezultata istraživanja prikazanih na tablicama 3. i 4. razvidan je međusobni odnos između broja zaperaka po biljci i težine svježih zaperaka po hektaru. Izraženo korelacijskim koeficijentom utvrđena je signifikantna jaka korelacija kod postupka primijene maleinskog hidrazida u količini od 9 l/ha i vrlo jaka korelacija kada je za kontrolu rasta zaperaka maleinski hidrazid korišten u količini od 14 l/ha (tablica 5.).

**Tablica 4. Težina svježih zaperaka po hektaru sa i bez primijene maleinskog hidrazida (MH) na obiteljskim gospodarstvima, 2008. - 2009. godina**

**Table 4. Weight of fresh suckers per hektare with and without application of maleic hydrazide (MH) on family farms, year 2008 - 2009**

Proizvođač Producer	2008.godina - year				2009.godina - year			
	Primjena MH Application	MH, l/ha (B) MH, l/ha (B)			Primjena MH Application	MH, l/ha (B) MH, l/ha (B)		
OPG (A)	of MH <sup>+</sup>	0 l/ha	9 l/ha	14 l/ha	of MH <sup>+</sup>	0 l/ha	9 l/ha	14 l/ha
OPG1	18	10560	5387	1541	20	6358	746	433
OPG2	14	16403	4369	700	18	11533	2266	774
OPG3	12	11554	900	704	14	5922	3508	2232
OPG4	-	-	-	-	18	4170	137	43
OPG5	24	11382	2201	194	4	7860	240	823
OPG6	4	6815	1404	822	7	10344	328	659
OPG7	15	6022	930	315	7	6225	47	300
OPG8	8	20738	394	290	2	7184	871	550
LSD <sub>0,05</sub> (AxB)			2262				1989	

<sup>+</sup> dana nakon primijene kontaktnog sredstva – days after application of contact suckerricides

Istraživanjima je u obje godine utvrđena statistički značajna korelacija između broja dana nakon primijene kontaktnog sredstva i primijene maleinskog hidrazida 9 l/ha za težinu svježih zaperaka po hektaru. Međutim, takva korelacija za broj zaperaka po biljci ustanovljena je samo 2009. godine (tablica 5.).



**Tablica 5. Korelacijski koeficijenti između težine svježih zaperaka i broja zaperaka po biljci, i težine i broja zaperaka s brojem dana do primjene maleinskog hidrazida nakon primjene kontaktnog sredstva, 2008. – 2009. godina**

**Table 5. Correlation coefficients between the fresh weight of suckers and the number of suckers per plant, and between weight and number of suckers and the number of days to the application of maleic hydrazide after applying contact agent, year 2008 – 2009**

	Težina svježih zaperaka Weight of fresh suckers				MH primjena – broj dana nakon KS <sup>+</sup> MH application – number of days after CA <sup>+</sup>			
	2008. godina 2008 -year		2009. godina 2009 - year		2008. godina 2008 - year		2009. godina 2009 - year	
	MH 9	MH 14	MH 9	MH 14	MH 9	MH 14	MH 9	MH 14
<sup>++</sup> TZ - WS	1	1	1	1	0,39*	-0,29	0,41*	0,13
<sup>+++</sup> BZ - NS	0,74**	0,83**	0,60**	0,87**	0,13	0,13	0,43*	-0,45

<sup>+</sup>KS - kontaktno sredstvo / CA - contact suckerricides

<sup>++</sup>TZ - težina svježih zaperaka / WS – weight of fresh suckers

<sup>+++</sup>BZ – broj zaperaka po biljci / NS – number of suckers per plant

\*p=0,05; \*\*p=0,01

## Ostaci maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana

Istraživanjem su utvrđene statistički opravdane razlike u sadržaju ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana s obzirom na količinu primijenjenog sredstva i prema položaju lista na stabljici (tablica 6).

