



ACTA  
AGRICULTURAE  
SLOVENICA

97•1  
2011

Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani  
Biotechnical Faculty University of Ljubljana

Acta agriculturae Slovenica • ISSN 1581-9175 • 97 – 1 • Ljubljana, marec 2011



## VSEBINA / CONTENTS

- Polona STRAJNAR and Saša ŠIRCA  
5 The effect of some insecticides, natural compounds and tomato cv. Venezia with Mi gene on the nematode *Meloidogyne ethiopica* (Nematoda) reproduction  
Vpliv nekaterih insekticidov, naravnih rastlinskih izvlečkov in paradižnika sorte Venezia z Mi genom na razmnoževanje ogorčic vrste *Meloidogyne ethiopica* (nematoda)
- Md. Mahabubur RAHMAN, Muhammad Nurul AMIN, Md. Zohurul ISLAM, Rubaiyat Sharmin SULTANA  
11 Mass propagation of *Solanum surattense* Bum. using direct adventitious shoot organogenesis from internode  
Razmnoževanje *Solanum surattense* Bum. z uporabo internodijskih eksplantov
- Žiga LAZNIK, Vlasta CUNJA, Milica KAČ, Stanislav TRDAN  
19 Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions  
Učinkovitost treh naravnih snovi pri zatiranju zelene jablanove uši (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) v laboratorijskih razmerah
- Anita Silvana ILAK PERŠURIČ, Ana TEŽAK  
25 Wine production on Istria family farms  
Ponudba vin na istrskih kmetijah
- Marjan ŠINKOVEC, Ana ŠTANGELJ, Primož BUKOVEC, Marjetka SUHADOLC  
33 Primerjava modelov FOCUS PELMO in PEARL pri ocenjevanju izpiranja herbicidov v treh izbranih vrstah tal na območju Apaške doline  
Comparison of PELMO and PEARL FOCUS models for assessing herbicide leaching in the three selected soil types in the Apače valley area
- Katja VADNAL, Marijana JAKŠE, Vesna ALIČ, Danica JEREBO-BOLKA  
39 Participativno raziskovanje večnamenskosti Krakovskih vrtov kot podlage za ohranitev zaščitene mestne kmetijske kulturne dediščine  
Multifunctional role of Krakovo gardens as legally protected entity of urban agriculture – the stakeholders' view
- Boštjan KERBLER  
53 Ohranjanje medgeneracijske kontinuitete kot pogoj za zagotavljanje socialne varnosti starejše generacije kmečkega prebivalstva  
Maintenance of intergenerational continuity as a condition for ensuring the social security of older generation of farm population
- Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN  
63 Ščitaste stenice (Pentatomidae) kot škodljivci gojenih rastlin in načini njihovega zatiranja  
Stink bugs (Pentatomidae) as crop pests and methods of their control
- Dragan ŽNIDARČIČ  
73 Selen in njegove zvrsti v okolju  
Selenium and its species in the environment
- Tomaž BARTOL, Karmen STOPAR  
83 Content analysis of the papers in the Acta agriculturae Slovenica  
Vsebinska obdelava prispevkov v Acta agriculturae Slovenica let. 97 št. 1
- 87 Navodila avtorjem  
Notes for authors



DOI: 10.2478/v10014-011-0001-0

**Agrovoc descriptors:** meloidogyne,nematoda,pest control,pesticides,plant extracts,pest resistance,tomatoes,lycopersicon  
esculentum,greenhouses

**Agris category code:** H10

## The effect of some insecticides, natural compounds and tomato cv. Venezia with Mi gene on the nematode *Meloidogyne ethiopica* (Nematoda) reproduction

Polona STRAJNAR<sup>1</sup> and Saša ŠIRCA<sup>2</sup>

Received: October 6, 2010; accepted: December 27, 2010.

Delo je prispelo: 6. oktobra 2010; sprejeto: 27. decembra 2010.

### ABSTRACT

Root-knot nematode (RKN) *Meloidogyne ethiopica* is quite unknown tropical plant parasitic species found in Slovenia and Europe in 2003 for the first time. The species is able to parasitize several economically important agricultural crops and therefore is very difficult to control. In our research, several approaches which can be used for *M. ethiopica* control were tested in pot experiment. The effects of some insecticides which are often used in the production in greenhouses, natural compounds as aqueous extract of *Tagetes erecta*, and the commercial natural product Azadirachtin (NeemAzal-T/S) extracted from the seeds of Indian Neem tree (*Azadirachta indica*) on the *M. ethiopica* reproduction were assessed. Test plants treatments with natural compounds reduced nematode multiplication by nearly 3 – 6 times compared to control while foliar application of Thiacloprid as well as Imidacloprid had no effect on nematode reproduction. The treatment with Volaton G granulates (Phoxim) for ground application resulted in no nematode multiplication. Additionally, *M. ethiopica* reproduction ability on the tomato cultivar “Venezia” which have a Mi gene for resistance to *M. incognita* was tested.

**Key words:** root knot nematode, *M. ethiopica*, control, pesticides, plant extracts, resistant tomato

### IZVLEČEK

#### VPLIV NEKATERIH INSEKTICIDOV, NARAVNIH RASTLINSKIH IZVLEČKOV IN PARADIŽNIKA SORTE VENEZIA Z MI GENOM NA RAZMNOŽEVANJE OGORČIC VRSTE *Meloidogyne ethiopica* (NEMATODA)

*Meloidogyne ethiopica* spada med ogorčice koreninskih šišek in je dokaj neznana, tropska rastlinsko parazitska vrsta, ki je bila prvič ugotovljena v Sloveniji in Evropi leta 2003. Vrsta lahko zajeda številne gospodarsko pomembne kmetijske rastline in jo zaradi tega zelo težko zatiramo. V naši raziskavi smo v lončnem poskusu ovrednotili različne prijeme, ki bi bili lahko uporabni za njeno zatiranje. Preučevali smo vpliv različnih substanc na reprodukcijo ogorčice *M. ethiopica*. Preučili smo vpliv nekaterih insekticidov, ki se jih pogosto uporablja v proizvodnji v rastlinjakih, ter nekaterih rastlinskih izvlečkov, kot sta vodni ekstrakt iz vrste *Tagetes erecta* in ekstrakt semen indijskega drevesa *Azadirachta indica*, ki vsebuje azadirachtin in je dostopen kot komercialni pripravek NeemAzal-T/S. Zalivanje testnih rastlin z rastlinskimi izvlečki je zmanjšalo reprodukcijo ogorčic za 3 do 6 krat v primerjavi s kontrolami, medtem ko foliarno tretiranje s tiaklopridom kot tudi z imidaklopridom na reprodukcijo ni imelo učinka. Prav nasprotno je učinkoval granulata za talno tretiranje Volaton G (foksim), kjer reprodukcije ogorčic nismo opazili. Preučili smo tudi reprodukcijski potencial ogorčice *M. ethiopica* pri paradižniku sorte “Venezia”, ki vsebuje Mi gen za odpornost na ogorčice vrste *M. incognita*.

**Ključne besede:** ogorčice koreninskih šišek, *M. ethiopica*, zatiranje, pesticidi, rastlinski izvlečki, odporen paradižnik

<sup>1</sup> Young researcher, B.Sc., Agricultural institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, SI- 1000 Ljubljana, email: polona.strajnar@kis.si

<sup>2</sup> Ph.D, Agricultural institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, SI- 1000 Ljubljana

## 1 INTRODUCTION

Root-knot nematodes (RKNs) of the genus *Meloidogyne* belong to the economically most important group of plant parasitic nematodes. They are obligate parasites that attack numerous higher plant species including monocotyledons, dicotyledons, herbaceous and woody plants (Eisenback and Hirschmann, 1991). RKN causes development of galls on the plant host roots and therefore water and nutrient intake are limited. Plants infested with RKNs do not show specific above ground symptoms but different symptoms like stunting, wilting and sometimes early flower and fruit drop can be observed.

Two RKN species, *M. chitwoodi* and *M. fallax*, are quarantine pests for EU and EPP0 region but several RKN species are also important for vegetable production causing substantial yield losses worldwide. Four species of RKN have been detected in Slovenia so far: *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. hapla* and *M. ethiopica* (Širca and Urek, 2004; Širca et al., 2004a; Širca et al., 2004b). *M. ethiopica* was established in 2003 in the greenhouse situated in the Primorska region as the first finding of this species in Slovenia and Europe (Širca et al., 2004b). RKNs are very difficult to control because of their polyphagous nature of parasitism and more limited approaches to their chemical control recently available. Several RKN species are able to parasitize and successfully multiply on monocotyledonous plants as well as on woody and

herbaceous dicotyledonous plants. *Meloidogyne ethiopica* was shown to be such a case with the wide host range on the following plants: broad bean (*Vicia faba*), black wattle, cabbage, cowpea, pepper, potato, pumpkin, tobacco, tomato (Whitehead, 1969). Carneiro et al. (2004, 2007) found *M. ethiopica* on grapevine, kiwi fruit and watermelon. Besides, barley, bean, beet, broccoli, carrot, cauliflower, celery, chicory, cucumber, curled dock, eggplant, endive, florence fennel, kale, kohlrabi, lettuce, melon, onion, pea, radish, spinach, strawberry, sunflower and sweet corn were also shown to be the host plant species (Strajnar et al., 2009).

*Meloidogyne ethiopica* is quite unknown tropical RKN species found in Europe for the first time and, because of that, we decided to test several approaches which can be used for their control. In this research we studied the effects of some insecticides which are frequently used in greenhouse production, natural compounds as aqueous extract of *Tagetes erecta*, and the commercial natural product of 1% Azadirachtin (NeemAzal-T/S) extracted from the seeds of Indian Neem tree (*Azadirachta indica*) on the *M. ethiopica* reproduction. Additionally, *M. ethiopica* reproduction ability on the tomato cultivar "Venezia" which have a Mi gene for resistance to *M. incognita* was tested.

## 2 MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in the glasshouse on the tomato plants *Lycopersicon lycopersicum* cv. Volovsko srce which is susceptible to RKN *M. ethiopica* (Strajnar et al., 2009). Tomato variety "Venezia" was obtained from Seminis. The experiment was randomized in blocks with five replications of each treatment including untreated pots as a control. Three chemical treatments and two treatments with natural compounds were tested (Table 1).

The tomato plants were planted individually in 16 cm diameter pots filled with 1960 g of fine sterilized sand (particle size: 0.25 – 1.0 mm). The daily growing temperatures ranged from 20 to 30°C. Watering was obtained for manual keeping 15% of moisture of the dry sand weight (Kutywayo and Been, 2006). Nutrients for hydroponic grow (Flora series) were used. Nutrient concentration depended on the stage of plant development.

### Nematode inoculum

The cultures of *M. ethiopica* were maintained on the bean *Phaseolus vulgaris* cv. Meraviglia di Venezia nano planted in sterilized sand (particle size: 0.25 – 1.0 mm) and kept in a glasshouse at 20 to 27°C. After forty-five days, the cultures were used for inoculum preparation. Inoculum of nematode eggs was prepared by shaking chopped galled bean roots in

1% sodium hypochlorite (NaClO) for 4 min to dissolve the gelatinous matrix surrounding root-knot nematode eggs (Hussey and Barker, 1973). The suspension of eggs was washed through 850, 250 and 32 µm banked sieves. The eggs on the lower sieve were washed with tap water to remove NaClO (Ehwaeti et al., 1998) and rinsed from the sieve in 40 ml of water into 50 ml polycarbonate centrifuge tubes. The tubes were centrifuged at 1500 rpm for 5 min. The pellets which contained the eggs and plant tissues were re-suspended in 40 ml of sucrose solution (454 g sucrose per 1 liter of tap water) and centrifuged at 1000 rpm for 1 min (McClure et al., 1973). The supernatants were poured through 32 µm banked sieve and washed with 200 ml tap water. The eggs were rinsed from the sieve and counted. Forty-five days old tomato plants were inoculated with the aqueous solution of 5000 eggs of *M. ethiopica* per plant.

**Chemical and natural compound treatments****Table 1:** Application times and applied doses used for chemical and natural compound treatment.

Treatments	Application times	Dose
Calypso SC 480	Twice: two WAI and four WAI	3 ml/10 l H <sub>2</sub> O (0.03%)
Confidor SL 200	Twice: two WAI and four WAI	6 ml/10 l H <sub>2</sub> O (0.06%)
Aqueous extract of <i>Tagetes erecta</i>	Twice: one DBI and two WAI	100 ml/1 l H <sub>2</sub> O (10%)
NeemAzal-T/S <sup>a</sup>	Twice: one DBI and two WAI	30 ml/10 l H <sub>2</sub> O (0.3%)
NeemAzal-T/S <sup>b</sup>	Twice: one DBI and two WAI	100 ml/10 l H <sub>2</sub> O (1%)
Volaton G 5%	Once: one DBI	1 kg/100 m <sup>2</sup>

<sup>WAI</sup> Week after inoculation<sup>DBI</sup> Day before inoculation<sup>a</sup>NeemAzal-T/S was applied at the dose of 0.3%.<sup>b</sup>NeemAzal-T/S was applied at the dose of 1%.

Thiacloprid – Calypso SC 480 (Bayer CropScience) and Imidacloprid – Confidor SL 200 (Bayer CropScience) were used in the dosage according to manufacturer instructions for insect control applications. The applications of systemic insecticides on the leaves were performed twice. The first application was carried out two weeks after inoculation and the second four weeks after inoculation. Phoxim – Volaton G 5% (Pinus TKI d.d., Slovenia) granules were applied under the surface of the sand according to manufacturer's instruction one day before inoculation.

Aqueous extract of *Tagetes erecta* was made from the three month old plants. 200 g of the whole plant material (roots, stem, leaves and blossoms) was mashed by a blender and soaked in 100 ml of tap water across the night. The aqueous extract was filtered through the gauze and stored at -20°C before use. 50 ml of 10% *T. erecta* aqueous extract was applied per plant twice, one day before inoculation and 14 days after inoculation. Azadirachtin – NeemAzal-T/S

(Trifolio-M GmbH, Lachnau, Germany) was applied in 0.3% and 1% concentrations to the sand around the plant. The first application was done one day before inoculation and the second two weeks after inoculation.

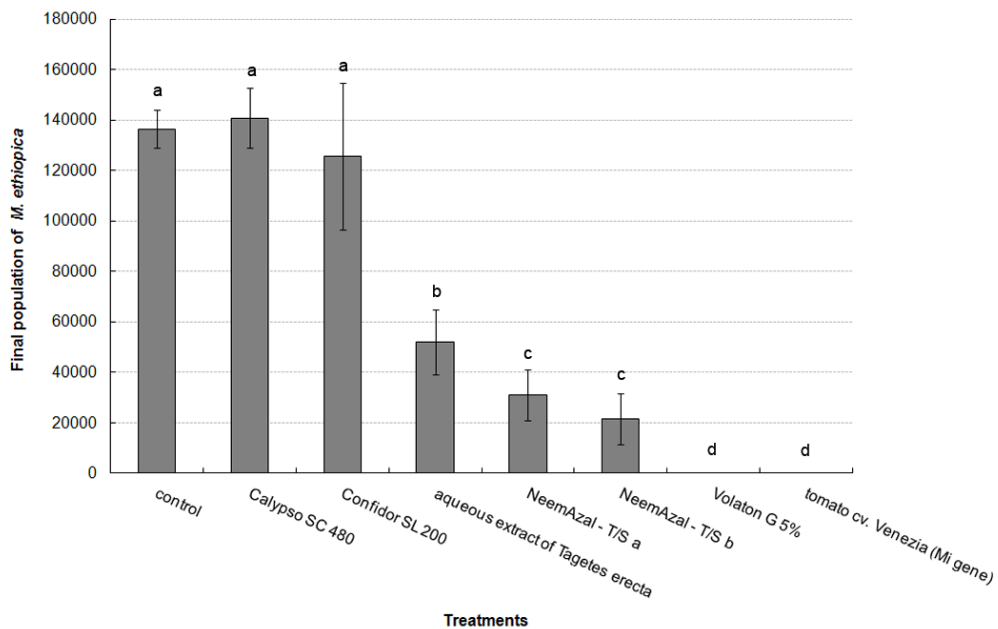
**Analysis of nematode reproduction extent**

The experiment was terminated forty-five days after inoculation when tomato roots were removed and nematode reproduction was assessed. Males and second stage juveniles were isolated from the sand by a decanting method (Hržič, 1973) followed by Berman's funnel extraction. Nematode eggs were isolated as previously described. Reproduction factor (R) was calculated as final nematode population divided by initial nematode population ( $R = R_f/R_i$ ). The data were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) and significant differences in means ranked by least significant difference multiple range test (LSD) (Statgraphics versions XV).

**3 RESULTS**

Application of systemic insecticides Calypso SC 480 and Confidor SL 200 did not significantly differ from the control on nematode multiplication (Fig. 1). The reproduction factor ranged from 25.1 to 28.2 (Tab. 2). The treatment with aqueous extract of *Tagetes erecta* was significantly different from all chemical treatments, NeemAzal-T/S treatments and from tomato cv. Venezia with Mi gene (Fig.1). The *Tagetes* aqueous extract reduced the nematode population by nearly 3 times (2.6) compared to untreated control and the reproduction

factor was 10.4. Treatments with Azadirachtin had a significant effect on the reproduction of nematodes compared to untreated plants (Fig. 1, Fig. 2). The reproduction factors were 4.3 and 6.2 for higher (1%) and lower (0.3%) concentration treatments, respectively. The analyses of Azadirachtin treatments also revealed deformed eggs of *M. ethiopica* (Fig. 3A) which were not viable and therefore not included in the final population sum.

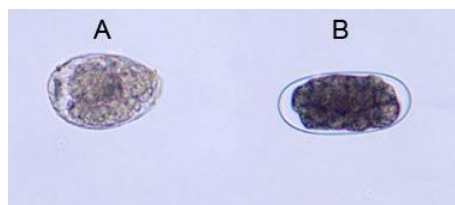


**Figure 1:** The effect of different chemical and natural compound treatments and tomato cv. Venezia on the final population of *M. ethiopica*. The data are presented as means and standard deviation of five replicates. a, b, c and d represent homogenous groups (not significantly different) at  $P \leq 0.05$  by LSD multiple range test. NeemAzal-T/S a: application at 0.3% dose. NeemAzal-T/S b: application at 1% dose.



**Figure 2:** The reduction of nematode infection and reproduction on tomato treated with 1% NeemAzal-T/S (A) compared to an untreated control plant (B).





**Figure 3:** Deformed eggs of *M. ethiopica* were observed after Azadirachtin treatments (A); Healthy egg of *M. ethiopica* from an untreated control tomato plant (B).

No nematode reproduction was observed on the roots of plants where Volaton G 5% was used and on the roots of tomato cv. Venezia. The reproduction factors of those

two variants significantly differed from all the other variants including control.

**Table 2:** Reproduction factors of *M. ethiopica* for different chemical and natural compound treatments and tomato cv. Venezia.

Treatments	Reproduction factors
Control	27.3
Calypso SC 480	28.2
Confidor SL 200	25.1
Aqueous extract of <i>Tagetes erecta</i>	10.4
NeemAzal-T/S 0.3%	6.2
NeemAzal-T/S 1%	4.3
Volaton G 5%	0.0
Tomato cv. Venezia (Mi gene)	0.0

#### 4 DISCUSSION

Root knot nematodes are important plant pests with a worldwide distribution. In the agricultural production they cause great yield losses when they over reproduce therefore it is important to develop useful control methods. RKN *M. ethiopica* is difficult to control because of their wide host range attacking most of the vegetable grown in the greenhouses and high rates of reproduction. The nematode can parasitize monocotyledons as well as dicotyledons which limits the use of crop rotation as a strategy to control the nematode reproduction. Besides, chemical control approaches are becoming less available recently. On the contrary, natural compounds are more acceptable for the environment and they are becoming more and more popular. However, their usefulness and efficiency for pest control needs to be assessed.

The aim of our experiment was to establish if any insecticides or natural compound influence the *M. ethiopica* reproduction, which is new species for Slovenian environment. The effects of some insecticides which are frequently used in greenhouse production, natural compounds as extract of *Tagetes erecta* and natural product of 1% Azadirachtin (NeemAzal-T/S) extracted from the seeds of Indian Neem tree (*Azadirachta indica*) as well as tomato cv. Venezia with Mi resistance gene on *M. ethiopica* reproduction were tested. The data showed that the insecticide Volaton G 5% and tomato with Mi gene prevented the reproduction of the nematode. Our results showed that Mi gene has significant effect on *M. ethiopica* reproduction suggesting that production of resistant cultivars with Mi gene could be successful non-chemical measure for controlling the nematode. Foliar application of

Thiacloprid or Imidacloprid had no effect on nematode reproduction as both treatments showed no significant difference from the control plants.

Natural compounds treatments reduced nematode reproduction by 2.6, 4.4 and 6.3 times for *Tagetes* extract, 0.3% NeemAzal-T/S and 1% NeemAzal-T/S, respectively, compared to untreated controls. The analyses of final nematode populations after Azadirachtin treatments revealed deformed non-viable

eggs of *M. ethiopica*. Such observations are reported for the first time on nematodes. However, similar observations were reported for common cockchafer *Melolontha melolontha* L. where 80-90% of females which were fed with Azadirachtin treated oak leaves were not able to produce viable eggs (Malinowski et al., 2003). The treatment with the *Tagetes* aqueous extract was not so efficient as Azadirachtin treatments but more concentrated extract could give better results which we plan to examine in the future.

## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

The research was financially supported by the grants (L4-1021) of the Slovenian Research Agency and the

Ministry of Agriculture, Forestry and Food of the Republic of Slovenia.

## 6 REFERENCES

- Carneiro R.M.D.G., Randing O., Almeida M.R.A., Gomes A.C.M.M. 2004. Additional information on *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 (Tylenchida: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising kiwi fruit and grape-vine from Brazil and Chile, *Nematology* 6: 109-123.
- Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Cofcewicz E.T., Magunacelaya J.C., Aballay E. 2007. *Meloidogyne ethiopica*, a major root-knot nematode parasitising *Vitis vinifera* and other crops in Chile, *Nematology* 9: 635-641.
- Eisenback J.D., Hirschmann H.T. 1991. Root-Knot nematodes: *Meloidogyne* species and races, in: Manual of agricultural nematology (Nickle, W. R). Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong. pp. 191-274.
- Ehwaeti M.E., Phillips M.S., Trudgill D.L. 1998. The viability of *Meloidogyne incognita* eggs released from egg masses of different ages using different concentrations of sodium hypochlorite, *Nematologica* 44: 207-217.
- Hrzič A. 1973. [Extraction of nematodes from soil with whirling motion], *Zaštita bilja* 122: 53-60.
- Hussey R.S., Barker K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique, *Plant Disease Reporter* 57: 1025-1028.
- Kutywayo V., Been T.H. 2006. Host status of six major weeds to *Meloidogyne chitwoodi* and *Pratylenchus penetrans*, including a preliminary field survey concerning other weeds, *Nematology* 8: 647-657.
- Malinowski H., Worwta D., Stocki J. 2003. Experiments with Azadirachtin to reduce common cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) and some leaf-eating insects from the order Lepidoptera, [www.deu.intland/Files/WS8%20oeffentic-hes%20graen%204pdf](http://www.deu.intland/Files/WS8%20oeffentic-hes%20graen%204pdf).
- McClure M.A., Kruk T.H., Misaghi I. 1973. A method for obtaining quantities of clean *Meloidogyne* eggs, *J. Nematol.* 5: 230.
- Strajnar P., Širca S., Geric Stare B., Urek G. 2009. Characterization of Root Knot Nematode *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 from Slovenia, *Russian Journal of Nematology* 17: 135-142.
- Širca S., Urek G. 2004. Dissemination of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. in Slovenia, *Razprave – Slovenska akademija znanosti in umetnosti* 45: 161-170.
- Širca S., Urek G., Karssen G. 2004a. The incidence of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* in Slovenia, *Acta agriculturae slovenica* 83: 15-22.
- Širca S., Urek G., Karssen G. 2004b. First report of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne ethiopica* on Tomato in Slovenia, *Plant disease* 88: 680.
- Whitehead A.G. 1969. The distribution of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in tropical Africa, *Nematologica* 15: 315-333.

DOI: 10.2478/v10014-011-0002-z

Agrovoc descriptors: solanum, drug plants, plant propagation, in vitro experimentation, organogenesis, stems, growing media, explants, internodes

Agris category code: F02

## Mass propagation of *Solanum surattense* Bum. using direct adventitious shoot organogenesis from internode

Md. Mahabubur RAHMAN<sup>1,2\*</sup>, Muhammad Nurul AMIN<sup>2</sup>, Md. Zohurul ISLAM<sup>2</sup>, Rubaiyat Sharmin SULTANA<sup>2</sup>

Received November 6, 2010; accepted February 18, 2011.

Delo je prispelo 03. junija 2004, sprejeto 15. oktobra 2004.

### ABSTRACT

An efficient and reproducible procedure was established for direct shoot regeneration of *Solanum surattense* Bum. using internodal explants. The shoot regeneration efficiency on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 6-benzylaminopurine (BAP) was superior in compared to 6-furfurylaminopurine (Kn). The highest mean number of shoots per explant was recorded on MS medium containing 0.5 mg l<sup>-1</sup> BAP. BAP alone was more effective for shoot regeneration than combination of BAP and  $\alpha$ -naphthaleneacetic acid (NAA). The number of shoot per explant was highest in the 4<sup>th</sup> subculture and then it was remained stable up to 6<sup>th</sup> subculture. The shoot number drastically reduced from 7<sup>th</sup> subculture when explants were repeated subculturing up to 8<sup>th</sup> subculture. Hundred percent adventitious shoots were rooted successively on half strength MS medium fortified with 0.05 mg l<sup>-1</sup> NAA. At about 90% of the *in vitro*-propagated plantlets survived when they were transferred to *ex vitro* conditions for acclimatization.

**Key words:** Direct shoot organogenesis, internodal explant, *in vitro*, medicinal plant, *Solanum surattense*

### IZVLEČEK

#### RAZMNOŽEVANJE *Solanum surattense* Bum. Z UPORABO INTERNODIJSKIH EKSPLANTOV

Avtorji so razvili učinkovit in reproducibilen način neposredne organogeneze zdravilne rastline *Solanum surattense* Bum. z uporabo internodijskih eksplantov. Regeneracija na gojišču Murashige in Skoog (MS) je bila bolj uspešna z dodatkom 6-benzilaminopurina (BAP) v primerjavi z uporabo 6-furfurilaminopurina (Kn). Največje število poganjkov na eksplant je bilo na gojišču MS z 0,5 mg/l BAP. BAP sam je bil bolj učinkovit za regeneriranje poganjkov kot kombinacija BAP in  $\alpha$ -naftalenocetne kisline (NAA). Število poganjkov na eksplant je bilo najvišje v četrti subkulturi in je ostalo stabilno vse do šeste, močno pa se je zmanjšalo v sedmi in osmi subkulturi. Adventivne korenine so se pojavile pri vseh poganjkih pri MS mediju polovične jakosti z dodatkom 0,05 mg/l NAA. Približno 90 % *in vitro* razmnoženih rastlinic je preživelo prenos *ex vitro* in aklimatizacijo.

**Ključne besede:** neposredna organogeneza poganjkov, eksplanti internodijev, *in vitro*, zdravilna rastlina, *Solanum surattense*

### INTRODUCTION

*Solanum surattense* Bum. (Solanaceae) is a perennial herb. It is usually found in India, Pakistan, Malaya, and Australia. In Bangladesh, it was found as wild herb in almost all northern parts and it was very common in the Barind region. Nowadays, this plant rarely gets in the Barind region only. The solasodine and glycosides are rich in this plant, are very common properties for anti-cancer (Cham, 2007). Besides, this plant is widely used as folk medicine for breathing trouble, heart diseases

and pain. Some drug companies (Unani, Hamdard Laboratories, Ayurvedic) are developed in Bangladesh based on plant extract and they are attracted by the people. These companies are using extract of *S. surattense* as to prepare remedy for breathing disease, as well this plant is widely planted in highland of Bangladesh. Since this herb becoming a potential medicinal plant in south Asia, more advance investigations are needed concerning modification of

<sup>1</sup> Present address: Research Institute of Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Uji, Kyoto 611-0011, Japan, \*Fax: +81-774-38-3682, \*Email: mahabubur@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup> Department of Botany, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh

characteristics including rapid growth, increase essential chemicals content, disease resistant and stress tolerance in this plant.

Limited reports have been published on the *in vitro* propagation as well as genetic transformation systems of *S. surattense*. Pawar *et al.* (2002) developed a technique for direct shoot organogenesis from shoot tip and leaf segments. Using nodal and shoot tip segments, a micropropagation technique also established on this plant by Rama Swamy *et al.* (2004). Rama Swamy *et al.* (2005a) established a protocol on plantlet regeneration through somatic embryogenesis from cotyledon and leaf explants. Callus induction and shoot organogenesis system from floral bud were also reported earlier for this plant proliferation (Prasad *et al.*, 1998). Rama Swamy (2006) reported *Agrobacterium*-mediated genetic transformation systems using leaf explants of *S. surattense*. (Rama Swamy *et al.* 2005b) established streptomycin-resistant *S. surattense* plantlets using *in vitro* mutagenesis.

For genetic improvement of plant, we usually use selection method as well as *in vitro* molecular breeding technique. Plant breeders showing great interest on molecular breeding technique for plant modification genetically because conventional selection method takes long time, tedious and occurs large variation within clones. For molecular breeding based genetic transformation, we know, efficient regeneration systems are prime requirement. Stem segments are used as important explant for genetic transformation system, described in many plant species (e.g., Rastogi and Dwivedi, 2006). Adventitious shoot regeneration from internodal segments of *S. surattense* was not published in the previous reports so far.

In the present study an effort was made to establish a protocol for the *in vitro* propagation of *S. surattense* from the internodal explants of field grown plant through direct adventitious shoot organogenesis.

## MATERIALS AND METHODS

### Explant preparation

Shoot apices (20-25 cm) with leaves of *S. surattense* were collected from field growing plant in a Barind region, Rajshahi, Bangladesh. The shoot apices were defoliated and segmented at 4-5 cm contains 2-3 nodes after bringing to laboratory. Stem segments were washed thoroughly under running tap water for 30 min and finally disinfected with 0.1%  $\text{HgCl}_2$  for 10 min under laminar airflow followed by washing thrice with autoclaved distilled water. The internodal segments (1 cm) were prepared from the disinfected plant materials.

### Culture media and conditions

Three basal media were used in the present study: Murashige and Skoog (MS) medium, Gamborg (B5) medium and McCown Woody Plant medium (WPM). All variants of medium were supplemented with 3% (w/v) sucrose. The pH of medium was adjusted to  $5.7 \pm 0.2$  before autoclaving at  $121^\circ\text{C}$  for 20 min under  $1.1 \text{ kg cm}^{-2}$  pressure and medium was solidified with 0.8% (w/v) agar (Type M, Sigma). The MS medium was variously supplemented with 6-benzylaminopurine (BAP) at 0.2, 0.5 and  $1 \text{ mg l}^{-1}$ , 6-Furfurylamino purine (Kn) at 0.5, 1 and  $1.5 \text{ mg l}^{-1}$  alone or in combinations with  $\alpha$ -Naphthaleneacetic acid (NAA) at 0.1 and  $0.2 \text{ mg l}^{-1}$  for shoot regeneration. Half strength MS medium supplemented with various concentrations of NAA, Indole-3-butyric acid (IBA) or Indole-3-acetic acid (IAA) singly was used for rooting. Plant growth regulator (PGR)-free medium was considered as control for both shoot regeneration and rooting experiments. All cultures were maintained in the growth chamber under  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  with 16 h photoperiod ( $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) provided by cool white fluorescent light.

### Culture and acclimatization procedures and data collection

After disinfection, internodal explants were cultured on the MS medium fortified with PGRs for shoot multiplication. Cultures were transferred to fresh medium routinely at 15-day-interval. Elongated shoots (at least 3 cm) were excised from shoot clusters prior to subculture. Large-sized shoot clusters were divided before transfer to fresh medium. Data were collected on percentages of explant forming shoot, total number and average length of shoots per explant 30 days after culture. Using  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  BAP as standard PGR, shoot regeneration ability was evaluated among three basal media.

The effect of repeated subculturing on shoot regeneration efficiency was evaluated by another experiment. Ten internodal segments were passed (15-day-interval) continuously up to 8 subcultures on shoot-regenerating medium. Elongated shoots (at least 3 cm long) were excised from shoot clumps prior to transfer onto fresh medium. Data on total number and average length of elongated shoots per explant were recorded in each subculture (15-day-interval).

For rooting, leafy shoots (3 cm to above) were implanted onto half strength MS basal medium containing auxins and one shoot was cultured in one test tube. Data were collected on percentages of shoot forming root, total number and average length of roots per plantlet 21 days after culture.

For acclimatization of plantlets, rooted shoots were washed gently under running tap water, planted onto pot containing composed soil and maintained in the room conditions for 7 days. Plantlets were covered with polyethylene bag for avoiding over transpiration and watered regularly 2-day-interval. Seven days after hardening in room conditions, plantlets were transferred to out side conditions and survival rate was recorded 2 months after transfer.

**Statistical analysis**

All experiments were consisted of five replicates and repeated at least thrice. For shoot regeneration experiment, 6 internodal segments were used for each replicates, which were collected from one field grown plant. Five *in vitro* shoots were taken in a replication for rooting experiment, which were regenerated from one explant taken from one field grown plant. Therefore,

variation within replications indicates difference within genotypes. Data were arranged as a completely randomized design and significant difference was determined by analysis of variance. Differences among mean values were evaluated by least significance difference (LSD) at the 5% ( $p \leq 0.05$ ) level.

