

## UČINKOVITOST FUMIGANTOV KLORPIKRINA IN DAZOMETA ZA ZATIRANJE GLIVE *VERTICILLIUM ALBO-ATRUM* V TLEH

Sebastjan RADIŠEK<sup>18</sup>, Magda RAK CIZEJ<sup>19</sup>

UDK / UDC 633.791 : 632.4 : 632.95 (045)  
izvirni znanstveni članek / original scientific article  
prispelo / received: 15. 11. 2010  
sprejeto / accepted: 19. 11. 2010

### Izvleček

Talni škodljivi organizmi spadajo med pomembne omejujoče dejavnike rastlinske proizvodnje, saj intenzivna in monokulturna pridelava povzroča naraščanje njihovega infekcijskega potenciala. Nadaljevanje proizvodnje na okuženih območjih poleg odstranjevanja obolelih rastlin temelji predvsem na uničevanju in nižanju talnega infekcijskega potenciala. V prispevku predstavljamo poskus, v katerem smo preizkušali učinkovitost kemičnega razkuževanja tal s fitofarmaceutskima pripravkoma na osnovi aktivne snovi klorpikrin in dazomet. Učinkovitost razkuževanja smo določali s spremljanjem nivoja umetno pripravljene infekcijskega potenciala glive *Verticillium albo-atrum* in določanjem vpliva na pojav zapleveljenosti poskusnih površin.

**Ključne besede:** hmelj, kemično razkuževanje tal, talne glive

## EFFICACY OF FUMIGANTS CHLOROPICRIN AND DAZOMET TO CONTROL *VERTICILLIUM ALBO-ATRUM* IN SOIL

### Abstract

Soil borne pathogens present limitation factors of plant production, because intense and monoculture production causes increasing of their infection potential. Besides destroying of infected plants, continuation of production on contaminated areas is based on elimination or lowering of soil infection potential. The manuscript presents efficacy trial of chemical soil disinfection by using two phyto-pharmaceutical products based on active ingredients, chloropicrin and dazomet. The disinfection efficacy was evaluated by determination of level of artificially prepared infection potential of *Verticillium albo-atrum* and assessments of weed populations in trial plots.

**Key words:** hop, chemical soil disinfestations, soil fungi

---

<sup>18</sup> Dr., univ. dipl. inž. agr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: sebastjan.radisek@ihps.si

<sup>19</sup> Dr., univ. dipl. inž. agr., prav tam

## 1 UVOD

Talni škodljivi organizmi spadajo med pomembne omejujoče dejavnike rastlinske proizvodnje, saj intenzivna in monokulturna pridelava povzroča prerazmnožitve in naraščanje njihovega infekcijskega potenciala. Največji delež škod na rastlinah, ki se izražajo v obliki gnitja koreninskega sistema, uvelosti, padavic in trohnob, povzročajo talne glive iz rodov kot so: *Fusarium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis* in oomicete iz rodov *Phytium* ter *Phytophthora*. Pogoste so tudi okužbe s talnimi patogenimi bakterijami kot so *Erwinia carotovora* in vrstami iz rodov *Pseudomonas*, *Xanthomonas* in *Clavibacter*. Med zelo pomembne talne škodljive organizme spadajo tudi fitofagne ogorčice, ki poleg neposrednega parazitizma rastlin ustvarjajo sinergistične interakcije s patogenimi talnimi glivami in tako pospešujejo razvoj bolezenskih stanj. V Sloveniji po obsegu škode izstopa pojav zelo virulentnega patotipa PV1 talne glive *V. albo-atrum*, ki povzroča hitro odmiranje rastlin oz. letalno obliko verticilijске uvelosti hmelja. Od odkritja prvega žarišča leta 1997 je bolezen v 12 letih na območju Savinjske doline prizadela 195 ha hmeljišč, od katerih jih je bilo zaradi prevelike stopnje okuženosti uničenih več kot 100 ha [12].

