

Acta fytotechnica et zootechnica 1  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2012, s. 19–22

## ZHODNOTENIE ÚČINKU APLIKÁCIE RASTLINNÝCH DERIVÁTOV NA HÁĎATKO ZEMIAKOVÉ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* PATOTYP RO1

## EVALUATION OF EFFECT OF NATURAL PLANT PRODUCTS AGAINST POTATO CYST NEMATODE *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* PATOTYPE RO1

Marek RENČO,<sup>1</sup> Nicola SASANELLI<sup>2</sup>

Parazitologický ústav Slovenskej Akadémie vied, Košice<sup>1</sup>  
Institute for Plant Protection, National Council of Researches, Bari, Italy<sup>2</sup>

Plant parasitic nematodes attack a wide range of crop species. The survival of one quarantine plant parasitic nematode species attacking potatoes, *Globodera rostochiensis* patotype Ro1 was evaluated in *in vitro* and pot experiments by tannin aqueous solutions at different concentrations. In the *in vitro* experiment a different tannin concentration were tested for effect on the egg hatch of the nematode. All the tannin concentrations tested exerted a highly significant reduction of egg viability from 56 to 87% in comparison to the untreated control. In the pot experiment, tannins, as aqueous solutions at rates of 100, 250 and 450 g.m<sup>-2</sup>, were applied to soil at two different application times (at sowing and at sowing and two weeks later). All tested doses were effective to reduce the number of cyst.100 g<sup>-1</sup> soil, eggs and juveniles.g<sup>-1</sup> soil and reproduction rate in comparison to untreated control. The number of eggs and juveniles/cyst was not influenced by the different applied rates of tannins.

**Key words:** potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, control, tannin

Parazitické nematódy rastlín sú prirodzenou súčasťou pôdnej nematódofauny všetkých ekosystémov. Mnohé z nich sú považované za významných škodcov veľkého počtu poľnohospodárskych plodín, ovocných stromov, viniča ako aj okrasných rastlín v celosvetovom meradle najmä však v teplejších, tropických a vlhších klimatických oblastiach sveta. Do tejto skupiny patrí aj háďatko zemiakové s dvoma morfológicky príbuznými druhmi *Globodera rostochiensis* a *Globodera palida*. Patrí do skupiny tzv. cystotvorných nematód so špecifickým typom vývinu, keď sa samička po ukončení produkcie vajíčok mení na cystu tzv. cystotvorné nematódy rastlín. Je významným škodcom zemiakov na celom svete a v mnohých krajinách Európy spôsobuje veľké ekonomické straty pri pestovaní tejto plodiny. Podľa údajov ÚKSUP-u sa na Slovensku vyskytuje najmä na plochách malopestovateľov (nepublikované údaje).

Regulácia počtu parazitických nematód rastlín je náročnejšia ako pri iných rastlinných škodcoch, pretože všetky žijú v pôde a väčšinou napádajú podzemnú časť rastliny, kde prebieha celý ich vývinový cyklus. V minulosti bola založená prevažne na použití chemických prípravkov (Basile et al., 2003). Avšak zvýšený záujem o ochranu životného prostredia a s tým súvisiacu ochranu zdravia ľudí a zvierat, na základe súčasnej Európskej legislatívy (zákon č. 1095/2007 a č. 1107/2009) ktoré prísne obmedzujú používanie pesticídov v poľnohospodárstve je stimulom pre hľadanie nových alternatívnych metód, ktoré sú šetrné k životnému prostrediu a ekonomicky výhodné zároveň. K takýmto alternatívnym metódam patria rôzne agromické a fyzikálne metódy ako sú solarizácia pôdy (McSorley and McGovern, 2000), organické hnojenie (Renčo et al., 2007, 2009, 2010, 2011; D'Addabbo et al., 2011), zelené hnojenie (Aires et al., 2009) oševný postup či pestovanie rezistentých odrôd (Ferris et al., 1971; Smith et al., 2004) vrátane použitia biologicky aktívnych látok ako sú výťažky z rastlín (chitín, tanín, fenoly, azadirachtin, ricinin, terpenoidy a iné). V minulosti boli dokázané ich nematocídne účinky v rôznych štúdiách (Spiegel