**RESULTS AND DISCUSSION****Direct adventitious shoot organogenesis**

The stem segments of field growing plant were very prickly, in which disinfection was problematic; however, surface-disinfection with 0.1% HgCl<sub>2</sub> solution for 10 min resulted in the highest contamination free of about 45% explants. The frequencies of shoot regeneration varied from 20 to 100% depending on the PGRs (Table 1). On MS medium supplemented with BAP (0.5 mg l<sup>-1</sup>), the adventitious shoot induction at the cut side was first observed 7 days after inoculation without any callus intervention. Within 15 days, shoot induction obtained from not only from cut sides but also from the intact portion of internode, while some of first induced shoots were reached a height of above 3 cm (Fig. 1a). After separation of elongated shoots, shoot clusters were divided prior to subculture onto fresh same variant of medium, resulted in the highest production of adventitious shoots, on which 100% internodal segments produced 58.2 shoots per explant within 30 days after subculture (Fig. 1b). No regeneration of any shoot was observed on PGR-free

medium. The differences in the shoot regeneration efficiency were significant ( $p \leq 0.05$ ) among the PGRs supplemented (Table 1). Within replications, the significant differences were not observed, in which differences in the shoot regeneration efficiency did not exhibit within genotypes. The shoot regeneration performances were low in MS medium supplemented with Kn in compared to medium containing BAP. The superior effect of BAP in compared to Kn was reported on direct adventitious shoot regeneration from leaf explant of *Santalum album* (Mujib, 2005). In contrast to present observations, medium containing BAP or Kn showed similar responses on *in vitro* shoot production of *Solanum nigrum* (Bhat *et al.*, 2010). In previous report on adventitious shoots regeneration of *S. surattense* (Pawar *et al.*, 2002), adventitious shoots were produced from shoot tip and leaf explants on MS basal medium fortified with BAP and kinetin individually and in their combination.

**Table 1:** The adventitious shoots proliferation from the internodal explants of *S. surattense* on MS medium fortified with PGRs 30 days after culture.

PGRs (mg l <sup>-1</sup> )			Percentages of explant forming adventitious shoot (Mean ± SE)	Number of total shoots per explant (Mean ± SE)	Average length (cm) of shoots per explant (Mean ± SE)
BAP	Kn	NAA			
0	0	0	0	0	0
0.2			43.3 ± 2.8f	12.4 ± 1.2d	4.0 ± 0.3c
0.5			100 ± 0.0a	58.2 ± 4.6a	6.7 ± 0.4a
1.0			90 ± 12.1b	25.5 ± 2.4b	5.5 ± 0.3b
2.0			30 ± 2.8g	7.5 ± 0.8d	3.4 ± 0.2d
	0.5		26.7 ± 3.5g	4.5 ± 0.5de	3.5 ± 0.4cd
	1.0		66.7 ± 5.4d	16.7 ± 1.3c	5.2 ± 0.2b
	1.5		80 ± 6.5c	30.6 ± 3.1b	6.5 ± 0.3a
	3.0		30 ± 2.8g	5.7 ± 0.4d	3.1 ± 0.4d
0.5		0.1	56.7 ± 4.5e	22.6 ± 3.5bc	4.8 ± 0.4bc
0.5		0.2	43.3 ± 2.6f	13.5 ± 3.8cd	4.0 ± 0.3c
1.0		0.1	30 ± 4.3g	6.2 ± 0.6d	3.2 ± 0.2d
1.0		0.2	23.3 ± 2.8g	5.6 ± 0.2de	3.0 ± 0.3d
	1.0	0.1	23.3 ± 2.4g	4.1 ± 0.6e	3.2 ± 0.3d
	1.0	0.2	20 ± 3.2gh	3.7 ± 0.3e	3.0 ± 0.4d
	1.5	0.1	40 ± 3.4f	12.4 ± 1.0d	4.5 ± 0.4bc
	1.5	0.2	20 ± 2.1gh	5.2 ± 0.5d	4.1 ± 0.3c

Means with the same letters are not significantly different by the LSD test at the 5% level ( $p \leq 0.05$ ).

**Table 2:** Ions in three basal media used for shoot organogenesis of *S. surattense*.

Macro and microelement combinations (mM)			
Ions	MS	WPM	B5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	39.310	9.700	24.730
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.250	1.240	1.090
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.620	7.300	2.086
Cl <sup>-</sup>	5.980	1.300	2.040
K <sup>+</sup>	19.955	12.615	24.735
Ca <sup>2+</sup>	2.999	3.000	1.020
Na <sup>+</sup>	0.102	0.102	1.190
Mg <sup>2+</sup>	1.500	1.500	1.010
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	20.610	5.000	2.020
Total N	59.920	14.700	26.750
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> : NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 : 0.524	1 : 0.515	1 : 0.082

**Table 3:** Root formation from the *in vitro* grown shoots of *S. surattense* on half strength MS medium fortified with auxins 21 days after culture.

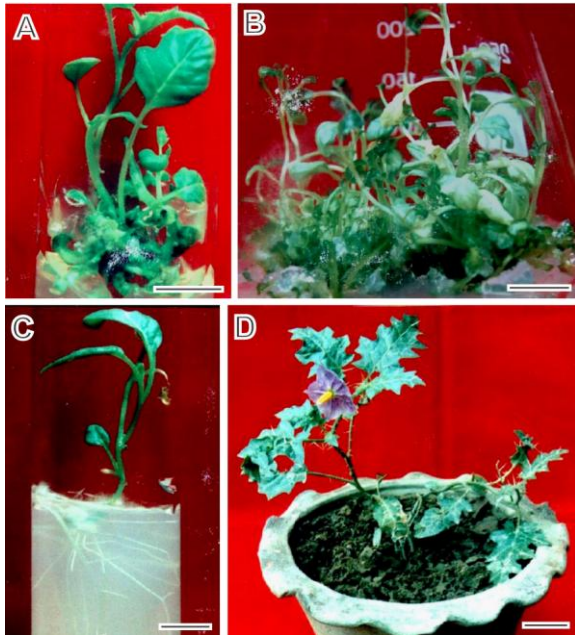
Auxins (mg l <sup>-1</sup> )			Percentages of shoot forming root (Mean ± SE)	Number of roots per plantlet (Mean ± SE)	Length of roots per plantlet (Mean ± SE)
NAA	IBA	IAA			
0	0	0	65 ± 4.2c	2.7 ± 0.3de	2.5 ± 0.2b
0.01			100 ± 0.0a	9.2 ± 0.8b	3.0 ± 0.3a
0.05			100 ± 0.0a	12.5 ± 1.2a	3.2 ± 0.4a
0.1			80 ± 6.2b	5.8 ± 0.3c	2.8 ± 0.3ab
	0.01		0	0	0
	0.05		80 ± 5.6b	3.6 ± 0.3d	2.0 ± 0.3c
	0.1		0	0	0
		0.01	0	0	0
		0.05	60 ± 6.4cd	2.8 ± 0.2d	1.4 ± 0.2d
		0.1	0	0	0

Means with the same letters are not significantly different by the LSD test at the 5% level ( $p \leq 0.05$ ).

The MS medium supplemented with the combination of NAA and BAP or Kn significantly ( $p \leq 0.05$ ) reduced the shoot regeneration efficiencies. On medium supplemented with combinations of NAA and BAP, the abnormalities such as thick shoot and light green leaves were observed in the induced shoots, which were finally turned lethal browning at the 3<sup>rd</sup> subculture (45 days after culture). The results are in agreement with the finding of Teo *et al.* (1997) on the shoots multiplication of *Brassica rapa*, they observed that regenerated shoot shows abnormalities after addition of high concentration NAA to the medium. The contrary result was observed in the direct shoot regeneration of *Drymaria cordata* form leaf segment (Ghimire *et al.*, 2010) where they reported that the application of NAA and BAP in the medium was enhanced the shoot regeneration. In *S. surattense*, the combination of BAP and NAA resulted in the best somatic embryogenesis when cotyledon and leaf explant were used (Rama Swamy *et al.*, 2005a). Although the presence of NAA in combination with cytokinins enhancing morphogenesis and somatic embryogenesis reported in earlier studies, this combination inhibited direct shoot regeneration of *S. surattense* in the present investigation but reasons for this fact are unknown.

As shown in the Table 2, the content of ions in three basal media was presented. Total nitrogen content was higher in MS medium than in WPM and B5 media although ratio of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> was similar in MS and WPM media. Of three basal media tested, the percentage of explant forming shoot, number and length of shoot per explant were the highest in MS medium. The percentage and length of shoot were lower nearly twice in WPM and B5 than MS medium, while the number of regenerated shoot was about trice higher in MS than those of WPM and B5 media (Fig. 2). The lack of responses in the shoot regeneration efficiency may be occurred in WPM and B5 media due to nitrogen (N) deficiency. This trend is in agreement with the finding of Pinto *et al.* (2008). An appropriate NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ratio influenced morphogenesis and embryogenesis (Ramage and Williams, 2002) but the most favorable range depends on the species (e.g., Tazawa and Reinert, 1969). Also different NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : NH<sub>4</sub><sup>+</sup> levels may have indirect effects to pH changes, which control cation absorption and eventually morphogenesis (Cousson and Tran Thanh Van, 1993). Other ions such as Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, and K<sup>+</sup> were also correlated with morphogenesis (Benson, 2000; Pinto *et al.*, 2008). In the present study, shoot regeneration of *S. surattense* was

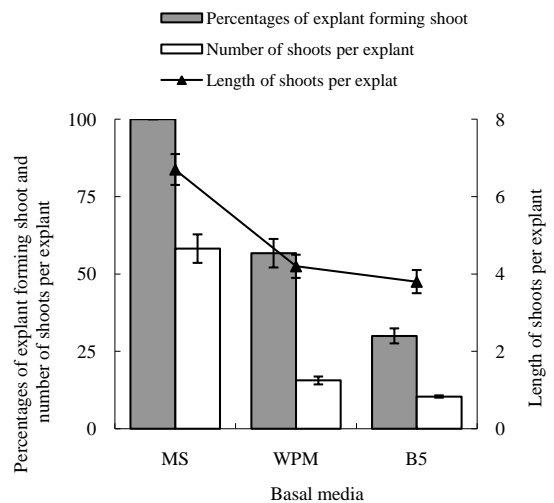
influenced on MS medium, may be reasons were high content of nitrogenous elements and even appropriate proportion of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$ . Using MS medium, *in vitro* propagation of *S. surattense* was inspected by all previous reporters although they not did compare with other basal media. In the present study, we examined comparative study on three basal media and observed that MS medium was superior effective on *in vitro* shoot regeneration.



**Fig. 1.** *In vitro* multiplication of *Solanum surattense* through direct shoot organogenesis. A. Adventitious shoots induced from an internodal segment on MS medium supplemented with  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  BAP 15 days after inoculation (bar = 2 cm). B. A part of shoot cluster regenerated from an internodal segment on same variant of medium 30 days after culture (bar = 2 cm). C. Rooted shoot produced on half strength MS medium supplemented with  $0.05 \text{ mg l}^{-1}$  NAA 21 days after culture (bar = 2 cm). D. Acclimatized 2-month-old plantlet with flowers growing in the flowering season onto a pot containing compost soil in the ex vitro conditions (bar = 4 cm).

The internodal segments were subcultured repeatedly on MS medium supplemented with  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  BAP to achieve continuous production of healthy shoots. The number of shoots per explant rapidly increased from the 1<sup>st</sup> subculture up to the 4<sup>th</sup> subculture and more than 150 shoots were produced per explant at the 4<sup>th</sup> subculture. Similar shoot number was observed until the 6<sup>th</sup> subculture and then drastically decreased in the subsequent subcultures. No remarkable differences were

observed in the length of shoots throughout subcultures (Fig. 3). The stability of the shoot regeneration efficiency in the subculture depends on the plant species. The shoot number per leaf segment-derived calluses was reached highest level at the 5<sup>th</sup> subculture and stable up to the 7<sup>th</sup> subculture in *Elaeocarpus robustus* (Rahman *et al.*, 2009) and the similar investigation also carried out in *Lagerstroemia speciosa* (Rahman *et al.*, 2010) where stability of highest shoot production was continued from 6<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> subculture. Lethal browning in the tissue could be occurred by long-term subculture onto shoot-induction medium, which could lead to reduction of shoot regeneration efficiency in the subcultures. Horgan (1987) observed that the presence of cytokinin in the medium seems to enhance tissue browning for long-term culture, which inhibit shoot regeneration efficiency.



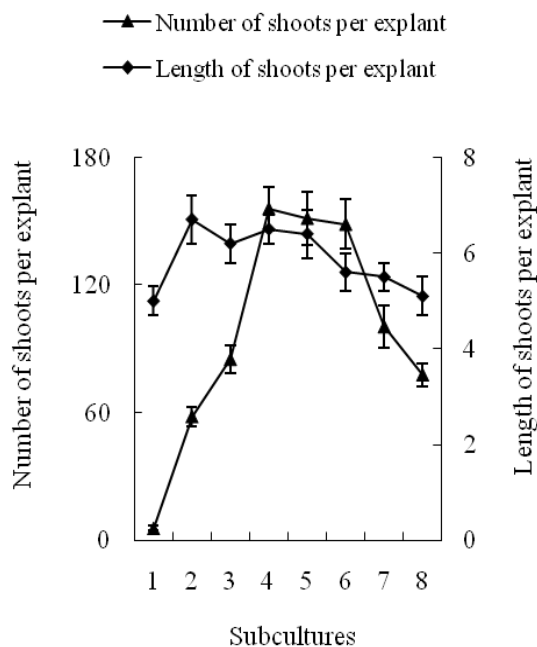
**Fig. 2.** Effect of three basic media on shoots regeneration from internodal segment 30 days after culture. All basal media were fortified with  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  BAP.

#### Rooting of shoot and acclimatization of plantlet

The MS medium containing  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  BAP-induced shoots were cultured on rooting-medium. Root initiation occurred within 7 days; an efficient root system was observed 21 days after culture (Fig. 1c). The addition of 0.01 and 0.05 mg/l NAA to the half strength MS medium was the most effective for root induction without basal callusing. On both variants of rooting medium, 100% shoot induced root but significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were observed in the root number (Table 3). The root formation was observed at the cut base of 65% shoots with a few number (2.7) on auxin-free medium; in contrast, the best rooting of *S. surattense* was observed on PGR-free MS medium (Pawar *et al.*, 2002). The differences in the root

induction efficiency were not observed within replications, in which variation in the root induction efficiency did not affected by genotypic variation of donor plants. The induction of root was also obtained on medium containing 0.05 mg/l of IBA and IAA but they showed stunt growth and thin, while callus was formed at shoot base. The other concentrations of IBA and IAA could not induce any root without forming callus. The best rooting responses from shoots on medium containing NAA were reported in many plant species (e.g., Teo *et al.*, 1997). The callus induction at the cut base was a vital reason for inhibition of root induction, reported in *Drymaria cordata* (Ghimire *et al.*, 2010).

About 90% of the plantlets survived onto compost soil 2 months after transfer and seasonal flowering observed in the *ex vitro* conditions. The detectable variation in the *in vitro* grown potted plants was not found when compared with the donor plants (Fig. 1d). The established shoot regeneration technique in the present study has a potential impact for clonal propagation of elite genotypes and improvement characteristics by molecular breeding technique of *S. surattense* for plantation and utilization in the drug industries.



**Fig. 3.** The shoot regeneration ability per internodal segment throughout eight subcultures. The explants were repeated subculturing on MS medium supplemented with 0.5 mg<sup>-1</sup> BAP.

## REFERENCES

- Benson, E.E., 2000. Special symposium: *in vitro* plant recalcitrance. Do free radicals have a role in plant tissue culture recalcitrance? *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 36, 163-170.
- Bhat, M.A., Mujib, A., Junaid, A., Mahmooduzzafar, 2010. *In vitro* regeneration of *Solanum nigrum* with enhanced solasodine production. *Biol. Planta.* 54, 757-760.
- Cham, B.E., 2007. Solasodine rhamnosyl glycosides specifically bind cancer cell receptors and induce apoptosis and necrosis. Treatment for skin cancer and hope for internal cancers. *Res. J. Biol. Sci.* 2, 503-514.
- Cousson, A., Tran, Thanh Van K., 1993. Influence of ionic composition of the culture medium on de novo flower formation in tobacco thin cell layers. *Can. J. Bot.* 71, 506-511.
- Ghimire, B.K., Seong, E.S., Goh, E.J., Kim, N.Y., Kang, W.H., Kim, E.H., Yu, C.Y., Chung, I.M., 2010. High-frequency direct shoot regeneration from *Drymaria cordata* Willd. leaves. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 100, 209-217.
- Horgan, K., 1987. *Pinus radiata*. In J. M. Bonga & D. J. Durzan (eds), *Cell and Tissue Culture in Forestry* (pp. 128-145. vol 3.), Martinus Nihoff, Dordrecht.
- Mujib, A., 2005. *In vitro* regeneration of sandal (*Santalum album* L.) from leaves. *Turk. J. Bot.* 29, 63-67.
- Pawar, P.K., Pawar, C.S., Narkhede, B.A., Teli, N.P., Bhalsing, S.R., Maheshwari, V.L., 2002. A technique for rapid micropropagation of *Solanum surattense* Burm. f. *Indian J. Biotech.* 1, 201-204.
- Pinto, G., Silva, S., Park, Y-S., Neves, L., Araujo, C., Santos, C., 2008. Factors influencing somatic embryogenesis induction in *Eucalyptus globulus* Labill.: basal medium and anti-browning agents. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 95, 79-88.
- Prasad, R.N., Sharma, M., Sharma, A.K., Chaturvedi, H.C., 1998. Androgenic stable somaclonal variant of *Solanum surattense* Burm.f., *Indian J. Exp. Biol.* 36, 1007-1012.
- Rahman, M.M., Amin, M.N., Ishiguri, F., Yokota, S., Sultana, R.S., Takashima, Y., Iizuka, K., Yoshizawa, N., 2009. *In vitro* plantlet regeneration of "dwarf" Indian olive (*Elaeocarpus robustus* Roxb.): a fruit plant of Bangladesh. *Plant Biotech. Rep.* 3, 259-266.
- Rahman, M.M., Amin, M.N., Rahman, M.B., Sultana, R.S., 2010. *In vitro* adventitious shoot organogenesis and plantlet regeneration from leaf-derived callus of *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. *Propagation Ornament. Plants.* 10, 149-155.



- Rama Swamy, N., 2006. Biotechnological applications for improvement of *Solanum surattense*: a medicinal plant. Daya Publishing House, Warangal, India, 145 pp.
- Rama Swamy, N., Ugandhar, T., Praveen, M., Lakshman, A., Rambabu, M., Venkataiah, P., 2004. *In vitro* propagation of medicinally important *Solanum surattense*, Phytomorph. 54, 281-289.
- Rama Swamy, N., Ugandhar, T., Praveen, M., Rambabu, M., Upender, M., 2005b. Induction of streptomycin-resistant plantlets in *Solanum surattense* through *in vitro* mutagenesis Plant Cell Tiss. Organ Cult. 80, 201–207.
- Rama Swamy, N., Ugandhar, T., Praveen, M., Venkataiah, P., Rambabu, M., Upender, M., Subhash K., 2005a. Somatic embryogenesis and plantlet regeneration from cotyledon and leaf explants of *Solanum surattense*. Indian J. Biotech. 4, 414-418.
- Ramage, C.M., Williams, R.R., 2002. Mineral nutrition and plant morphogenesis. *In Vitro Cell. Dev. Biol.Plant.* 38, 116-124.
- Rastogi, S., Dwivedi, U.N., 2006. Down-regulation of lignin biosynthesis in transgenic *Leucaena leucocephala* harboring o-methyltransferase gene. Biotechnol. Prog. 22, 609-616.
- Tazawa, M., Reinert, J., 1969. Extracellular and intracellular chemical environments in relation to embryogenesis *in vitro*. Protoplasma. 68, 157–173.
- Teo, W., Lakshmanan, P., Kumar, P., Goh, C-J., Swarup, S., 1997. Direct shoot formation and plant regeneration from cotyledon explants of rapid-cycling *Brassica rapa*. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 33, 288-292.



DOI: 10.2478/v10014-011-0003-y

**Agrovoc descriptors:** aphis pomi, aphididae, calendula, cinnamic acids, symphytum, pest control, efficiency, insecticides, pesticidal properties, laboratory experimentation, mortality

**Agris category code:** H10

## Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions

Žiga LAZNIK<sup>1</sup>, Vlasta CUNJA<sup>2</sup>, Milica KAC<sup>3</sup>, Stanislav TRDAN<sup>4</sup>

Received September 27, 2010; accepted December 27, 2010.

Delo je prislo 27. septembra 2010; sprejeto 27. decembra 2010.

### ABSTRACT

In 2008 the efficacy of three environmentally friendly substances against apple aphid (*Aphis pomi*) was tested. The selected substances were cinnamic acid and two plant extracts, namely glicolic extract of comfrey (*Symphytum officinale*) and fluid extract of marigold (*Calendula officinalis*). All of the substances were tested at 0.5, 1 and 5 % concentrations. The individuals of apple aphids were collected in the organic orchard of the Biotechnical Faculty in Ljubljana; 10 aphids were then transferred to an apple tree leaf, which was previously sprinkled with water, treated with selected substance and put in a Petri dish. The efficacy was assessed at 15, 20 and 25 °C with relative humidity being 75 %. The mean corrected mortality rate was determined on the first, second and third day after treatment. In general all of the tested substances showed aphicidal properties, and the highest mean corrected mortality rates were determined on the third day at 25 °C. Only marigold extract exceeded a 50 % aphicidal efficacy at 15 °C and at 5 % concentration of the suspension used, while other treatments showed aphicidal efficacy between 4 ± 4 % (cinnamic acid, 15 °C, 0.5 %) and 39 ± 12 % (cinnamic acid, 25 °C, 1 %). In general, the best mean efficacy (mean corrected mortality rate (15 % ± 2) % of the substances tested was found at highest concentration.

**Key words:** aphicidal efficacy, *Aphis pomi*, *Calendula officinalis*, cinnamic acid, comfrey extract, marigold extract, *Symphytum officinale*

### IZVLEČEK

#### UČINKOVITOST TREH NARAVNIH SNOVI PRI ZATIRANJU ZELENE JABLANOVE UŠI (*APHIS POMI* DE GEER, APHIDIDAE, HOMOPTERA) V LABORATORIJSKIH RAZMERAH

V letu 2008 smo preučevali delovanje treh okoljsko sprejemljivih snovi za zatiranje zelene jablanove uši (*Aphis pomi*). Izbrane snovi so bile cimetna kislina, glikolni izvleček navadnega gabeza (*Symphytum officinale*) in tekoči izvleček vrtnega ognjiča (*Calendula officinalis*). Snovi smo preizkušali pri 0,5 %, 1 % in 5 % koncentraciji. Odrasle osebe zelene jablanove uši smo nabrali v ekološkem sadovnjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Po 10 uši smo prenesli na liste jablan, ki so bili predhodno poškropljeni z vodo, jih tretirali z izbrano snovjo in jih položili v petrijevke. Učinkovitost smo ugotavljali pri treh temperaturah (15, 20 in 25 °C) in relativni zračni vlagi 75 %. Smrtnost osebkov smo ugotavljali prvi, drugi in tretji dan po aplikaciji snovi. Vse snovi so pokazale aficidno delovanje, največje vrednosti povprečne korigirane smrtnosti smo določili tretji dan poskusa pri 25 °C. Le pri 5 % koncentraciji izvlečka vrtnega ognjiča smo pri 15 °C presegle 50 % stopnjo smrtnosti preučevanih žuželk, medtem ko je bila ta vrednost pri ostalih obravnavanjih od 4 ± 4 % (cimetna kislina, 15 °C, 5 %) in 39 ± 12 % (cimetna kislina, 25 °C, 1 %). V poskusu je bila učinkovitost delovanja preučevanih substanc najboljša pri najvišji koncentraciji (5 %) – povprečna korigirana smrtnost (15 ± 2) %.

**Ključne besede:** *Aphis pomi*, *Calendula officinalis*, cimetna kislina, ekstrakt navadnega gabeza, ekstrakt vrtnega ognjiča, *Symphytum officinale*, učinkovitost proti ušem, zelena jablanova uš

<sup>1</sup> Young researcher, B. Sc., University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, email: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> M. Sc. student, Runkova 7, SI-1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Assist. Prof., Ph. D., University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

<sup>4</sup> Assoc. Prof., Ph. D., Jamnikarjeva 101, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy SI-1111 Ljubljana

## 1 INTRODUCTION

Apple aphid (*Aphis pomi* De Geer) is one of the most important pests from the Aphididae family, in Slovenia (Vrabl, 1999) as well as in other European countries (Yvon *et al.*, 2000). Aphids are especially harmful on apple trees, but – being oliphagous – they can occur also on pear, quince, medlar and on some other plants. Because they suck plant juices the shoots grow weaker, they fade and the leaves do not develop. It is especially harmful in nurseries and young orchards (Haley and Hogue, 1990; Woolhouse and Harmsen, 1991; Kaakeh *et al.*, 1993). The secretion of honeydew leads to development of sooty moulds, which causes a less efficient photosynthesis and finally results in a lower marketing value (Kaakeh *et al.*, 1993).

Plant insecticides are insecticides of plant origin. They are considered natural insecticides, which originate from microorganisms (the so called microbial insecticides, produced on the basis of bacteria and viruses), plant substances and oils. Synthetic insecticides which came into use after the second world war caused the plant insecticides to become obsolete, but these latter are becoming popular again because of the problems connected with pollution, especially with the residues of phytopharmaceuticals in agricultural products and the resistance of the pests to the chemicals used. Only few plant species have so far been tested for

a potential aphicidal efficacy (Rajapakse and Van Emdem, 1997; Jaastad *et al.*, 2009).

The substances of plant origin, known to be active against pests on cultivated and wild-growing plants, are alkaloides, non-protein aminoacids, steroids, phenolic compounds, flavonoides, glycozides, glucosinolates, tannins, terpenoids and are usually secondary plant metabolites (Singh, 2010). Most plant species which are used in phytomedicine contain ingredients which inhibit the development of insects, hinder their feeding (antifeedants) or act as repellents and confusants. The substances in question act mostly as preventive agents (Rajapakse and Van Emdem, 1997; Jaastad *et al.*, 2009).

The aim of this study was to investigate the potential aphicidal efficacy of cinnamic acid, glicolic extract of comfrey and fluid extract of marigold under laboratory conditions. These substances have not been tested as potentially useful in the apple aphid control. In the case of favorable results these findings could be included in optimization of the strategy for controlling apple aphid in sustainable and ecologically friendly production of apples.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Laboratory bioassay

The trial was carried out in 2008 in the Laboratory for Entomology on the Chair of Phytomedicine, Agricultural Engineering, Crop Production, Pasture and Grassland Management (Department of Agronomy, Biotechnical Faculty of the University in Ljubljana). The growing chambers (type: RK-900 CH, Kambič Laboratory equipment, Semič, Slovenia) were used to study the efficacy of three environmentally friendly substances to control apple aphid (*Aphis pomi*). The chosen substances, namely two plant extracts, i. e. glicolic extract of comfrey (*Symphytum officinale* L.) (manufacturer: Lex, Koper, Slovenia) and fluid extract of marigold (*Calendula officinalis* L.) (manufacturer: Lex, Koper, Slovenia) as well as cinnamic acid (manufacturer: Fluka, Steinheim, Germany) were tested in three concentrations (0.5, 1, and 5 %).

The specimens of apple aphids were collected in the organic orchard on the experimental field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana (46°04'N, 14°31'E,

299 m a.s.l.). Samples were then prepared by transferring 10 aphids to each leaf (from the same location) using a brush. The leaves were previously rinsed (sprinkled) with water and dried. Specimens so prepared were sprayed by a suspension of the chosen substance and placed into a plastic Petri dish (7.0 cm in diameter) on a moist filter paper. Each Petri dish contained one leaf, they were covered by a net. The Petri dishes used were primarily intended for the studies on nontarget effect of entomopathogenic nematodes on the predators of aphids (Rojht *et al.*, 2009). Each treatment was carried out in five replications (substance tested x concentration of the suspension), the same was true also for the control treatment, where the aphids on the leaf were sprayed only by the tap water. If needed the filter paper was additionally moistured after the application. The mortality of the specimens was determined on first, second and third day after the application (the dead insects were counted).

### 2.2 Statistical analysis

A multifactor analysis of variance (ANOVA) was carried out to show the differences in mortality rates (%) of *Aphis pomi* individuals subjected to three tested substances at three different doses and at three different temperatures. Before analysis, each variable was tested for homogeneity of variance. Treatment mortalities were corrected for mortality in the untreated control treatment, using Abbott's formula (Abbott, 1925), the

arcsine square root being transformed before analysis. Duncan's multiple range test ( $p \leq 0.05$ ) was used to separate differences between treatments (Hoshmand, 2006). All statistical analyses were performed using Statgraphics Plus for Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Maryland, USA). The data are presented as untransformed means (Trdan *et al.*, 2006).

### 3 RESULTS

#### 3.1 General ANOVA analyses including all treatments

Data on analysis of the pooled results are presented in Table 1.

**Table 1:** ANOVA results for corrected mortality of adults of the apple aphid.

Source	F	Adults df	P
DAT	24.57	2	<0.0001*
suspension concentration	4.99	2	0.0073
treatment	2.31	2	0.1006
temperature	3.70	2	0.0257
replication	2.95	4	0.0205
DAT × suspension concentration	0.91	4	0.4559
DAT × treatment	0.80	4	0.5263
DAT × temperature	3.70	4	0.0058
suspension concentration × treatment	1.74	4	0.1411
suspension concentration × temperature	1.59	4	0.1766
treatment × temperature	3.51	4	0.0080
DAT × suspension concentration × treatment	0.20	8	0.9914
DAT × suspension concentration × temperature	0.52	8	0.8425
DAT × treatment × temperature	0.65	8	0.7396
suspension concentration × treatment × temperature	6.05	8	<0.0001*
DAT × suspension concentration × treatment × temperature	0.86	16	0.6217

Source of variation significant at  $\alpha=0.05$

There were no statistically significant differences in the efficacy among various potentially aphicidic substances used, while the average values for mean corrected mortality being  $11 \pm 1$ ,  $11 \pm 2$  and  $14 \pm 2$  %, respectively. But we confirmed statistically significant differences between different temperatures. The mean corrected mortality rate for the substances included in this study was the highest at 25 °C: ( $15 \pm 2$  %); but no difference was observed between 15 and 20 °C ( $10 \pm 1$  % for both temperatures). Statistically significant differences were confirmed also between concentrations of the suspensions tested. Aphid mortality was the highest ( $15 \pm 2$  %) for the highest concentration tested (5 %), less effective were substances at two lower concentrations ( $9 \pm 1$  % for 0.5 % and  $12 \pm 1$  % for 1 %, respectively). Statistically significant differences between days after treatment (DAT) were also established. The highest

aphid mortality ( $19 \pm 2$  %) was stated for 3 DAT, while 1 and 2 DAT gave statistically significantly lower mortality rates of *Aphis pomi* individuals ( $7 \pm 2$  % and  $10 \pm 2$  %, respectively).

#### 3.2 Individual analyses on different treatments

At 15 °C, 3 DAT and the highest concentration of the suspension applied, treatment with comfey extract resulted in the highest mortality rate of the apple aphids ( $51 \pm 5$  %). At 1 % concentration there were no statistically significant differences among different treatments. At the lowest concentration, treatment with comfey extract showed the lowest efficacy ( $5 \pm 4$  %) against the apple aphid (Table 2).

At 20 °C, 3 DAT and at the lowest concentration of suspension, the highest mortality rate was noted for cinnamic acid ( $25 \pm 11$  %). Treatment with comfey

extract showed the highest level of aphid mortality at 1 % concentration (32 % ± 14 %). At the highest concentration in the experiment cinnamic acid and with comfrey extract were the most effective (14 % ± 5 % and 14 % ± 3 %, respectively) (Table 2).

At 25 °C and 3 DAT there were no significant differences among different treatments at the same concentration of suspension. Comfrey extract and marigold extract gave no statistically significantly different results in the mortality rate of apple aphids at

all three suspension concentration tested and the values ranged from 18 % ± 9 % (for comfrey extract, 0.5 % suspension concentration) to 33 % ± 12 % (for comfrey extract, 5 % suspension concentration) and from 22 % ± 9 % (marigold extract, 5 % suspension concentration) to 28 % ± 11 % (marigold extract, 0.5 % suspension concentration). The highest mortality rate for the cinnamic acid treatment was obtained at both higher concentrations of suspension (39 % ± 12 % and 35 % ± 19 %, respectively) (Table 2).

**Table 2:** Mean corrected mortality (± SE) of *Aphis pomi* treated with three different concentrations of potentially aphidic substances at three different temperatures (15, 20 and 25 °C) at 3 DAT. Data are corrected for control mortality. Capital letters indicate statistically significant differences for different concentrations. Lower case letters indicate statistically significant differences for different concentrations.

tempe- rature (°C)	treatment	corrected mortality (± SE) (% ± %)		
		0.5	1	5
15	cinnamic acid	11.35 ± 8.73 Aab	6.49 ± 6.49 Aa	3.78 ± 3.78 Aa
	comfrey extr.	4.87 ± 3.67 Aa	17.84 ± 6.71 Ba	20.54 ± 8.49 Bb
	marigold extr.	19.46 ± 9.02 Ab	6.49 ± 6.49 Aa	51.35 ± 5.41 Bc
20	cinnamic acid	24.71 ± 11.11 Bb	4.70 ± 2.88 Aa	13.51 ± 5.00 Bab
	comfrey extr.	2.35 ± 2.35 Aa	7.65 ± 5.23 ABa	13.64 ± 3.42 Bb
	marigold extr.	5.29 ± 5.29 Aa	32.35 ± 14.41 Bb	7.13 ± 2.51 Aa
25	cinnamic acid	16.67 ± 4.39 Aa	38.89 ± 12.10 Ba	35.00 ± 19.43 ABa
	comfrey extr.	18.33 ± 8.68 Aa	18.33 ± 11.53 Aa	33.33 ± 11.95 Aa
	marigold extr.	27.79 ± 11.11 Aa	27.78 ± 10.20 Aa	22.22 ± 9.42 Aa

#### 4 DISCUSSION

The results of our study confirmed the assumption that the substances tested (cinnamic acid, glycolic extract of comfrey and fluid extract of marigold) possess a certain aphidic activity, but their efficacy is much less than that of the synthetic insecticides usually used to control apple aphid (Tuca *et al.*, 2009). The mean corrected mortality reached 51 % only in the case of marigold extract (a 5 % suspension at 15 °C). In a similar study (Balog *et al.*, 2007) on apple aphids 6 % suspensions of the following plant extracts were used: sweet flag (*Acorus calamus* L.), arnica (*Arnica* sp), garlic (*Allium sativum* L.), hellebore (*Helleborus* spp.) and black poplar (*Populus nigra* L.). They all showed an insecticidal efficacy, extract of hellebore being the most effective (a 100 % mortality). Other investigations proved that some mixtures containing cinnamic acid exhibit insecticidal as well as limacidal efficacy (Airey *et al.*, 1989; Watkins *et al.*, 1996). To our best knowledge no such work has been done using comfrey extracts or marigold extracts.