**Tablica 6. Rezultati ANOVE za sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u listu duhana, 2008. i 2009. godina**

**Table 6. Results of ANOVA for the content of maleic hydrazide residues in tobacco leaf, year 2008 and 2009**

Izvor varijabilnosti	n-1	2008.	2009.
Suorce of variability		Fexp	Fexp
Doza (D) - Dose (D)	1	7,48**	9,40**
Položaj lista na stabljici (P) Leaf stalk position (P)	2	14,72**	5,00*
D*P	2	0,31	0,02

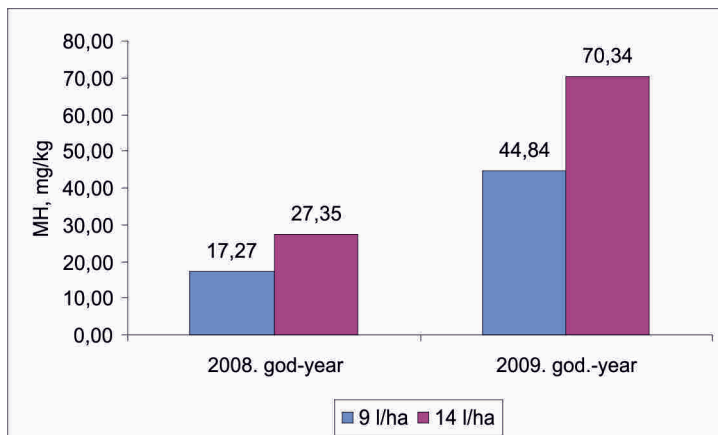
\*LSD<sub>0,05</sub>; \*\*LSD<sub>0,01</sub>

Prosječan sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana u prvoj godini istraživanja kada je sredstvo korišteno u količini od 14 lha<sup>-1</sup> bio je veći za 58 % u usporedbi s primjenom u količini od 9 lha<sup>-1</sup>, a naredne za 57 % (Grafikon 1. i 2.).

Uočljivo je da se povećanje sadržaja ostataka kreće u granicama povećanja količine primijenjenog maleinskog hidrazida od 56%.

**Graf 1. Ostaci maleinskog hidrazida s obzirom na količinu primijenjenog sredstva, 2008.-2009. godina**

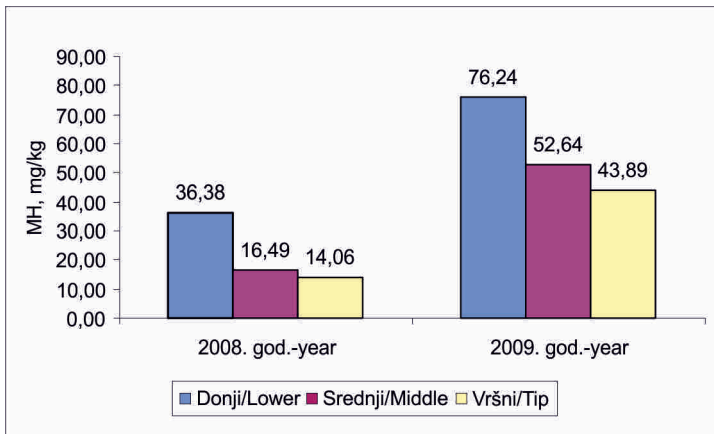
**Graph 1. Residues of maleic hydrazide according to amount of applied agent, year 2008-2009**



U obje godine istraživanja najveći sadržaj ostataka maleinskog hidrazida utvrđen je u listovima duhana s donjeg položaja na stabljici (berba koja uključuje sedmi list) u usporedbi s višim položajima na stabljici (insercije, odnosno berbe koje uključuju 11. i 15. list) između kojih nije bilo statistički značajnih razlika.