et al., 1987; Rich et al., 1989; Atungwu et al., 2009; Maistrello et al., 2010). Práve rastlinné triesloviny (taníny) sa nachádzajú vo všetkých druhoch rastlín. Sú to sekundárne rastlinné polyfenoly, ktorých chemické a fyzikálne vlastnosti sú rozdielne v závislosti od druhu rastliny, rastlinných častí a obdobia kedy sa z rastlín extrahujú (Waterman, 1999; Waghorn and McNabb, 2003). Sú toxické aj pre byľožravce, pre mnohé druhy húb, baktérií a kvasiniek (Scalbert, 1991). V minulosti bol dokázaný ich antihelmintický účinok na rôzne druhy gastrointestinálnych nematód prežúvavcov (Hoste a i., 2006) ale aj na tzv. hrčkovitorné parazitické nematódy rastlín *Meloidogyne javanica* (Maistrello et al., 2010). Keďže údaje o ich vplyve na iné druhy ekto- a endoparazitických nematód vrátane cystotvorných nematód sú málo známe, preto cieľom tohoto výskumu bolo otestovať vplyv ich aplikácie na cystotvorné druhy parazitických nematód, za použitia háďatka zemiakového *Globodera rostochiensis* patotyp Ro1, ktorého výskyt je známy aj z územia Slovenska. Tanín použitý v našom experimente bol extrahovaný parou z dreva pagaštanu konského bez použitia chemických rozpúšťadiel firmou Agrostar s. r. o., Taliansko.

### Materiál a metódy

*In vitro* experiment – test liahnutia lariev z vajíčok parazita bol realizovaný v laboratórnych podmienkach pri teplote 25 °C podľa metodiky (Sasanelli and Di Vito, 1991; Sasanelli and D'Addabbo, 1992). Pre test bolo použitých sedem koncentrácií testovanej látky (tanínu) od 0,32 g.l<sup>-1</sup> vody do 20,48 g.l<sup>-1</sup> vody v geometrickom rade, ako kontrola bol použitý roztok koreňových výlučkov zemiakov. 30 cyst parazitov bolo umiestnených v tzv. vodnom kúpeli v petriho miskách na špeciálnych sítkach (priemer 2 cm). Suspenzia pozostávala z 2 ml príslušnej koncentrácie testovanej látky a 2 ml koreňových výlučkov zemiakovej rastliny. Každý variant bol realizovaný v štyroch

opakovaníach + kontrola. Od začiatku testu, v intervale siedmich dní, boli spočítané vyliahnuté larvy parazita a cysty boli opäť umiestnené do suspenzie príslušnej koncentrácie tanínu a koreňových výlučkov po dobu štyroch týždňov. Po uplynutí tejto doby, testovaná látka bola vyňatá z experimentu a cysty parazita boli umiestnené len do roztoku koreňových výlučkov pričom sa pokračovalo v počítaní počtu vyliahnutých lariev parazita v týždňovom intervale. Experiment bol ukončený, keď počet vyliahnutých lariev bol nulový. Následne boli cysty parazita z každého variantu a opakovania jemne rozdrvené (Seinhorst and Den Ouden, 1966) a bol spočítaný počet nevyliahnutých vajíčok. Celkový počet vyliahnutých lariev bol vyjadrený ako kumulatívne percento s celkového počtu vajíčok v cystách (vyliahnuté + nevyliahnuté).

Výsledky boli spracované štatisticky pomocou analýzy variancie (ANOVA), transformovanej pomocou tzv Bliss' tabuliek a priemery boli štatisticky porovnané pomocou Least Significant Difference's Test v štatistickom programe STATISTICA (StatSoft, 2003). Pre výpočet koeficientu úmrtnosti vajíčok bol použitý vzorec podľa Abbott (1925).