The efficacy of all the substances tested in our study was the highest at 25 °C, supposedly because the aphids are more active at higher temperatures (Russell and Moran, 2006) and this makes them consume more active substance compared to lower temperatures when the feeding is less intense. The same is true for the mortality being the highest on the third day after treatment at the highest suspension concentration, namely the input was the highest (Balog *et al.*, 2007; Tuca *et al.*, 2009).

The mortality of the apple aphids after application of these substances was generally quite moderate, which could be expected since the substances in question are ecologically friendly and more acceptable (Rajapakse and Van Emdem, 1997). The study showed that these substances have a potential to control the apple aphid, but their application should be optimized before their

use could be implemented in the sustainable and ecologically friendly apple production.

## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out within the L4-1013 project funded by the Slovenian Research Agency, Ministry of Agriculture, Food and Forestry of the Republic of Slovenia and the enterprise Unichem d.o.o. Part of the research was funded

within Professional Tasks from the Field of Plant Protection, a program funded by the Ministry of Agriculture, Forestry, and Food of Phytosanitary Administration of the Republic of Slovenia.

## 6 REFERENCES

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Airey, W.J., Henderson, I., Pickett, J.A., Scott, G.C., Stephenson, J.W., Woodcock, C.M. 1989. Novel approaches to mollusc control. In: Slugs and snails in world agriculture. BCPC Monograph no. 41 (Ed. by I.F. Henderson), British crop protection council. Thornton Heath: 301-307.
- Balog, A., Thiesz, R., Ferencz, L., Albert, J. 2007. The effects of plant extracts on apple aphid (*Aphis pomi* De Geer) under laboratory conditions. *Rom. Biotech. Lett.* 12: 3423-3430.
- Haley, S., Hogue, E. 1990. Ground cover influence on apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), and its predators in a young apple orchard. *Crop Prot.* 9: 225-230.
- Hosmand, A.R. 2006. Design of experiments for agriculture and the natural science. 2<sup>nd</sup> Ed. Chapman & Hall, CRC Press: 1-456.
- Jaastad, G., Trandem, N., Hovland, B., Mogan, S. 2009. Effect of botanically derived pesticides on mirid pests and beneficials in apple. *Crop Prot.* 28: 309-313.
- Kaakeh, W., Pfeiffer, D.G., Marini, R.P. 1993. Effect of *Aphis spiraeicola* and *A. pomi* (Homoptera: Aphididae) on the growth of young apple trees. *Crop Prot.* 12: 141-147.
- Rajapakse, R., Ven Emdem, H.F. 1997. Potential of four vegetable oils and ten botanical powders for reducing infestation of cowpeas by *callosobruchus maculatus*, *C. chinensis* and *C. rhodesianus*. *J. Stored Prod. Res.* 33: 59-68.
- Rojht, H., Kač, M., Trdan, S. 2009. Nontarget effect of entomopathogenic nematodes on larvae of twospotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) and green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 102: 1440-1443.
- Russell, J.A., Moran, N.A. 2006. Costs and benefits of symbiont infection in aphids: variation among symbionts and across temperatures. *Proc. R. Soc. B.* 273: 603-610.
- Singh, R.R. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Prot.* 29: 913-920.
- Trdan, S., Vidrih M., Valič N. 2006. Activity of four entomopathogenic nematode species against young adults of *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) under laboratory conditions. *J. Plant Dis. Prot.* 113: 168-173.
- Tuca, O.A., Stan, C., Mitrea, I. 2009. The chemical control of the apple green aphid (*Aphis pomi* de Geer) in the fruit growing area Banu Maracine. *Bull. UASVM Hort.* 66: 233-236.
- Vrabl S. 1999. Posebna entomologija: škodljivci in koristne sadne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo: 1-172.
- Watkins, R.W., Mosson, H.J., Gurney, J.E., Cowan, D.P., Edwards, J.P. 1996. Cinnamic acid derivatives: novel repellent seed dressings for the protection of wheat seed against damage by the slug, *Deroceras reticulatum*. *Crop Prot.* 15: 77-83.
- Woolhouse, M.E.J., Harmsen, R. 1991. Population dynamics of *Aphis pomi*: a transition matrix approach. *Ecological Model.* 55: 103-111.
- Yvon, R., Woodford, T.A.T., Ducray-Bourdin, D.G. 2000. Some epidemiological approaches to the control of aphid-bourne virus diseases in seed potato crops in northern Europe. *Virus Res.* 71: 33-47.





**Agrovoc descriptors:** family farms,viticulture,wine industry,wines,tourism,sales,marketing,direct marketing,consumer behaviour

**Agris category code:** E16,E70,E73

## Wine production on Istria family farms

Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ<sup>1</sup>, Ana TEŽAK<sup>1</sup>

Received July 8, 2010; accepted December 27, 2010.

Delo je prispejlo 8. julija 2010, sprejeto 27. decembra 2010.

### ABSTRACT

Viticulture in Istria is considered as a pillar in the agricultural economy. Wine tourism is present in Istria in the last two decades along with the establishment of wine roads. There are three existing wine roads in Istria. One of the activities on the wine road is wine tasting. From the perspective of the family farms it is a service that offers the farm product (wine) directly to consumers. We questioned farmers on Istrian wine roads and partners in Vinistra (the Istrian association of grape and wine producers) the wine offer and concluded that most wine cellars offer wines like Malvazija istarska and Teran from autochthonous varieties, Chardonnay and Cabernet Sauvignon from introduced grape varieties, was examined. Very few wine cellars offered wines like Borgognja, Hrvatica or other. Also issues like consumer's preferences and possible solutions of enhancing the wine offer and wine roads of Istria in general were referred.

**Keywords:** Croatia, Istria, wine, marketing

### IZVLEČEK

#### PONUDBA VIN NA ISTRSKIH KMETIJAH

Vinogradništvo sodi v Istri med temeljne kmetijske panoge. Vinski turizem, se je na tem območju v zadnjih dveh desetletjih razvijal skupaj z ustanavljanjem tako imenovanih vinskih cest. V Istri so se uveljavile tri vinske ceste. Ena od dejavnosti na vinskih cestah je tudi degustacija vin. Z vidika družinskih kmetij je to storitev oz. izdelek (vino), ki je neposredno ponujen potrošnikom. V raziskavo so bili vključeni kmetje na Istrskih vinskih cestah in partnerji v Vinistra (istrsko združenje pridelovalcev grozdja in vina). Iz analizirane ponudbe vin je bilo ugotovljeno, da večina vinskih kleti ponuja vino iz avtohtonih sort (istrska malvazija in teran) ter iz introduciranih sort (chardonnay in cabernet sauvignon). Zelo malo vinskih kleti ponuja vina kot so Borgognja, Hrvatica ali druga. V raziskavo so bila vključena tudi nekatera druga vprašanja, kot so preference potrošnikov in možne rešitve za izboljšanje ponudbe vina na splošno in na vinskih cestah Istre.

**Ključne besede:** Hrvaška, Istra, vino, ponudba

## 1 INTRODUCTION

From the aspect of wine production, the world can be divided into traditional wine producing countries and new world wine production countries. Taking this classification into consideration, Mediterranean countries would fall under classification of traditional wine producing countries, due to the fact that wine production has been an important area of agriculture in Mediterranean countries since ancient times.

Wine as an agricultural product is important for about four hundred agricultural companies and more than five thousand family farms in Croatian part of Istria since it

creates income for them. During the last two decades viticulture production was put in focus of Croatian and Istria agricultural policy. The policy provided measures of financial support on state and regional level to all interested for vineyards planting, buying land property and enhancing production of seedlings (Pribetić and Ilak Peršurić, 2006). Special measures for preservation of autochthonous varieties were too a priority (Peršurić Đ. et al., 2006, 2008.). In Istria, according to statistical census in 2003 there were 13.534 agricultural households and 72 businesses in Istria County which represented 3.02 percent of total households in Croatia

<sup>1</sup> Institute for Agriculture and Tourism, K. Hugues 8, Poreč, Croatia. E-mail: anita@iptpo.hr

entities and 5.28 percent of business entities, 9.309 households with vineyards and 19 business entities in Istria County which represented 6.05 percent of total households with vineyards and 13.01 percent of total business with vineyards. Istria County participates with 3.99 percent in total available land surface area and 2.29 percent in utilized agricultural land, while in the case of vineyards this percentage is higher, 11.01 percent in total vineyard area and 11.27 percent in fertile vineyard area.

Istria produces in majority white grape varieties (80%) and less red grape varieties. Malvazija istarska, a white autochthonous variety, is a leading variety in the wine production. The production is forwarded mainly for sales at the regional level where a major part is sold to tourist during their holiday stay in Istria. Wine is an important segment in destination management of Istria (Ružić et al. 2006: 103). Tourists preferred especially the autochthonous wines, such as Malvasia istarska and Teran, Borgonja and Hrvatica (red). Other wines attractive to tourists were from introduced grape varieties as Chardonnay, Refosco, Merlot and Cabernet Sauvignon (Ružić et al. 2006: 108). According to Martínez-Carrasco et al. (2006) type of wine is also very important wine attribute.

In wine marketing (sales) producers usually choose two quite distinct distribution channels: indirect and direct distribution. In choosing the best distribution channel

wine producers must take into account sales goals they want to achieve and must be aware that the purchase place is a very important factor in connection to certain wine preferences (Martínez-Carrasco et al. (2006). On farm sales i.e. wine cellar sales is one of the direct wine distribution channels. Different marketing studies underline the importance of wine cellar sales due to the fact that this kind of sales, through tasting rooms, can assist in the process of building brand image and in creating consumers loyalty (Nowak and Newton, 2006; Alonso, A. D. et al., 2008), increase wine sales, educate potential consumers and stimulate worth of mouth (Gurău, C. and Duquesnois, F., 2008).

New trends in the wine sales demand quick adaption to those changes (Hall and Mitchell, 2000). These trends differ among countries but according to Hertzberg and Malorgio (2008) different market typologies are slowly converging towards quite similar consumption patterns, moving towards quality products (Hertzberg and Malorgio, 2008; Wittwer et al., 2001) so quality is becoming a key issue for wine producers and wine consumers. According to different authors one of the most important wine attribute is ageing (Mtmet and Albisu, 2006; Martínez-Carrasco et al., 2006) and designation of origin (Mtmet and Albisu, 2006; Martínez-Carrasco et al., 2006; Lai et al., 2006).

## 2 METHODOLOGY

During the scientific project "Valorisation of resources of *Vitis* sp." 2006-2011., financed by the Croatian Ministry of science, education and technology, a survey was carried out about wine producers in Istria (in March/April 2009.). The sample of wine producers represented all the prominent, market oriented producers in Istria County. The sample consisted of the members of Vinistra - association of winegrowers and winemakers of Istria. The sample was estimated to be approximately 118 wine producers out of which 40 examples were randomly selected (at confidence level of 95%, percentage 50, confidence interval 12.65).

The questionnaire contained 13 questions split in three groups. The first group of questions was related to wine production and sales in general. The second group of questions focused on elements of wine tasting facilities and the third group on demographic data of respondents. It was targeted to farmers, wine producers, while enterprises were excluded. Data were processed using statistical methods i.e. univariate (frequencies, percentage, mean) and bivariate statistics ( $\chi^2$  test, contingency coefficient).

The main purpose of this paper is to examine wine production and on farm sales on family farms in Istria County.

## 3 RESEARCH RESULTS

Respondents (members of Vinistra) were in average two decades in wine business, so called the modern, market oriented, highly productive and income generating production. The reason of such short time in business were caused by political circumstances before the 90ties of 20th century which didn't allow to private producers to bottle their wine and sell them under own name. The entrance of new producers and new brands of

established producers changed the overall market structure and the general production of quality wines increased. In average the producers were twenty years in viticulture production and had wine tasting facilities in average with forty one seats and annually received about nine hundred persons (See Table 1).

**Table 1.** Business features of responders

Variable	Mean	Minimum	Maximum
Years in wine production	20.03	1	40+
Years in wine sales	10.70	1	40+
Capacity of wine tasting facilities *	41.05	10	100
Number of visitors - annually *	959.33	10	3200

Note: \* 20 responders had wine tasting facility.

Source: Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Questionnaire – wine offer in Istria County, processed by authors

According to age, producers were in majority over forty, male and with secondary education. The youngest had twenty years of age and the oldest seventy three. Every third producer had finished higher education. Most of

the responders were male and were not located on one of the three established wine roads in Istria County (Table 2).

**Table 2.** Socio – demographic features of responders

Socio-demographic indicator		Responders	
		Frequency	%
Age group	20-29	6	14.29
	30-39	3	8.57
	40-49	15	37.14
	50-59	14	34.29
	60+	2	5.71
Gender	Male	36	90.00
	Female	4	10.00
Level of education	High school	24	60.00
	College	12	30.00
	University	2	5.00
	Masters or Ph.D.	2	5.00
Location of wine cellar	Wine road Buje	6	15.00
	Wine road Buzet	1	2.50
	Wine road Poreč	11	27.50
	Not on the wine road	22	55.00

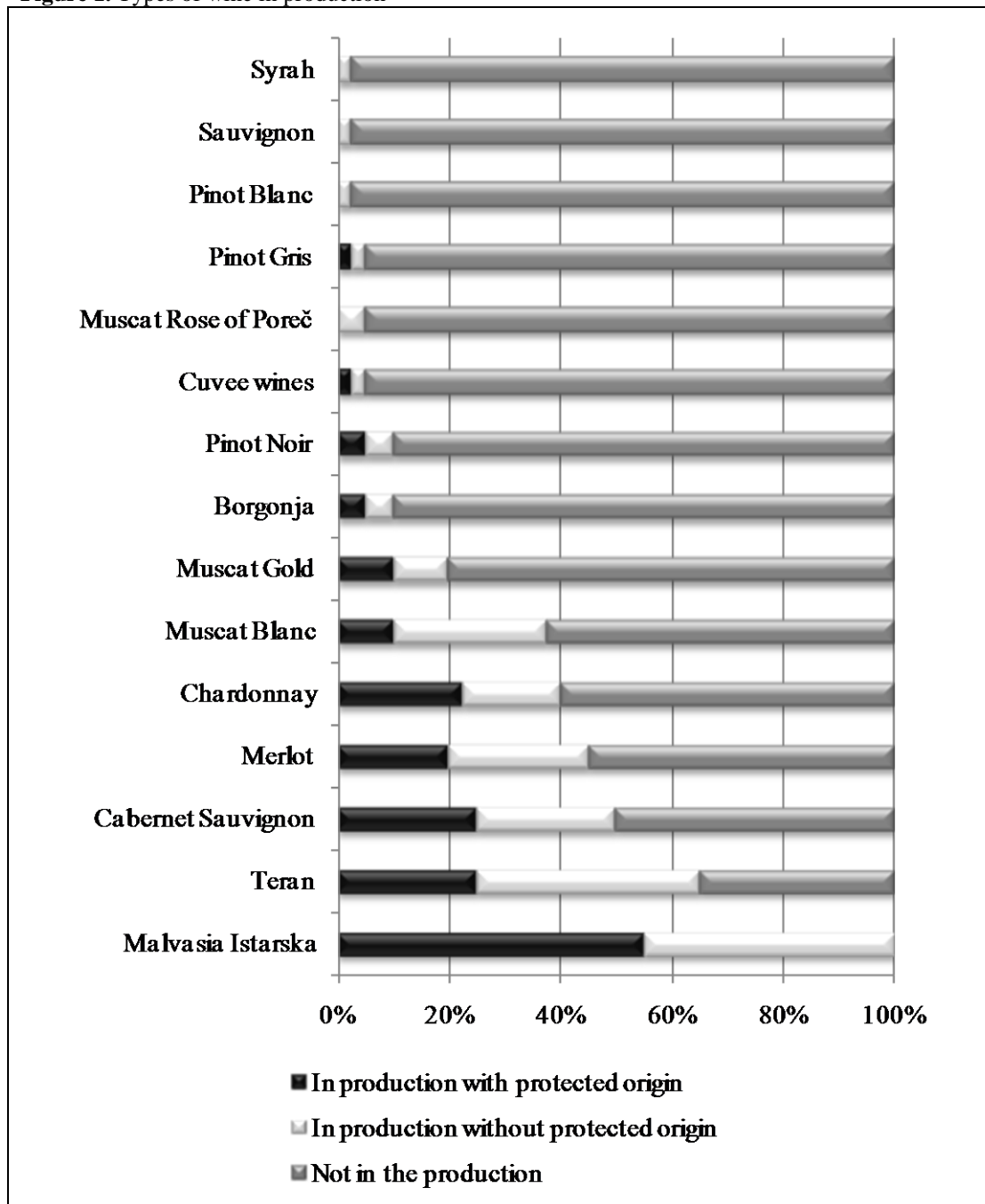
Source: Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Questionnaire – wine offer in Istria County, processed by authors

Producers that were in the wine business up to twenty years were selling in most cases the wine in their own wine tasting space; about 45,9% of the ones ten years in the wine production and 43,2 of them twenty years in production. The producers that had a longer tradition of wine producing were the ones with less than 5 percent in on farm sales.

In production the majority producers (two thirds) produced their own grapes, which give them a guarantee

of a certain quality level set by every individual wine producer. One third produced their own grapes and bought from other producers probably in order to maintain their wine quantity or quality or due to the fact that demand for their wines is increasing so it was necessary to increase wine production. Some of them had contracts with other producers in order to determine the production technologies (for example how many grapes should be on a wine stock, what the yield per hectare should be, what kind of chemicals to use etc.).

<sup>1</sup> Institute for Agriculture and Tourism, K. Hugues 8, Poreč, Croatia. E-mail: anita@iptpo.hr

**Figure 1.** Types of wine in production

Source: Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Questionnaire – wine offer in Istria County, processed by authors

On surveyed family farms all farmers produced Malvazija istarska and two thirds of them produced Teran (red). Both wines are well known autochthonous wines. About half of producers had wines made of introduced grape varieties as Chardonnay and Muscat (white) and Cabernet Sauvignon and Merlot (red). From the quality point of view, out of all interviewed producers which had Malvazija istarska, Teran and

Bourgogne in production, half of them had a label of protected geographical origin (KZP or GP) (Figure 1). Results of wine production on wine producers comply with research on tourists' preferences for wine where tourists selected white wines and autochthons wines as their preferred wines (Ružić et al. 2006) probably due to the fact that tourism is one of the most important segment of wine consumption.

Wine producers in Istria County are adapting to the changes in wine demand which is moving towards quality products (Hertzberg and Malorgio, 2008; Wittwer et al., 2001).

According to the amount of sugar in wines, most producers produced dry wines. Half of them produced wines in barrique barrels. In the production of quality wines, the majority of producers had bottled wines while less than 15% had both bottled and bulk wines. This fact is important because bottled wines are more expensive and farms gain extra profits comparing to bulk wines. From the other side bottled wines demand

more knowledge and care in production. That is the fact also for wines that have a purpose for archive i.e. consumption after several years of ageing (these characteristics are presented in table 3). Wine production technologies tend to use inox tanks, especially for white grape varieties since they preserve freshness and fruitiness of wines. These type of wines should be consumed within two years. For aged wines producers used oak barrels, especially for red wines. Standard oak barrels and barrique barrels contribute to more complex wine taste and enhance aroma intensity and flavour. Therefore these wines can have a potential for ageing.

**Table 3.** Certain characteristics of wine offer

Characteristic		Frequency	Percentage
Content of sugars	Dry	39	97.50
	Semi-dry	14	35.00
	Sweet	5	12.50
Barrique	Yes	23	57.50
	No	17	42.50
Type of packaging	Bottled and bulk	35	87.50
	Only bottled	5	12.50
Wines by ageing time	Exclusively aged	1	4.00
	Exclusively young	11	44.00
	Young and aged	13	52.00

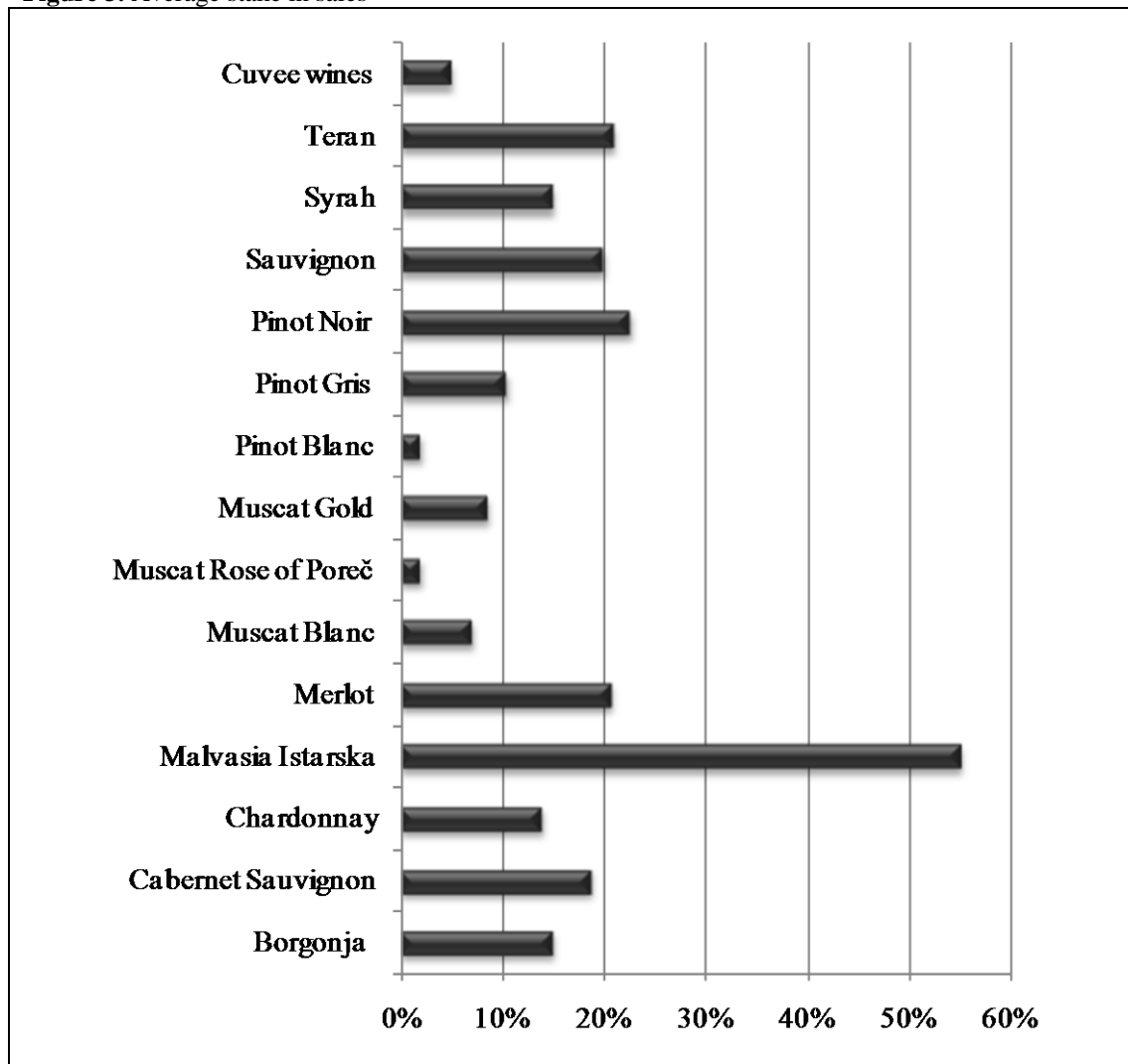
Source: Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Questionnaire – wine offer in Istria County, processed by authors

The majority of producers were selling wine on-farm in the wine cellar and half of them had a wine tasting and selling space. It is obvious that wine producers realised importance of cellar door sales, through tasting rooms proven by Nowak and Newton (2006) and Alonso, A. D. et al. (2008). Although on farm sales are an important distribution channel it has to be underlined that in the case of indirect wine distribution channels 80% of wine producers were also selling their wines to restaurants while the least of them were selling through shops and supermarkets. According to Martinez-Carrasco et al. (2006) designation of origin is very important when wines are purchased in restaurants,

whereas in shops, purchase decision is basically influenced by the type of wine. Wine distribution in restaurants is an additional reason for the producers to produce a high number of wines with a label of protected geographical origin, but it has to be stressed that Martinez-Carrasco et al. (2006) also determined that consumers are more price conscious in restaurants probably due to the high prices of quality wines.

The percentage of sales in average is shown in fig. 3. which shows that Malvasia istarska is the wine the highest average percentage in sales.

**Figure 3.** Average stake in sales



Source: Institute of Agriculture and Tourism, Poreč, Questionnaire – wine offer in Istria County, processed by authors

Malvasia sales were followed by Pinot noir, Teran and Merlot. Production and sales of Malvasia istarska

varies from being the only type of produced wine (100%) to being one of produced wines (Figure 3).

#### 4 CONCLUSION

Wine producers in Istra are focused in majority to production and sales of autochthonous wines, in first line to Malvazija Istarska and Teran (red) wines. In second line the production was headed to Cabernet Sauvignon and Merlot (red) and Chardonnay (white

wine) as examples of wines made from introduced grape varieties. Half of these wines were produced with a label of geographically protected origin. Very few producers had Pinot Noir, Gris, Blanc, Muscat Rose of Poreč and Sauvignon in production.

## 5 BIBLIOGRAPHY

- Alonso, A. D., Sheridan, L. i Scherrer, P. 2008. Importance of tasting rooms for Canary Islands' wineries, *British Food Journal*, 110 (10): 977-988.
- Gurău, C. i Duquesnois, F. 2008. Direct marketing channels in the French wine industry, *International Journal of Wine Business Research*, vol. 20 (1): 35-52.
- Hall, C. M., Mitchell, R. 2000. Wine Tourism in the Mediterranean. A Tool for Restructuring and Development, *International Business Review*, 42 (4): 445-465.
- Hertzberg, A., Malorgio, G. 2008. Wine demand in Italy: an analysis of consumer preferences, *New Medit*, (4): 40-46.
- Lai, M. B., Del Giudice, T., Pomarici, E. 2008. Unobserved heterogeneity in the wine market: an analysis on Sardinian wine via Mixed Logit, <http://purl.umh.edu/45502>.
- Mtimet, N., Albisu, L.M. 2006. Spanish Wine Consumer Behaviour: A Choice Experiment Approach, *Agribusiness*, 22 (3): 343-362.
- Martinez-Carrasco, L. et al. 2006. Influence of purchase place and consumption frequency over quality wine preferences, *Food Quality and Preferences*, 17 (5): 315-327.
- Nowak, L. I., Newton, S. K. 2006. Using the tasting room experience to create loyal customers, *International Journal of Wine Marketing*, 18 (3): 157-165.
- Peršurić, Đ., Bubola, M., Ilak Peršurić A.S. 2008. Očuvanje i gospodarska valorizacija starih sorata vinove loze u Istri. Treći hrvatski oplemenjivački i sjemenarski kongres, Split, 27-30.06.2008., 91-91.
- Peršurić, Đ., Ilak Peršurić A.S., D. Gluhčić, M. Bubola, M. Cossetto 2006. Očuvanje i valorizacija starih sorata vinove loze u Istri. *Sjemenarstvo, Suppl. 1* (23): 60-61.
- Pribetić, Đ., Ilak Peršurić A.S. 2006. Podizanje novih nasada vinograda u Istarskoj županiji s autohtonim i introduciranim sortama 1994.-2004. godine. *Sjemenarstvo* 4 (23): 399-408.
- Ružić, P., Ilak Peršurić, A.S., Milohanović, A. 2006. The impact of consumer preferences on Istrian Malvasia wine consumption. *Rivista di viticoltura e di enologia* 59 (2-3): 99-110.
- Wittwer, G., Berger, N., Anderson, K. 2003. A model of the world's wine market, *Economic Modelling*, 20 (3): 487-506.
- [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr), State statistical census 2001. and State Agricultural statistical census
- [www.hrzzv.hr](http://www.hrzzv.hr), Croatian Institute of Viticulture and Enology. 2008





**Agrovoc descriptors:** herbicides,pesticides,leaching,groundwater,groundwater pollution,soil pollution,models,standards

**Agris category code:** H60,P10,D50

## Primerjava modelov FOCUS PELMO in PEARL pri ocenjevanju izpiranja herbicidov v treh izbranih vrstah tal na območju Apaške doline

Marjan ŠINKOVEC<sup>1</sup>, Ana ŠTANGELJ<sup>2</sup>, Primož BUKOVEC<sup>3</sup>, Marjetka SUHADOLC<sup>4</sup>

Prispelo: 15. septembra 2010; sprejeto 14. februarja 2011.

Received: September 15, 2010; accepted February 14, 2011.

### IZVLEČEK

Modela PELMO 3.3.2 in PEARL 3.3.3 sta uveljavljena modela za ocenjevanje izpiranja fitofarmaceutskih sredstev (FFS) in se uporabljata tudi za namen registracije FFS v državah članicah EU. Medsebojno smo primerjali rezultate obeh modelov in sicer ocene izpiranja izbranih herbicidov (Lumax, Primextra Gold 720 SC in Primextra 500 tekoči) za standardne t. im. scenarije FOCUS, kot tudi za specifične okoljske scenarije, ki so značilni za Apaško dolino. Uporabili smo dolgoletne dnevne podatke z meteorološke postaje Murska Sobota in pedološke podatke treh izbranih profilov na območju Apaške doline: obrečnih tal, hipogleja in psevdogleja. Ugotovili smo, da so pri standardnih scenarijih FOCUS ocene izpiranja izbranih FFS v modelu PEARL v splošnem večje kot pa v modelu PELMO, v specifičnih (realnih) scenarijih iz Apaške doline za obdobje 1984-2009 pa se je ta ugotovitev potrdila le v izbranih (najobčutljivejših) plitvih obrečnih tleh, medtem ko so v drugih dveh talnih profilih nekoliko višje ocene izpiranja izbranih herbicidov pokazali rezultati PELMO modela.

**Ključne besede:** fitofarmaceutska sredstva, izpiranje, modeliranje, tla, podtalnica, FOCUS scenariji

### ABSTRACT

#### COMPARISON OF PELMO AND PEARL FOCUS MODELS FOR ASSESSING HERBICIDE LEACHING IN THE THREE SELECTED SOIL TYPES IN THE APAČE VALLEY AREA

FOCUS PELMO 3.3.2 and PEARL 3.3.3 are well established models for predicting pesticide leaching and can be used also for the pesticide registration purposes in the EU Member States. Results of both models were compared, namely the predicted leached concentrations of selected herbicides (Lumax Primextra Gold 720 SC and Primextra 500 liquid) for the standard FOCUS scenarios, as well as for the specific environmental scenarios that are typical for Apače Valley. Long term daily data from meteorological station Murska Sobota and soil data of three selected soil profiles (Fluvisol, Gleysol, and Stagnosol) were used. The results demonstrate that predicted leached concentrations of selected herbicides under standard FOCUS scenarios are in PEARL generally higher than in PELMO model, however under specific (realistic) scenarios in Apače Valley for the period 1984-2009, this finding is confirmed only in selected (the most vulnerable) shallow Fluvisol soil, while the predicted leached concentrations in the other two soil profiles are slightly higher when using PELMO model.

**Key words:** pesticides, leaching, modeling, soil, groundwater, FOCUS scenarios

<sup>1</sup> univ. dipl. ing. geol., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 100 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

<sup>2</sup> univ. dipl. ing. agr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 100 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

<sup>3</sup> univ. dipl. ing. agr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, 3310 Žalec, Cesta Žalskega tabora 2

<sup>4</sup> doc. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 100 Ljubljana, Jamnikarjeva 101, email: marjetka.suhadolc@bf.uni-lj.si

## 1 UVOD

Za ocenjevanje izpiranja fitofarmacevtskih sredstev (FFS) skozi talni profil so bili v zadnjih 30 letih razviti številni simulacijski modeli, ki se med seboj razlikujejo v zahtevah po vhodnih podatkih, zmožljivosti simulacij in zanesljivosti rezultatov (Dubus in Surdyk, 2006). Napovedovanje izpiranja FFS je namreč zelo zahtevno tako zaradi kompleksnosti talnega ekosistema in medsebojne prepletenosti procesov, kot tudi zaradi potrebnih vhodnih parametrov vezanih na lastnosti tal, ki pa niso vedno na voljo. Za namene registracije FFS v EU je delovna skupina FOCUS (FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their USE) izdelala strokovne podlage za ocenjevanje usode FFS v okolju z modeli PELMO, PEARL, MACRO in PRZM (FOCUS, 2000).

Modela FOCUS PELMO 3.3.2 in PEARL 3.3.3 sta uveljavljena modela za ocenjevanje izpiranja FFS, ki imata za namen registracije FFS v državah članicah EU vgrajene standardne, t. im. scenarije FOCUS značilne za 9 lokacij: Châteaudun, Hamburg, Jokioinen, Kremsmünster, Okehampton, Piacenza, Porto, Sevilla, Thiva (EEC, 1991). Standardni scenariji FOCUS se med seboj močno razlikujejo po talnih lastnostih kot tudi po klimatskih podatkih (Preglednica 1). Vprašanje je kateri standardni scenarij uporabiti za ocenjevanje izpiranja FFS na območju Slovenije, saj med scenariji FOCUS ni slovenskega.