**Graf 2. Ostaci maleinskog hidrazida prema položaju lista na stabljici, 2008.- 2009. godina**

**Graph 2. Residues of maleic hydrazide according to leaf stalk position, year 2008 – 2009**

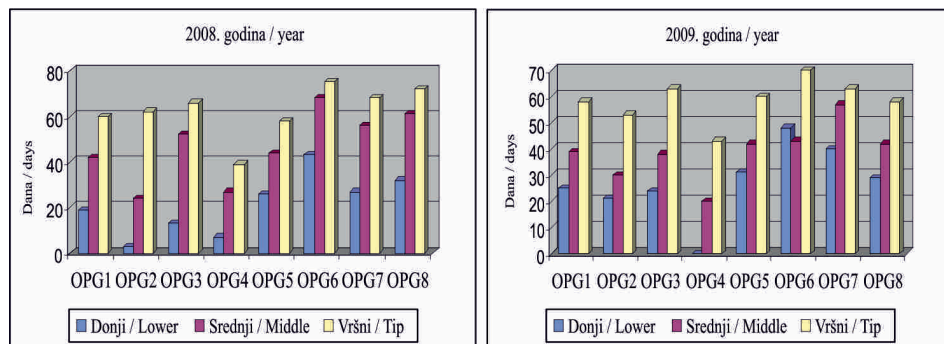


\* razlike u sadržaju maleinskog hidrazida između srednjeg i vršnog položaja nisu značajne

\* differences in the content of maleic hydrazide between the middle and tip positions are not significant

**Graf 3. Broj dana od primjene maleinskog hidrazida do berbe prema položaju listova na stabljici, 2008. – 2009. godina**

**Graph 3. Number of days from the application of maleic hydrazide to harvest according to leaves stalk position, year 2008 – 2009**



Listovi duhana dozrijevaju od baze prema vrhu stabljike. Stoga su razlike u broju dana od momenta primjene maleinskog hidrazida do berbe obzirom na položaj listova na stabljici bile značajne (graf 3.). Također su uočljive i razlike u

broju dana od primjene maleinskog hidrazida do berbe između godina unutar iste insercije, odnosno položaja listova na stabljici. Međutim, naglašene su i razlike između obiteljskih gospodarstava unutar istih insercija, odnosno berbi.

Korelacijski koeficijenti za broj dana od momenta primjene maleinskog hidrazida do berbe i sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u listu, izračunate temeljem podataka za sve istraživane berbe, pokazuju slabu do jaku korelaciju u 2008. odnosno 2009. godini primjenom maleinskog hidrazida u količini od 9 l/ha (tablica 7.). Primjenom maleinskog hidrazida u količini od 14 l/ha utvrđene su slaba odnosno srednje jaka korelecija.

**Tablica 7. Korelacijski koeficijenti za broj dana do berbe i sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u listu**

**Table 7. Correlation coefficients for the number of days until harvest and the maleic hydrazide residues content in leaves**

	Sve pozicije na stabljici All stalk positions		Obje količine primijenjenog MH Both amounts of applied MH		
	9 l/ha	14 l/ha	C	B	T
2008. g. -year	-0,42*	-0,38*	0,16	-0,14	-0,02
2009. g. -year	-0,51**	-0,45*	-0,46*	-0,56*	0,21

\*p=0,05; \*\*p=0,01

Srednje jaka odnosno jaka korelacija za broj dana do berbe i sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u listu, izračunate temeljem podataka za obje primijenjene količine maleinskog hidrazida, utvrđena je i za berbu listova duhana s donjeg, odnosno srednjeg položaja na stabljici ali samo sušnije 2009. godine.

## RASPRAVA

Maleinski hidrazid je gotovo u pravilu jedno od sredstava koje se u Hrvatskoj koristi za kontrolu rasta zaperaka duhana zbog njegove učinkovitosti, prihvatljive cijene i lagane primjene. U ovom radu se po prvi puta u Hrvatskoj prikazuju po znanstvenim metodama postavljeni i istraženi učinci primjene malein hidrazida na broj i težinu svježih zaperaka i ostatke maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana na obiteljskim gospodarstvima, odnosno kod hrvatskih proizvođača virdžinijskog duhana.

Istraživanja su provedena u dvije klimatski različite godine. U ljetnim mjesecima, u kojima se događa intezivni rast i dozrijevanje duhana, otkidanje cvata te pojava i rast zaperaka, u 2009. godini u usporedbi s prethodom ustanovljeno je 50 % manje oborina koje su ujedno bile praćene višim temperaturama. Direktni utjecaj takvih klimatskih prilika, promatran kod zalomljenog duhana bez primjene sredstava za kontrolu zaperaka koji je predstavljao kontrolni postupak, očitovao se u smanjenju broja zaperaka po biljci i težini svježih zaperaka po hektaru. Važno je napomenuti da kontrolni postupak u stvarnosti predstavlja proizvodni potencijal nasada duhana koji uključuje plodnost tla, primijenjene agrotehniške mjere i proizvođačko iskustvo proizvođača duhana, a što potvrđuju i signifikantne razlike između pojedinih OPG-a u oba istraživana pokazatelja u obje godine istraživanja.