Nadaljevanje proizvodnje na okuženih območjih poleg odstranjevanja obolelih rastlin temelji predvsem na uničevanju in nižanju talnega infekcijskega potenciala. Zaradi dolgotrajnega ohranjanja glive *V. albo-atrum* v tleh se tako na uničenih hmeljiščih izvaja obvezna štiriletna karantenska premena (Uradni list RS, št. 65/01, 117/02 in 31/04), ki vključuje pridelovanje ne-gostiteljskih rastlin kot so žita in trave. Čas trajanja karantenske premene temelji na osnovi preživitvene sposobnosti trajnih organov glive *V. albo-atrum* v tleh brez navzočnosti gostiteljskih rastlin [14]. Štiriletni izpad proizvodnje hmelja na uničenih hmeljiščih in vsakoletni pojav novih bolezenskih žarišč, ki zahtevajo izvajanje dodatnih ukrepov (kompostiranje hmeljevine, prilagojena agrotehnika, ...) potiska pridelovalce na okuženih območjih v nezavidljiv in nekonkurenčen položaj.

Zaradi omenjenega se je v svetu za zatiranje talnih škodljivih organizmov zelo razširilo kemično razkuževanje tal s fumiganti, med katerimi je v obdobju 1960 - 2005 zaradi visoke stopnje učinkovitosti prevladoval metilbromid. Ugotovitve o škodljivem vplivu substance na zemeljsko ozonsko plast in o visoki stopnji strupenosti je prispevala k zavezi o opuščanju uporabe metilbromida [16] in posledično širši uporabi fumigantov kot so klorpikrin, dazomet, 1,3-dikloropropen, metam-kalij in metam-natrij ter razvoju alternativnih bioloških metod dezinfestacije. Učinkovitost posameznih fumigantov se razlikuje glede na tarčni organizem in je močno odvisna od načina aplikacije ter pogojev v času razkuževanja. V letu 2010 smo opravili poskus v katerem smo želeli preizkusiti možnost zatiranja glive *V. albo-atrum* na izkrčenih hmeljiščih z uporabo kemičnih fumigantov na osnovi aktivne snovi (a.s.) klorpikrin in dazomet.

Klorpikrin (triklornitrometan,  $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ ) je bil prvotno razvit za vojaške namene kot solzivec, po prvi svetovni vojni pa so ugotovili njegovo uporabno vrednost tudi za namene talne fumigacije [13], predvsem v kombinaciji z metilbromidom. Danes je široko uporabljen fumigant, ki se uporablja v obliki injekcijske »shank« aplikacije in aplikacije preko namakalnega sistema predvsem pri pridelavi vrtnin in jagodičevja. Poleg dobrega delovanja na talne glive ga odlikuje hitra degradacija v tleh (razpolovni čas 1-2 uri) in relativna neškodljivost razpadnih produktov [18].

Dazomet (tetrahydro-3,5-dimetil-1,3,5-tiadiazin-2-tion) spada v skupino fumigantov, ki ob razgradnji tvorijo plin metil-izotiocianat, ki je toksičen za večino organizmov kot so glive, oomicete, ogorčice in semena rastlin [9]. V kmetijstvu se uporablja za razkuževanje tal že od leta 1970 dalje, najdemo pa ga tudi v industriji pri proizvodnji kartona, izdelkov iz gume in različnih strojnih transmisijских elementov.

Učinkovitost razkuževanja smo določali s spremljanjem umetno pripravljenege infekcijskega potenciala glive *V. albo-atrum* in določanjem vpliva FFS na pojav zapleveljenosti poskusnih površin.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Poskusno polje in aplikacija fumigantov

Poskus je potekal v kraju Gomilsko v Savinjski dolini na izkrčenem hmeljišču z oznako Klinca 1 na površini velikosti 0,5 ha. Poskusno polje je bilo v mesecu aprilu preorano do globine 35 cm in obdelano s predsetvenikom. Z namenom varstva pred pleveli smo poskusno polje po obdelavi poškropili s herbicidom Primextra TZ Gold 500 SC (odmerek 40 ml/100 m<sup>2</sup>). Rezultati osnovne kemične in pedološke analize so pokazali naslednje ugotovitve: pH = 6,0; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 40,2 mg/100 g tal; K<sub>2</sub>O = 21,7 mg/100 g tal; 2 % organske snovi; 80 % rastlinam dostopne vode na dan aplikacije (22. 6. 2010); srednje težka tla (PG – peščena glina).