**Preglednica 1:** Osnovne klimatske in pedološke lastnosti za devet FOCUS scenarijev za podtalnico

**Table 1:** Basic climatic and soil properties for the nine FOCUS groundwater scenarios

Lokacije	Padavine (mm)	Temperatura povp. letna (°C)	Globina (cm)	Tekstura (Ap)	Org. sn. %	pH
Châteaudun	648	11.3	260	MGI	2,4	8,0
Hamburg	786	9	200	PI	2,6	5,7
Jokioinen	638	4.1	150	IP	7,0	6,2
Kremsmünster	900	8.6	200	I / MI	3,6	7,0
Okehampton	1038	10.2	150	I	3,8	5,8
Piacenza	857	13.2	170	I	1,7	7,0
Porto	1150	14.8	120	I	6,6	4,9
Sevilla	493	17.9	180	MI	1,6	7,3
Thiva	500	16.2	100+	I	1,3	7,0

Monitoring podatki kakovosti podtalnic v Republiki Sloveniji (RS) kažejo, da so le te obremenjene predvsem z aktivnimi snovmi herbicidov, ki se uporabljajo v koruzi. Na kmetijskih zemljiščih Apaške doline prevladujejo žita, med njimi ima pomemben delež koruza, zato je toliko bolj smiselno oceniti potencial izpiranja FFS pri pridelavi te kulture. Namen dela je medsebojna primerjava dveh modelov, ter različnih okoljskih razmer (scenarijev) na ocene potenciala izpiranja izbranih herbicidov. Osredotočili smo se na aktivne snovi, ki se največkrat pojavljajo v slovenskih podtalnicah: terbutilazin, metolaklor in atrazin. Pripravki z aktivno snovjo atrazin sicer niso več na listi registriranih fitofarmacevtskih sredstev RS od leta 2002 dalje, vendar pa ima Center za pedologijo in

varstvo okolja Biotehniške fakultete na območju Apaške doline dolgoletne mesečne podatke monitoringa atrazina in metabolitov na 20 vzorčnih mestih podtalnice, kar lahko pripomore k lažji interpretaciji in kasnejši ekstrapolaciji rezultatov.

V raziskavi smo medsebojno primerjali rezultate modelov FOCUS PELMO 3.3.2 in PEARL 3.3.3 in sicer tako za standardne scenarije FOCUS, kot tudi za dejanske (specifične) scenarije iz Apaške doline, kot modelne lokacije z dobrimi vhodnimi podatki. Nadalje smo na primeru Apaške doline ugotavljali vpliv različnih vrst tal na ocene izpiranja FFS ob istih podnebnih pogojih.

## 2 METODE IN MATERIAL

Ocene izpiranja smo izdelali za izbrane herbicide pripravke, ki so jih v večjih količinah uporabljali v koruzi na območju Apaške doline: Lumax, Primextra

Gold 720 SC in Primextra 500 tekoči. Pri modeliranju smo simulirali maksimalni dovoljeni odmerek izbranih pripravkov (4 L/ha) v koruzi za zrnje in sicer enkratni

nanos letno (1. maja) za 26 zaporednih let (obdobje 1984-2009). Zaradi primerljivosti med modeloma smo uporabili enotno disperzijsko dolžino (5 cm) po celotnem talnem profilu.

Pripravek Lumax sestavljajo terbutilazin (0,5 kg/ha), S-metolaklor (1,5 kg/ha) in mezotrion (0,15 kg/ha); pripravek Primextra Gold 720 SC atrazin (1,28 kg/ha) in S-metolaklor (1,6 kg/ha), ter pripravek Primextra 500 tekoči atrazin (0,8 kg/ha) in metolaklor (1,2 kg/ha). Lastnosti posameznih aktivnih snovi smo povzeli po

FOOTPRINT-ovi podatkovni bazi o FFS (Preglednica 2). Rezultati naših predhodnih modeliranj kažejo, da se v izbranih pripravkih in scenarijih iz Apaške doline, aktivna snov S-metolaklor ne izpira, saj so ocenjene koncentracije z modelom PELMO na občutljivejših obrečnih tleh znašale pod 0,001 µg/L (Štangelj, 2009), zato je v tej raziskavi nismo obravnavali. Prav tako v raziskavo nismo vključili mezotriona zaradi majhne količine v pripravku in zelo kratke razpolovne dobe (5 dni).

**Preglednica 2:** Izbrane kemijske lastnosti aktivnih snovi herbicidov: molska masa, koeficient sorpcije na organski ogljik (Koc), ter razgradnja v tleh (DT50) (PPDB, 2010)

**Table 2:** Selected chemical properties of herbicide active substances used: molecular mass, organic-carbon sorption constant (Koc), and soil degradation (DT50) (PPDB, 2010)

Lastnosti	Terbutilazin	Atrazin	Metolaklor	S-Metolaklor	Mezotrion
Molska masa (g/mol)	229,71	215,68	283,8	283,8	339,3
Koc (ml/g)	219	100	200	226	80
DT50 (dnevi)	76,7	75	90	15	5

### 2.1 Standardni FOCUS scenariji

S FOCUS modeloma PEARL 3.3.3 in PELMO 3.3.2, smo medsebojno primerjali ocenjene količine izpiranja FFS na primeru 8 standardnih scenarijev FOCUS. Scenarija na lokaciji Jokioinen nismo preučevali, saj močno odstopa od naravnih razmer na kateremkoli območju v Sloveniji (Preglednica 1).

### 2.2. Specifični scenariji Apaške doline

Primerjavo med modeloma PEARL 3.3.3 ter PELMO 3.3.2 smo razširili na izdelavo specifičnih scenarijev, kjer smo vključili realne klimatske in pedološke podatke iz Apaške doline. Dnevne klimatske podatke (količina padavin, potencialna evapotranspiracija, temperatura

zraka, relativna zračna vlaga, sončno obsevanje in hitrost vetra) z meteorološke postaje Murska Sobota smo za obdobje 1984-2009 pridobili na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). V preučevanem obdobju je povprečna dnevna temperatura zraka znašala 10,1 °C, povprečna letna količina padavin pa 800 mm.

Za informacijo o tleh smo uporabili pedološke podatke 19 talnih profilov na območju Apaške doline. Za primerjavo med modeloma smo za tri glavne vrste tal izbrali profil, pri katerem smo predhodno z modelom PELMO ugotovili največjo ranljivost za izpiranje (Preglednica 3).

**Preglednica 3:** Lastnosti izbranih talnih profilov iz Apaške doline

**Table 3:** Properties of selected soil profiles from Apače Valley

Tla	Horizonti	Globina (cm)	vol. gostota (g/cm <sup>3</sup> )	pH (CaCl <sub>2</sub> )	pesek % P	glina % G	org. C % C
Profil 1 (obrečna tla)	A	0-9	1,20	6,9	43,7	7,4	3,1
	A2	9-30	1,27	6,9	50,1	6,3	1,7
	I	30-42	1,30	7	90,5	4,5	0,3
Profil 2 (hipoglej)	Ap	0-20	1,40	5,1	11,7	19,6	1,34
	A1	20-39	1,49	4,7	7,2	23,6	0,86
	A2	39-67	1,47	5,1	9,7	24,7	0,43
Profil 3 (pseudoglej)	Go	67-82	1,57	5,2	7,4	25,9	0,29
	Ap	0-30	1,27	5,1	20,3	15,9	1,66
	g	30-50	1,45	5,7	20,2	16,6	1,09
	Bg1	50-80	1,56	6,1	18,9	28,6	0,27
Bg2	80-100	1,60	6,1	15,0	30,1	0,22	

### 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

#### 3.1 Standardni FOCUS scenariji

Pri ocenjevanju izpiranja izbranih pripravkov herbicidov v razmerah standardnih scenarijev FOCUS smo med modeloma PEARL 3.3.3 in PELMO 3.3.2 ugotovili precejšnje razlike in sicer so v programu PEARL izračunane koncentracije večje kot v programu PELMO (Preglednica 4). Največje ocene koncentracij FFS na globini 1 m tal sta oba modela izračunala za standardne lokacije Piacenza, Hamburg in Okehampton ter najnižje za Porto in Sevilla, kar je skladno z rezultati FOCUS skupine (FOCUS, 2000; Kördel in Klein, 2006).

Ugotovili smo velike razpore v ocenah koncentracij FFS na 1 m globine tal (0 – 21,8 µg/l za atrazin, 0 - 16,9 µg/l za metolaklor, ter 0 - 2,3 µg/l za terbutilazin), ki jih

lahko pojasnimo z različnimi pedo-klimatskimi razmerami uporabljenih scenarijev FOCUS, razlikami v odmerkih aktivne snovi, ter razlikami med modeloma PELMO in PEARL. Rezultati kažejo na veliko verjetnost izpiranja atrazina v pripravkih Primextra Gold in Primextra 500, kot tudi metolaklor v pripravku Primextra 500, v razmerah podobnim scenarijem FOCUS Châteaudun, Hamburg, Kremsmünster, Okehampton in Piacenza. Ocene koncentracij izpranega atrazina so po pričakovanju značilno večje v pripravku z večjim odmerkom nanosa (Primextra Gold SC). Ocene koncentracij terbutilazina na globini 1 m tal so v primerjavi z atrazinom manjše, kar lahko pojasnimo z manjšim odmerkom in večjim potencialom vezave na organsko snov tal (Koc).

**Preglednica 4:** Primerjava ocen koncentracij izbranih herbicidov v koruzi na globini 1 m tal (µg/L) med modeloma PELMO in PEARL ob upoštevanju standardnih scenarijev FOCUS

**Table 4:** Comparison of the selected herbicides predicted concentrations in maize fields at 1 m soil depth (µg/L) between models PELMO and PEARL under conditions of standard FOCUS scenarios

Pripravek Aktivna snov Odmerek a.s.	Lumax Terbutilazin 0,5 kg/ha		Primextra Gold Atrazin 1,28 kg/ha		Primextra 500			
					Atrazin 0,8 kg/ha		Metolaklor 1,2 kg/ha	
	PELMO (µg/l)	PEARL (µg/l)	PELMO (µg/l)	PEARL (µg/l)	PELMO (µg/l)	PEARL (µg/l)	PELMO (µg/l)	PEARL (µg/l)
<b>Châteaudun</b>	0,016	0,431	3,001	13,229	1,606	7,423	1,950	8,277
<b>Hamburg</b>	0,127	0,583	11,266	15,894	6,047	9,072	5,322	9,972
<b>Kremsmünster</b>	0,027	0,447	3,727	12,983	2,040	7,496	2,600	7,945
<b>Okehampton</b>	0,066	0,695	5,853	15,355	3,175	8,795	3,614	10,361
<b>Piacenza</b>	1,103	2,271	17,315	21,819	10,215	12,770	12,210	16,879
<b>Porto</b>	0,000	0,001	0,014	0,393	0,005	0,195	0,031	0,428
<b>Sevilla</b>	0,000	0,058	0,000	3,943	0,000	2,136	0,000	2,684
<b>Thiva</b>	0,000	0,531	0,130	11,474	0,064	6,563	0,180	7,826

#### 3.2 Specifični scenariji Apaške doline

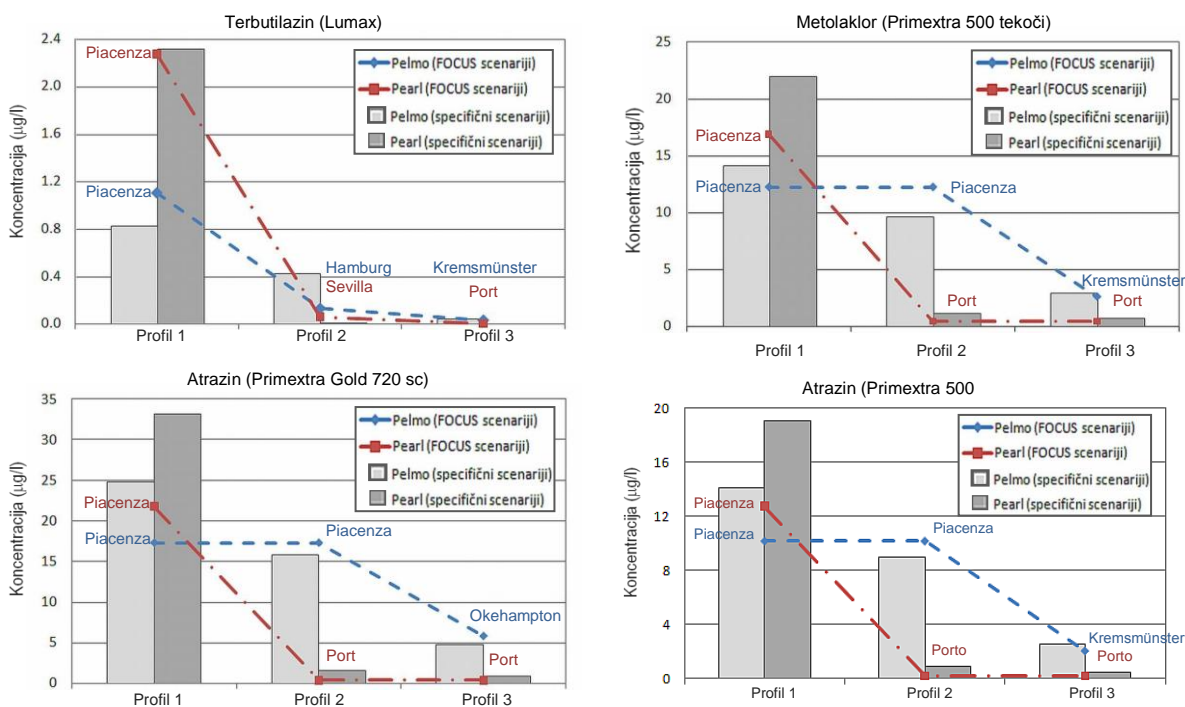
Podobno kot pri standardnih scenarijih FOCUS, smo tudi v specifičnih pedo-klimatskih pogojih Apaške doline ugotovili precejšnje razlike v ocenah koncentracij FFS na dnu talnih profilov med modeloma PEARL 3.3.3 in PELMO 3.3.2 (Preglednica 5). Model PEARL je izračunal večje koncentracije FFS na dnu profila 1 (obrečna tla), nasprotno pa v primeru profilov 2 in 3 (hipoglej in psevdoglej) večje izpiranje pokaže PELMO. Naši rezultati potrjujejo ugotovitev Knapiča in

Simončiča (2007), da lahko v določenih kmetijsko okoljskih pogojih model PELMO oceni večje izpiranje posameznega FFS od modela PEARL. Avtorja sta dokazala, da v primeru modeliranja izpiranja enega izmed FFS v ozimni pšenici (z oznako D) v srednje globokih evričnih tleh v Savinjski dolini PELMO poda večje ocene od modela PEARL, medtem ko so bile napovedi drugih FFS v pšenici, kot tudi napovedi v kombinaciji s koruzo večje (ali podobne) v modelu PEARL.

**Preglednica 5:** Primerjava ocen koncentracij izbranih herbicidov v koruzi na dnu talnega profila ( $\mu\text{g/L}$ ) med modeloma PELMO in PEARL ob upoštevanju specifičnih pedo-klimatskih pogojev v Apaški dolini

**Table 5:** Comparison of the selected herbicides predicted concentrations in maize fields at the bottom of soil profile ( $\mu\text{g/L}$ ) between models PELMO and PEARL under conditions of specific pedo-climatic conditions of Apače Valley

Pripravek Aktivna snov Odmerek a.s.	Lumax Terbutilazin 0,5 kg/ha		Primextra Gold Atrazin 1,28 kg/ha		Primextra 500 tekoči			
					Atrazin 0,8 kg/ha		Metolaklor 1,2 kg/ha	
	PELMO	PEARL	PELMO	PEARL	PELMO	PEARL	PELMO	PEARL
Tla	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )	( $\mu\text{g/l}$ )
<b>Profil 1</b>	0,829	2,317	24,770	33,142	14,112	19,098	14,123	21,982
<b>Profil 2</b>	0,427	0,010	15,820	1,691	8,947	0,896	9,636	1,169
<b>Profil 3</b>	0,043	0,003	4,806	0,993	2,588	0,500	2,933	0,693



**Slika 1:** Primerjava ocen koncentracij izbranih FFS v koruzi na dnu talnih profilov ( $\mu\text{g/L}$ ) med PELMO in PEARL modelom ob upoštevanju specifičnih pedo-klimatskih razmer Apaške doline (stolpci). Točkovno so prikazane ocene enega izmed standardnih scenarijev FOCUS za vsak model, ki se vrednostno najbolj približa ocenam koncentracij FFS v specifičnih pedo-klimatskih razmerah.

**Figure 1:** Comparison of the selected pesticides predicted concentrations in maize fields at 1 m soil depth ( $\mu\text{g/L}$ ) between models PELMO and PEARL under conditions of standard FOCUS scenarios (columns). Pesticide predicted concentration of one standard FOCUS scenario per model that most closely approximates the value from specific pedo-climatic conditions is also presented (points).

Največje ocene koncentracij za vsa preučevana FFS smo po pričakovanju ugotovili v plitvih, teksturno lahkih obrečnih tleh. Ocene koncentracij FFS na dnu talnih profilov so bile z modelom PEARL večje od ocen modela PELMO za 35 do 75%. Specifičnim pogojem plitvih obrečnih tal v Apaški dolini se najbolj približa standardni scenarij FOCUS Piacenza, tako v PELMO kot tudi v modelu PEARL (Slika 1). Ob tem je potrebno

poudariti, da so ocene koncentracij že prepovedanih pripravkov v teh zelo specifičnih pogojih zelo ranljivih tal večje od »najslabšega možnega scenarija«, t.j. v danem primeru scenarij v Piacenzi. Medtem, ko so ocene izpiranja terbutilazina v Lumaxu med specifičnim scenarijem in scenarijem FOCUS Piacenza v podobnih koncentracijskih območjih. Ocene koncentracij FFS na dnu profilov hipogleja in psevdogleja so med modeloma

manjše kot v primeru obrečnih tal in sicer znašajo od 2 do 24%. Specifičnim pogojem hipogleja v Apaški dolini se sicer v odvisnosti od preučevanega FFS najbolj približajo naslednji standardni FOCUS scenariji: Piacenza in Hamburg (PELMO), oz. Porto in Sevilla (PEARL); v pogojih psevdogleja pa Kremsmünster in Okehampton (PELMO), oz. Porto (PEARL) (Slika 1).

Vprašanje, katera ocena koncentracij na dnu talnih profilov je bolj verjetna ostaja odprto, saj le to zahteva izvedbo zahtevnih lizimetrov poljskih poskusov na preučevanem območju. Le na ta način bi lahko ocenili kateri model in standardni scenarij FOCUS je za naše razmere primernejši.

#### 4 SKLEPI

Pri ocenjevanju izpiranja izbranih pripravkov herbicidov tako v razmerah standardnih scenarijev FOCUS kot tudi specifičnih scenarijev iz Apaške doline smo med modeloma PEARL 3.3.3 in PELMO 3.3.2 ugotovili precejšnje razlike in sicer so v PEARL modelu izračunane koncentracije praviloma večje kot v PELMO. Izjemoma, v določenih kmetijsko okoljskih pogojih (FFS, lastnosti tal), pa lahko PELMO oceni večje izpiranje posameznega FFS od modela PEARL.

SedANJI evropski registracijski postopki uporabljajo za izdelavo ocen tveganja rabe FFS omejeno število

kmetijsko okoljskih scenarijev glede na talne in podnebne razmere. Tako naj bi 9 scenarijev FOCUS za podtalnice predstavljalo evropsko prostorsko variabilnost, vendarle pa se v realnosti srečujemo z veliko variabilnostjo že med majhnimi območji znotraj iste države, kar smo pokazali v tej raziskavi na območju Apaške doline. Potencial izpiranja izbranih FFS je poleg klimatskih razmer namreč močno odvisen od lastnosti tal, čemur je v prihodnje potrebno nameniti več pozornosti z namenom zmanjševanja izgub FFS v podtalnico.

#### 5 LITERATURA

Dubus I.G., Surdyk N. 2006. State-of-the-art review on pesticide fate models and environmental indicators. Report DL#4 of the FP6 EU –funded FOOTPRINT project. Orléans Cedex, BRGM: 39 str.

EEC, 1991. Council Directive of 15 July concerning the placing of plant protection products on the market (414/91/EEC). 1991. Off. J. Eur. Communities, L230, 32: pp. 1-32

FOCUS, 2000. FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000, 202 str.

Knapič M., Simončič A. 2007. Primerjava ocen izpiranja izbranih fitofarmaceutskih sredstev s Focus modeloma PELMO in PEARL na srednje globokih evtričnih rjavih tleh v Savinjski dolini. Hmeljarski bilten, 14: 55-61.

Kördel W., Klein M. 2006. Prediction of leaching and groundwater contamination by pesticides. Pure Appl. Chem., 78 (5): 1081-1090.

PPDB, 2010. Pesticide Properties Database, <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/> (do 16. apr. 2010)

Štangelj A., 2009. Ocena izpiranja izbranih herbicidov na obrečnih tleh Apaške doline, posejanih s koruzo: diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 40 str.

**Agrovoc descriptors:** urban agriculture,urban environment,gardens,cultural values,value systems,surveys,public opinion,landscape conservation,traditional uses

**Agris category code:** E11,E50,P01

## Participativno raziskovanje večnamenskosti Krakovskih vrtov kot podlage za ohranitev zaščitene mestne kmetijske kulturne dediščine

Katja VADNAL<sup>a</sup>, Marijana JAKŠE<sup>b</sup>, Vesna ALIČ<sup>c</sup>, Danica JEREB-BOLKA<sup>d</sup>

Delo je prispelo: 13. avgusta 2009; sprejeto: 30. septembra 2010.

Received: August 13, 2009; accepted: September 30, 2010.

### IZVLEČEK

Krakovski vrtovi, ki imajo dolgo in zanimivo zgodovino, se danes smiselno umeščajo v mestno kmetijstvo in to toliko bolj, ker je njihova tradicionalna raba zavarovana kot kulturna dediščina. Vendar so Krakovski vrtovi danes v slabem stanju, ki se še slabša. Cilj raziskave je analizirati, ali bi bil model prenove in ohranjanja Krakovskih vrtov, ki bi izhajal iz načel večnamenskega mestnega kmetijstva, sprejemljiv za relevantne deležnike: lastnike zemljišč, Četrtno skupnost Trnovo, Mestno občino Ljubljana in meščane. Uporabljeni sta metodi ankete in participativnega raziskovanja. Lastniki zemljišč so modelu bolj nenaklonjeni kot naklonjeni. Četrtna skupnost Trnovo je modelu naklonjena, skeptična pa je glede njegove realizacije. Tudi Mestna občina Ljubljana je modelu naklonjena, pri čemer je potrebno upoštevati, da ne izvaja ukrepov na področju javne koristi vrtov kot kulturne dediščine. Meščanom za vrtove ni mar, le pozidati bi se jih ne smelo. Rezultati raziskave sprožajo tudi novo vprašanje, in sicer: ali za ohranitev sploh obstaja avtentičen javni interes, čeprav je javna korist normativno izražena. V tem kontekstu bi bilo smiselno sprožiti razpravo med deležniki, v katerem bi se dorekla tako javni interes glede Krakovskih vrtov kot tudi javna korist od njih v sedanjih razmerah.

**Ključne besede:** večnamensko kmetijstvo, mestno kmetijstvo, varstvo kulturne dediščine participativno raziskovanje, Krakovski vrtovi, Ljubljana

### MULTIFUNCTIONAL ROLE OF KRAKOV GARDENS AS LEGALLY PROTECTED ENTITY OF URBAN AGRICULTURE – THE STAKEHOLDERS' VIEW

#### ABSTRACT

Having a long and interesting past, Krakovo gardens today make a coherent part of urban agriculture, particularly as their traditional land use has been protected as cultural heritage. But the condition of Krakovo gardens is extremely bad, becoming increasingly worse. To test the acceptability for the relevant stakeholders, land owners, Quarter Trnovo, Municipality of Ljubljana, and townspeople, of the multifunctional urban agricultural model of revitalising and maintaining Krakovo gardens, is the aim of this research. The methods of participatory research and of survey are used. Land owners are more adverse to than in favour of the model. Quarter Trnovo is well disposed to the model, but sceptical in terms of its practical implementation. Municipality of Ljubljana is inclined to the model, but it actually takes no action with regard to public good of the gardens as protected cultural heritage. The townspeople do not care about the gardens, as long as they are not built up. The results of this research rise v new question, whether there is an authentic public interest to preserve the gardens although public good is legally expressed. In this context a discussion between stakeholders should be launched to define public interest in Krakovo gardens, as well as their public good under the actual circumstances.

**Key words:** multifunctional agriculture, urban agriculture, cultural heritage protection, participatory research, Krakovo gardens, Ljubljana.

<sup>a</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., univ. dipl. inž. kmet., e-pošta: katja.vadnal@bf.uni-lj.si

<sup>b</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., univ. dipl. inž. kmet., e-pošta: marijana.jakse@bf.uni-lj.si.

<sup>c</sup> Zavod za razvoj kmetijstva in podjetništva, Zvezna ulica 33a, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, mag., univ. dipl. inž. kmet., e-pošta: vesna.alic@guest.arnes.si

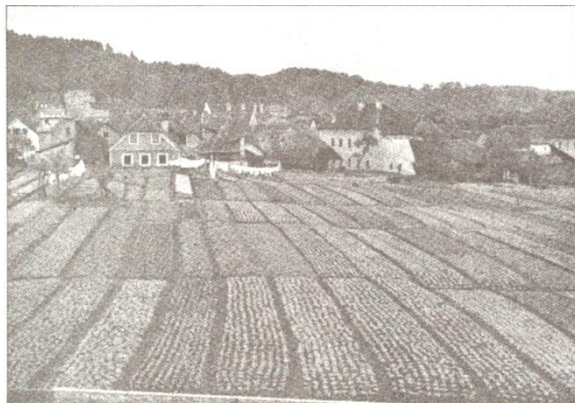
<sup>d</sup> univ. dipl. prav., Povšetova 20, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: danica.jereb@siol.net



## UVOD

Krakovski vrtovi so se skozi zgodovino ohranili kot zemljišča v centru Ljubljane, ki so namenjena kmetijski rabi (pridelovanju zelenjadnic). Takšna raba je

predvidena tudi v prihodnje (Mestna..., 2008), saj je zavarovana kot kulturna dediščina (Odlok..., 1986).



**Slika 1:** Ljubljanski Krakovski vrtovi okoli 1930 (Vrhovnik, 1933: 47) in 1980 (<http://www.visitljubljana.si>).

**Picture 1:** Ljubljana Krakovo gardens by the years 1930 (Vrhovnik, 1933: 47) and 1980 (<http://www.visitljubljana.si>).

Krakovski vrtovi, v izmeri 1,8 ha in s 108 lastniki, so danes v slabem stanju (zaraščanje, ograjevanje), ki se še naprej slabša. V takem primeru je po določilih Zakona

o varstvu kulturne dediščine (Zakon..., 2008) nujno sprožiti alarm za njihovo prenovo oziroma vzdrževanje.



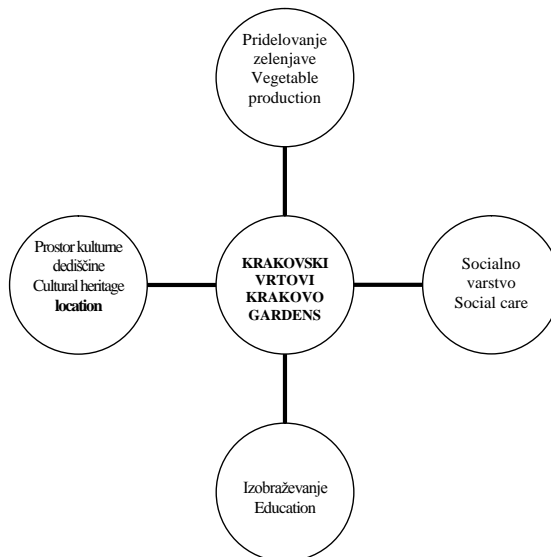
**Slika 2:** Ljubljanski Krakovski vrtovi danes

**Picture 2:** Ljubljana Krakovo gardens today

Cilj raziskave je analizirati, ali bi bil model prenove in ohranjanja Krakovskih vrtov, ki bi izhajal iz načel večnamenskega mestnega kmetijstva (Vadnal in Alič, 2008) sprejemljiv za relevantne deležnike. Model smo gradile na predpostavki, da lahko Krakovski vrtovi kot element ljubljanskega mestnega kmetijstva opravljajo

štiri funkcije, in sicer proizvodno – pridelovanje in prodaja vrtnin, socialno – aktivnosti in zaposlovanje za meščane s posebnimi potrebami, izobraževalno – izkustveno učenje o pridelavi hrane in prostorsko – ohranitev zavarovane mestne kmetijske krajine.





**Slika 3:** Funkcije ljubljanskih Krakovskih vrtov kot elementa mestnega kmetijstva

**Picture 3:** Functions of Ljubljana Krakovo gardens as the element of urban agriculture

V modelu je pridelovanje vrtnin zasnovano kot večnamensko, kar pomeni, da je pridelovanje nujen predpogoj za udejanjanje izobraževalne, socialno-varstvene in prostorske funkcije. Tehnologija pridelovanja je prilagojena zahtevam varstva kulturne dediščine (ohranjanje značilne parcelacije), kot tudi izobraževalni, socialnovarstveni in prostorski funkciji in preferencam potencialnih kupcev na vrtovih pridelanih vrtnin (pridelava po tehnologijah nizkih inputov, kratke tržne poti). Zasnova socialnovarstvene funkcije sledi inkluzijskim modelom socialnega varstva, katerih cilji so večja socialna vključenost posameznikov s posebnimi potrebami in večja povezanost družbe na

podlagi razvoja mrež skupnostne skrbi (Resolucija..., 2006). Raziskave (Hassink in Vadnal, 2009) so namreč potrdile velik inkluzijski potencial na kmetijstvu temelječih programov socialnega varstva. Krakovski vrtovi kot izobraževalni poligon ponujajo možnosti za nekomercialne oziroma javne izobraževalne programe (izkustveno učenje za prehransko kompetenco in okoljevarstveno osveščenost), kot tudi za komercialne izobraževalne programe (promocija dobrih vrtničarskih praks). V kontekstu prostorske funkcije se vrtovi ohranjajo kot kakovosten mestni odprt prostor, v katerem prevzamejo vlogo tematskega parka.

## MATERIAL IN METODE

Kot relevantne déležnike smo definirale naslednje skupine:

- lastniki vrtov
- Četrtna skupnost Trnovo, na katere ozemlju ležijo vrtovi
- Mestna občina Ljubljana, ki v svojih razvojnih dokumentih ohranja kmetijsko rabo vrtov
- meščani kot potencialni uporabniki izobraževalne funkcije in kupci zelenjave, pridelane na vrtovih.

Pri ocenjevanju sprejemljivosti modela smo uporabile metodo anketiranja in metodo participativnega raziskovanja z delavnicami.

Opravile smo dve anketi, in sicer med lastniki vrtov in med meščani (Vadnal in sod., 2009).

S prvo anketo smo nagovorile lastnike s stalnim bivališčem v Sloveniji (N=93). Vsakemu od evidentiranih lastnikov – fizičnih oseb smo najprej poslale pismo, v katerem smo na kratko obrazložile namen ankete, napovedale obisk anketarja

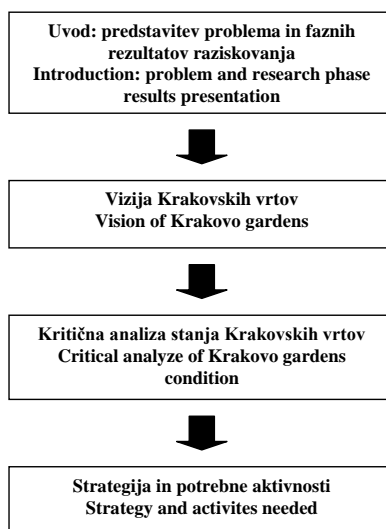
in lastnika zaprosile, da v anketi sodeluje. V anketi je bi pripravljenih sodelovati 57 % vseh nagovorjenih lastnikov. Z anketo smo tako zajeli 49 % vseh lastnikov, ki razpolagajo s 59 % vseh zemljišč, kar pomeni, da so bili v anketi pripravljeni sodelovati predvsem »večji« lastniki. Anketiranje je potekalo po metodi osebnega spraševanja junija 2008. Da bi dosegli čim večjo odzivnost, smo načrtovale, da se vsak naslov kontaktira petkrat. Anketni vprašalnik smo sestavile na podlagi definiranih funkcij Krakovskih vrtov, njihovega pravnega statusa in njihovega dejanskega stanja. Vprašalnik je vseboval 13 vprašanj, od katerih je bila večina namenjenih ugotavljanju namer in interesov lastnikov, dve vprašanji pa sta bili namenjeni merjenju njihovih stališč do Krakovskih vrtov kot vrednote v sedanjosti ter prihodnosti. Zbrane podatke smo obdelale z metodami opisne statistike in z metodo korespondenčne analize stališč (Lajovic, 2008; Malhotra in Birks, 2000).

Anketo med meščani smo postavile kot pilotsko raziskavo in uporabile neslučajnostni vzorec po kriteriju pripravljenosti nagovorjenega za sodelovanje v anketi. Anketiranje je po metodi osebnega spraševanja potekalo na osrednji ljubljanski tržnici maja in junija 2008. V anketi je bilo pripravljenih sodelovati 187 oseb. Zbrane podatke smo obdelale z metodami opisne statistike. Zaradi neslučajnostnega vzorca anketirani odstopajo od reprezentativnih struktur prebivalcev Ljubljane: med njimi je večji delež žensk ter večji delež mlajših in starejših. Anketni vprašalnik je vseboval 15 vprašanj, od katerih jih je bila večina namenjenih ugotavljanju porabe zelenjave in nakupnih navad, dve vprašanji pa sta bili namenjeni, enako kot v primeru lastnikov, merjenju njihovih stališč do Krakovskih vrtov kot vrednote v sedanjosti ter prihodnosti.

Po metodi delavnice smo sprejemljivost modela preverile:

- z lastniki zemljišč na Krakovskih vrtovih, ki so v anketi izjavili, da so pripravljeni sodelovati v posebni delavnici in so zato tudi posredovali svoj polni naslov; teh lastnikov je bilo 25
- s svetniki Četrtno skupnosti Trnovo
- s predstavniki uprave Mestne občine Ljubljana.

Za izvedbo raziskovanja smo izbrale klasičen model delavnice (Danish..., 2006), katere cilj je definirati rešitve in aktivnosti izhajajoč iz lastnih izkušenj déležnikov. V skladu s tem smo jo poimenovali "Ocena stanja in iskanja poti v prihodnost Krakovskih vrtov". Vse delavnice so potekale po naslednji shemi:



**Slika 4:** Struktura delavnic

**Picture 4:** Structure of workshops

Pri tem smo osnovno strukturo prilagajale déležnikom tako glede na njihovo pripravljenost na sodelovanje kot tudi glede na dogajanja na delavnici.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Osnovni podatki o Krakovskih vrtovih

Prostorsko so Krakovski vrtovi danes razdeljeni na tri dele, in sicer na vrt A ali zgornji vrt, ki leži na zemljišču med Zoisovo cesto in Vrtno, Krakovsko in Emonsko ulico, na vrt B ali spodnji vrt, ki leži na zemljišču med Krakovsko, Kladezno, Gradaško in Emonsko ulico in na

vrt C ali stranski vrt, ki leži na zemljišču med Krakovsko, Vrtno, Rečno in Kladezno ulico.