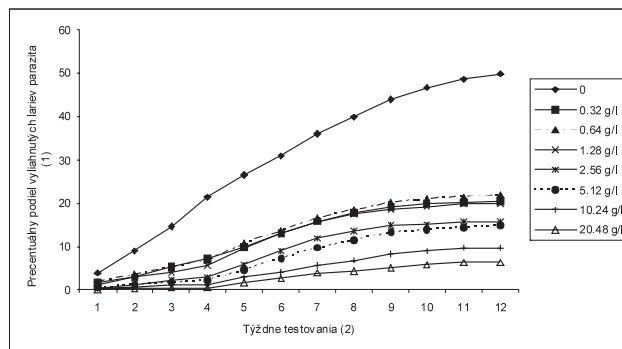
*In vivo* experiment, bol realizovaný v skleníku pre teplotu 20 – 30 °C v nádobových pokusoch (hlinené kvetináče). Pre účely testovania vplyvu aplikácie rôznych koncentrácií tanínu na hádatku zemiakovú bola použitá ľahšia piesočnatá pôda, ktorá bola pred začiatkom experimentu sterilizovaná parou (80 °C). Do každého kvetináča bolo inokulovaných 5 vajíčok na gram pôdy čo predstavuje 30 cyst vajíčok zemiakového a zasadená jedna hl'uzá náchylnej odrody zemiaka odrody Désirée. Cysty boli uzavreté v plastových sitkách (1 × 1 cm) aby nedošlo k ich zmiešaniu s novou generáciou. Každý variant bol opakovaný 4-krát. Ako kontrola bola použitá pôda s inokuláciou cyst parazita bez aplikácie testovanej látky – variant 1. Pre test účinku tanínu boli použité tri testované koncentrácie a to 100 g.m<sup>-2</sup> – variant 2 a 3; 250 g.m<sup>-2</sup> – variant 4 a 5 a 450 g.m<sup>-2</sup> – variant 6 a 7. Testovaná látka v príslušnej koncentrácii bola aplikovaná v čase výsadby zemiakov (varianty 2, 4, 6) ako aj v čase výsadby zemiakov a o dva týždne neskôr, teda dva krát (varianty 3, 5, 7). Po troch mesiacoch bola zmeraná výška nadzemných častí zemiakových rastlín, hmotnosť nadzemných častí v zelenom a vysušenom stave a hmotnosť koreňového systému. Pôda z každej nádoby bola vysušená a cysty boli extrahované pomocou Fenwickovej metódy z 200 g pôdy. Izolované cysty z každého variantu a nádoby boli spočítané, rozdrvené ručným minimixérom a bol spočítaný počet vajíčok a lariev. Výsledky boli štatisticky vyhodnotené pomocou programu STATISTICA (StatSoft, 2003).

## Výsledky

### *In vitro* experiment

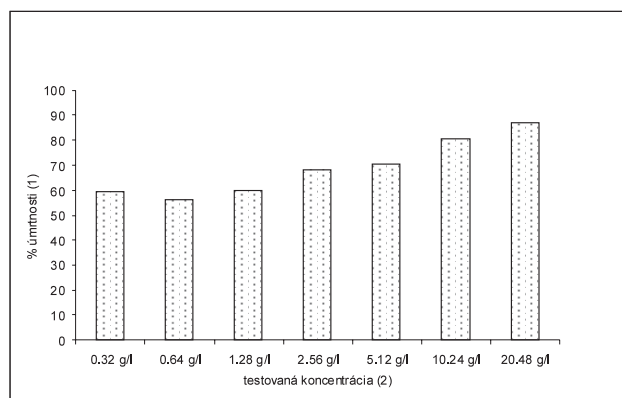
Počas prvého týždňa od založenia experimentu sme zaznamenali výrazne vyššiu intenzitu liahnutia lariev z vajíčok v kontrolnom variante bez prídavku testovacej látky v porovnaní so všetkými použitými koncentraciami tanínu (Obr. 1). Tento trend sme pozorovali aj počas ďalších troch týždňov sledovania pri použití testovacej látky, ako aj počas sledovaného obdobia bez testovacej látky, aj keď po jej odstránení došlo k miernemu zvýšeniu liahnutia lariev z vajíčok vo všetkých testovaných koncentraciách tanínu.