V poskusu smo preizkušali pripravek Tripicrin (94 % a.s klorpikrin; TRIS International) v odmerku 20 g/m<sup>2</sup> in 40 g/m<sup>2</sup> ter pripravek Basamid Granulat (98 % a.s. dazomet; Kanesho soil treatment SPRL/BVBA) v odmerku 50 g/m<sup>2</sup>, ob uporabi prozorne neprepustne plastične folije (VIP; angl. virtually impermeable folia). Vsako od 5-ih obravnavanj (preglednica 1) smo izvedli v 4 ponovitvah z naključno razporeditvijo parcel velikost 25 m<sup>2</sup> (5 x 5m). Pripravek Tripicrin smo v tla vnesli v obliki »shank« injeksijske aplikacije na globino 25 cm in razmaku 30 cm, medtem ko smo Basamid Granulat ročno raztresli po površini poskusne parcele in nato s kultivatorjem zadelali na globino 25-30 cm. V primeru obravnavanj, ki so vključevale VIP folijo, smo le-to nanесли takoj po aplikaciji in jo nato odstranili po 7 dneh.

Preglednica 1: Opis obravnavanj preizkušanja talnih fumigantov v letu 2010

Table 1: Treatment descriptions of fumigations trial in year 2010

Št.	Obravnavanje	Delež aktivne snovi	Formulacija*	Način aplikacije
0	Netretirano	/	/	/
1	TRIPICRIN 20 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	94 % klorpikrin	GA	»shank« injiciranje
2	TRIPICRIN 40 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	94 % klorpikrin	GA	»shank« injiciranje
3	Basamid Granulat 50 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	98 % dazomet	MG	Raztros s kultiviranjem
4	Basamid Granulat 50 g/m <sup>2</sup>	98 % dazomet	MG	Raztros s kultiviranjem

\*GA-plin; MG-mikrozrna

## 2.2 Priprava infekcijskega potenciala

Za zagotovitev uniformne talne infestacije z visokim infekcijskim potencialom smo pripravili umetno pripravljen inokulum glive *V. albo-atrum* (patotip M, genotip PG1) v obliki mikrobioloških sond. Osnovo sond so predstavljale 150 ml vreče izdelane iz štirih slojev visoko kakovostne poliestrske tkanine (velikost por 16  $\mu\text{m}$ ; Sefar), v katerih se je nahajal inokulum. Inokulum smo pred pripravo sond pripravili iz posušenih delov hmeljnih trt, ki smo jih čez noč namakali v raztopini 1 % glukoze in 0,2 % kalijevega nitrata. Namakano zmes smo nato sterilizirali in okužili s kulturami izolata glive *V. albo-atrum* z oznako »Rec«, ki smo jih predhodno namnožili v tekočem umetnem gojišču [17] z enotedensko inkubacijo na rotacijskem stresalniku. Sledila je štiri tedenska inkubacija v temi pri sobni temperaturi s tedenskim mešanjem, da smo zagotovili enakomerno razraščanje glive po trtah. V posamezno sondo smo vnesli 10 trt, dolžine 5 cm z dobro preraščenim micelijem. Sonde smo z namenom stabilizacije kultur v tleh tri dni pred aplikacijo fumigantov vkopali v tla na globino 35 cm v obsegu 1 sonda/parcelo in njihovo lokacijo primerno označili.