Skupni obseg uporabnega zemljišča na vseh treh vrtovih je 1,8 ha (18.530 m<sup>2</sup>). Razdeljeno je na 51 lastniških parcel, lastnikov pa skupno 108.



**Slika 5:** Krakovski vrtovi: vrt A, vrt B in vrt C

**Picture 5:** Krakovo gardens: garden A, garden B and garden C

**Preglednica 1:** Osnovni podatki o posesti na Krakovskih vrtovih po vrtovih, 2007

**Table 1:** Basic data on Krakovo gardens estate by the gardens, 2007

Vrtovi Gardens	Zemljišče Land		Parcele Plots		Lastniki Owners		Povprečna velikost parcele, m <sup>2</sup> Average plot size, m <sup>2</sup>	Povprečno zemljišča na lastnika, m <sup>2</sup> Average land size per owner, m <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	%	število number	%	število number	%		
Vrt A Garden A	7.261	39,19	22	43,14	46	42,59	330	158
Vrt B Garden B	8.187	44,18	19	37,25	28	25,93	431	292
Vrt C Garden C	3.083	16,64	10	19,61	34	31,48	308	91
Skupaj Total	18.530	100,00	51	100,00	108	100,00	363	172

Tla Krakovskih vrtov so po svojih fizikalno kemijskih lastnostih skoraj idealna za pridelavo vrtnin – imajo veliko organske mase, kar omogoča dobro strukturo tal, imajo dobro kapaciteto za vodo, kar je pri današnjih deževno sušnih obdobjih zelo pomembno, so zračna, pH se giblje med 6,8 in 7, kar je ugodno, itn. Glede vsebnosti hranil v tleh izstopa prevelika količina fosforja v tleh, kar bi s prenehanjem uporabe fosfornih gnojil lahko z leti omilili. Ostane pa vprašanje vsebnosti nekaterih anorganskih in organskih nevarnih snovi, ki presegajo mejne in opozorilne vrednosti glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96). Presežena je opozorilna vrednost pri bakru (Cu), cinku (Zn), svincu (Pb) in živem srebru (Hg), pri kadmiju (Cd) pa le mejna vrednost. Pri nobeni težki kovini pa ni presežena kritična vrednost, kjer obravnavamo tla kot onesnažena in kjer zemljišč ne uporabljamo več v

kmetijske namene. Nekoliko je bila presežena tudi mejna vrednost glede ostankov fitofarmaceutskih sredstev na osnovi kloriranih ogljikovodikov (DDT in derivati), ki jih danes ne smemo več uporabljati (Zupan in sod., 2008). Pri obnovitvi pridelovanja vrtnin na vrtovih bi morali preveriti, ali so identificirane vrednosti nevarne za zdravje ljudi, saj raziskave kažejo, da ni neposredne povezave med vsebnostjo težkih kovin v tleh in v vrtninah, pridelanih na teh tleh (Markelc, 2008).

Zgodovinsko vrednost in podobo Krakovskih vrtov je oblikovalo tržno pridelovanje vrtnin, s čemer so se ukvarjali lastniki zemljišč, ki so iz te dejavnosti ustvarili tudi velik del svojih dohodkov in ki so ob vrtovih tudi stanovali. Bivanje in pridelovanje, stanovanjske hiše in vrtovi, so tako sestavljali zaokrožen medsebojno soodvisen gospodarsko vitalen sistem, ki je izoblikoval

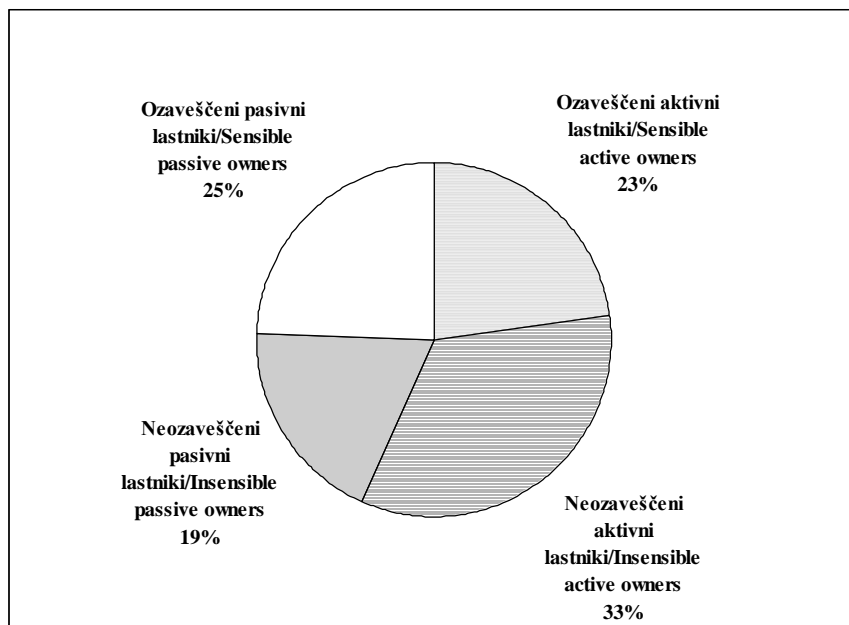
prostorski obrazec tolikšne vrednosti, da je prepoznan in normativno sankcioniran kot kulturna dediščina. Tega sistema pa danes ni več. Rabo zemljišč lastniki prilagajajo svojim življenjskim slogom ali pa jih sploh ne negujejo, kar oboje vodi v njihovo degradacijo.

Lastniki zemljišč za pridelovanje vrtnin nimajo več ekonomskega interesa. Samo pridelovanje vrtnin na vrtovih bi danes ne bilo tržno konkurenčno, saj razmere na trgu definira ekonomija obsega. Tudi za posameznega lastnika, ki danes razpolaga v povprečju s 175 m<sup>2</sup> zemljišč, bi bilo pridelovanje vrtnin gospodarsko povsem nezanimivo. Za samooskrbno

pridelovanje pa večina lastnikov danes nima časa, pogosto tudi ne večin in volje, ki jih tako pridelovanje zahteva. Tretjina lastnikov tudi že ne prebiva več na območju vrtov (Vadnal in sod., 2009).

### Preverjanje modela z lastniki parcel na Krakovskih vrtovih

Korespondenčna analiza stališč je pokazala, da lahko lastnike Krakovskih vrtov po njihovem odnosu do vrtov razdelimo v štiri značilne skupine, ki so prikazane na sliki 6.



**Slika 6:** Struktura lastnikov glede na njihov odnos do Krakovskih vrtov

**Picture 6:** Structure of land owners by their attitudes to Krakovo gardens

Pri poimenovanju tipičnih skupin anketiranih lastnikov smo izhajali iz glavnih komponent, ki določajo polje oziroma prostor stališč. Tako smo izraz »ozaveščen« uporabili za lastnike, ki razumejo Krakovske vrtove kot vrednoto, kar tudi so glede na svoj spomeniško zaščiten status. Izraz »neozaveščen« smo uporabili za lastnike, ki vrtov »ne spoštujejo« in v njih ne vidijo neke posebne vrednote. Z izrazoma »aktiven« in »pasiven« smo ponazorili odnos lastnikov do sprememb ali do ohranjanja sedanjega stanja: »aktivni« si sprememb želijo, »pasivni« pa ne.

Skupino »ozaveščeni aktivni lastniki« tvorijo lastniki (23 % anketiranih), ki vrtove »spoštujejo«, se zavedajo njihovega pomena in si želijo sprememb. Naklonjeni so tradicionalni rabi vrtov, pridelovanju zelenjadnic, kot tudi temu, da bi vrtovi služili meščanom. Skupino »neozaveščeni aktivni lastniki« tvorijo lastniki (33 % anketiranih), ki si želijo sprememb, vrtove pa vidijo kot

nekaj preživetega, od česar ni nobene koristi in kar bo kmalu izginilo. Kljub temu, da si želijo sprememb, pa je s stanjem vrtov velika večina čisto zadovoljna, kar kaže na to, da v bistvu ne vedo, kako naj bi svojo lastnino s pridom uporabili. Skupino »neozaveščeni pasivni lastniki« tvorijo lastniki (19 % anketiranih), ki v vrtovih ne zaznajo neke posebne vrednote in si ne želijo sprememb. Kljub temu pa je med njimi več tistih, ki s sedanjim stanjem vrtov niso zadovoljni, kot tistih, ki so z njim zadovoljni. Tudi v tem primeru gre za zmedo glede rabe lastnine. Skupino »ozaveščeni pasivni lastniki« tvorijo lastniki (25 % anketiranih), ki vrtove »spoštujejo«, se zavedajo njihovega pomena, vendar si ne želijo sprememb. Kljub temu, da si ne želijo sprememb, pa je tudi v tej skupini več tistih, ki s sedanjim stanjem vrtov niso zadovoljni, kot tistih, ki so z njim zadovoljni.

Tako iz odgovorov ugotovimo, da so aktivni lastniki, ki si želijo sprememb, bodisi v okviru oživljanja tradicionalne rabe, bodisi v okviru drugačnih rab, s sedanjim stanjem čisto zadovoljni, kar je kontradiktorno. To postavlja dvojje vprašanj, in sicer:

- Ali gre pri percepciji Krakovskih vrtov kot vrednote za percepcijo »mojega vrta« ali za percepcijo spomeniško zaščitene sistema vrtov?
- Ali lahko zasebni, lastniški interes izpelje zelene spremembe?

Posestna in lastniška sestava vrtov, njihova sedanja raba in njihovo sedanje stanje dovoljujejo domnevo, da gre pri razmišljanju lastnikov bolj za »moj vrt«, kot pa za sistem Krakovskih vrtov. Podobno velja za odgovor na drugo vprašanje, ki ga je smiselno iskati v dveh smereh. Prva je želja po ohranitvi oziroma obnovi tradicionalne rabe vrtov, druga pa je sprememba namembnosti vrtov. V prvem primeru je teoretično sicer mogoče zeleno spremembo dosegati parcialno in postopno, del po del, praktično pa je to težko izvedljivo, saj veliko lastnikov ni za spremembo. V drugem primeru pa bi se polje konflikta še razširilo z lastniki, ki si želijo tradicionalne rabe.

Pasivni lastniki, ki si sicer ne želijo sprememb oziroma so bolj naklonjeni ohranjanju *status quo*, so s stanjem na vrtovih bistveno manj zadovoljni. Pri tem del teh lastnikov »spoštuje« Krakovske vrtove, drugi del ne. Tudi tu se postavlja nekaj vprašanj, in sicer:

- Ali gre pri percepciji Krakovskih vrtov kot vrednote za percepcijo spomeniško zaščitene sistema vrtov?
- Ali gre pri percepciji *status quo* za ohranjanje sistema vrtov v tradicionalni kakovosti?
- Ali gre za to, da so lastniki nad vrtovi obupali?

Skupina »ozaveščeni pasivni lastniki« vidi Krakovske vrtove kot sistem, ki ga želijo ohraniti kot kakovostno mestno entiteto. To pojasnjuje težnja po ohranjanju *status quo*, kot tudi primerjalno večja pripravljenost za sodelovanje z Mestno občino Ljubljana pri ohranjanju vrtov. Skupini »neozaveščeni pasivni lastniki« so vrtovi v bistvu v breme in so nad njimi praktično obupali.

Do modela, ki obnovo in ohranjanje vrtov gradi na povezovanju pridelovalne, socialne, izobraževalne in prostorske funkcije, so lastniki bolj zadržani kot ne. V njem zaznajo več slabosti oziroma nevarnosti kot pa prednosti oziroma priložnosti.

**Preglednica 2:** Analiza prednosti in slabosti ter nevarnosti in priložnosti modela obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov z vidika lastnikov

**Table 2:** Strengths/weaknesses and opportunities/threats analyze of the model of revitalization and preservation of Krakovo gardens in view of the land owners

Prednosti/Strengths	Slabosti/Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urejeno okolje/Tidy environment.</li> <li>• Lastniki, ki svojih vrtov ne obdelujejo, dobijo ustrezno pomoč pri kultiviranju svoje posesti/ Owners, who are neglecting their gardens, get proper assistance to cultivate them.</li> <li>• Izobraževalna funkcija vrtov/Educational function of the gardens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omejevanje lastniške funkcije/Restricting private property function.</li> <li>• Lastniki vrtov se ne zavedajo vrednosti Krakovskih vrtov kot kulturne dediščine/Owners are not aware of the valuableness of Krakovo gardens as cultural heritage.</li> <li>• Lastniki so s stanjem vrtov zadovoljni/Owners are satisfied with conditions of the gardens.</li> <li>• Predvidene rabe vrtov niso v skladu z interesi lastnika/Planned usages of the gardens do not suit to owners' interests.</li> <li>• Lastniki ne sprejemajo omejitev v rabi svoje posesti iz naslova varstva kulturne dediščine/ Owners do not accept limitations in the use of their property imposed by regulation on cultural heritage protection.</li> <li>• Odpiranje vrtov drugim uporabnikom bi znižalo kakovost njihovega življenja/Access of other users to the gardens will diminish quality of owners' lives.</li> <li>• Pridelovanje na vrtovih bi terjalo postavitev infrastrukture, kar bi seveda pomenilo poseg v podobo in kakovost prostora/Vegetable production requires an infrastructure that will change image and quality of the gardens.</li> </ul>
Priložnosti/Opportunities	Nevarnosti/Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podlaga za oblikovanje celotnega pristopa odgovornih mestnih služb k ohranjanju Krakova/ Municipality is provided by grounding to model holistic approach to preservation of Krakovo.</li> <li>• Participativno odločanje odpravi občutek odrinjenosti lastnikov pri odločanju glede razmer na območju Krakova/ As owners feel to be marginalized at the decisions on Krakovo, participatory decision-making suppresses these feelings respectively.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sankcioniranje neustreznega gospodarjenja s kulturno dediščino/To punish an unsuitable management of cultural heritage.</li> <li>• Možnost razlastitve/Threat of expropriation.</li> <li>• Razpršeni lastniški interesi/ Interests of owners are dispersed.</li> <li>• Nepripravljenost lastnikov na vzpostavljane kolektivitete na področju upravljanja z vrtovi/Owners are not ready to establish collectivity in the field of the gardens management.</li> </ul>

### Preverjanje odnosa do Krakovskih vrtov kot tudi do modela njihove obnove in ohranjanja med meščani-obiskovalci osrednje ljubljanske tržnice.

Velika večina anketiranih meščanov ve za Krakovske vrtove, a njihove zgodovine kot tudi sedanjega stanja ne pozna in vrtov praviloma ne zaznava kot vrednote. Zato je razumljivo, da so meščani glede možnih rab oziroma prihodnosti vrtov bolj ali manj neodločeni in tudi dezorientirani. Več kot polovica (60 %) jih meni, da bi morali vrtovi služiti meščanom. Hkrati pa se jih ena četrtnina strinja s tem, da naj Krakovske vrtove uporabljajo lastniki parcel v skladu s svojimi interesi, medtem ko se jih druga četrtnina s tem ne strinja. Le dobra tretjina jih meni, da bi bila Ljubljana siromašnejša, če vrtov ne bi bilo več. Če pa bi nameravali Krakovske vrtove pozidati, se s tako namero ne bi strinjalo kar dve tretjine anketiranih in le skromen odstotek anketiranih bi se z njo strinjal.

Anketirani so pokazali visoko stopnjo prehranske osveščenosti. Pri tem pa jih velika večina meni, da danes meščani vse premalo vedo kako in kje se pridelava zelenjava, ki jo uživajo, čeprav se jim zdi zelo pomembno, da so se tem seznanjeni. Pokazali so tudi določeno mero preference do domačega porekla zelenjave. Tudi »Ljubljanska ledenka« in »ciza« sta kot sinonima za pridelovanje zelenjave na trnovskih

in krakovskih vrtičkih v njihovi zavesti še vedno živi, kar pomeni, da obstaja potencialni tržni prostor za zelenjavo, pridelano na Krakovskih vrtovih, ki bi se ga ob ustreznih trženjskih pristopih lahko preoblikovalo v dejanski trg.

Pokazalo pa se je tudi, da velika večina anketiranih obišče tržnico le občasno in tudi sam obisk tržnice je zanje predvsem prijeten sprehod, družaben dogodek ali zgolj navada. Le okoli tretjina jih na tržnico pride po nakupih in še to le občasno (če imajo čas, če je lepo vreme ipd.). Očitno pa je, da osrednja ljubljanska tržnica izgublja mesto pomembnega nakupnega vira kakovostne zelenjave in tudi praznih stojnic je vse več (kar zaznava četrtnina anketiranih). To pa pomeni, da je ogrožena tudi družabna funkcija tržnice. Za njeno ohranitev je potrebno zagotoviti ustrezen obseg in dinamiko nakupov in prodaj kmetijskih pridelkov. Prodaja zelenjave, pridelane na Krakovskih vrtovih, na tradicionalen način v cizah se tako umešča v širšo problematiko ohranitve tržnice.

Razlogov za to, da so meščani naklonjeni modelu obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov je torej več, pri čemer pa ne gre spregledati slabosti in nevarnosti, ki jih v zvezi z modelom zaznavajo meščani

### Preglednica 3: Analiza prednosti in slabosti ter nevarnosti in priložnosti modela obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov z vidika meščanov

**Table 3:** Strengths/weaknesses and opportunities/threats analyze of the model of revitalization and preservation of Krakovo gardens in view of the townspeople

Prednosti/ Strengths	Slabosti/Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobra priložnost za povečanje prehranske kompetence/Good opportunity to increase nutritional competence.</li> <li>Možnost nakupa popolnoma sveže zelenjave/ Possibility to buy really fresh vegetables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pridelovanje zelenjave/vrtičkarstvo ne sodi v mestno središče/City center is not a proper place for vegetable production/gardening.</li> <li>Pridelovanje v razmerah onesnaženega okolja/Production takes place in polluted environment.</li> </ul>
Priložnosti/Opportunities	Nevarnosti/Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Naklonjenost oživiljanju Krakovskih vrtov/ Preference to revitalization of Krakovo gardens.</li> <li>Ohranjen spomin na »Ljubljansko ledenko« in »ciza«/Still vivid recollection on »Ljubljanska ledenka« lettuce and »ciza« barrow.</li> <li>Preferenca do kratkih tržni poti/Preference to short marketing channels.</li> <li>Preferenca do pridelave po tehnologijah nizkih inputov/Preference to low input technologies.</li> <li>Nasprotovanje pozidavi Krakovskih vrtov/Opposition to build up Krakovo gardens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nepoznavanje Krakovskih vrtov kot kulturne dediščine/Lack of knowledge about Krakovo gardens as cultural heritage.</li> <li>Tržnica ni prevladujoči nabavni vir za zelenjavo/Green market is not prevalent purchasing source for vegetable.</li> <li>Nepoznavanje socialnega podjetništva/Lack of knowledge in the field of social entrepreneurship.</li> <li>Nepoznavanje alternativnih neposrednih tržnih poti (klub kupcev). Lack of knowledge in the field of alternative marketing channels (buyers club).</li> </ul>

Pri tem pa velja opozoriti, da so anketirani meščani pokazali relativno visoko stopnjo indiferentnosti glede vprašanj, ki se nanašajo na problematiko Krakovskih vrtov, na kar kaže relativno velik delež (večinoma med 40 % in 50 %) odgovorov »neodločen«, kar je potrebno

upoštevati pri tolmačenju rezultatov ankete, ki so zgolj indikativni.

## Preverjanje odnosa do Krakovskih vrtov kot tudi do modela njihove obnove in ohranjanja s predstavniki Četrtna skupnosti Trnovo

Analiza rezultatov delavnice s predstavniki Četrtna skupnosti Trnovo kaže, da je odnos prebivalcev Četrtna skupnosti Trnovo do vrtov dvojen. Nekateri razumejo vrtove kot pomembno kulturno in zgodovinsko dediščino ter kakovost tega dela Ljubljane. Drugi, ki vrtov niti ne poznajo, saj se z njimi pri svojih vsakodnevnih poteh ne srečujejo, pa so zanje popolnoma nezainteresirani. Udeleženci delavnice so dogovorili tudi ključne besede v zvezi s Krakovskimi vrtovi, in sicer ohranjanje tradicije, varovanje dediščine, pridelovanje zelenjave, prehranjevanje.

Predstavniki Četrtna skupnosti Trnovo menijo, da je iz Krakovskih vrtov mogoče narediti zgodbo, zanimivo za meščane in turiste. Njeni elementi naj bi bili naslednji:

- Vrednote:
- emancipacija meščanov
  - kakovost življenja v mestu
- Smotri:
- »tradicionalno« pridelovanje

**Preglednica 4:** Analiza prednosti in slabosti ter nevarnosti in priložnosti modela obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov z vidika Četrtna skupnosti Trnovo

**Table 4:** Strengths/weaknesses and opportunities/threats analyze of the model of revitalization and preservation of Krakovo gardens in view of the Quarter of Trnovo

- izobraževanje: prehrana, pridelovanje: zgodovina
  - socialna: skrb za meščane s posebnimi potrebami
  - prostorska: ohranitev kakovostnega prostorskega vzorca
- Zgodba
- turistična, zgodovinska
  - cize na trgu
  - stara Emona, stara Ljubljana, nova Ljubljana
- Gesla:
- »Krakovske poljane-vir zdrave hrane«
  - »Krakovski vrtovi-moja zgodovina, moja prihodnost, moj vrt«
  - »Ljubljana zmore! Krakovski vrtovi so dokaz, da znamo poskrbeti sami zase«
  - »Krakovo-vrt Ljubljančanov«

Kljub temu, da je njihova percepcija Krakovskih vrtov pretežno enodimenzionalna, kar odstopa od večnamenskega pristopa modela njihove obnove in ohranjanja, so ga ocenili kot primerne, saj ima več prednosti kot slabosti. Opozorili pa so tudi na številne nevarnosti, ki lahko ogrozijo njegovo izvedbo.

Prednosti/Strengths	Slabosti/Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socialnovarstvena in izobraževalna funkcije omogočata medgeneracijsko sodelovanje/Functions of social care and of education enable cooperation between generations.</li> <li>• Socialna funkcija omogoča razvoj socialnega podjetništva/Function of social care enables development of social entrepreneurship.</li> <li>• Izobraževalna funkcija omogoča šolo zdravega prehranjevanja in šolo dobre vrtničarske prakse/Education function enables education for better nutrition and for good gardening practice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okoljska in ekonomska vprašljivost pridelovanja/Environmentally and economically questionable production.</li> </ul>
Priložnosti/Opportunities	Nevarnosti/Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meščani so vse bolj osveščeni glede kulturne in zgodovinske dediščine/Townsppeople are becoming more aware of cultural and historic heritage.</li> <li>• Usklajenost z razvojno vizijo Mestne občine Ljubljana/Compliance with the vision of Municipality of Ljubljana.</li> <li>• Mestna uprava je vse bolj učinkovita. Municipality is becoming more efficient.</li> <li>• Zelenjava s Krakovskih vrtov je za meščane pridelek z dodano vrednostjo/Vegetable from Krakovo gardens has an added value for townsppeople.</li> <li>• Sprejemljivost družbeno odgovorne rabe vrtov s strani meščanov/Townsppeople are in favor of socially responsible use of the gardens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stanje na področju javnega zavedanja o kulturni in zgodovinski dediščini še ni na ustrezni ravni/Public awareness about cultural and historic heritage is not at the proper level as yet.</li> <li>• Mestna uprava ne izvaja že obstoječe normativne zaščite Krakovskih vrtov/Municipality does not execute already existing legal requirements in the field of protection of Krakovo gardens.</li> <li>• Dosedanje raziskovanje Krakova je izvedbeno jalovo/There are not practical outcomes of previous research on Krakovo.</li> <li>• Socialnovarstveni programi, ki bi vključevali marginalizirane skupine ljudi niso sprejemljivi za okolje/Programs of social care for marginalized social groups are socially unacceptable.</li> </ul>

## Preverjanje odnosa do Krakovskih vrtov kot tudi do modela njihove obnove in ohranjanja s predstavniki Mestne občine Ljubljana

Model obnove in ohranjanja je nedvomno sprejemljiv za predstavnike turističnega gospodarstva, ki v njem vidijo pomemben prispevek k turističnemu potencialu z oživljanjem etnoloških sestavin ciljnega območja. V kolikšni meri model ustreza tudi drugim kriterijem

prihodnje rabe in ekološke ter ekonomske vzdržnosti in je kot tak za Mestno občino Ljubljana sprejemljiv, je težko oceniti, saj ni bilo mogoče pridobiti mnenj dveh, za oceno koncepta ključnih področij, in sicer socialnega varstva in izobraževanja. Zato so razumljivi tudi zadržki s strani predstavnikov s področja kmetijstva, saj pridelovanje vrtnin kot komercialna dejavnost ekonomsko ni smiselna, kar je potrdila tudi analiza ekonomičnosti (Vadnal in sod., 2009).

**Preglednica 5:** Analiza prednosti in slabosti ter nevarnosti in priložnosti modela obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov z vidika Mestne občine Ljubljana

**Table 5:** Strengths/weaknesses and opportunities/threats analyze of the model of revitalization and preservation of Krakovo gardens in view of the Municipality of Ljubljana

Prednosti/ Strengths	Slabosti/Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Večnamensko pridelovanje zelenjave je ekonomski vzdržno/Multifunctional vegetable production is economically sustainable.</li> <li>• Koristi za turistično gospodarstvo/Benefits for tourism.</li> <li>• Zagotavljanje varne hrane-vrtnin/Provision of safe food.</li> <li>• Ekološko osveščanje meščanov/Strengthening the ecological conscience of townspeople.</li> <li>• Ekološko izobraževanje meščanov/Ecological education of townspeople.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tržno pridelovanje vrtnin ekonomsko ni vzdržno/Market oriented vegetable production is not economically sustainable.</li> <li>• Vprašljivo razmerje med stroški in učinki/Cost-effects ration is questionable.</li> <li>• Pridelovanje v razmerah onesnaženega okolja/Production under the conditions of polluted environment.</li> </ul>
Priložnosti/Opportunities	Nevarnosti/Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razvojni dokumenti ohranjajo status kulturne dediščine/Status of cultural heritage is defined by development plans.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulturnovarstvene omejitve pridelovanja/ Restriction to production due to requirements of cultural heritage protection.</li> <li>• (Ne)sodelovanje lastnikov/Owners are (un)cooperative.</li> </ul>

Identificirana mnenja o modelu povzemajo izkušnje déležnikov/predstavnikov področij, v katerih delokrog naj bi že do sedaj sodila skrb za Krakovske vrtove – kultura, prostor, kmetijstvo. Pri tem naj bi bili Krakovski vrtovi prvenstveno »problem« Oddelka za kulturo, ki pa mu, zaradi prevladujoče prakse monosektorske obravnave problemov, ni uspelo oblikovati ustrezne mreže ohranjanja vrtov. Drugi razlog je prav gotovo zelo omejeno domače izvedenstvo (know-how) na področju varovanja kmetijske oziroma zelo specifične kulturne dediščine.

Razprava s predstavniki Mestne občine Ljubljana pa ni posegla na področje javne koristi, ki je za oceno modela ključnega pomena. V primeru Krakovskih vrtov javno korist določa Zakon o varstvu kulturne dediščine (Zakon..., 2008).

Stanje vrtov kaže, da Mestna občina Ljubljana v primeru Krakovskih vrtov ne izvaja ukrepov, ki bi bili v skladu z varstvom dediščine v javno korist (npr. ukrepov za ohranitev dediščine in preprečevanje škodljivih vplivov nanjo, podpora dejavnostim) kot tudi ne sodelovanja z drugimi déležniki (lastniki) pri uredničenju javne koristi varstva dediščine.

## Položaj déležnikov v prostoru odnosa do Krakovskih vrtov

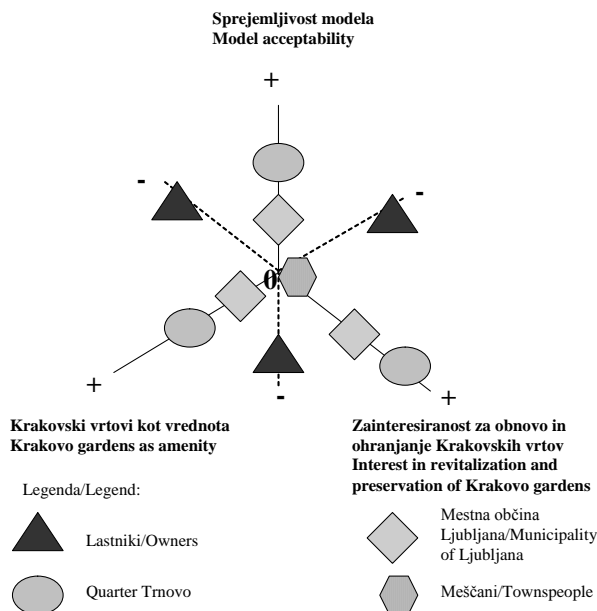
Prostor odnosa déležnikov do Krakovskih vrtov definirajo tri dimenzije, in sicer Krakovski vrtovi kot vrednota, zainteresiranost za obnovo in ohranjanje ter sprejemljivost modela. Lastniki imajo v vseh treh dimenzijah negativno pozicijo – večina jih vrtov ne zaznava kot vrednote, niso zainteresirani za njihovo obnovo in modelu niso naklonjeni. Pri tem pa velja poudariti, da je med njimi tudi nekaj takih, ki bi do vrtov zavzeli pozitivno pozicijo. Četrtna skupnost Trnovo ima med vsemi déležniki najboljši odnos do vrtov: vidijo jih kot vrednoto, zainteresirani so za njihovo obnovo in ohranjanje ter sprejemajo model. So pa skeptični do možnosti njegove realizacije. Podobno pozicijo ima tudi Mestna občina Ljubljana. Pri tem pa njeno delovanje izpodbija vrednost pozitivnega odnosa, saj na področju javne koristi ne ukrepa tako, kot bi, glede na določila Zakona o varstvu kulturne dediščine (Zakon..., 2008), morala. Kar se tiče meščanov, jim za vrtove ni mar, le pozidati bi se jih ne smelo.



**Preglednica 6:** Model obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov z vidika javne koristi varstva dediščine

**Table 6:** Model of revitalization and preservation of Krakovo gardens as for public good of heritage protection

Zakonsko določena javna korist varstva dediščine/ Legally defined public good of heritage protection	Elementi javne koristi v modelu/Elements of public good in the model
Identificiranje dediščine, njenih vrednot in vrednosti, njeno dokumentiranje, preučevanje in interpretiranje/ To identify heritage, its valuableness and worth, to document, to study and to interpret it.	Model identificira kmetijsko kulturno dediščino in jo interpretira v kontekstu sodobnih modelov večnamenskega in mestnega kmetijstva/Model identifies agricultural heritage and interprets it in the context of modern paradigms of multifunctional and urban agriculture.
Ohranitev dediščine in preprečevanje škodljivih vplivov nanjo/To preserve heritage and to prevent it from harmful influences.	Model predlaga tehnološko, ekonomsko in organizacijsko zaokrožen način ohranitve kmetijske kulturne dediščine/Model suggests technologically, economically and organizationally harmonized framework for preservation of agricultural heritage.
Omogočanje dostopa do dediščine ali do informacij o njej vsakomur, še posebej mladim, starejšim in invalidom/To enable access to heritage or information about it to everyone, to young, to elderly and to disabled in particular.	Ranljive družbene skupine (mladi, starejši in invalidi) so ključne ciljne skupine modela/Vulnerable social groups (young, elderly and disabled) are key target groups.
Predstavljanje dediščine javnosti in razvijanje zavesti o njenih vrednotah, vključevanje védenja o dediščini v vzgojo, izobraževanje in usposabljanje/To present heritage to public and to spread awareness about its valuableness, to incorporate knowledge about heritage to education and training	Izobraževalna funkcija modela/Educational function.
Celostno ohranjanje dediščine, spodbujanje kulturne raznolikosti s spoštovanjem različnosti dediščine, sodelovanje javnosti v zadevah varstva/Holistic preservation of heritage, encouraging cultural diversity by respecting heritage, cooperation with public in the matters of heritage.	Model celovite in večnamenske rabe vrtov; participativna metoda raziskovanja kot podlaga za praticipativno odločanje pri varstvu dediščine v javno korist/Model of holistic and multifunctional use of the gardens; participatory research methodology as groundwork for participatory decision-making in the field of heritage protection as public good.
Uresničevanje javne koristi varstva z organizacijo in podporo dejavnostim oziroma ustreznim ravnanjem/ukrepom/To perform public good of heritage by organization of and support to activities and/or proper acting/measures.	Z modelom predvideni izobraževalna in socialnovarstvena funkcija sta deloma oziroma v celoti v pristojnosti Mestne občine Ljubljana/ Programs of education and social care, included into model, fall partially or entirely within the competence of Municipality of Ljubljana.
Pri uresničevanju javne koristi varstva dediščine država, pokrajine in občine sodelujejo z lastnicami in lastniki dediščine, poslovnimi subjekti, nevladnimi organizacijami/State, regions and local communities cooperate with owners of heritage, business and NGO at performing public good of heritage.	Model vključuje vse relevantne déležnike/Model includes all relevant stakeholders.



**Slika 7:** Pozicija déležnikov glede na prostor odnosa do Krakovskih vrtov

**Picture 7:** Position of stakeholders on the map of attitudes to Krakovo gardens

## SKLEPI

Krakovski vrtovi, čeprav zavarovani kot kulturna dediščina (Odlok..., 1986), danes ne predstavljajo več kakovostnega mestnega odprtega prostora. Lastniki vrtov pri upravljanju z njimi ne upoštevajo zahtev iz naslova varstva kulturne dediščine, temveč se ravnavajo zgolj po svojih potrebah in interesih. Mestna občina Ljubljana s svojimi normativnimi akti in razvojnimi dokumenti sicer formalno izkazuje javni interes, ki pa na izvedbeni ravni ni sankcioniran. Tudi do modela, ki predlaga obnovo in ohranitev vrtov na podlagi njihove večnamenskosti, sta ta dva ključna deležnika, lastniki vrtov in Mestna občina Ljubljana, bolj zadržana kot ne. V takih razmerah se na Krakovskih vrtovih, če parafraziramo Vrhovnika (Vrhovnik, 1933: 46), ne bo več »spretno pridelovalo vsakovrstne zelenjave: vse vrste solate, od motovilca in berivke, do trdoglave krljike (ajsarice), ohrovt, zelje, ohrovt, razno sočivje, čebula, česen, zelena, peteršilj, redkvice, korenje, pesa, drobnjak, pehtran in dr.«, in tudi »na izber ne bo več vsega, kar potrebuje mestna kuharica za juho in prikuho«.