Rezultati ovih istraživanja nedvojbeno pokazuju signifikantnu učinkovitost primjene maleinskog hidrazida nakon prethodne primjene kontaktnog sredstva na smanjenje broja zaperaka po biljci i težine svježih zaperaka po hektaru na osam slučajnim odabirom promatranih obiteljskih gospodarstava, proizvođača duhana.

Rezultati ovih istraživanja broja zaperaka po biljci sukladni su dosadašnjim egzaktnim znanstvenim istraživanjima u Hrvatskoj, a to je zbog sličnih pedoklimatskih uvjeta jedina relevantna usporedba kada je uz različite postupke primjene kontaktnih sredstava maleinski hidrazid korišten u količini od 12 l/ha (Čavlek i Turšić, 1998.). Učinkovitost kontrole rasta zaperaka mjerena težinom svježih zaperaka u Hrvatskoj je do sada istraživana s različitih aspekata poput primjene različitih količina kontaktnih sredstava nakon koje je slijedila primjena MH (Čavlek i sur., 1985.), reakcije genotipova na zalamanje i primjenu kemijskih sredstava (Kozumplik i sur., 1985.) te vrijeme zalamanja i primjena kontaktnih sredstava i MH (Čavlek i Turšić., 1998.). U tim znanstvenim istraživanjima sva korištena sredstva primijenjena su leđnim prskalicama. Rezultati ovih istraživanja na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima kada su sredstva primijenjena strojno prema savjetu stručnjaka Hrvatskih duhana i iskustva proizvođača, generalno se podudaraju s ranije navedenim znanstvenim istraživanjima s obzirom na težinu svježih zaperaka, u ovom slučaju izraženih u kg/ha.

Učinkovita ali slabija kontrola broja i težine svježih zaperaka primjenom smjese maleinskog hidrazida u usporedbi sa standardnom količinom od 14 l/ha,

što dokazuju signifikantne razlike između i unutar istog postupaka primjene maleinskog hidrazida kao i jačina korelacije između broja i težine svježih zaperaka, povezana je s brojem dana nakon zadnje primjene kontaktnog sredstva do primjene maleinskog hidrazida. Međuodnos broja dana nakon zadnje primjene kontaktnog sredstva do primjene maleinskog hidrazida i težine svježih zaperaka u ovim istraživanjima dokazana je signifikantnom korelacijom u obje godine istraživanja. S brojem zaperaka po biljci takva korelacija ustanovljena je samo sušnije 2009. godine i to samo kod postupka primjene smjese maleinskog hidrazida od 9 l/ha i 5%-nog kontaktnog sredstva.

Očigledno je da proizvođači duhana maleinski hidrazid u standardnoj količini od 14 l/ha iskustveno primjenju pravovremeno, dok to kod nekih proizvođača nije bio slučaj sa smjesom maleinskog hidrazida i kontaktnog sredstva. Smjesa maleinskog hidrazida s kontaktnim sredstvom primjenjuje se na drugačiji način, odnosno mora se primijeniti na način da kontaktno sredstvo uništi, «spali» zaperke u pazušcu lista. Može se pretpostaviti da su zaperci u pazušcima listova u vrijeme primjene sredstva bili preveliki, nisu bili «spaljeni» pa ukupno djelovanje smjese maleinskog hidrazida i kontaktnog sredstva nije bilo dovoljno učinkovito.

Iz rezultata ovog istraživanja razvidan je značajno, gotovo 160 %, veći prosječni sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u sušnjoj godini (u statističkoj obradi godina nije obrađivana, nije uzeta kao faktor) i to kod oba postupka primjene maleinskog hidrazida. U dosadašnjim radovima drugih autora navodi se da je razina ostataka maleinskog hidrazida manja u vegetacijskim godinama s količinom oborina iznad godišnjeg prosjeka, odnosno veća u godinama s količinom oborina ispod prosjeka (Peedin, 1999). Takvi rezultati su još snažnije izraženi ako se duhan navodnjava (Seltmann i Sheets, 1987), a ako se ne navodnjava preporuča se i odgoda početka berbe dok ne padne od 1 do 10 mm oborina (Jennette i sur. 1995).