Z pohľadu použitých koncentrácií testovanej látky neboli zistené významné rozdiely v liahnutí lariev z vajíčok medzi koncentraciami 0,32; 0,64 a 1,28 g.l<sup>-1</sup> tanínu, tiež medzi 2,56 a 5,12 g.l<sup>-1</sup> tanínu ako aj medzi 10,24 a 20,48 g.l<sup>-1</sup> tanínu. Na konci ex-



**Obrázok 1** Vplyv aplikácie rôznych koncentrácií tanínu na liahnutie lariev *G. rostochiensis* *in vitro*

**Figure 1** Application effect of different tannin concentrations on hatching of juveniles of *G. rostochiensis* *in vitro* (1) cumulative percentage of juveniles emerging weekly, (2) incubation period (weeks)



**Obrázok 2** Percentuálne vyjadrenie úmrtnosti vajíčok parazita v *in vitro* teste

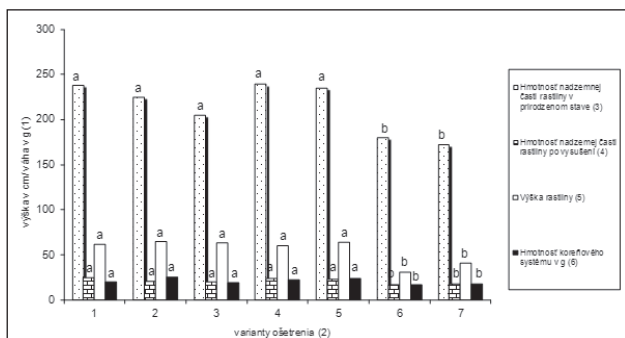
**Figure 2** Percentual evaluation of parasite eggs mortality *in vitro* (1) mortality (%), (2) tannin dose

perimentu bola percentuálna úmrtnosť vajíčok v cystách parazita 55,9 až 87,1% (Obr. 2) v testovaných variantoch v závislosti od koncentrácie testovanej látky. Najvyššia úmrtnosť bola zaznamenaná pri koncentrácii 20,48 g.l<sup>-1</sup>, naopak najnižšia pri koncentrácii 0,64 g tanínu na liter vody.

### *In vivo* experiment

Z výsledkov experimentu v skleníku je zrejmé, že ani jedna z použitých dávok testovanej látky aplikovanej v čase výsadby zemiakov alebo v čase výsadby a o dva týždne neskôr nemala preukazne významný ( $P = 0,01$ ) vplyv na zvýšenie rastu zemiakových rastlín, všetkých sledovaných parametrov (obr. 3). Naopak, pri aplikácii najvyššej dávky tanínu (450 g.m<sup>-2</sup>) v čase výsadby, ako aj o dva týždne neskôr došlo k výraznému potlačeniu rastu zemiakových rastlín v porovnaní s nižšími dávkami testovacej látky a kontrolou.

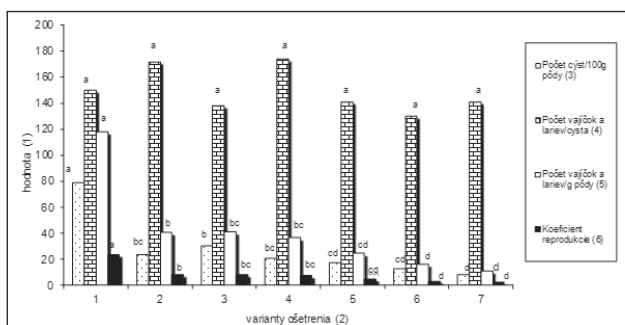
Z pohľadu vplyvu aplikácie rôznych koncentrácií tanínu na populáciu hádatka zemiakového výsledky experimentu ukázali, že došlo k signifikantnému zníženiu počtu nových cyst parazita. 100 g<sup>-1</sup> pôdy, počtu vajíčok a lariev na g pôdy ako aj koeficientu reprodukcie „r“ pri všetkých dávkach tanínu a variantoch ošetrenia v porovnaní s kontrolou (obr. 4) ( $P = 0,01$ ). Najvyššie zníženie týchto parametrov bolo zaznamenané pri dávke 450 g.m<sup>-2</sup> v oboch variantoch ošetrenia. Naopak nezistili sme žiadny preukazný vplyv aplikácie tanínu na počet vajíčok a lariev v cystách novej generácie parazita pri všetkých testovaných dávkach.