Čeprav je bil cilj raziskave testiranje sprejemljivosti modela obnove in ohranjanja Krakovskih vrtov na podlagi njihove večnamenskosti, je analiza rezultatov pokazala, da je problem Krakovskih vrtov veliko globlji. Zastavlja se namreč vprašanje, ali za ohranitev sploh obstaja avtentičen javni interes, čeprav je javna korist normativno izražena. Zato menimo, da bi bilo smiselno sprožiti razpravo med relevantnimi deležniki, v kateri bi se dorekla tako javni interes glede Krakovskih vrtov kot tudi javna korist od njih v sedanjih razmerah.

Britanski arhitekt Andrews, ki je dogajanja na Krakovem več let opazoval kar skozi okna ljubljanske Fakultete za arhitekturo, je ugotovil "da bodo naraščajoče cene nepremičnin pospešile spremembe, ki jih je že opaziti, saj so številne hiše že spremenjene do te mere, da njihovih zgodovinskih korenin ni več mogoče niti zaznati". Na enak način izginjajo tudi vrtovi v svoji zgodovinski podobi ali kot pravi Andrews "korist od zgodovinsko oblikovanega odprtega prostora bo izginila" (Andrews, 2007).

## SUMMARY

Krakovo gardens nowadays do not represent an open urban space of quality, although they are legally protected as cultural heritage. Land owners do not respect regulation on protection of cultural heritage but use them according to their needs and interests. Municipality of Ljubljana formally demonstrates public interest through its legal acts and developmental documents, but the proper sanctions are missing in practice. These two stakeholders are exercising more restraint than favour to the the multifunctional urban agricultural model of revitalising and maintaining Krakovo gardens. Under these circumstances the very existence of the gardens is threaten. Although to test the acceptability of the model for the relevant stakeholders, land owners, Quarter Trnovo, Municipality of Ljubljana, and townspeople, was the aim of research.

The analysis of the results raised new question, whether there is an authentic public interest to preserve the gardens although public good in legally expressed. In this context the political process should be launched to define public interest in Krakovo gardens, as well as their public good under the actual circumstances. British architect Andrews, who has been observing for many years the developments from the windows of the Faculty for architecture, found out that »is quite evident that as property prices rise, the pressure for redevelopment of these gardens will increase (many houses have already been altered out of all recognition of their historical origins)«. Krakovo gardens are disappearing in the same way and according to Andrews »the historic open space benefit will disappear« (Andrews, 2007).

## ZAHVALA

Raziskovanje možnosti za revitalizacijo Krakovskih vrtov je financirala Mestna občina Ljubljana. Vsem, ki so v raziskavi sodelovali in ki jih ni bilo malo, strokovnjaki, zaposleni v upravi Mestne občine Ljubljana, na Zavodu RS za varstvo kulturne dediščine, v Zavodu Janeza Levca, VDC Tončke Hočevar in Invalidskem podjetju Želva, svetniki Četrtno skupnosti

Trnovo, lastniki zemljišč na vrtovih, meščani, kot tudi naši kolegi z Oddelka Biotehniške fakultete za agronomijo, smo dolžne iskreno zahvalo, da so bili pripravljeni z nami iskati poti, kako v središču Ljubljane ohraniti Krakovske vrtove kot neprecenljivo kmetijsko kulturno dediščino.

## VIRI

- Andrews R. M. 2007. My Vision for Ljubljana. <http://www.trajekt.org/akcije/?rid=6&tid=20&id=64> (26.10.2007).
- Danish Board of Technology. 2006. Workshop Methods. <http://www.tekno.dk/subpage.php3?article=1235&toppic=kategori12&language=uk> (11.1.2007).
- Hassink J., Vadnal K. 2009. Inclusive effects. V: Di Iacovo F. (ed.), O'Connor D. (ed) Supporting policies for social farming. Progressing multifunctionality in responsive rural areas. Firenze, Arsia: 132-135.
- Lajovic J. 2008. Koncept revitalizacije Krakovskih vrtov na podlagi javno zasebnega partnerstva. Preliminarna razširjena analiza anketnih podatkov, zbranih z anketiranjem lastnikov. Ljubljana,  $\rho$   $\sigma$  ro sigma statistika: 7 str.
- Malhotra N. K., Birks D. F. 2000. Marketing research: an applied approach. Harlow [etc.], Prentice Hall: 619-649.
- Markelc, I. 2008. Vsebnost težkih kovin v vrtninah, pridelanih na vrtičkih občine Ljubljana. Diplomsko delo. Ljubljana, 40 str.
- Mestna občina Ljubljana. 2008. »Ljubljana 2025, Predlog prostorske vizije dolgoročnega razvoja mesta«. <http://www.ljubljana.si/si/aktualno/vizija/default.html> (15.1.2009).
- Odlok o razglasitvi Krakova in Eipprove ulice za kulturni in zgodovinski spomenik Uradni list SRS 42/1986.
- Resolucija o nacionalnem programu socialnega varstva za obdobje 2006-2010. Uradni list RS 39/2006.
- Vadnal K., Alič V. 2008. Mestno kmetijstvo - oblike in izkušnje. Acta agriculturae Slovenica 91 (1): 191-212.
- Vadnal K., Jakše M., Alič V., Jereb-Bolka D. 2009. Koncept revitalizacije Krakovskih vrtov na podlagi javno-zasebnega partnerstva: končno poročilo o delu na raziskovalnem projektu v obdobju 2007-2009. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 105 str.
- Vrhovnik I. 1991. Trnovska župnija v Ljubljani. Faksimile izdaje iz leta 1933. Akademsko založba. Trnovska župnija: 447 str.
- Zakon o varstvu kulturne dediščine. Uradni list RS 16/2008; 123/2008.
- Zupan M., Šijanec V., Grčman H., Tič I., Ruprecht J., Ilc Z., Gogič-Kmezič S., Mohorovič B. 2008. Komentar analiz vzorcev tal Krakovskih vrtov. Biotehniška fakulteta - Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja: 14 str.



**Agrovoc descriptors:** rural population,rural conditions,family farms,elderly,traditional uses,highlands,inheritance (economics),social security,value systems,social values

**Agris category code:** E20,E50,E51

## Ohranjanje medgeneracijske kontinuitete kot pogoj za zagotavljanje socialne varnosti starejše generacije kmečkega prebivalstva

Boštjan KERBLER<sup>a</sup>

Delo je prispelo 14. oktobra 2010, sprejeto 28. decembra 2010.  
Received October 14, 2010; accepted December 28, 2010.

### IZVLEČEK

V prispevku izhajamo iz spoznanja, da je eden od temeljnih pogojev za zagotavljanje socialne varnosti starejše generacije kmečkega prebivalstva uspešen prenos kmetij na mlajšo generacijo. Ker se mladi vse redkeje odločajo za prevzeme kmetij, kar je v Sloveniji značilno predvsem za hribovska območja, smo preučili, kateri dejavniki vplivajo na nasledstvo na kmetijah. Raziskava je pokazala, da imajo najbolj izrazit vpliv dejavniki, skozi katere se odražajo tradicija oziroma tradicionalni vzorci mišljenj in ravnanj ter stališča, percepcije in mnenja gospodarjev, predvsem pa dejavniki, ki izražajo ekonomsko moč kmetij. V zaključku prispevka so navedeni nekateri predlogi, na podlagi katerih bi se mladi za prevzemanje kmetij in ohranjanje kmetijske dejavnosti na njih pogosteje odločali, s tem pa tudi za zagotavljanje ustrezne socialne varnosti nekdanjih gospodarjev in njegovih partnerjev po predaji kmetij naslednikom.

**Ključne besede:** hribovske kmetije, nasledstvo na kmetijah, prevzemanje kmetij, kmetje, starejši ljudje, skrb za starejše

### ABSTRACT

#### MAINTENANCE OF INTERGENERATIONAL CONTINUITY AS A CONDITION FOR ENSURING THE SOCIAL SECURITY OF OLDER GENERATION OF FARM POPULATION

The paper is based on the finding that the successful transfer of farms to the younger generation is one of the basic conditions for ensuring social security for the elderly generation of farm population. Since young people are less and less interested for farm takeovers, in Slovenia this is mostly typical for mountain areas, the factors that affect farm succession were examined. It turned out that the most distinctive influence have factors reflecting the tradition or traditional way of thinking and acting, as well as the factors reflecting householders' viewpoints, perceptions and opinions, and in particular the factors that reflect the economic power of a farm. Some proposals for rising of decisions among young people for farm takeovers, and thereby also for ensuring an adequate social security of former householders and their partners after the farm transfers are given in conclusion.

**Key words:** mountain farms, farm succession, farm takeovers, farmers, elderly people, care for the elderly

### 1 UVOD

Na družinskih kmetijah se nadzor nad upravljanjem in lastništvo kmetij medgeneracijsko prenašata znotraj družine (Gasson, Errington 1993). Kmetje so zato edini del družbe, ki mora sam zagotoviti svojo socio-profesionalno reprodukcijo. Po Labandu in Lentzu (1983) so nasleditve na družinskih kmetijah petkrat pogostejše kot pri drugih poklicih in so najboljši primer medgeneracijskega prenosa fizičnega in človeškega kapitala. V socializacijskem procesu dobi potencialni

naslednik na kmetiji natančen vpogled v delo gospodarja in kmečki način življenja, si pridobi neposredne izkušnje in medgeneracijsko predana znanja, hkrati pa izoblikuje do vsega tega, zlasti do zemlje kot primarnega vira za preživetje na kmetiji, spoštljiv odnos. Zato pomeni po Labandu in Lentzu (1983) prenos človeškega kapitala med generacijami v isti družini tudi njegovo plemenitenje, hkrati pa se s tem povečuje tudi vrednost fizičnega kapitala, tako njegova

<sup>a</sup>Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Trnovski pristan 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., e-pošta: bostjan.kerbler@uir.si

dejanska vrednost kakor tudi zavedanje o njegovi vrednosti. Da se to lahko zgodi, morajo biti izpolnjeni temeljni pogoji, in sicer da na kmetiji do nasleditve in nadaljnjega kmetovanja pride ter da je predaja kmetije nasledniku pravočasna.

Eden od velikih problemov v kmetijstvu razvitih državah je zmanjševanje števila prevzemov kmetij oziroma prenosov kmetij na naslednike. Število in moč repulzivnih dejavnikov sta namreč precej večja od tistih, ki zadržujejo mlade v kmetijstvu. To je še posebej zaskrbljujoče, saj je po Hribniku (1996) na kmetijah zaradi tega ogroženo zagotavljanje socialne varnosti starejše generacije kmečkega prebivalstva. S predajo kmetije nasledniku se namreč poleg fizičnega in človeškega kapitala na naslednika prenese tudi dolžnost, da poskrbi za preužitek nekdanjega gospodarja in njegovega partnerja. V slovenskem prostoru je proces opuščanja kmetijske dejavnosti značilen predvsem za hribovska območja. Z dokončnim odhodom mladih ljudi s kmetij se v hribovskem svetu hitro povečuje število ostarelih kmetov, ki sami ali s partnerji živijo na svojih kmetijah. Dokler so ti ljudje mobilni, vztrajajo v svojem domačem okolju s pomočjo formalnih izvajalcev oskrbe (npr. patronažna služba) in s sosedsko pomočjo, ko pa jim opešajo moči in potrebujejo intenzivnejšo oskrbo, jih morajo institucionalizirati, čeprav to pogosto še ne bi bilo potrebno, če bi živeli bližje oskrbnim središčem. Ker so tradicionalno navezani na domače okolje, doživljajo institucionalizacijo kot zelo travmatično izkušnjo, saj so iztrgani iz okolja, v katerem so živeli vse svoje življenje in zgradili v njem mrežo medosebnih odnosov, v novem okolju pa se čutijo socialno izključene. Eden od odzivov razvitih držav na te probleme so pobude, da bi moralo biti starejšim ljudem zagotovljeno, da bi čim dlje časa ostali v domačem okolju, v katerem bi lahko čim bolj kakovostno bivali (Barlow et al. 2005). V družbah blaginje, ki so sicer močno razvile sistem institucionalnega varstva, se zato ponovno uveljavlja vloga družine. Kmečka družina je imela osrednje mesto v vseh družbenih sistemih, pri čemer je poleg socialno-psihološke dimenzije posameznikove varnosti zagotavljala tudi visoko stopnjo ekonomske varnosti. »Le proaktivna vloga družine lahko zagotovi ohranitev tradicije kmetovanja kot vzvišene vrednote v tradicionalni mentaliteti kmečkega prebivalstva, a tudi socialno in humano skrb

za ostarele člane kmečkih gospodinjstev.« (Hribnik 1995: 212.)

V tujini je zato v zadnjem obdobju nastal niz raziskav, usmerjen v identifikacijo in kvantitativno ovrednotenje dejavnikov, ki vplivajo na nasledstvo na kmetijah – tako sta npr. Kimhi in Nachlieli (2001) preučevala dejavnike nasledstva na izraelskih kmetijah, Glauben et al. (2002) so jih preučevali na avstrijskih, na nemških kmetijah jih je raziskoval Tietje (2003), Corsi (2004) na italijanskih, Hennessy (2004) na irskih itd. Z identifikacijo dejavnikov, ki vplivajo na nasledstvo, je namreč mogoče predlagati rešitve za povečanje zanimanja mladih za prevzemanje kmetij in ohranjanje kmetijske dejavnosti na njih, s čimer bi se problem zagotavljanja socialne varnosti starejšega kmečkega prebivalstva zmanjšal.

Po zgledu drugih držav smo takšno raziskavo opravili tudi v Sloveniji, v njej pa smo se zaradi opisanih značilnosti osredotočili na hribovske kmetije. V tem prispevku bomo opisali rezultate te raziskave. Poskušali bomo odgovoriti na tri vprašanja. Zanima nas, kateri dejavniki in kako vplivajo na to:

- da je na kmetiji že oziroma bo kot naslednik določena/predvidena oseba, ki bo za gospodarjem zagotovo v celoti prevzela nadzor nad upravljanjem in vodenjem kmetije ter bo postala tudi gospodar in lastnik kmetije oziroma da je za to vlogo na kmetiji nekdo že vsaj določen ali predviden?
- da se je ta oseba že sama odločila, da bo gospodarja nasledila, in da se je tudi odločila, da bo nadaljevala s kmetovanjem po prevzemu kmetije?
- kdaj namerava gospodar predati kmetijo določenemu/predvidenemu nasledniku oziroma koliko bo takrat star?

Prvo vprašanje se nanaša na določitev naslednika na kmetiji, drugo na naslednikovo odločitev naslednika glede prevzema kmetije, tretje pa na čas predaje kmetije nasledniku. Določitev naslednika na kmetiji in njegovo odločitev glede prevzema smo v raziskavi opredelili kot stanje nasledstva na kmetiji. Stanje nasledstva na kmetiji in čas predaje kmetije pa kot nasledstvo na kmetiji.

## 2 MATERIALI IN METODE

V raziskavi smo se pri identifikaciji dejavnikov, ki naj bi vplivali na nasledstvo na slovenskih kmetijah, osredotočili na dejavnike, ki so značilni za vsako posamezno kmetijo. V primerjavi z dejavniki, kot so npr. makroekonomske razmere, razmere na trgu dela ipd., lahko pri naši raziskavi govorimo o »notranjih« dejavnikih kmetije oziroma dejavnikih strukture kmetije. Da bi si bile hribovske kmetije čim bolj podobne,

smo oblikovali ciljno skupino hribovskih kmetij. Izbrali smo jih na podlagi treh kriterijev: biti so morale v alpskem ali predalpskem območju Slovenije, njihova glavna proizvodna usmeritev je morala biti živinoreja, gospodarji kmetij so morali biti stari vsaj 45 let.

Ker statistične službe v Sloveniji ne zbirajo vseh podatkov, ki smo jih potrebovali za raziskavo, smo jih pridobil z anketiranjem. Končni raziskovalni vzorec za preučitev vplivov izbranih dejavnikov je zajemal 789 hribovskih kmetij ali 11,6 odstotka vseh hribovskih kmetij, ki smo jih na podlagi kriterijev opredelil kot ciljno skupino. Da je raziskovalni vzorec kljub nizkemu deležu reprezentativen, je razvidno iz primerjave podatkov nekaterih osnovnih značilnosti vzorca s podatki, ki veljajo za vse hribovske kmetije ciljne skupine (pri teh kmetijah gre za podatke, ki so bili pridobljeni s popisom kmetij). Povprečno so gospodarji na vzorčnih hribovskih kmetijah stari 60,9 let, vsi gospodarji ciljne skupine pa v povprečju 60,4 leta. Gospodarjev moškega spola je v obeh primerih tri četrtine, zelo majhne pa so razlike tudi v povprečni velikosti kmetije – kmetije raziskovalnega vzorca so v povprečju velike 21,7 hektarja, vse kmetije ciljne skupine pa 20,6 hektarja. Rezultate raziskave smo zato v nadaljevanju posplošili na vse hribovske kmetije v Sloveniji, ki ustrezajo kriterijem ciljne skupine.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Z raziskavo se je pokazalo, da na nasledstvo na slovenskih hribovskih kmetijah najbolj vplivajo:

- dejavniki, ki odražajo ekonomsko moč kmetije,
- dejavniki, skozi katere se odraža tradicija oziroma tradicionalni vzorci mišljenj in ravnanj,
- dejavniki, skozi katere se odražajo stališča, percepcije in mnenja gospodarjev.

#### 3.1 Vpliv dejavnikov, ki odražajo ekonomsko moč kmetije

Že Ana Barbič (1993: 265) ugotavlja, da »[m]ladi, ki v kmetijstvu ostajajo, počnejo to vse manj iz emocionalnih in vse bolj iz ekonomskih razlogov.« Po Kovačiču (1995) namreč zahtevajo vedno bolj zaostreni pogoji gospodarjenja v kmetijstvu nenehno uvajanje inovacij in prilagajanje proizvodne strukture tržnim zahtevam. V takšnem okolju pa dosejajo pozitiven razvoj le tiste kmetije, ki so ekonomsko dovolj močne. Najpomembnejši dejavnik, ki odraža ekonomsko moč kmetije, in se je zanj izkazalo, da ima na nasledstvo na kmetiji pomemben vpliv, je njena velikost. »Kmetijski proizvodni obrati z nekaj hektari kmetijskih zemljišč ne morejo zagotoviti primerljivega dohodka aktivnim in vzdrževanim članom kmečkega gospodinjstva (še zlasti, če so te kmetije v območjih s težjimi pogoji za kmetovanje), s tem pa ne tudi take ravni socialne varnosti, ki bi spodbujala mlade ljudi k ohranjanju kmetijskih gospodarstev kot proizvodnih in posestnih enot.« (Hribernik 1996: 16.)

Ugotovitve se ujemajo z dognanji Rosemary Fennell (1981) ter Ruth Gasson et al. (1988), da je eden od glavnih vzrokov, da gospodarjevi otroci ne prevzamejo kmetij, v tem, da so premajhne. Če so namreč kmetije

Vplive dejavnikov smo ugotavljali s pomočjo posebnih regresijskih modelov, imenovanih modeli diskretne izbire. Fox (1997) navaja, da je za regresijske modele značilno, da lahko na podlagi sprejetega modela in ocen njegovih parametrov iz vrednosti pojasnjevalnih spremenljivk napovemo vrednost odvisne spremenljivke, medtem ko modeli diskretne izbire – kot verjetnostni modeli – omogočajo napovedovanje verjetnosti izbire oziroma verjetnosti uresničitve dogodkov (Liao 1994, Wooldridge 2002). Pri naši raziskavi gre za dogodka, ki se nanašajo na stanje nasledstva na kmetiji in na predviden čas predaje kmetije nasledniku. Po opravljeni empirični analizi smo z intervjuji pridobili še mnenja in razmišljanja gospodarjev in jih primerjali in povezali z rezultati empirične analize. Poleg skladnosti z rezultati empirične analize smo z intervjuji razkrili tudi povezave med vzroki za stanja nasledstva na kmetijah in za predviden čas predaje kmetij naslednikom, ki so ostali pri preučevanju s kvantitativnimi metodami zabrisani, ugotovili pa smo tudi, kakšni so občutki in ravnanja gospodarjev v zvezi z nasledstvom na hribovskih kmetijah.

premajhne, si potencialni nasledniki in drugi člani gospodarjevega gospodinjstva ter morebitnih drugih gospodinjstev na kmetiji poiščejo zaposlitve zunaj kmetije, saj naj bi »[p]reživele [...] samo kmetije, ki bodo ustvarjale dovolj dohodka, kar pa pomeni iskanje možnosti zaslužka na bistveno širših osnovah.« (Hribernik 1996: 28.) Ruth Gasson (1986) ugotavlja, da lahko zaposlitev zunaj kmetije, ki običajno največ prispeva k skupnemu deležu prihodkov iz virov zunaj kmetije, vpliva na večjo stabilnost ter povišanje skupnega dohodka in ekonomske moči kmetije, s tem pa tudi na donosnost in nadaljevanje kmetovanja, hkrati pa lahko pomeni prvi korak k prenehanju in opustitvi kmetovanja, zlasti če začnejo ti viri v skupnem letnem prihodku na kmetiji prevladovati.

Drugi dejavnik, ki izraža ekonomsko moč kmetije, je tržnost kmetijske (v primeru hribovskih kmetij živinorejske) proizvodnje. Raziskovalci ga doslej v empirične analize še niso vključili. Pri tržni proizvodnji morajo kmetije kmetijsko proizvodnjo prilagajati tržnim zahtevam in proizvajati produkte, za katere je na trgu povpraševanje in ki so primerne kakovosti. Ker se v takšnih razmerah po Vrišerju (1995) najbolj znajdejo dinamični in mlajši ljudje, smo sklepali, da tržnost proizvodnje deluje spodbudno na potencialne naslednike, da se odločijo in kmetije prevzamejo ter na njih nadaljujejo s kmetovanjem. Pomen tega dejavnika pa je tudi v tem, da praviloma ni določen z velikostjo kmetije (npr. tudi manjše kmetije imajo lahko povsem tržno naravnano proizvodnjo). Rezultati empirične analize kažejo, da imajo na več kot 81 odstotkov kmetij, ki imajo povsem tržno živinorejsko proizvodnjo, določene ali predvidene naslednike, ki so se tudi že sami odločili, da bodo kmetije prevzeli in nadaljevali s

kmetovanjem, oziroma gospodarji na teh kmetijah menijo, da bodo takšne naslednike zagotovo našli in določili. Med kmetijami, ki so samooskrbo usmerjene in je tržni delež manj kot 50 odstoten, je skoraj tri četrtine kmetij, na katerih do prevzema oziroma nadaljnjega kmetovanja na njih ne bo prišlo, od tega je skoraj polovica takšnih, na katerih so naslednike sicer že določili ali predvideli, vendar se potencialni nasledniki glede prevzema kmetij sami še niso odločili in se po mnenju gospodarjev tudi ne bodo, na skoraj tretjini kmetij pa določeni ali predvideni nasledniki po prevzemu kmetij ne bodo nadaljevali s kmetovanjem. To pomeni, da zlasti starejši gospodarji kljub nizki tržnosti živinorejske proizvodnje vztrajajo pri kmetovanju in to pričakujejo tudi od svojih naslednikov. Na proučevanih kmetijah je skoraj 60 odstotkov gospodarjev, ki so starejši od 65 let, že določilo ali predvidelo svoje naslednike, vendar se ti za prevzeme ne bodo odločili ali pa s kmetovanjem ne bodo nadaljevali. Pojav opisuje Kerbler (2003) za gospodarje kmetij, ki so bile po avtorjevi tipologiji uvrščene med nasledstveno nevitalne, in sicer ugotavlja, da so kljub nizki stopnji trženja in načrtovani nizki intenzivnosti živinoreje gospodarji najemali neobdelana kmetijska zemljišča v okolici svojih kmetij, in sicer ne zaradi ekonomskih, ampak zaradi estetskih (vzdrževanje videza kulturne pokrajine) in emocionalnih razlogov (spoštovanje svojega dela, dela predhodnih generacij in tradicionalnih vrednot).

Starejša gospodarica neke kmetije je na koncu anketnega vprašalnika dopisala: »Na naši kmetiji obdelujemo te strmine in grape s spoštovanjem do staršev«. Kljub navedenemu pa gospodarice zaradi majhnosti njene kmetije glede nadaljnjega kmetovanja ni gotova, saj je dopisala: »Čeprav upam, da bo sin obdeloval naprej, pa nisem povsem prepričana v to. Če se bo vodila takšna politika naprej, se bodo te majhne kmetije kmalu vse zarasle po teh hribih. Škoda naše lepe dežele«.

### **3.2 Vplivi dejavnikov, skozi katere se odraža tradicija oziroma tradicionalni vzorci mišljenj in ravnanj**

Dejavnik, skozi katerega se tradicija nedvomno odraža, je število otrok moškega spola v gospodarjevi družini. Pri prevzemanju kmetij imajo namreč gospodarjevi sinovi že po tradiciji prednost pred hčerami (Kimhi in Nachlieli, 2001). To je razvidno tudi iz razmerja med številom gospodarjev in gospodaric na proučenih kmetijah – tričetrtine gospodarjev je moškega spola – ter razmerja med določenimi oziroma predvidenimi nasledniki in naslednicami – prvih je več kot 80 odstotkov. »Čeprav se je pomen tradicij in tradicionalizma (zlasti patriarhalnosti in konzervatizma) tudi na podeželju in med kmečkim prebivalstvom v

marsičem pomembno zmanjšal, ne gre spregledati, da se vedenjski vzorci pri intergeneracijskem prenosu kmetovanja razmeroma zelo dobro ohranjajo. Kmetije še vedno prevzemajo v pretežni meri moški, ženske pa bistveno redkeje in še to, če ni druge možnosti.« (Hribernik 1994: 41.)

Po podatkih empirične analize, je verjetnost, da bo kmetijo prevzel naslednik, ki se bo na njej še naprej ukvarjal s kmetovanjem, skoraj 70-odstotna, če so na kmetiji vsi gospodarjevi otroci moškega spola. Če ima gospodar le otroke ženskega spola, je verjetnost 55,2-odstotna. Podrobnejša analiza podatkov raziskave še kaže, da izberejo gospodarji za prevzem kmetije hčere običajno zato, ker nimajo moških potomcev – na skoraj 65 odstotkih proučenih kmetij, na katerih so za prevzem kmetije izbrane hčere gospodarjev, ni bilo moških potomcev. Hkrati so hčere za prevzem kmetije navadno le predvidene in niso določene zagotovo – takšnih je bilo v raziskavi 84,6 odstotka izbranih naslednic. Glede na to, da so skoraj vse predvidene naslednice na proučevanih kmetijah stare pod 40 let – večina jih je stara do 30 let –, lahko sklepamo, da nekateri gospodarji še vedno upajo, da bodo lahko moškega naslednika izbrali med vnuki ali pa bodo za to vlogo določili zete. Glede tega Tietje (2004) ugotavlja, da gospodarji raje določijo za naslednike zete kot pa svoje hčere. Zanimivo je, da je določitev sina za naslednika po večini povsem samoumevna. To lahko razberemo tudi iz razmišljanj enega od gospodarjev, ki je sodeloval v naši raziskavi: »Imam eno hčerko in samo enega sina, ki je zdaj končal srednjo šolo. Rad dela na kmetiji in če mu ne bom dal hitro kmetije, se lahko zgodi, da bo zgubil veselje, pa bo šel. Potem ne bom imel nikogar več, da bi mu lahko kmetijo predal.«

Čeprav je torej tradicija še vedno izjemno močan dejavnik za vztrajanje pri kmetovanju tudi za mlajše generacije – po Hriberniku (1993) je zaradi predanosti tradiciji, ki je za kmečko populacijo značilna bolj kot za druge sfere prebivalstva, naj bi bilo po njegovem mnenju zapuščenje kmetijstva manjše, kot bi ga glede na marginalni položaj kmečkega poklica v slovenski družbi lahko pričakovali – pa moramo biti pri interpretaciji takšnih dejavnikov, kot je »tradicionalno« previligiranje moških potomcev, pazljivi. Tradicionalni vzorci lahko namreč tudi ogrozijo obstoj kmetij, saj zavirajo proces nasledstva in pravočasen prenos kmetij na naslednike. To potrjujejo tudi izsledki empirične analize – vpliv števila otrok moškega spola v gospodarjevi družini na čas predaje kmetije je izrazit, vendar negativen, kar se ujema z rezultati raziskav Kimhija (1994) ter Kimhija in Nachlielija (2001). Vzrok za to naj bi bilo po Kimhiju (1994) večje število potencialnih naslednikov, zaradi česar si gospodar pri odločitvi za naslednika običajno vzame več časa. Zaradi čakanja na moškega prevzemnika in s tem zaradi



zavlačevanja gospodarjev z natančno določitvijo naslednikov in s predajo kmetij se lahko zgodi, da na njih do prevzema sploh ne pride. Gospodarji bi morali torej preseči tradicionalne vzorce privilegiranja moških naslednikov, med njimi pa bi moralo prevladati tudi spoznanje, da so lahko tudi ženske dobre in sposobne gospodarice.

Drugi »tradicionalni« dejavnik, ki lahko prav tako pomeni grožnjo za obstoj kmetij in ima velik vpliv na čas predaje kmetij, je t. i. starost gospodarja ob predaji kmetije. Na slovenskih kmetijah so še vedno zelo zakoreninjeni tradicionalni vzorci glede časa predaje kmetij. Izkazalo se je namreč, da gospodarji zelo pogosto »po tradiciji« svoje kmetije (formalno) obdržijo v svojih rokah vse do smrti oziroma jih predajo šele takrat, ko jim opešajo moči ali ko zbolijo in niso več zmožni voditi kmetije. Ugotovitve se ujemajo s spoznanji Kimhija in Lopeza (1999), ki menita da, gospodarji kljub negativnim posledicam posvečajo pozornost vprašanjem glede nasledstva običajno šele v poznejših letih, v veliko primerih pa zavlačujejo s tem vse do smrti. Razloga za to sta po našem mnenju dva. Prvi je ta, da so gospodarji čustveno močno navezani na svoje kmetije. Za mnoge slovenske gospodarje so namreč kmetije še vedno način in smisel življenja – življenjski projekt –, ne pa kapital, ki ga je treba nenehno oplajati. Drugi razlog za zavlačevanje s predajo kmetij pa je ta, da je gospodarje strah. Po Luciji Pinterič et al. (2006) namreč daje gospodarju vodenje kmetije moč, pravice, vrednost in s tem poslušnost družine ter tistih, ki delajo na kmetiji. Gospodarji se bojijo, da bodo svoje pravice in veljavo s predajo izgubili, s tem pa tudi svoj smisel zaradi česar bi še sploh živeli. Da bi se torej okrepil pozitiven pomen nasledstva, bi morali na slovenskih hribovskih kmetijah prepoznati in preseči tradicionalne vzorce, ki ovirajo proces nasledstva ter s tem ogrožajo nadaljnji razvoj in obstoj hribovskih kmetij. Zlasti med gospodarji, bi moralo prevladati spoznanje, da morajo svojim naslednikom kmetije predati pravočasno, da lahko svojim otrokom zaupajo in da jim lahko brez strahu predajo to, kar so sami s trudom ustvarili.