## 2.3 Mikrobiološka analiza sond in določanje fungicidne učinkovitosti

Mikrobiološke sonde smo iz tal izkopali 22 dni po aplikaciji fumigantov in jih nato takoj shranili pri temperaturi 4 °C. Določanje infekcijskega potenciala sond smo pred in po izkopu opravili s tehniko serijskih redčitev na modificiranem Komada gojišču [1]. Vsebino sond smo s tresenjem najprej sprali v 200 ml sterilne destilirane vode in ustrezne redčitve (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000) v volumnu 200  $\mu\text{l}$  z razmazom enakomerno nanесли na gojišče v 2 podvzorcih. Gojišča smo 7 dni inkubirali v temi pri sobni temperaturi, čemur je sledila mikroskopska identifikacija in štetje kolonij glive *V. albo-atrum*. Infekcijski potencial sond smo izrazili v enotah CFU (colony forming units)/g. Podatke smo statistično ovrednotili z analizo variance, kjer smo uporabili Duncanov test mnogoterih primerjav ter izračunali odstotek učinkovitosti po Abbott-u [11].

## 2.4 Določanje herbicidne aktivnosti in fitotoksičnosti

V poskusu smo proučevali tudi herbicidno učinkovitost apliciranih fumigantov in potencialni fitotoksični vpliv na posevek lucerne (*Medicago sativa*; cv. Krima). Lucerno smo 36 dni po aplikaciji fumigantov posejali s poskusno sejalnico Wintersteiger v odmerku semen 6  $\text{g}/\text{m}^2$ . Ocenjevanja smo opravili v fazi višine rastlin 25-30 cm. Na vsaki parceli smo na površini 1  $\text{m}^2$  določili število rastlin lucerne in število posameznih plevelnih vrst. Fitotoksičnost na rastlinah smo določali kot delež deformiranih, slabo rastočih rastlin ali rastlin z znamenji kloroze.

# 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

## 3.1 Fungicidna aktivnost

Pri določanju fungicidne aktivnosti talnih fumigantov klorpikrina in dazometa smo uporabili metodo mikrobioloških sond, ki zagotavlja visok in uniformen infekcijski potencial v tleh z omogočanjem točkovnega merjenja uspešnosti postopkov aplikacije. Pred vnosom sond v tla je začetno stanje infekcijskega potenciala glive *V. albo-atrum* znašalo  $110 \times 10^4$  CFU/g, ki pa

je zaradi stabilizacije kultur in vpliva ostalih organizmov po 22 dneh v tleh (netretirane parcele) padel na  $67,8 \times 10^4$  CFU/g oz. se je znižal za 38 %. Injekcijska »shank« aplikacija pripravka Tripicrin v odmerkih  $20 \text{ g/m}^2$  in  $40 \text{ g/m}^2$  z uporabo VIP folije, ki jo odlikuje visoka stopnja zadrževanja plinov, se je izkazala s 100 % stopnjo učinkovitosti, saj v nobeni od sond nismo potrdili preživetja kultur glive *V. albo-atrum*. V primeru razkuževanja s pripravkom Basamid granulat v uradno registriranem odmerku  $50 \text{ g/m}^2$  v Republiki Sloveniji [3] smo ob uporabi VIP folije dosegli 87,8 % učinkovitost, medtem ko je učinkovitost brez VIP folije znašala 53,1 % (preglednica 2). Slabše delovanje pripravka Basamid granulat brez uporabe VIP folije je bilo pričakovano, saj na ta način organizmom toksični plin metil-izotiocianat hitreje izpareva iz tal, kar je še posebno izrazito pri višjih temperaturah, tako kot v primeru našega poskusa, ki je potekal v poletnih mesecih (od 22. 6. do 14. 7. 2010).

Preglednica 2: Učinkovitost fumigantov za zatiranje glive *V. albo-atrum* v tleh v letu 2010  
Table 2: Efficacy of fumigants to control *V. albo-atrum* in soil in 2010.