Veći sadržaj ostataka kod primjene maleinskog hidrazida od 14 l/ha bio je otprilike proporcionalan povećanju količine primjene u usporedbi s primjenom u količini od 9 l/ha. Perović i sur. (1994) su u do sada jedinom publiciranom znanstvenom radu o sadržaju maleinskog hidrazida u hrvatskim duhanima, također dobili značajan odnos između količine primijenjenog i sadržaja ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana. Povećanje sadržaja ostataka maleinskog hidrazida od gornjih prema donjim položajima na

stabljici u ovom istraživanju samo potvrđuje dosadašnje spoznaje drugih autora (Tso, 1990). Ustanovljene signifikantne negativne korelacije u obje godine istraživanja pokazuju da je ta pravilnost povezana i s brojem dana od primjene maleinskog hidrazida do berbe. U sušnjoj 2009. godini takva pravilnost utvrđena je i kod istih položaja listova na stabljici, u donjim (uključen 7 list) i srednjim (uključen 11 list) berbama. Negativni predznak korelacija između sadržaja ostataka maleinskog hidrazida i broja dana do berbe pokazuje manji sadržaj ostataka u kasnije ubranim listovima duhana. Takvi rezultati su u skladu s dosadašnjim spoznajama o procesima translokacije maleinskog hidrazida u druge dijelove biljaka, ispiranja u hranjivu otopinu (Tso....) i reakcije na količinu oborina do berbe (Seltmann i Sheets, 1987; Jennette i sur. 1995; Peedin, 1999).

Zbog negativnih učinaka po zdravlje, aktivnih i pasivnih pušača većina zemalja je ili potpuno zabranila ili ograničila maksimalne dopuštene količine ostataka maleinskog hidrazida u sirovom duhanu odnosno u duhanskim proizvodima (Wittekindt, 1978; NN 125/09). U obje godine sadržaj maleinskog hidrazida bio je unutar dopuštenih granica u Evropskoj uniji. Međutim u sušnjoj, 2009. godini prosječni sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u listovima duhana sa donjeg i srednjeg položaja na stabljici bio je iznad maksimalno dopuštenih granica u Hrvatskoj.

## ZAKLJUČAK

Na temelju dvogodišnjih istraživanja učinkovitosti primjene različitih količina maleinskog hidrazida na broj zaperaka po biljci, težinu svježih zaperaka i rezidualnih ostataka maleinskog hidrazida može se zaključiti:

1. Nedostatak oborina u vremenskom razdoblju intezivnog rasta, razvoja biljaka značajno je utjecao na smanjenje težine zaperaka po hektaru i povećanje ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana.
2. Bolja kontrola broja zaperaka, težine svježih zaperaka i veći sadržaj ostataka postignuti su primjenom veće količine maleinskog hidrazida od 14 l/ha.

3. Prolongiranje vremena primjene maleinskog hiddrazida nakon zadnje primjene kontaktnog sredstva smanjilo je učinkovitost kontrole broja i težine svježih zaperaka.
4. Sadržaj ostataka maleinskog hidrazida bio je u korelaciji s brojem dana od primjene maleinskog hidrazida do berbe.
5. Prosječan sadržaj maleinskog hidrazida bio je unutar dopuštenih granica prema EU propisima. Međutim, sušnije 2009. godine prosječan sadržaj maleinskog hidrazida u listovima duhana iz postupka primjene maleinskog hidrazida od 14 l/ha bio je prema hrvatskim propisima iznad maksimalno dopuštenih granica od 50 mg/kg.