Empirična analiza je pokazala, da s predajo kmetij zavlačujejo predvsem gospodarji velikih kmetij, ker je edinstveno v svetovnem merilu. V vseh drugih raziskavah, v katerih so preučevali vplive dejavnikov na čas predaje kmetij, se je namreč izkazalo ravno nasprotno. To še dodatno potrjuje, da imajo na slovenskih kmetijah dejavniki, skozi katere se odraža tradicija, večji vpliv na nasledstvo kakor ekonomski dejavniki. Velikost kmetij in naložbe na njih potencialne naslednike sicer spodbudijo, da se odločijo za prevzem kmetije in nadaljevanje kmetovanja, vendar pa je očitno, da gospodarji, potem ko začnejo nasledniki usmerjati svojo energijo v delo na kmetijah, s predajo kmetij

pogosto zavlačujejo. Sklepamo lahko, da so gospodarji velikih kmetij tesneje povezani z delom in življenjem na kmetiji, tesnejša je tudi čustvena navezanost na kmetijo. Ko se gospodar za predajo končno odloči oziroma naj bi do predaje prišlo takrat, ko gospodar umre, je pogosto že prepozno, saj je tisti, ki je bil določen za naslednika in je bil nekdanji tudi sam odločen kmetijo prevzeti in nadaljevati s kmetovanjem, zaradi čakanja že obupal, izgubil je svoj notranji naboj, v tem času pa se je tudi sam postaral in si poiskal drugo zaposlitev v nekmetijskem sektorju. Ustvaril si je svoj dom, svojo družino in si oblikoval nove življenjske načrte. V tem času je kmetija tudi kapitalno oslabela, njena finančna trdnost se je zmanjšala, saj starejši gospodarji običajno niso dovolj inovativni in dovzetni za tržne novosti in premalo vlagajo v razvoj svojih kmetij. Vse to pa nekdanji gotovega naslednika še dodatno odvrne, da bi kmetijo prevzel, saj bil moral vanjo ogromno vložiti, poleg tega pa nima zagotovila, da bo njegova ideja realizirana in trud za to poplačan. In kakor za njega, velja tudi za druge gospodarjeve otroke, potencialne naslednike. Po Hriberniku (1995: 210) je namreč »[p]onovna vrnitev na kmetijo, potem ko si je 'pregnani' potomec že uredil lastno življenje drugod, [...] malo verjetna.«

V zvezi s starostjo gospodarjev in časom predaje kmetije nasledniku Glauben et al. (2002) govorijo o pojavu »časovne poti prenosa kmetij«. Po njihovem mnenju se z daljšanjem načrtovanega časa predaje kmetije nasledniku podaljšuje dejanski čas prenosa, saj naj bi gospodarji, ki načrtujejo, da bodo kmetije predali naslednikom v petih letih, to tudi dejansko storili, če pa nameravajo kmetije predati kasneje kot čez pet let, jih dejansko predajo pozneje, kot so načrtovali. To kaže, da starejši ko postaja gospodar, težje preda kmetijo nasledniku! S podrobnejšo analizo se je tudi razkrilo, da obstajajo med mlajšimi in starejšimi gospodarji razlike glede časa predaja kmetij naslednikom, kar se kaže v njihovem odnosu do kmetij in kmetovanja oziroma razumevanju pozitivnih in negativnih posledic, ki jih prinašajo tradicionalni vzorci mišljenj in ravnanj. Izkazalo se je, da mlajši gospodarji bolje poznajo zakonitosti tržne ekonomije, zlasti mehanizme za učinkovitejšo akumulacijo kapitala, kakor starejši, zato predajo kmetije naslednikom prej kot starejši gospodarji – po Kimhiju (1994) običajno, preden začne produktivnost kmetij upadati oziroma kmalu po tem (avtor takšne gospodarje opiše kot altruiste). Ugotovitve potrjuje tudi primer preučene slovenske hribovske kmetije, na kateri je naslednik že natančno določen in bo tudi nadaljeval kmetovanje. Gospodar je star 52 let in namerava kmetijo predati nasledniku čez štiri leta, ko bo ta dopolnil 24 let. Gospodar je glede časa predaje kmetije nasledniku poudaril pomen starosti gospodarja, pri kateri pride do predaje kmetije nasledniku: »Sina, ki me bo nasledil, smo vzgojil v poštenega in pridnega človeka. Veliko mi pomaga, o marsičem že odloča in

takoj, ko bo končal s študijem agronomije, mu bom kmetijo predal. Čeprav sem še mlad, smo taki za našo mladino že stari. Na mladih svet stoji, pravijo [...] Ne pa tako, kot na mnogih naših kmetijah, ko držijo gospodarji kmetije v svojih rokah do svoje smrti, mladi pa do takrat že obupajo.«

Podrobnejša analiza je še pokazala, da je največ kmetij, na katerih so določeni ali predvideni nasledniki že tudi sami trdno odločeni, da kmetije prevzamejo in nadaljujejo kmetovanje, tistih, na katerih so gospodarji stari med 50 in 55 let. Po Pfefferju (1989) je namreč kmečka družina v tem času v »obdobju življenjskega cikla«, ki se imenuje »obdobje generacijskega prehoda«. Gospodarji bi morali izkoristiti ta ugodni trenutek in predati kmetije naslednikom, tudi če čutijo, da so še polni življenjske energije, zanosa, načrtov in idej. S povečevanjem starosti gospodarjev se namreč prične povečevati tudi število kmetij, na katerih do prevzema ne bo prišlo oziroma na njih po prevzemu ne bodo več kmetovali. Delež teh kmetij preseže delež tistih, na katerih bo prišlo do prevzema in nadaljnega kmetovanja, ko so gospodarji stari od 60 do 64 let, torej ob koncu njihove aktivne delovne dobe.

### 3.3 Vplivi dejavnikov, skozi katere se odražajo stališča, percepcije in mnenja gospodarjev

Ker se vzgoja potencialnega naslednika v bodočega gospodarja v celoti odvija na kmetiji znotraj družine, ima pri ohranjanju medgeneracijske kontinuitete na kmetijah zelo pomembno vlogo usmerjenost staršev – v tradicionalni, po večini še vedno patriarhalni družbi kot je kmečka, zlasti usmerjenost gospodarjev oziroma njihova stališča, percepcije in razmišljanja. Vedenjski in miselni vzorci, ki jih potencialni nasledniki v socializacijskem procesu dobivajo od gospodarja, ki je vzor potencialnemu nasledniku za njegov bodoči poklic, se namreč pri intergeneracijskem prenosu kmetovanja zelo dobro ohranjajo. Kot navaja Tietje (2004), se usmerjenost staršev pogosto prenaša na otroke. Sklepamo, da to v Sloveniji še posebej velja za kmetije v hribovskih območjih, ki so imele v primerjavi z dolinsko-ravninskimi predeli več stoletij specifičen razvoj, ki je temeljil predvsem na avtarkičnosti kmetij in zaprtosti kmečke družbe. Po Hriberniku (1993: 254) se namreč: »[i]sti socialni sistem [...] reproducira zlasti, če je tradicionalna kmečka družba notranje socialno slabo diferencirana in če prevladuje patina preteklosti nad sedanostjo in prihodnostjo, ki se v procesu socializacije nenehno reproducira, kmečka kultura pa neposredno prenaša iz roda v rod.«

Rezultati empirične analize so pokazali, da na odločitve potencialnih naslednikov glede prevzemov kmetij in nadaljnega kmetovanja na njih bolj kakor dejanska struktura kmetij vplivajo percepcije in mnenja

gospodarjev o strukturi kmetij. Po Sonji Treven (1998) je percepcija psihološki proces, pri katerem posamezniki interpretirajo informacije iz okolja in si na njihovem temelju oblikujejo lastno sliko o svetu. Percepcije se znatno razlikujejo od objektivne stvarnosti in močno vplivajo na vedenje ljudi, zato vedenje ni zasnovano na stvarnosti sami, temveč na percepciji tega, kar je stvarnost v resnici. Izkazalo se je, da če dojema gospodar delo na kmetiji in kmečki način življenja na sploh kot breme, če je zaskrbljen glede nadaljnega razvoja kmetije oziroma nima v kmetijo kot primarni vir preživetja zaupanja, je verjetnost prevzema take kmetij in nadaljnega kmetovanja na njej bistveno nižja, kot če razmišlja gospodar spodbudno, pozitivno. Gospodarji lahko torej s pozitivno percepcijo, spodbudami, z zadovoljstvom in veseljem do dela in življenja na kmetiji ter z dobrim mnenjem o kmetij, njeni strukturi (zlasti ekonomski) in njenem trenutnem in prihodnjem razvoju pomembno vplivajo na odločitve potencialnih naslednikov, da se za prevzeme odločijo in da tudi nadaljujejo s kmetovanjem ter ohranijo medgeneracijsko kontinuiteto, s tem pa omogočijo nadaljnji razvoj in obstoj kmetije.

Eden od dveh dejavnikov, ki izraža percepcijo in mnenja gospodarjev, in za katerega se je z empirično analizo izkazalo, da pomembno vpliva na nasledstvo na kmetiji, je dejavnik, ki smo ga poimenovali odločitev gospodarja, ali bi se še enkrat odločil, da bi prevzel kmetijo in na njej gospodaril, če bi imel to možnost. Po FASTERINGU (1995, 1999) in TIETJU (2004) izraža gospodarjeva odločitev, da bi še enkrat prevzel kmetijo in na njej gospodaril, če bi imel to priložnost, njegovo zadovoljstvo s poklicem, ki ga opravlja. Izraža tudi njegovo veselje do dela in življenja na kmetiji, njegov spoštljiv odnos do kmetije in ohranjanja dediščine predhodnih generacij. Vse to ima zelo pomemben motivacijski učinek pri pripravah in odločitvah določenega ali predvidenega naslednika za prevzem kmetije, kar potrjujejo tudi rezultati empirične analize. Med kmetijami, katerih gospodarji bi se še enkrat odločili, da bi prevzeli kmetije in na njih gospodarili, je 77,8 odstotka takšnih, ki jih bodo prevzeli nasledniki in na njih še naprej kmetovali, med kmetijami, katerih gospodarji se za to ne bi odločili, pa je 66,8 odstotka takšnih, na katerih do prevzemov ne bo prišlo ali pa jih bodo prevzeli nasledniki, ki se ne bodo ukvarjali s kmetovanjem. Zanimiva je tudi ugotovitev, da je med kmetijami, na katerih nasledniki še niso natančno določeni in nihče še ni predviden za to vlogo, njihovi gospodarji pa se za ponoven prevzem kmetije ne bi več odločili, skoraj 84 odstotkov takih, katerih gospodarji naslednikov ne bodo iskali, zaradi česar se medgeneracijska kontinuiteta ne bo ohranila.

Pomen zadovoljstva z delom, ki ga opravljajo na kmetiji, izraža tudi mnenje oziroma razmišljanje

mladega gospodarja na hribovski kmetiji. Prevzemnik bo nadaljeval s kmetovanjem. Star je 24 let, ima srednješolsko kmetijsko izobrazbo, v prihodnje želi povečati število živine in načrtuje, da bo kmetijo opremljal z novimi stroji in napravami. Predhodni gospodar, njegov oče, bi se brez pomisleka še enkrat odločil, da bi prevzel kmetijo in na njej gospodaril, če bi imel to možnost. V intervjuju je mladi gospodar povedal: »Na tej kmetiji se dela z veseljem in vztrajno že mnogo let. Zato sem se odločil kot mladi fant za nadaljnjo kmetovanje. Obdelujemo vse, tudi najbolj strme površine. V kolikor se razmere do kmeta ne bodo preveč zaostrole, bom z veseljem nadaljeval.«

V nasprotju s tem kaže drugi primer, kako lahko ima nezadovoljstvo gospodarja s poklicem, ki ga opravlja, tudi nasprotne učinke: »Ne želim nobenemu od svojih otrok ali vnukov tako naporega in skromnega življenja. Samo veselje do narave in živali ne more odtehtati vseh odrekanih in naporov, ki jih prinese življenje na taki hribovski kmetiji.« Na tej kmetiji naslednik še ni določen in nihče še ni predviden za naslednika, gospodar pa tudi ne išče naslednika in ga tudi do takrat, ko bo prenehal gospodariti, ne bo našel in določil. Če bi imel gospodar možnost, se nikoli več ne bi odločil, da bi kmetijo prevzel in na njej gospodaril.

Drugi dejavnik, skozi katerega se izražajo gospodarjeve percepcije, in se je zanj prav tako izkazalo, da pomembno vpliva na nasledstvo na kmetiji, je gospodarjevo mnenje o finančni sposobnosti kmetije za vlaganje v nadaljnji razvoj, ter tudi dejavnik, ki izraža njegovo mnenje o obremenitvi kmetije za nadaljnji razvoj zaradi najetih kreditov in drugih finančnih bremen sta zelo pomembna pri odločitvah potencialnih naslednikov za nasleditev na kmetiji. Ugotovitve glede vplivov prvega dejavnika se ujemajo z rezultati raziskav Glaubna et al. (2004), glede vplivov drugega dejavnika pa z ugotovitvami Glaubna et al. (2002), Minne Väre in

Weissa (2003) ter Minne Väre et al. (2005). Če gospodar meni, da je kmetija finančno sposobna za vlaganje v nadaljnji razvoj, je verjetnost, da ga bo nasledil naslednik, ki bo na kmetiji tudi nadaljeval s kmetovanjem, za 38,6 odstotne točke večja, kot če meni, da kmetija ni finančno sposobna. Tudi verjetnost ohranitve medgeneracijske kontinuitete je manjša, če gospodarji menijo, da so dolgovi zaradi najetih kreditov ali druga finančna bremena prehuda obremenitev za nadaljnji razvoj kmetije.

Zelo pomembno je zlasti spoznanje, da je med kmetijami, ki imajo po mnenju gospodarja dovolj kapitalske moči za nadaljnji razvoj, skoraj tri četrtine takšnih, katerih nasledniki niso le natančno določeni, ampak so se tudi sami že povsem odločili, da bodo kmetije prevzeli in nadaljevali s kmetovanjem. Po drugi strani kar 45 odstotkov kmetij, katerih gospodarji menijo, da finančne obremenitve ogrožajo nadaljnji razvoj kmetij, še nima določenih ali predvidenih naslednikov, gospodarji pa tudi ne vidijo nobenih možnosti, da bi naslednike lahko zagotovili. 20 odstotkov gospodarjev kmetij s finančnimi obremenitvami pa je svoje naslednike sicer določilo ali predvidelo, vendar so se ti odločili, da kmetij ne bodo prevzeli ali pa po njihovem prevzemu ne bodo nadaljevali s kmetovanjem. Če torej gospodar ni gotov glede kapitalske moči kmetije in s tem glede njenega prihodnjega razvoja, če ga je strah za nadaljnji razvoj kmetije zaradi finančnih bremen, je ta njegov dvom pomembna informacija za potencialnega naslednika, ki se odloča za poklic. Če mladi prejmejo od staršev informacije, da kmetija ni finančno sposobna za vlaganja v prihodnji razvoj, se, kot kažejo izsledki empirične analize, za prevzeme takšnih kmetij običajno ne odločijo.

#### 4 SKLEPI

Prenos kmetije s starejše generacije na mlajšo ni le prenos lastništva in materialnih dobrin, ampak je tudi odraz medgeneracijskega zaupanja in zagotovilo mlajše generacije, da bo poskrbela za čim daljše in čim kakovostnejše bivanje starejših članov kmečke družine v domačem okolju, na katerega so tudi čustveno navezani. Rešitve, kako spodbuditi potencialne naslednike, da na kmetijah, zlasti na hribovskih, ostanejo in nadaljujejo na njih s kmetijsko dejavnostjo, ter s tem zagotovijo ustrezno socialno varnost nekdanjega gospodarja in njegovega partnerja v obdobju njune starosti, zaradi kompleksnosti problematike niso enostavne in enopomenske. Finančne spodbude Evropske unije v obliki enkratnih izplačil mladim

kmetom ob prevzemu kmetij in v obliki letne rente starejšim kmetom, ki se predčasno upokojijo, so zaradi dokazano pomembnega vpliva ekonomskih dejavnikov na nasledstvo kmetijah kot ukrep sicer upravičene, vendar so po našem mnenju le zadnja stopnja od možnih spodbud za povečanje števila prevzemov in predaj slovenskih kmetij. Pomembne so šele takrat, ko je na kmetiji naslednik zagotovljen in tudi že natančno določen in ko se ta zagotovo odloči za prevzem kmetije in tudi za nadaljnje kmetovanje po prevzemu oziroma ko se gospodar odloči kmetijo nasledniku pravočasno predati. Vendar do takšnih odločitev mora na kmetiji sploh priti. Za izpolnitev tega pogoja je zato treba ključne korake narediti že veliko prej, in kot se je

izkazalo, lahko kmetje k temu v veliki meri prispevajo sami:

- če bi na kmetijah prepoznali in presegli tiste tradicionalne vzorce razmišljanj in ravnanj, ki ovirajo proces nasledstva ter s tem ogrožajo nadaljnji razvoj in obstoj kmetij;
- če bi prevladalo spoznanje na kmetijah, zlasti med gospodarji, da lahko s pozitivnim mišljenjem,

vzpodbudami, svojim zadovoljstvom in veseljem do dela in življenja na kmetiji, vplivajo na takšne odločitve svojih otrok;

- če bi prevladalo spoznanje na kmetijah, zlasti med gospodarji, da lahko svojim otrokom zaupajo, da naj v njih verjamejo, in da se naj ne bojijo predati naprej tega, kar so sami s trudom ustvarili.

## 5 SUMMARY

The successful transfer of farms to the younger generation is one of the basic conditions for ensuring social security for the elderly generation of farm population. Since young people are less and less interested for farm takeovers, in Slovenia this is mostly typical for mountain areas, the factors that affect farm succession were examined. It turned out that the most distinctive influence have factors reflecting the tradition or traditional way of thinking and acting, as well as the factors reflecting householders' viewpoints, perceptions and opinions, and in particular the factors that reflect the economic power of a farm. Due to the complexity of the solutions for encouraging young people for farm takeovers and with this for ensuring suitable social security for the older farm householder and his spouse aren't simple and unambiguous. But we nevertheless

think that potential successors would decide more often to takeover the farms and continue farming, if:

- farm householders would recognise and overcome those traditional patterns of thinking and behaviour, which impede the succession process and with that endanger the further development and existence of mountain farms;
- the realisation, where positive thinking, encouragement, self satisfaction and joy for work and life on farms would prevail, especially amongst householders, as they can have a huge influence upon their children's decisions;
- members of a farm, especially the householder realised that he can trust his children, believe in them and doesn't need to be afraid to hand over what he created with his own effort.

## 6 VIRI

- Barbič, A. 1993. (Samo)obnavljanje kmečkega sloja v Sloveniji. *Sodobno kmetijstvo*, 26, 6: 258–266.
- Fasterding, F. 1995. Hofnachfolge in Westdeutschland. *Landbauforschung Völkenrode*, 45, 1: 48–66.
- Fasterding, F. 1999. Nachfolge in landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland. *Berichte über Landwirtschaft*, 77, 2: 165–183.
- Fennell, R. 1981. Farm Succession in the European Community. *Sociologia Ruralis*, 21, 1: 19–42.
- Fox, J. 1997. Applied regression analysis, liner models, and related methods. London, New Delhi: Thousand Oaks, Sage Publicatons.
- Gasson, R. 1986. Part time farming: Strategy for survival? *Sociologia ruralis*, 24, 3: 364–376.
- Gasson, R., Errington, A. 1993. *The Farm Family Business*. Wallingford: CAB International.
- Gasson, R., Crow, G., Errington, A., Hutson, J., Marsden, T., Winter, D. M. 1988. The Farm As a Family Business: A Review. *Journal of Agricultural Economics*, 39, 1: 1–41.
- Glauben, T., Tietje, H., Weiss, C. H. 2002. Intergenerational Succession on Family Farms: Evidence from Survey Data. Kiel: University of Kiel, Department of Food Economics and Consumption Studies.
- Glauben, T., Tietje, H., Weiss, C. H. 2004. Succession in Agriculture: A Probit and Competing Risk Analysis. Selected paper for the annual Meeting of the American Agricultural Economist Association (AAEA) in Denver, 2004. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/20067/1/sp04gl03.pdf> (15. 1. 2010).
- Hribernik, F. 1993. Vpliv vrednotenja izobraževanja in vrednotenja poklicev na šolanje kmečke mladine. *Sodobno kmetijstvo*, 26, 6: 251–258.
- Hribernik, F. 1994. Sklepanje in razveljavljanje zakonskih zvez v Sloveniji s posebnim ozirom na kmečko prebivalstvo. *IB revija* 28, 12: 34–45.
- Hribernik, F. 1995. Nekateri vidiki socio demografskega položaja kmečkih družin v Sloveniji. *Socialno delo*, 34, 3: 203–216.
- Hribernik, F. 1996. Ali lahko kmetije v Sloveniji zagotavljajo primerno socialno varnost kmečkemu prebivalstvu? *Socialno delo*, 35, 1: 15–30.
- Kerbler, B. 2003. A conception of developmental typology of mountain farms: a case study of the municipality Ribnica na Pohorju. *Acta geographica Slovenica*, 43, 2: 87–120.
- Kimhi, A. 1994. Optimal Timing of Farm Transferal From Parent to Child. *American Journal of Agricultural Economics*, 76: 228–236.

- Kimhi, A., Lopez, R. 1999. A Note on Farmers' Retirement and Succession Considerations: Evidence from a Household Survey. *Journal of Agricultural Economics*, 52, 1: 154–162.
- Kimhi, A., Nachlieli, N. 2001. Intergenerational Succession on Israeli Family Farms. *Journal of Agricultural Economics*, 52, 2: 45–58.
- Kovačič, M. 1995. Funkcije kmetijstva v prihodnjem razvoju podeželja. V: Kovačič, M. (ur.): *Izhodišča, sestavine in problemi celovitega razvoja podeželja v Sloveniji*. Ljubljana: Skupina Narava in Človek (61–73).
- Laband, D. N., Lentz, B. F. 1983. Occupational Inheritance in Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 65, 2: 311–314.
- Liao, T. F. 1994. Interpreting probability models: logit, probit, and other generalized linear models. London, New Delhi: Thousand Oaks, Sage cop.
- Markeš, M. 1998. Vloga kmetijstva v razvojnem programu Triglavskega narodnega parka. V: Rečnik M., Verbič, J. (ur.): *Kmetijstvo in okolje: zbornik posveta*. Ljubljana: Kmetijski inštitut (91–96).
- Natek, M. 1989. Kmetije kot činitelji in jedra gospodarske in socialne preobrazbe hribovskega sveta. *Dela*, 6: 196–207.
- Pfeffer, M. J. 1989. Part time farming and the stability of family farms in the Federal Republic of Germany. *European Review of Agricultural Economics*, 16: 425–444.
- Pinterič, L., Černič Istenič, M., Vrtačnik, J. 2006. Kmečka družina na prehodu od tradicionalnosti k post modernosti. *Acta agriculturae Slovenica*, 88, 2: 101–116.
- Tietje, H. 2004. Hofnachfolge in Schleswig Holstein. Kiel: Institut für Ernährungswirtschaft und Verbrauchslehre der Christian Albrechts Universität zu Kiel.
- Treven, S. 1998. Management človeških virov. Ljubljana: GV.
- Väre, M., Weiss, C. H. 2003. Farmers' succession considerations and realization of succession plans. Typescript.
- Väre, M., Weiss, C. H., Pietola, K. 2005. Should one trust a farmer's succession plan? Empirical evidence on the intention behaviour discrepancy from Finland. Paper prepared for the presentation at the XIth Congress of the EAAE 'The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System', 24–27 August 2005, Copenhagen, Denmark.  
[Http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/24622/1/pp05va02.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/24622/1/pp05va02.pdf) (10. 1. 2010).
- Vrišer, I. 1995. Agrarna geografija. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
- Wooldridge, J. M. 2002. Econometric analysis of cross section and panel data. Cambridge, London: The MIT Press.



**Agrovoc descriptors:** pentatomidae, pest insects, pest resistance, crops, hosts, ecology, damage, crop losses, pest control

**Agris category code:** H10

## Ščitaste stenice (Pentatomidae) kot škodljivci gojenih rastlin in načini njihovega zatiranja

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

Delo je prispelo 23. novembra 2010; sprejeto 29. decembra 2010.

Received November 23, 2010; accepted December 29, 2010.

### IZVLEČEK

Šestdeset odstotkov vseh znanih vrst stenic (Heteroptera) spada med fitofage. Gospodarsko pomembnejše vrste spadajo v skupini Cimicomorpha in Pentatomomorpha, predstavnikom slednje pa pripisujemo zaradi škodljivosti na gojenih rastlinah vse večji pomen. Družina Pentatomidae je po številčnosti na tretjem mestu, v Sloveniji in bližnjih državah pa je gospodarsko najbolj škodljiva pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati). Njen pomen je vse večji tudi zato, ker za njeno zatiranje na križnicah, kjer se pojavlja najbolj številno, nimamo registriranega nobenega insekticida, poleg tega škodljivca nima znanega učinkovitega naravnega sovražnika. Kljub temu pa je mogoče z uporabo nekaterih okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja stenic zmanjšati njihovo številčnost pod prag gospodarske škodljivosti. Pri tem je zelo pomembna izbira gostiteljskih rastlin, tako z namenom izkoriščanja njihove naravne odpornosti na napad škodljivca, kot tudi ustrezne izbire drugih načinov njihovega zatiranja (vmesni posevki, privabilni posevki idr.).

**Ključne besede:** ščitaste stenice, Pentatomidae, sistematika, morfologija, bionomija, škodljivost, zatiranje

### ABSTRACT

#### STINK BUGS (Pentatomidae) AS CROP PESTS AND METHODS OF THEIR CONTROL

Sixty percent of all known true bugs (Heteroptera) are phytophagous. Economically the most important species belong to Cimicomorpha and Pentatomomorpha groups. The representatives of the latter are specially important, since they are harmful on cultivated plants. The Pentatomidae family is the 3<sup>rd</sup> largest from the Heteroptera (sub)order, and its the most harmful representative in Slovenia and in neighbouring countries is *Eurydema ventrale*. It is specially important because of the lack of insecticides registered against this pest in *Brassica* crops, where it occur most numerously. Beside this the species does not have any efficient natural enemy. Notwithstanding it is possible to reduce the number of *E. ventrale* below the economic threshold with the use of some environmentally acceptable control measures. In this context the choice of suitable host plants is very important, especially with the aim of use their natural resistance as well as for the purposes of other environmentally acceptable control measures (intercropping, trap crops etc.).

**Key words:** stink bugs, Pentatomidae, systematics, morphology, bionomics, damage, control

### 1 SISTEMATIKA, RAZŠIRJENOST IN ŠKODLJIVOST STENIC

Stenice uvrščajo nekateri v red Heteroptera (Milevoj, 2007), drugi, in njihovemu zgledu sledimo tudi v pričujočem delu, pa v podred z enakim imenom (Panizzi in Schaefer, 2000). Glede na slednjo klasifikacijo uvrščamo stenice med polkrilce (red Hemiptera), kamor spada tudi podred Homoptera (Schaefer in Panizzi,

2000). Podred Heteroptera vsebuje osem nižjih skupin: Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Leptopodomorpha, Gerromorpha, Nepomorpha, Cimicomorpha, Pentatomomorpha in Aradomorpha. Gospodarsko pomembne stenice se sistematsko najpogosteje uvrščajo v skupini Cimicomorpha in Pentatomomorpha. Na

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Zgornja Lipnica 9a, SI-4246 Kamna Gorica, e-mail: tanja.bohinc@gmail.com

<sup>2</sup> izr. prof., dr. agr. znan., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

splošno gledano se predstavniki podreda Heteroptera od tistih iz podreda Homoptera ločijo tudi po velikosti. Stenice so večje, kar pripomore k njihovi večji mobilnosti, obenem pa so zato manj privlačne za nekatere manjše plenilce. V primerjavi s podredom Homoptera pri stenicah hitreje narašča tudi številčnost populacij (Schaefer in Panizzi, 2000).

Fitofagne stenice predstavljajo 60 odstotkov vseh znanih vrst stenice (Schaefer in Panizzi, 2000). Od doslej ugotovljenih 36096 vrst stenice, je v Sloveniji znanih 734 vrst, kolikor jih obsega zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije (Heteroptera of Slovenia, 2008). Mnoge fitofagne vrste, ki so škodljive na gojenih rastlinah, postajajo gospodarsko vse bolj pomembne. Težave nastanejo takrat, ko se nekatere vrste preveč namnožijo in jih je potrebno zatirati. Med vrste, ki jih je potrebno zatirati spadajo na primer žitne stenice iz rodu

*Eurygaster*. Te lahko s sesanjem na žitnih zrnih in steblih precej zmanjšajo pridelek. Gospodarsko pomembne so tudi vrste iz rodu *Lygus*. Te povzročajo škodo na predstavnikih različnih družin gojenih rastlin, tudi na nekaterih križnicah, kjer se prehranjujejo na cvetnih brstih, cvetovih in drugih organih (Schwartz in Footlit, 1992; Schuh in Slater, 1995; Demirel, 2009). Poškodbe povzročajo že na sejančkih (Lamb, 1989; Butts in Lamb, 1990; Demirel, 2009).

Pridelovalci zelenjave na območju južne in srednje Evrope pa so se v zadnjih letih zagotovo že seznanili s steniciami iz rodu *Eurydema*. Za zatiranje kapusovih stenice pa pri nas ni registriranih insekticidov (Registrirana..., 2007), zato je potrebno iskati druge, zlasti okoljsko sprejemljive oziroma alternativne načine zatiranja teh škodljivcev.

## 2 TELESNA ZGRADBA IN RAZVOJNI KROG ŠČITASTIH STENIC

Stenice imajo dva para kril. Zadnja krila so mehkejša, opnasta in z vzdolžno gubo zložena pod sprednja (Gogala, 2003). Franjo Janežič (1951) opisuje image pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati) kot osebk z rdečim stranskim robom prednjih kril (slika 2). Trebušna stran je rdeča, brez risbe v sredi ali pa s črno liso. Mnoge naj bi imele rdečkasto ali rumenkasto lisasto osnovno barvo. Kapusova stenica (*Eurydema oleracea* [L.]) ima rob prednjih kril le v začetku rumen, rdeč ali belkast (slika 3). Osnovna barva zgornje strani je rdečkasta ali rumenkasta, vendar jo močno izrinjajo zelenkasto bleščeče lise, ki se med seboj spajajo. Trebušna stran je črna ali pa je po sredi vrsta podolgovatih črnih lis in na vsaki strani po ena vrsta črnih okroglastih lis. Kapusova stenica je manjša od pisane stenice.

Na glavi je par tipalk, ki so praviloma iz 4-5 členov. Poleg sestavljenih oči ima veliko vrst še dvoje pikčastih očesc (*ocellae*). Za stenice je značilno, da imajo ustne dele izoblikovane v kljunec. Kljunec je opremljen s čutili, ki omogočajo iskanje hrane in mest za sesanje (Gogala, 2003).

Za podred Heteroptera je značilna nepopolna preobrazba, kar pomeni, da njihov razvoj poteka od jajčeca prek ličinke do odrasle živali (Schaefer in Panizzi, 2000). Za ščitaste stenice je značilno, da samica izleže jajčeca v jajčna legla po 10 jajčec ali več skupaj

in jih prilepi na gostiteljsko rastlino (Maceljski in sod., 2004). Jajčeca odlagajo na spodnjo, redkeje na zgornjo, stran listov. Samica izleže v presledkih do 7 jajčnih legel. Jajčeca so sodčkasto cilindrične oblike. Pokrov jajčec je bel, brez lise. Pri kapusovi stenici so jajčeca visoka 0,8 mm. V začetku so rumenkaste barve, pozneje pozelenijo. Pisana stenica odlaga 1 mm visoka jajčeca zelenkaste barve s temno liso na pokrovu (Janežič, 1951).

Pravkar izlegle ličinke so zelo majhne, takoj po izleganju se zberejo v skupino in se ne prehranjujejo. Po prvi levitvi začnejo osebki zapuščati skupino in se prehranjevati. Z nadaljnjimi levitvami ličinke rastejo in postajajo bolj podobne odraslim živalim (slika 1). Trajanje stadija ličink ponavadi traja nekaj tednov. Septembra se odrasle stenice odpravijo na prezimovanje (Maceljski in sod., 2004).

Mnenja o številu rodov kapusovih stenice so različna. Nekateri strokovnjaki trdijo, da so bivoltilne žuželke, drugi pa, da so univoltilne. Maceljski in sod. (2004) na primer navajajo, da imajo kapusove stenice dva rodova na leto, Vrabl (1992) pa je mnenja, da ima stenica *Eurydema oleracea* (L.) le en rod na leto. Tanasijevič in Ilič (1969) navajata, da ima stenica *Eurydema ventrale* dva rodova na leto. Prvi rod lahko opazimo v drugi polovici junija, drugi rod pa se pojavlja sredi avgusta. Nato se stenice pripravljajo na prezimovanje.



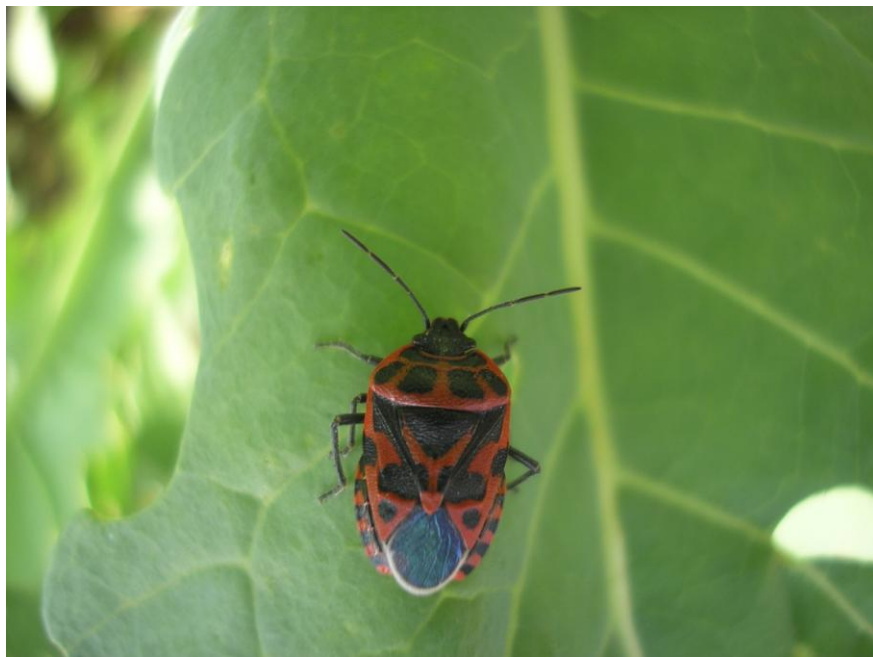


**Slika 1:** Ličinka pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati) med sesanjem na listu krmne ogrščice (foto: T. Bohinc).

Po številčnosti je družina Pentatomidae na tretjem mestu; takoj za družinama Reduviidae in Miridae. Družina travniških stenice (Miridae) velja po številčnosti za največjo. Med ščitastimi stenicami so znane tako fitofagne stenice kot tudi plenilke (Schaefer in Panizzi, 2000). Družina ščitastih stenice vsebuje 8 poddružin: Asopinae, Cyrtocorinae, Discocephalinae, Edessinae, Pentatominae, Phyllocephalinae, Podopinae in Serbaninae (Schaefer in Panizzi, 2000).

Za predstavnike iz družine Pentatomidae je značilno široko in ploščato telo, velik ščitek in petčlenaste tipalke, po katerih so dobile latinsko ime. V dolžino lahko merijo od 6 do 23 mm (Capinera, 2001). Med predstavnike kapusovih stenice uvrščamo vrste

*Eurydema dominula* (Scopoli), *Eurydema fieberi* Schummel, *Eurydema ornatum* (L.), *Eurydema pulchrum* (Westwood), *Eurydema rugosa* (Motschulsky), pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati), kapusova stenica (*Eurydema oleracea* [L.] in še kakšno (Pentatomidae in the..., 1997). Med gostiteljskimi rastlinami najpogosteje omenjajo rastline iz družine križnic, kot so zelje (*Brassica oleracea* var. *capitata*), cvetača (*Brassica oleracea* [L.] var. *botrytis* L. *cauliflora*), ohrovt (*Brassica oleracea* [L.] var. *sabauda* [L.]), bela gorjušica (*Sinapis alba* [L.] in mnoge druge (Ludwig in Kok, 1998).