**Obrázok 3** Vplyv aplikácie tanínu na rastové parametre zemiakovej rastliny

1 – kontrola; 2, 4, 6 – aplikácia 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> v čase výsadby; 3, 5, 7 – aplikácia 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> v čase výsadby a dva týždne neskôr

**Figure 3** Effect of tannin application on potato plant growth (1) height in cm/weight in g, (2) treatments, (3) stem – fresh weight, (4) stem – dry weight, (5) height of plants, (6) roots weight 1 – control; 2, 4, 6 – application of 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> at sowing; 3, 5, 7 – application of 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> at sowing and two weeks later



**Obrázok 4** Vplyv aplikácie tanínu na vývin *G. rostochiensis* (*in vivo*) 1 – kontrola; 2, 4, 6 – aplikácia 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> v čase výsadby; 3, 5, 7 – aplikácia 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> v čase výsadby a dva týždne neskôr

**Figure 4** Effect of tannin application of reproduction of *G. rostochiensis* (*in vivo*) 1 – control; 2, 4, 6 – application of 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> at sowing; 3, 5, 7 – application of 100, 250 a 450 g.m<sup>-2</sup> at sowing and two weeks later

## Diskusia a závery

Z literatúry je známych len niekoľko štúdií o vplyve aplikácie roztokov tanínov na parazitické nematódy rastlín v pôde (Mian and Rodríguez-Kábana, 1982; Hewlett et al., 1997; Chen et al., 1997; Maistrello et al., 2010). V našom *in vitro* pokuse sme pozorovali výrazný účinok tanínu extrahovaného z pagaštanu konského na redukciu liahnutia lariev z vajíčok *G. rostochiensis* počas prvých štyroch týždňov inkubácie cyst parazitov v testovaných koncentráciách roztoku v porovnaní s kontrolou. Aj keď bol tanín z pokusu vyňatý a inkubácia cyst pokračovala len v kontrolnom roztoku, v našom prípade vo výlučkoch koreňov zemiaka, liahnutie lariev zostalo na nízkej úrovni až do konca experimentu v porovnaní s kontrolou čo poukazuje na výrazný nematocídny účinok tanínu. Podobné výsledky, pri použití toho istého tanínu pri tých istých koncentráciách v *in vitro* experimente zistili aj Maistrello et al. (2010) keď sledovali vplyv jeho účinku na hrčkotvorné háďatko *Meloidogyne javanica*. Aj Chen et al. (1997) pozoroval v *in vitro* pokuse potlačenie liahnutia lariev z vajíčok v cystách *Heterodera glycines* pri použití tanínu extrahovaného z rastliny *Caesalpinia spinosa* (Molina) hoci in-

kubácia prebehla pri nižších koncentráciách (0,156 až 10g.l<sup>-1</sup>). Pri všetkých týchto *in vitro* experimentoch vrátane nášho, zvyšovaním sa koncentrácie tanínu a doby inkubácie dochádzalo k stále výraznejšiemu zníženiu počtu vyliahnutých lariev prepočítaných v percentách k celkovému obsahu cyst, čo môžeme považovať za najdôležitejšie faktory redukcie populácie parazita.