Obravnavanje	Infekcijski potencial glive <i>V. albo-atrum</i> (CFU/g x $10^4$ )				Povprečje <sup>x</sup>	Učinkovitost po Abbott-u (%)
	Sonde					
	1	2	3	4		
Netretirano	82,8	47,8	42,6	97,8	67,8 <sup>a</sup>	/
TRIPICRIN $20 \text{ g/m}^2$ + VIP folija	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 <sup>b</sup>	100,0
TRIPICRIN $40 \text{ g/m}^2$ + VIP folija	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 <sup>b</sup>	100,0
Basamid Granulat $50 \text{ g/m}^2$ + VIP folija	16,0	8,6	3,8	4,6	8,3 <sup>bc</sup>	87,8
Basamid Granulat $50 \text{ g/m}^2$	6,1	24,6	32,1	64,4	31,8 <sup>c</sup>	53,1

<sup>x</sup>Skupine z enako črko pri posameznem obravnavanju se med seboj statistično značilno ne razlikujejo (Duncan-ov test mnogoterih primerjav,  $\alpha = 5 \%$ ).

Rezultati poskusa so potrdili predhodne raziskave o dobrem fungicidnem delovanju a.s klorpikrin in dazomet na patogene glive iz rodu *Verticillium*. Talboys in sod. [15] so med prvimi poročali o uporabi klorpikrina za zatiranje glive *V. dahliae*. Pri tem so zelo dobro učinkovitost dosegli v odmerku  $42 \text{ ml/m}^2$  brez prekrivanja tal s folijo po aplikaciji. Harris [6] je dosegel enako stopnjo učinkovitosti kot Talboys s sodelavci [15] le s polovičnimi odmerki klorpikrina in z odmerkom dazometa  $45 \text{ g/m}^2$ , vendar z uporabo plinsko neprepustne folije po aplikaciji. Pri nadaljnjih poskusih zatiranja talnih patogenov je Harris [7] uspešno zatiral glivo *V. dahliae* v odmerkih klorpikrina  $7,5$ ,  $15$  in  $30 \text{ ml/m}^2$  ter odmerkih dazometa  $38$  in  $57 \text{ g/m}^2$ . Zatiranje oomicet *Phytophthora fragariae* in *P. cactorum* je bilo je v istih poskusih uspešno le z dazometom v odmerku nad  $38$  in  $57 \text{ g/m}^2$ . Gullino in sod. [4] so prav tako potrdili dobro učinkovitost klorpikrina za zatiranje gliv *V. dahliae*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* in *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* v odmerku nad  $30 \text{ g/m}^2$  z uporabo »shank« aplikacije.

### 3.2 Herbicidna aktivnost in fitotoksičnost

Herbicidno aktivnost uporabljenih fumigantov smo ocenjevali z določitvijo deleža zapleveljenosti posevka lucerne, ki smo ga posejali na poskusne parcele 36. dan po aplikaciji. Pri pregledu parcel, kjer nismo uporabili fumigantov, smo ugotovili povprečno stopnjo

zapleveljenosti (57,5 %). Največji delež populacije plevelne vegetacije je predstavljal vejičasti rogovilček (*Galinsoga ciliata*) (49 %), sledili so navadna loboda (*Atriplex patula*) (37 %), navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*) (6 %), hrapava škrbinka (*Sonchus asper*) (5 %), enoletna latovka (*Poa annua*) (2 %) in srhkodlakavi ščir (*Amaranthus retroflexus*) (1 %). V primeru parcel, kjer smo uporabili fumigante, smo ugotovili dobro herbicidno delovanje, saj se je učinkovitost gibala med 87,1 – 97,3 %. Med pripravki je boljše herbicidno delovanje izrazil pripravek Basamid granulat, pri katerem smo ob uporabi VIP folije dosegli 97,3 % učinkovitost, brez folije pa 91,9 %. V primeru pripravka Tripicrin smo opazili slabše delovanje predvsem na enoletni plevel hrapavo škrbinko (*Sonchus asper*), kar je razlog za nižjo stopnjo učinkovitosti (preglednica 3).