## LITERATURA

1. Anglin C., Mahon J.H. (1958). A modified procedure for determining maleic hydrazide residues in plant material. *Assoc Off. Agr. Chem.* 41:177-182.
2. Beljo J., Čavlek M., Budin T. (1999). Effects of Different Growing Practices on Agronomic Properties and Usability of Flue-Cured Tobacco. *Agric. Conspec. Sci.*, 64 (3):179-185.
3. Collins W.K., Hawks S.N. Jr. (1993). *Principles of Flue-Cured Tobacco Production*. Raleigh, North Carolina, USA.
4. Čavlek M., Turšić I. (1998). Učinci zalamanja i kemijske kontrole zaperaka virdžinijskog duhana u tri stadija razvoja cvijeta. *Tutun/Tobacco*, 48 (7-12):90-97.
5. Čavlek M., Kozumplik V., Turšić I., Bužančić A (1985). Utjecaj zalamanja cvata i kemijskog sprečavanja rasta zaperaka na neka agronomska svojstva flue-cured duhana. *Agronomski glasnik* 47, 5-6:31-40.
6. Douglass E.A., Mackown C.T., Bush L.P. (1986a). In-Vitro nitrate reductase activity of maleic hydrazide treated tobacco *Nicotiana tabacum* cultivar KY-14 seedlings. *Tob. Sci.* 30:94-96.
7. Douglass E.A., Mackown C.T., Gay S.L., Bush L.P (1986b). Nitrate uptake and assimilation in maleic hydrazide treated tobacco *Nicotiana tabacum* cultivar KY-14. *Tob. Sci.* 30:11-15.
8. Jennette M.W., Yelverton F.H., Leidy R.B. (1995). The effect of simulated rainfall on MH residues in flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 39:137-144.



9. Kozumplik V., Čavlek M., Bužančić A., Turšić I (1985). Reagiranje genotipova flue-cured duhana različitog oblika lista na zalamanje i sprečavanje rasta zaperaka. *Agronomski glasnik* 47, 5-6:41-51.
10. NN.125/09. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti predmeta široke potrošnje. Najviše dopuštene koncentracije ostataka sredstava za zaštitu bilja u osušenom duhanu i duhanskim prerađevinama, Prilog XIII.
11. Peedin G.F. (1999). Production practices: flue-cured tobacco. In *Tobacco Production, Chemistry and Technology* (D.L. Davis and M.T. Nielsen, Ed.). Blackwell Science, Malden, pp. 104-142.
12. Perović Đ., Čavlek M., Švob Z. (1994). Ostaci hidrazida maleinske kiseline u flue-cured duhanu berbe 1992. *Izvješće/Annual report Duhanski institut Zagreb* 19:177-180.
13. Redes A.C., Blem A.R. (2002). Maleic hydrazide residues on tobacco: Historical perspective. Paper presented at the 40th Tobacco Workers Conference, Pinehurst NC. pp. 14-17.
14. SAS Institute Inc. (2004). *The SAS system for windows, V8.02*. SAS Institute, Cary, N.C.
15. Seltmann H., Sheets T.J. (1987). Sucker control and maleic hydrazide residues after simulated rain and MH reapplication. *Tob. Sci.* 31:82-87.
16. Tso T.C. (1990). *Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plant*. IDEALS, Inc., Beltsville, MA.
17. Wittekindt W. (1978). Current West German regulations on maximum pesticides residues in tobacco products. *Tabak Jour. Int.* 4:223-229.

Napomena:

\* Istraživanja su financirana od tvrtke Hrvatski duhani d.d. Virovitica, Osječka 2, 33000 Virovitica

\*\* Autori izjavljuju da nisu bili u sukobu interesa a rezultati istraživanja prikazani su sukladno etičkom kodeksu kojeg je donio Odbor za etiku u znanosti i visokom obrazovanju u Hrvatskoj

Remark:

- \* Research was supported by the company Hrvatski duhani d.d. Virovitica, Osječka 2, 33000 Virovitica
- \* The authors declare that they were not in conflict of interest and research results are presented in accordance with the code of ethics adopted by the Committee for Ethics in Science and Higher Education in Croatia

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

Dr. sc. Miroslav Čavlek

Dr. sc. Kristina Gršić

**Primljeno – Received:**

29.08.2012.

Duhanski institut Zagreb d.d.

Svetošimunska c. 25., 10 000 Zagreb