Skleníkový experiment *in vivo* neprišiel pozitívny účinok aplikácie rôznych dávok testovaného tanínu na rastové parametre zemiakov, práve naopak pri aplikácii najvyššej dávky tanínu (450 g.m<sup>-2</sup>) v oboch variantoch (v čase sejby aj v čase výsadby a o dva týždne neskôr) došlo k výraznému fyto toxickému efektu na rastlinu. K podobným záverom dospeli aj Mian and Rodríguez-Kábana (1982) alebo Hewlett et al. (1997), keď vyššie dávky aplikovaného tanínu mali fyto toxický účinok na rast cukety a paradajok. Tieto závery sú však v rozpore z výsledkami Maistrello et al. (2010), keď pri aplikácii (450 g.m<sup>-2</sup>) rovnakého tanínu z pagaštanu konského ako bol použitý v našom experimente nedošlo k toxickému účinku na rast rajčiek v pôde infikovanej hrčkotvorným háďatkom *Meloidogyne javanica*.

*In vivo* experiment však potvrdil výsledky, ktoré sme získali v *in vitro* teste liahnutia vajíčok parazita. Aplikácia všetkých testovaných koncentrácií tanínu mala pozitívny účinok na reprodukciu háďatka zemiakového, čo v našom prípade znamená, že počet nových cyst parazitov, počet vajíčok a lariev na gram pôdy ako aj koeficient reprodukcie „r“ bol významne nižší v porovnaní s kontrolným variantom. Toto je v súlade s výsledkami Maistrello et al., (2010) kde ten istý tanín aplikovaný pri tých istých koncentráciách významne znížil počet vajíčok a lariev na gram koreňov, konečnú hustotu populácie na cm<sup>3</sup> pôdy a „r“ *Meloidogyne javanica* na rajčiakoch. Podobne Mian and Rodríguez-Kábana (1982) pozorovali po aplikácii tanínu redukciu počtu *Meloidogyne arenaria* na cuketách či Taylor and Murrant (1966) zníženie počtu nematód *Longidorus elongatus* v pôde po aplikácii tanínu. Navyše táto nematóda je zodpovedná za prenos vírusových ochorení rastlín, ktorých výskyt bol tiež redukovaný po aplikácii tanínov do pôdy (Cadman and Harrison, 1960). Avšak tieto vírusy sa v pôde voľne nevyskytujú, sú prenášané iba nematódami *L. elongatus*. Z tohto dôvodu sa Taylor and Murrant (1966) domieva, že výskyt vírusmi napadnutých rastlín bol znížený skôr vplyvom tanínov na vektor a nie priamym vplyvom na vírusy.

Na základe našich aj predchádzajúcich výsledkov sa ukazuje, že vplyv aplikácie tanínu na larvy *G. rostochiensis* je dvojitý a to priamy – nematocídny, čo potvrdil aj test liahnutia a nepriamy – tzv. odpudzujúci. Aplikácia repelentných látok v čase sejby alebo výsadby priesad môže spôsobiť dezorientáciu a vyliahnuté larvy parazitov strácajú schopnosť nájsť korene hostiteľov a tak potenciálne znížiť napadnutie rastlín čo bolo potvrdené aj pri druhoch *Radopholus similis* (Hewlett et al., 1997) či *M. javanica* (Maistrello et al., 2010).

Záverom možno konštatovať, že aplikácia tanínov z pagaštanu konského môže predstavovať vhodnú metódu na reguláciu háďatka zemiakového v systéme udržateľného poľnohospodárstva. Z hľadiska nematocídneho a fyto toxického účinku sa ukázala ako najúčinnější dávka 250 g.m<sup>-2</sup>, kedy nedošlo k toxicite aplikovanej látky na rastlinu, pri súčasnom pozitívnom nematocídnom účinku. Preto v budúcnosti bude potrebné realizovať ďalšie výskumy, kde bude sledovaný účinok aplikácie tanínov extrahovaných aj z iných rastlín, v rôznych typoch pôd a pestovaných rastlín na rôzne druhy parazitických nematód ako aj voľne žijúce pôdne nematódy.