Preglednica 3: Učinkovitost fumigantov za zatiranje plevelov v letu 2010  
Table 3: Efficacy of fumigants to control weeds population in year 2010.

Obravnavanje	Zapleveljenost (%)				Povp. (%)	Učinkovitost po Abbott-u (%)	Fitotoksičnost
	1	2	3	4			
Netretirano	53,0	85,0	41,4	50,4	57,5 <sup>a</sup>	/	Nismo zaznali
TRIPICRIN 20 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	12,5	6,0	4,0	7,0	7,4 <sup>b</sup>	87,1	Nismo zaznali
TRIPICRIN 40 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	5,0	6,0	3,0	2,0	4,0 <sup>b</sup>	93,0	Nismo zaznali
Basamid Granulat 50 g/m <sup>2</sup> + VIP folija	1,0	1,0	2,0	2,0	1,5 <sup>b</sup>	97,3	Nismo zaznali
Basamid Granulat 50 g/m <sup>2</sup>	5,0	2,0	2,0	10,0	4,8 <sup>b</sup>	91,6	Nismo zaznali

<sup>x</sup>Skupine z enako črko pri posameznem obravnavanju se med seboj statistično značilno ne razlikujejo (Duncan-ov test mnogoterih primerjav,  $\alpha = 5\%$ )

Rezultati poskusa tako potrjujejo predhodne raziskave o herbicidni aktivnosti klorpikrina in dazometa, ki po učinkovitosti in zatiranju spektra plevelnih vrst dajejo prednost slednjemu [7, 8]. O selektivnosti klorpikrina na viabilnost semena plevelov poročajo tudi Haar in sod. [5]. Pri tem so ugotovili dobro delovanje na seme navadne zvezdice (*Stellaria media*), navadnega tolščaka (*Portulaca oleracea*) in ptičjo dresen (*Polygonum aviculare*), medtem ko viabilnost semena slezenovca (*Malva parviflora*) in navadnega čapljevca (*Erodium cicutarium*) ni bila prizadeta. Podobne raziskave so bile opravljene tudi pri testiranju dazometa, za katerega so dokazali herbicidni vpliv na širši spekter plevelnih vrst [2, 9].

#### 4 ZAKLJUČEK

Za uspešno sanacijo tal pred talnimi glivami je pomembno stremeti k popolni eliminaciji, ki zagotavlja minimalno tveganje za nastanek novih bolezenskih izbruhov. Pri določanju učinkovitosti zatiranja glive *V. albo-atrum* v tleh smo z injekcijsko »shank« aplikacijo pripravka na osnovi klorpikrina dosegli 100 % učinkovitost že z odmerkom 20 g/m<sup>2</sup>, medtem ko smo pri uporabi pripravka na osnovi dazometa v registriranem odmerku 50 g/m<sup>2</sup> s prekrivanjem parcel s folijo določili 87,7 % učinkovitost. Rezultati poskusa tako dajejo prednost klorpikrinu za potencialno kemično sanacijo okuženih in izkrčenih hmeljišč v prihodnosti. Poleg doseganja visoke stopnje učinkovitosti klorpikrina, aplikacijo izvajajo izurjene in izkušene ekipe s posebej prilagojeno aplikacijsko tehniko, kar zmanjša tveganje

nepravilne uporabe. Pri določanju herbicidne aktivnosti je dazomet po pričakovanjih izrazil višjo stopnjo učinkovitosti, predvsem preko zatiranja kalivosti širšega spektra plevelnih vrst. Klorpikrin je herbicidno deloval na najpogosteje zastopane plevelce, neučinkovito delovanje pa se je izrazilo pri semenu hrapave škrbinke (*Sonchus asper*). Pri uporabi fumigantov je potrebno upoštevati tudi tip in vlago tal ter delež organske snovi. Na splošno fumiganti dosežajo višjo stopnjo učinkovitosti v poroznih in peščenih tleh z nižjim deležem organske snovi. Prav tako se občutljivost gliv in semena rastlin viša z deležem vlage v tkivu [10], kar pomeni, da moramo biti zelo pozorni na nivo vlage v zemljišču, ki ga razkužujemo.