## Súhrn

Parazitické nematódy rastlín sú prirodzenou súčasťou pôdnej fauny všetkých ekosystémov, pričom mnohé z nich sú považované za významných škodcov veľkého počtu poľnohospodárskych plodín. V práci sme sledovali vplyv aplikácie tanínu *in vitro* aj *in vivo* na cystotvorný druh háďatka, karanténne háďatko zemiakové *Globodera rostochiensis* patotyp Ro1. *In vitro* experiment bol zameraný na účinok rôznych koncentrácií vodných suspenzií tanínu na liahnutie lariev parazita počas inkubácie cýst v uvedených roztokoch. *In vivo* experiment bol zameraný na sledovanie vplyvu aplikácie rôznych dávok tanínu aplikovaných do pôdy na začiatku experimentu ako aj na začiatku experimentu a opakovane o dva týždne neskôr na vývin a reprodukciu parazita. Z výsledkov *in vitro* pokusu vyplynulo, že všetky testované koncentrácie tanínu mali výrazný vplyv na úmrtnosť vajíčok v porovnaní s kontrolou (56 až 87%). Výsledky pokusu *in vivo* potvrdili výsledky *in vitro* experimentu, keď všetky testované dávky tanínu redukovali počet nových cýst parazita. 100 g<sup>-1</sup> pôdy, počet vajíčok a lariev na gram pôdy ako aj koeficient reprodukcie v porovnaní s neošetrenou kontrolou. Počet vajíčok a lariev v cystách sa po aplikácii tanínu nezmenil.

**Kľúčové slová:** háďatko zemiakové, *Globodera rostochiensis*, ochrana, tanín

## Podakovanie

Táto práca vznikla na základe finančnej podpory projektu VEGA 2/0136/10 a bilaterálnej spolupráce medzi Talianskou Národnou Radou pre Výskum (CNR) a Slovenskou akadémiou vied (SAV) (2010 – 2012).

## Literatúra

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. In: J. Econ. Entomol., vol. 18, 1925, p. 265 – 267.
- AIRES, A. – CARVALHO, R. D. A. – CONCEIÇÃO, M. – EDUARDO, R. 2009. Suppressing potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, with extracts of *Brassicaceae* plants. In: Am. J. Pot. Res., vol. 86, 2009, p. 327 – 333.
- ATUNGWU, J.J. – ADEMOLA, A.A. – AIYELAAGBE, O.O. 2009. Evaluation of organic materials for inhibition of nematode reproduction in soybean. In: African Crop Science Journal, vol. 17, 2009, p. 167 – 173.
- BASILE, M. – D'ADDABBO, T. – SASANELLI, N. – BASILE, A.C. 2003. Fumigants and systemic nematicides in nurseries. In: Italus Hortus, vol. 10, 2003, p. 294 – 296.
- CHEN, S. – DICKSON, D.W. – HEWLETT, T.E. 1997. Tannic acid effects on hatching of *Heterodera glycines* *in vitro*. In: J. Nematol., vol. 29, 1997, p. 742 – 745.
- D'ADDABBO, T. – PAPAJOVA, I. – SASANELLI, N. – RADICCI, V. – RENČO, M. 2011. Suppression of root-knot nematodes in potting mixes amended with different composted biowastes. In: Helminthologia, vol. 48, 2011, p. 278 – 287.
- ELIZONDO, A.M. – MERCADO, E.C. – RABINOVITZ, M.C. – FERNANDEZ-MIYAKAWA, M.E. 2010. Effect of tannins on the *in vitro* growth of *Clostridium perfringens*. In: Vet. Microbiol., 2010, no. 145, p. 308 – 314. DOI: 10.1016/j.vetmic.2010.04.003
- FERRIS, V.R. – BERNADR, R.L. 1971. Crop rotation effects on population densities of ectoparasitic nematodes. In: J. Nematol., vol. 3, 1971, p. 119 – 122.
- HEWLETT, T.E. – HEWLETT, E.M. – DICKSON, D.W. 1997. Response of *Meloidogyne* spp., *Heterodera glycines* and *Radopholus similis* to Tannic Acid. In: J. Nematol., vol. 29, 1997, p. 737 – 741.
- HOSTE, H. – JACKSON, F. – ATHANASIADOU, S. – THAMSBORG, S. M. – HOSKIN, O. S. 2006. The effects of tannin-rich

plants on parasitic nematodes in ruminants. In: Trends Parasitol., vol. 22, 2006, p. 253 – 261.

MAISTRELLO, L. – VACCARI, G. – SASANELLI, N. 2010. Effect of chestnut tannins on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. In: Helminthologia, vol. 47, 2010, p. 48 – 57.

MCSORLEY, R. – MCGOVERN, R. J. 2000. Effect of solarization and ammonium amendments on plant-parasitic nematodes. In: J. Nematol., vol. 32, 2000, p. 537 – 541.

MIAN, I.H. – RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1982. Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. In: Nematropica, vol. 12, 1982, p. 221 – 234.

O'DONOVAN, L. – BROOKER, J.D. 2001. Effect of hydrolysable and condensed tannins on growth, morphology and metabolism of *Streptococcus gallolyticus* (*S. caprinus*) and *Streptococcus bovis*. In: Microbiology, vol. 147, 2001, p. 1025 – 1033.

RENČO, M. – D'ADDABBO, T. – SASANELLI, N. – PAPAJOVA, I. 2007. The effect of five composts of different origin on the survival and reproduction of *Globodera rostochiensis*. In: Nematology, vol. 9, 2007, p. 537 – 543.

RENČO, M. – SASANELLI, N. – ŠALAMÚN, P. 2009. The effect of two compost soil amendments, based on municipal green and penicillin production wastes, on plant parasitic nematodes. In: Helminthologia, vol. 46, 2009, p. 190 – 197.

RENČO, M. – SASANELLI, N. – D'ADDABBO, T. – PAPAJOVÁ, I. 2010. Soil nematode community changes associated with compost amendments. In: Nematology, vol. 12, 2010, p. 681 – 692.

RENČO, M. – SASANELLI, N. – KOVÁČIK, P. 2011. The effect of soil compost treatments on potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. In: Helminthologia, vol. 48, 2011, p. 184 – 194.

RICH, J.R. – RATH, G.S. – OPPERMANN, G.H. – DAVIS, E.L. 1989. Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita*. In: Nematropica, vol. 19, 1989, p. 99 – 103.

SASANELLI, N. – DI VITO, M. 1991. The effect of *Tagetes* spp. on the hatching of an Italian population of *Globodera rostochiensis*. In: Nematol. Mediterr., vol. 19, 1991, p. 135 – 137.

SASANELLI, N. – D'ADDABBO, T. 1992. The effect of *Cineraria maritima*, *Ruta graveolens* and *Tagetes erecta* extracts on the hatching of *Heterodera schachtii*. In: Nematol. Mediterr., vol. 20, 1992, p. 49 – 51.

SCALBERT, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. In: Phytochem., vol. 30, 1991, p. 3875 – 3883.

SEINHORST, J. W. – DEN OUDEN, H. 1966. An improvement of Bijbloo's method for determining the egg content of *Heterodera cysts*. In: Nematologica, vol. 12, 1966, p. 170 – 171.

SMITH, H.J. – GRAY, F.A. – KOCH, D.W. 2004. Reproduction of *Heterodera schachtii* Schmidt on resistant mustard, radish and sugar beet cultivars. In: J. Nematol., vol. 36, 2004, p. 123 – 130.

SPIEGEL, Y. – CHET, I. – COHN, E. 1987. Use of chitin for controlling plant parasitic nematodes. II. Mode of action. In: Plant Soil, vol. 98, 1987, p. 337 – 345.

WAGHORN, G. C. – MCNABB, W. C. 2003. Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. In: Proc. Nutr. Soc., vol. 62, 2003, p. 383 – 392.

WATERMAN, P. G. 1999. The tannins – an overview. In: Brooker J. D. (Ed) Tannins in livestock and human nutrition. Adelaide, Australian Centre for International Agricultural Research, Australia, p. 10 – 13.

## Kontaktná adresa:

Ing. Marek Renčo, PhD., Parazitologický ústav Slovenskej Akadémie vied, Košice, Dr. Nicola Sasanelli, Institute for Plant Protection, National Council of Researches, Bari, Italy