## 5 ZAHVALA

Avtorja članka se zahvaljujeva podjetju TRIS International, Via Palestro, 97019 Italija, in podjetju Cinkarna Metalurško Kemična Industrija Celje d.d, Kidričeva 26, 3001 Celje, Slovenija, za pomoč pri izvedbi poskusa.

## 6 VIRI

1. Christen, A.A., A selective medium for isolating *Verticillium albo-atrum* from soil.- *Phytopathology*, 72(1982), s. 47-49
2. Eitel J., The effectiveness of dazomet as influenced by the use of plastic sheeting.- *Acta Horticulturae*, 382(1995), s. 104-109
3. Fito-Info Informacijski sistem za varstvo rastlin. <http://www.fito-info.si/> (2.11.2010)
4. Gullino M.L., Minuto A., Gilardi G., Garibaldi A., Ajwa H. In Duafala T., Efficacy of preplant soil fumigation with chloropicrin for tomato production in Italy.- *Crop Protection*, 21(2002), s.741-749
5. Haar M.J., Fennimore S.A., Ajwa H.A., Winterbottom C.Q., Chloropicrin effect on weed seed viability.-*Crop Protection*, 22(2003), s.109-115
6. Harris D.C., Control of verticillium wilt of strawberry in Britain by chemical soil disinfection.- *Journal of Horticultural Science*, 64(1989), s. 683-686
7. Harris D.D., Control of verticillium wilt and other soil-borne diseases of strawberry in Britain by chemical soil disinfection. -*Journal of Horticultural Science*, 65(1990), s. 401-408
8. Locascio S.J., Gilreath J.P., Dickson D.W., Kucharek T.A., Jones J.P., Noling J.W., Fumigant alternatives to methy bromide for polyethylene mulched tomato.-*Horticulture Science*, 32(1997), s. 1208-1211
9. Mappes D., Spectrum of activity of dazomet.- *Acta Horticulturae*, 382(1995), s. 96-103
10. Munnecke D.E. in Van Grundy S.D., Movement of fumigants in soil, dosage responses and differential effects.-*Annual Review of Phytopathology*, 17(1979), s. 405-429
11. Püntener, W., Manual for field trials in plant protection second edition. -Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited, (1981), s. 33
12. Radišek S., Pavlič-Nikolić E., Persolja J., Nacionalno poročilo: Sistematični nadzor nad pojavom verticilijske uvelosti hmelja (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold in *V. dahliae* Klebahn) v letu 2009. – Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, (2010), s. 10
13. Russell E.J., The partial sterilisation of soils.-*Journal of the Royal Horticultural Society*, 45(1920), s. 237-246
14. Sewell G.W.F., Wilson J. F. *Verticillium* wilt of the hop: the survival of *Verticillium albo-atrum* in soil. -*Annals of Applied Biology*, 58(1966), s. 241-249
15. Talboys P.W., Way D.W., in Bennett, M., Comparison of chloropicrin and metham sodium as pre-planting soil treatments for strawberry with (*Verticillium dahliae*) control. – *Plant Pathology*, 15(1966), s. 49-55

16. United States Department of Agriculture Economic Research Service, Economic implications of the methyl bromide phaseout, -Agriculture Information Bulletin., No. 756 (2000)
17. Weising K., Nybom H., Wolff K., Meyer K. Fingerprinting in Plants and Fungi. London, CRC Press, Inc.: (1995), s. 322
18. Wilhelm S.N., Shepler, K., Lawrence L.J. in Lee H., Environmental fate of chloropicrin. V: Seiber J.N., Knuteson J.A., in Woodrowet J.E. (ur.). - Fumigants: Environmental fate, exposure and analysis. ACS Symposium, ACS, Washington DC, Ser. 652 (1997)