**Slika 2:** Odrasel osebek pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati) na listu krmne ogrščice (foto: T. Bohinc)

Vrsti *Eurydema rugosum* in *Eurydema pulchrum* sta pomembni škodljivki, ki se pojavljata na križnicah. Za Kitajsko, bivše države Sovjetske zveze in del osrednje Azije sta to zelo pomembni vrsti škodljivcev. Za obe je značilno, da prezimita v odraslem stadiju. Diapavzo izzove krajša fotoperioda in pomanjkanje gostiteljskih

rastlin. Na začetek razmnoževanja spomladi količina hrane ne vpliva. Vrsta *Eurydema rugosum* doseže največjo številčnost v začetku junija, vrsta *Eurydema pulchrum* pa v sredini oktobra (Numata in Yamamoto, 1990; Schaefer in Panizzi, 2000)



**Slika 3:** Odrasel osebek kapusove stenice (*Eurydema oleracea* [L.]) na listu bele gorjušice (foto: T. Bohinc)

### 3 VPLIV ABIOTIČNIH IN BIOTIČNIH DEJAVNIKOV NA BIONOMIJO ŠČITASTIH STENIC

#### 3.1 Fotoperioda in temperatura

Na indukcijo diapavze pri nekaterih stenich, ki se prehranjujejo na semenu, vpliva tudi dolžina dneva oziroma svetlobe. Dolžina svetlobe ima velik pomen predvsem pri tistih stenich, ki prezimijo kot imagi. Tako poznamo stenice, ki se odzivajo na dolg dan in kratek dan. Tudi kombinacija dejavnikov, na primer temperature in dolžine dneva, pa ima na nekatere stenice zelo močan vpliv. Na Kitajskem so tako ugotovili zelo nespecifično odzivanje zelene smrdljivke (*Nezara viridula* [L.]) na vremenske razmere. Ta škodljivec, ki izvira iz krajev blizu ekvatorju, prezimi kot imago in mu ustreza daljši dan. Zadnji rod te vrste se izleže pozno jeseni, v krajih, kjer je dan krajši, pa predstavniki zadnjega rodu ne morejo vstopiti v diapavzo in zato ne preživijo zime (Numata, 2003).

Dolžina dneva ima velikokrat največji pomen pri indukciji diapavze. Sam odziv škodljivca na fotoperiodo pa pogojuje tudi količina hrane in nasičenost zraka z vlago (Numata in Ikeda-Kikue, 2001). Znano je, da je intenzivnost diapavze velikokrat odvisna od vremenskih razmer v dobi indukcije diapavze (Ikeda-Kikue in Numata, 1994). V krajih z višjo geografsko širino morajo tudi žuželke nastopiti prej z diapavzo (Numata in Nakamura, 2002).

Vrsta *Eurydema rugosa* je značilno občutljiva na kratek dan. Tako lahko kratka osvetlitev pri samicah izzove diapavzo ne glede na zalogo hrane. Prav tako lahko dolžina dneva vpliva na parjenje (Numata in Yamamoto, 1990).

Temperatura ima pomembno vlogo pri nastopu diapavze oziroma obdobju zimskega mirovanja. Pri nekaterih vrstah temperatura upočasnjuje vstop škodljivca v diapavzo, pri drugih vrstah (na primer pri zeleni smrdljivki) pa nima večjega pomena pri indukciji diapavze (Numata, 2004).

#### 3.2 Hrana

Dostopnost gostiteljskih rastlin je še eden od dejavnikov, ki vplivajo na številčnost populacij škodljivcev. Velikokrat lastnosti gostiteljskih rastlin vplivajo na to, ali bo škodljivec razvil enega ali več rodov. Tudi razvojni stadij gostiteljskih rastlin ima pri tem velik pomen. V tej zvezi je pomemben predvsem čas cvetenja (Numata in Ikeda-Kikue, 2001). Dostopnost hrane pa ima velik vpliv tudi na obdobje po diapavzi oziroma na obdobje razmnoževanja (Numata, 2004). Razvojni stadij cvetenja pa je mogoče izkoriščati tudi pri načinih zatiranja škodljivcev. Med takšne načine spada metoda privabilnih posevkov, pri kateri želimo glavni posevek obvarovati pred škodljivcem z njegovim privabljanjem na privabilne posevke (Shelton in Badenes-Perez, 2006).

Pri prehranjevanju so stenice tekmeči človeku. Vsem so namreč zanimivi isti rastlinski organi. Stenice namreč takšne rastlinske organe poškodujejo in posledično so ti za človeka nezanimivi. Znano je, da podred Heteroptera privlačijo z dušikom bogate rastline, medtem ko podred Homoptera bolj privlačijo rastline, kjer je dušika manj (Schaefer in Panizzi, 2000).

### 4 IZBIRA GOSTITELJSKIH RASTLIN

Stenice s sesanjem na listih izzovejo pojav belih peg, ob močnejšem napadu stenic je list prosojen, preluknjan (slika 4). Tkivo znotraj teh pik je nekrotizirano; če so poškodbe močne, se list lahko posuši oziroma se posuši cela rastlina. Poškodbe so najbolj obsežne na mladih rastlinah, po vzkalitvi ali po presajanju (Maceljski, 2002).

Povezava med rastlinami in žuželkami, ki so vezane na obstoj teh rastlin, je zelo kompleksna. Že od perma naprej je znano, da rastline za svoj obstoj potrebujejo tudi žuželke (Harrewijn *et al.*, 1995). Fitofagne stenice so znane predvsem po svoji natančni izbiri gostiteljskih rastlin. Na splošno gledano se vrste žuželk razlikujejo tudi po tem, na katerih delih rastlin se prehranjujejo. Izbira gostiteljske rastline je odvisna od »dražljajev«, ki

jih oddajajo gostiteljske oziroma negostiteljske rastline. Gre za skupek mehaničnih in okušalnih dejavnikov, ki so jih iz okolja sposobne sprejeti žuželke.

Gostiteljske rastline lahko služijo tudi kot mesta, kjer se srečujejo samci in samice ter prihaja do parjenja. To informacijo lahko vzamemo že kot samoumevno pri škodljivcih, kjer si ličinka in imago delita isto gostiteljsko rastlino. Gostiteljsko rastlino največkrat izbere samica, s tem, da na list ali drug nadzemski organ odloži jajčeca. Pri izbiranju gostiteljske rastline se mora stenica odločiti na podlagi množice dejavnikov. Izbira je razdeljena v več korakov, ki so sledeči: orientacija v prostoru, pristajanje na rastlini, prehranjevanje in ovipozicija (Visser, 1986).



**Slika 4:** Poškodbe kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) na listu krmne ogrščice (foto: T. Bohinc)

## 5 ZATIRANJE STENIC

### 5.1 Insekticidi

Skrb za okolje ima tudi pri preprečevanju pojava stenice vedno večji pomen. Uporaba okolju prijaznih načinov zatiranja dobiva vedno večjo prednost pred sintetičnimi insekticidi. Problem nastane tudi takrat, ko za zatiranje škodljivca ni na razpolago ustreznega registriranega insekticida. Za zatiranje kapusovih stenice v Sloveniji trenutno ni registriranega insekticida (Registrirana..., 2007). Včasih pa so kot ustrezne pripravke za zatiranje pisane stenice navajali insekticide na podlagi triklorforma, fentiona, fenitrotiona, klorpirifosa, pirimifos- metila in piretroide (Vrabl, 1992). Insekticide, ki so namenjeni preprečevanju pojava nekaterih škodljivcev na zelju in katerih uporaba je v Evropi prepovedana, pa še vedno uporabljajo drugod po svetu (Butaye in Degheele, 1995; Ester *et al.*, 2003; Trdan *et al.*, 2006a).

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani so v letih 2002-2003 izvajali raziskavo, kjer so testirali učinkovitost treh insekticidov proti kapusovim stenicam (*Eurydema* spp.) na dveh kultivarjih zelja. Največjo učinkovitost je pokazal sintetični insekticid malation, zadovoljvo pa tudi olje oljne ogrščice (refined rape oil) in pottassium soap. Z namenom zmanjšanja uporabe sintetičnih insekticidov avtorji (Trdan *et al.*, 2006a) predlagajo predvsem uporabo cenejšega refined rape oil.

### 5.2 Naravna odpornost rastlin

Obrambni mehanizmi rastlin pred škodljivci so razlog, da lahko od škodljivih organizmov pričakujemo, da se bodo pojavljali na samo določenih delih rastlin (Harrewijn in sod., 1995). Rastline se proti svojim napadalcem branijo na različne načine. Nekaterim rastlinam pri obrambi pomaga odebeljena kutikula, druge rastline pred škodljivci varuje voskasta povrhnjica; tretje rastline kot svoj obrambni mehanizem uporabijo trne, bodice in druge dele rastlinskih organov. Epikutikularni vosek na listih zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata*) lahko služi kot mehanska ovira pred napadom kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.), tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) in pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati), saj so rezultati domačega poskusa pokazali, da omenjeni škodljivci kažejo majhno preferenco do zeljnatih glav z visoko vsebnostjo epikutikularnega voska (Žnidarčič in sod., 2008). Rastline pa se pred škodljivci lahko branijo tudi kemično (npr. s tanini).

Uporaba ustreznih kultivarjev zelja ustrezno pripomore k zmanjšanju gospodarske škode, ki jo povzročajo škodljivci. Kultivar »Holandsko pozno rdeče« je eden od kultivarjev zelja, ki ni tako zelo dovzeten za napade kapusovih stenice in tobakovega resarja. Ostali kultivarji, uporabljeni v tej raziskavi, so pokazali večjo dovzetnost



za napade škodljivcev (Žnidarčič in sod., 2008). Vendar pa vse naštetu po mnenju nekaterih rastlinam premalo pomaga pri odvratanju škodljivcev iz podreda Heteroptera (Schaefer in Panizzi, 2000).

### 5.3 Biotično varstvo

V nekaterih državah, predvsem v Turčiji, pa si pri zatiranju populacije stenic pomagajo z njihovimi naravnimi sovražniki. Gre predvsem za jajčne parazitoide, ki svoja jajčeca odlagajo v jajčeca škodljivca. V raziskavi so jajčeca azijske žitne stenice (*Eurygaster intergriceps* Puton) shranjevali v laboratoriju. Ta stenica spada med najpomembnejše škodljivce na žitih v Turčiji, pa tudi v državah Bližnjega vzhoda. Rastline ogroža skozi vso rastno dobo. Lahko uniči tudi do 100 % pridelka. Jajčeca azijske žitne stenice so pred parazitiranjem hranili pri dveh različnih temperaturah, 6 in  $-20$  °C. Parazitiranje jajčec, hranjenih pri 6 °C, je trajalo dva meseca, parazitiranje jajčec gostitelja hranjenih pri  $-20$  °C pa skoraj štiri mesece. Kot oviro navajajo dejstvo, da učinkovitost parazitiranja s časom pada (Kivan in Kilic, 2005). Omenjeni ukrepi zatiranja lahko za seboj potegne tudi velike stroške, kljub vsemu pa postaja uporaba naravnih sovražnikov vse pomembnejši ukrep varstva rastlin pred škodljivimi stenicami.

V Laboratoriju za entomologijo na Katedri na fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo je v letu 2008 potekal poskus, kjer so preučevali učinkovitost entomopatogenih ogorčic pri zatiranju pisane stenice. Preučevali so vpliv treh vrst entomopatogenih ogorčic, in sicer *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ter *Heterorhabditis bacteriophora* na ličinke in odrasle osebkne pisane stenice, ob upoštevanju temperature, koncentracije suspenzij entomopatogenih ogorčic in časa aplikacije ogorčic. Poskus je potekal v temi. Omenjeni biotični agensi so bili pri višji temperaturi in višji koncentraciji bolj učinkoviti. Raziskava je pokazala, da so ogorčice učinkoviteje delovale na imago, kot pa na ličinke pisane stenice (Zupančič, 2008).

### 5.4 Vmesni in privabilni posevki

Lastnosti gostiteljskih rastlin pa lahko izkoriščamo tudi pri drugih ukrepih varstva rastlin: medsetvah (angl. intercropping), privabilnih posevkih (angl. trap cropping), varovalnih posevkih (angl. cover crops) in drugih (Cook *et al.*, 2006; Trdan, 2008). Metoda medsetve je namenjena predvsem za zmanjšanje škodljivega delovanja škodljivcev v monokulturah. Zaradi naraščajoče specializacije kmetijskih gospodarstev se je v zadnjih stotih letih na kmetijskih gospodarstvih zmanjšala diverziteteta, tako gojenih rastlin kot tudi kmetijskih sistemov. Za rastline, ki jih

uporabljamo kot vmesni posevek, je pomembno, da čim dlje cvetijo oziroma cvetijo takrat, ko se škodljivec intenzivno pojavlja. Škodljivec, ki ga zatiramo, mora biti polifag. Pri varstvu rastlin uporabljamo tudi varovalne posevke, katerih glavni namen je preprečitev vetrne ali vodne erozije in vračanje organske snovi v tla. So nizko rastoče rastline, gojene z namenom, da prekrijejo golo (neporaščeno) talno površje; s tem tla zavarujejo pred preveliko izgubo vode, ohranjajo njihovo teksturo in s tem produktivnost. Varovalne posevke sejemo med vrstami glavnih posevkov ali v času zunaj rastne dobe glavnih posevkov (Shelton in Badenes-Perez, 2006; Trdan, 2008).

V primerih, ko glavni posevek nima odpornosti na škodljivega organizma oziroma če za njegovo zatiranje ni registriranega fitofarmaceutskega sredstva ali pa so ti predragi, je pri varstvu rastlin vse bolj pogosto uporabljena metoda privabilnih posevkov. Pri njih izkoriščamo lastnosti za škodljivce dovzetnih rastlin. Te posadimo oziroma posejemo med rastline glavnega posevka ali v njegovo bližino, z namenom, da bi na dovzetne rastline privabili škodljivce in obenem zmanjšali njihovo številčnost na glavnem posevku (Gray in Koch, 2002).

S to metodo varstva rastlin si lahko pomagamo v integriranem varstvu rastlin, kjer se predvsem poslužujemo agrotehničnih ukrepov, ki temeljijo na zatiranju škodljivcev oziroma prenašalcev bolezni ter uporabi ustreznega kolobarja. Dovoljena pa je tudi uporaba nekaterih fitofarmaceutskih pripravkov. Kot primer lahko navedemo, da je uporaba herbicidov v integrirani pridelavi kapusnic dovoljena po vzniku kapusnic in plevela (Tehnološka..., 2008).

V primerjavi z metodo vmesnih posevkov je metoda privabilnih posevkov slabše preučena (Trdan in sod., 2005).

Znani so predvsem primeri uporabe »trap croppinga«, kjer so za zatiranje poljskih stenic (*Lygus* spp.) na bombažu in solati kot privabilni posevek v vrste blizu glavnega posevka posejali lucerno. Del zemljišča z lucerno so razdelili na pol in vsako polovico pokosili v 14 dnevni intervalih. S tem so poskrbeli, da so poljske stenice imele vedno dovolj hrane. Ta metoda je uporabna predvsem pri zmanjševanju pojava fitofagnih žuželk, žuželk – vektorjev povzročiteljev rastlinskih bolezni, fitoparazitskih ogorčic in drugih. Selektivnost privabilnih posevkov pa ovira, da bi se ta metoda prenesla širše v prakso (Gray in Koch, 2002).

Prvotno so sintetični insekticidi veliko pripomogli k zmanjšanju populacij določenih škodljivcev. Če upoštevamo to dejstvo, ima metoda privabilnih posevkov veliko pozitivnih lastnosti, saj se je v nekaterih primerih zelo zmanjšala uporaba sintetičnih

insekticidov. Stenica *Murgantia histrionica* (Hahn) je bila v Ameriki ena od najbolj škodljivih stenic na kapusnicah. Kot gostiteljske rastline navajajo več kot 50 vrst križnic. Privabilni posevki, posejani pred glavnim posevkom, so samicam zagotavljali mesta za ovipozicijo. Ta mesta so pozneje uničili in vpostavili razmere za večjo škodljivost omenjene žuželče vrste (Ludwig in Kok, 1998).

Kot privabilne posevke so velikokrat uporabili kitajski kapus, oljno ogrščico, oljno repico, sončnice in mnoge druge rastlinske vrste. Te rastline so uporabili pri zmanjševanju škodljivosti repičarja (*Meligethes aeneus* F.) na cvetači in brokoliju. Izgube pridelka so v času raziskave dosegle 3–15 % (Ludwig in Kok, 1998).

Metoda privabilnih posevkov je bila uporabljena tudi v primeru, ko so želeli zmanjšati gospodarsko škodljivost stenic *Euschistus servus* (Say), *Euschistus tristigmus* (Say), *Acrosternum hilare* (Say), *Nezara viridula* in *Leptoglossus* spp. Omenjene vrste povzročajo poškodbe na sadju, oreščkih, zelenjavi, stročnicah in veljajo za škodljive organizme, ki so na večino insekticidov že pridobili rezistenco. Za zmanjševanje njihove škodljivosti v soji ponekod uporabljajo ajdo kot

privabilni posevek. Ajdo omenjajo kot odlično privabilno rastlino, ker ni zahtevna za pridelavo, njen cvetni prah pa s pridom izkoriščajo čebele in naravni sovražniki škodljivcev (Trdan *et al.*, 2006b; Trap crops..., 2008).

Praden pa posadimo oziroma posejemo privabilni posevek moramo biti pozorni na več stvari. Najpomembnejše je, da za privabilni posevek izberemo takšne rastlinske vrste, ki bodo za škodljivce veliko bolj zanimive kot je glavni posevek. Pomemben pa je tudi način razvrstitve glavnega in privabilnega posevka. Prav tako moramo biti pozorni na delež površine, ki jo pokriva privabilni posevek. Po nekaterih podatkih naj bo ta vsaj 20 % celotne površine njive. Čeprav je privabilni posevek namenjen privabljanju škodljivcev, pa lahko pride tudi do obratne situacije in začne preučevani škodljivec v večjem številu prehajati na rastline glavnega posevka. Zato moramo privabilne posevke redno pregledovati. V navezovanju z metodo privabilnih posevkov se dostikrat pojavlja izraz »dead-end trap crops«. Izraz se navezuje na dejstvo, da so privabilni posevki namenjeni lovljenju škodljivih organizmov, tam pa jih zatremo (Shelton in Nault, 2004).

## 6 SKLEPI

Predstavniki podreda Heteroptera so v naravi številčno zastopani. Fitofagne stenice predstavljajo 60 odstotkov vseh znanih vrst stenic in spadajo med žuželke z nepopolno preobrazbo (Schaefer in Panizzi, 2000). Predstavniki iz družine ščitastih stenic (Pentatomidae) veljajo v Sloveniji za vse bolj gospodarsko pomembne škodljivce. V tej zvezi velja omeniti predvsem predstavnike iz rodu *Eurydema*. Ti so zastopani po celem svetu, a hkrati so posamezne vrste zelo slabo preučene. Na Kitajskem in v bivših državah Sovjetske zveze se kot škodljivki pogosto pojavljata vrsti *Eurydema rugosum* in *E. pulchrum*, v Sloveniji pa se najpogosteje omenjata vrsti *E. oleracea* in *E. ventrale*. Slednja, pisana stenica, se v Sloveniji pojavlja na različnih vrstah kapusnic.

Pri varstvu rastlin pred kapusovimi stenicami velja omeniti, da v Sloveniji nimamo registriranega sintetičnega insekticida, s katerim bi si lahko pomagali pri zmanjševanju njihove številčnosti (Registrirana ..., 2007). Upoštevalo bi okoljevarstveni vidik pa želimo, da je uporaba sintetičnih insekticidov čim manjša (Trdan in sod., 2006a). Metoda uporabe privabilnih posevkov pri varstvenih ukrepih je v tem primeru zelo koristna. Setev

za škodljive organizme dovzetnih rastlin poleg rastlin, ki jih želimo obvarovati pred temi organizmi, ima številne pozitivne lastnosti. Zato moramo biti pozorni na pravilno izbiro pravih gostiteljskih rastlin. Te morajo biti za škodljivce bolj privlačne, zanimive od rastlin glavnega posevka.

Uporaba naravnih sovražnikov pri varstvu rastlin pred gospodarsko škodljivimi stenicami predstavlja eno od možnosti za njihovo zatiranje na okoljo sprejemljivejši način (Kivan in Kilic, 2005), a bi v pokrajinah, kjer naravni sovražniki niso naravno zastopani, njihov vnos lahko povzročil več težav kot pa koristi, zlasti ob vnosu naravnih sovražnikov generalistov. Za Slovenijo so v tej zvezi trenutno uporabne le entomopatogene ogorčice (Laznik and Trdan, 2008), seveda pa je potrebno njihovo učinkovitost na prostem najprej preveriti v poljskih poskusih. Neuspehi pri zatiranju nekaterih škodljivcev zaradi pojava odpornosti proti kemičnim sredstvom kažejo, da vseh težav ni mogoče rešiti s kemičnimi pripravki, temveč, da je nujen razumen, smotrni integriran pristop, ki lahko ponuja dolgotrajnejše rešitve (Maček in Vrabl, 1995).

## 7 ZAHVALA

Prispevek je bil pripravljen v okviru programa Hortikultura (P4-0013), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, in v okviru CRP projektov V4-0524 in V4-1067, ki ju financirajo Javna

agencija za raziskovalno dejavnost RS, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Ministrstvo za okolje in prostor RS.

## 8 VIRI

- Butaye L., Degheele D. 1995. Benzoylphenyl ureas effect on growth and development of *Eulophus pennicornis* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval ectoparasite of the cabbage moth (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 88: 600-605.
- Butts, R.A., Lamb, R.J. 1990. Injury to oilseed rape caused by mirid bugs (*Lygus*) (Heteroptera: Miridae) and its effect on seed production. *Ann. Appl. Biol.* 117: 253-266.
- Butts, R. A., Lamb, R.J. Seasonal abundance of three *Lygus* species (Heteroptera: Miridae) in oilseedrape and alfalfa in Alberta. *J. Econ. Entomol.* 84: 450-456.
- Capinera, J. L. 2001. Handbook of vegetable pests. San Diego, Academic Press: 729 p.
- Cook, S. M., Smart, L.E., Martin, J. L., Murray, D. A., Watts, N.P., Williams, I.H. 2006. Exploitation of host plant preferences in pest management strategies for oilseed rape (*Brassica napus*). *Entomol. Exp. Appl.* 119: 221-229.
- Demirel, N. 2009. Determination of heteroptera species on canola plants in Hatay province of Turkey. *Afr. J. Agric. Res.*, 4: 1226-1233.
- Ester A., Putter H., van de Bilsen JGPM. 2003. Filmcoating the seed of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* L.) and cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) with imidacloprid and spinosad to control insect pest. *Crop Prot.* 22: 761-768.
- Gogala M. 2003. Stenice - Heteroptera. In: *Živalstvo Slovenije*. Sket B. (ed.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 329-345.
- Gray F. A., Koch D. W. 2002. Trap crops. In: *Encyclopedia of Pest Management*. Pimental D. (ed.). Wyoming, Lacraime, University of Wyoming: 852-864.
- Harrewijn P., Minks A. K., Mollema C. 1995. Evolution of plants volatile production in insect-plant relationship. *Chemoecology*, 5/6: 55-73.
- Heteroptera of Slovenia. Stenice Slovenije. Prirodoslovni muzej Slovenije: 2008 <http://mrc.pms-lj.si/heteroptera/> (23.12.2008)
- Ikeda-Kikue K., Numata H. 1994. Effect of low temperature on the termination of photoperiodic and food-mediated diapause in the cabbage bug, *Eurydema rugosa* Motschulsky (Heteroptera: Pentatomidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29: 229-236.
- Ikeda-Kikue K., Numata H. 2001. Timing of diapause induction in the cabbage bug *Eurydema rugosum* (Heteroptera: Pentatomidae) on different host plants. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 65: 179-205.
- Janežič, F. 1951. Varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci. Ljubljana, Ljubljana, Državna založba Slovenije: 567 p.
- Kivan M., Kilic N. 2005. Effects of storage at low-temperature of various heteropteran host eggs on the egg parasitoid *Trissolcus semistriatus*. *Biocontrol* 50: 589-600.
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2008. Entomopathogenic nematodes, natural enemies of foliar pests of vegetable brassicas. *Acta Agric. Slov.* 91: 227-237 [Slovenian].
- Ludwig S. W., Kok L. T. 1998. Evaluation of trap crops to manage harlequin bugs, *Murgantia histrionica* (Hahn) (Hemiptera: Pentatomidae) on broccoli. *Crop Prot.* 17: 123-128.
- Maceljki M. 2002. Poljoprivredna entomologija. 2. ed. Čakovec, Zrinski: 519 p.
- Maceljki M., Cvjetković B., Ostojić Z., Igrc Barčič J., Pagliarini N., Oštrec L., Barić K., Čizmić I. 2004. Štetočinje povrća s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Čakovec, Zrinski: 517 p.
- Maček, J., Vrabl, S. 1995. Ekosocialno kmetijstvo in varstvo rastlin. In: *Zbornik predavanj in referatov z 2. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin*. Maček, J. (ed.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 11-18.
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija (splošni del). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 p.
- Numata H., Yamamoto K. 1990. Feeding on seeds induces diapause in the cabbage bug *Eurydema rugosa*. *Entomologia*, 57: 281-284.
- Numata H., Nakamura K. 2002. Photoperiodism and seasonal adaptations in some seed-sucking bugs (Heteroptera) in central Japan. *Eur J. Entomol.* 99: 155-161.
- Numata H. 2004. Environmental factors that determine the seasonal onset and termination of reproduction in seed-sucking bugs (Heteroptera) in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 39: 565-573.
- Pentatomidae in the UMMZ insect division.1997. [http://insects.ummz.lsa.umich.edu/Species\\_Lists/Pentatomidae.html](http://insects.ummz.lsa.umich.edu/Species_Lists/Pentatomidae.html) (4.1.2009)
- Registrirana fitofarmacevtska sredstva v Republiki Sloveniji do vključno 31.1.2007. Fito-info 2009: Informacijski sistem za varstvo rastlin. <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/FFSCD/CD/index.htm> (05.01.2009)

- Schaefer C. W., Panizzi A. R. 2000. Heteroptera or Economic importance. Boca raton, CRC Press: 828 p.
- Schuh, R.T., Slater, J.A. 1995. True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History. Comstok Pub. Associates. Ithaca. New York: 336 p.
- Shelton, A. M., Badenes-Perez, F. R. 2006. Concepts and application of trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 285-308
- Shelton A. M., Nault B. A. 2004. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth. *Crop Prot.* 23: 497-503.
- Scwartz, M.D.; Footlit, R. G. 1992. *Lygus* species on oilseedrape, mustard and weeds. A survey across the prairie provinces of Canada. *Can. Entomol.* 124: 151-158.
- Tanasijević, N., Ilić, B. 1969. Posebna entomologija. Beograd, Građevinska knjiga: 399 p.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave. 2008. [http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/saSSo/2008\\_Sonaravno\\_kmetijstvo/TN\\_zelenjava\\_2008.pdf](http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/saSSo/2008_Sonaravno_kmetijstvo/TN_zelenjava_2008.pdf) (4.3. 2008)
- Trap crops for management of stink and leaffooted bugs.2008 [http://ufinsect.ifas.ufl.edu/stink\\_bugs/bug\\_trap\\_crops.htm](http://ufinsect.ifas.ufl.edu/stink_bugs/bug_trap_crops.htm) (20.12.2008)
- Trdan S. 2008. Okoljsko sprejemljive metode zatiranja škodljivih organizmov. Gradivo za predavanja iz fitomedicine. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 29 p.
- Trdan S., Valič N., Žnidarčič D., Vidrih M., Bergant K., Zlatič E., Milevoj L. 2005. The role of Chinese Cabbage as a trap crop for flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in production of white cabbage. *Sci. Hortic.* 106: 12-24.
- Trdan S., Žnidarčič D., Valič N. 2006a. Field efficacy of three insecticides against cabbage stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) on two cultivars of white cabbage. *Int. J. Pest Manag.* 52: 79-87.
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Valič, N., Rozman, L., Vidrih, M. 2006b. Intercropping against onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in onion production: on the suitability of orchard grass, lacy phacelia, and buckwheat as alternatives for white clover. *J. Plant Dis. Prot.* 113: 24–30.
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 p.
- Visser J. H. 1986. Host odor perception. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 121-139.
- Zupančič, A. 2008. Laboratorijsko preučevanje učinkovitosti entomopatogenih ogorčic (Rhabditida) za zatiranje pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera, Pentatomidae). Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 54 p.
- Žnidarčič D., Valič N., Trdan S. 2008. Epicuticular wax content in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) as a mechanical barrier against three insect pests. *Acta Agric. Slov.* 91: 361-370.



**Agrovoc descriptors:** selenium,plants,ecology,mineral content,bioaccumulation,mankind,health,human nutrition,food chains,nutrient uptake,antineoplastic agents

**Agris category code:** F60,S01

## Selen in njegove zvrsti v okolju

Dragan ŽNIDARČIČ<sup>1</sup>

Delo je prispelo: 11. novembra 2010; sprejeto: 27. decembra 2010.

Received: November 11, 2010; accepted: December 27, 2010.

### IZVLEČEK

Selen (Se) je esencialen element za ljudi in živali, za rastline pa njegova esencialnost še ni dokazana. Številne študije so tudi pokazale, da imajo nekatere organske oblike Se antikancerogeno delovanje proti določenim oblikam raka. Se je prisoten v tleh (naravno ali zaradi antropogenih vplivov) in pride v prehranjevalno verigo prek rastlin. Se se v okolju nahaja tako v anorganski kot v organski obliki, vključujoč selenoaminokislino in metilirane zvrsti. Sposobnost nekaterih rastlin, da akumulirajo in transformirajo anorganske oblike Se v bioaktivne organske oblike, pomembno vpliva na prehrano in s tem na človekovo zdravje. Esencialnost Se za rastline še ni bila dokazana, vendar so nekatere rastline sposobne absorbirati večje količine tega elementa. Nekatere rastline (vrste iz rodov *Astragalus*, *Stanleya*, *Morinda* in *Neptunia*) na eni strani lahko akumulirajo več tisoč miligramov Se kg<sup>-1</sup> suhe snovi (Se akumulirajoče rastline), na drugi strani pa imamo rastline, ki vsebujejo manj kot 25 mg Se kg<sup>-1</sup> suhe snovi (Se neakumulirajoče rastline). V tretjo skupino sodijo Se sekundarno akumulirajoče rastline iz rodov *Aster*, *Atriplex*, *Castilleja* ..., ki dobro uspevajo na tleh, bogatih s Se, rastejo pa tudi, če je Se manj, in akumulirajo do 1.000 mg Se kg<sup>-1</sup> suhe snovi. Rastline se pred visokimi koncentracijami Se branijo tako, da ohranjajo koncentracijo SeCys in SeMet v celicah, da povečujejo tvorbo nebeljakovinskih aminokislin, da izključijo SeCys iz beljakovin ali s pretvorbo Se v hlapne spojine.

**Ključne besede:** selen, zvrsti, okolje, rastline

### ABSTRACT

#### SELENIUM AND ITS SPECIES IN THE ENVIRONMENT

Selenium (Se) is an essential element for humans and animals, but there is no evidence if plants need it. Moreover, several studies have suggested that some organic forms of Se could show anticarcinogenic properties against certain types of cancer. Se is present in soil (naturally or due to anthropogenic activities) and can enter the food chain through plants. In environmental samples, Se can be found in inorganic and organic forms, including selenoaminoacids and methylated compounds. The ability of several plants to accumulate and transform inorganic forms of Se into bioactive organic compounds has important implications for human nutrition and health. Se essentiality for plants has not yet been proven, but many plants are capable of accumulating higher concentrations of Se compounds. Certain native plants (as species of *Astragalus*, *Stanleya*, *Morinda* and *Neptunia*) are able to accumulate several thousand milligrams of Se kg<sup>-1</sup> dry weight in their tissues (Se accumulators). On the other hand, most crop plants contain less than 25 mg Se kg<sup>-1</sup> dry weight (Se nonaccumulators). A third category of plants (*Aster*, *Atriplex*, *Castilleja* ...), grown on soils of low-to-medium Se content and accumulate up to 1,000 mg Se kg<sup>-1</sup> dry weight (secondary Se accumulators). The resistance to excessive Se has been related to the formation of organoselenium compounds (SeCys and SeMet) that can not be incorporated into proteins and also the ability of these plants to convert Se into volatile species.

**Key words:** selenium, species, environment, plants

### 1 UVOD

Začetki zgodovine preučevanja selena (Se) segajo v leto 1817, ko ga je med analiziranjem rdečih oblog na stenah svinčenih komor v tovarni žveplove kisline odkril

švedski kemik Jons Jakob Berzelius. Bil je prvi, ki je izoliral in opisal element (Hayghart, 1994).

<sup>1</sup> Doc., dr., Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Jamnikarjeva ulica 101, SI-1111 Ljubljana; e-mail: dragan.znidarcic@bf.uni-lj.si

Poskusi na živalih so pokazali, da se ob zadostni količini Se v prehrani zmanjša število tumorskih tvorov. Vpliv preprečevanja rakastih obolenj pri večjem vnosu Se so opazili v različnih fazah raka pri različnih živalskih vrstah. V večini študij z živalmi je bil vir Se v obliki  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (Peter in sod., 1982; Harrison in sod., 1984; Koenig in sod., 1997; Lipinski, 2005).

Zadostna količina Se v prehrani naj bi zmanjšala nevarnost obolenosti za rakom tudi pri človeku.

Epidemiološke raziskave so pokazale obratno sorazmerno povezavo med količino Se v prehrani in tveganjem za obolelostjo za nekaterimi vrstami kancerogenih obolenj (prebavni trakt, debelo črevo, pljuča, dojke, jajčniki, levkemija itn.). Raziskave so opravljali v ZDA in jih potrdili tudi na Kitajskem in Finskem (Brooks in sod., 2001; Finley, 2003; Lipsky in sod., 2004; Finley, 2007).

## 2 FIZIKALNE, KEMIJSKE IN BIOLOŠKE LASTNOSTI SELENA

Se je po pogostosti pojavljanja v zemeljski skorji med osemindesetimi elementi šele na sedemdesetem mestu. Najdemo ga v šesti skupini periodnega sistema, med žveplom (S) in telurjem (Te), in spada med metaloide, ker ima lastnosti kovin in nekovin. Nekatere njegove kemijske lastnosti (atomska masa, ionizacijski potencial, vezavna energija, elektronegativnost) so podobne kot pri S, vendar se elementa v bioloških sistemih razlikujeta. Se spojine težijo k reduciranemu, S pa bolj k oksidiranemu stanju. Razlika med njima nastane tudi pri fiziološkem pH, kjer je selenohidrilna (-SeH) skupina aminokislina selenocistein (SeCys) v disociranem stanju, sulfhidrilna (-SH) skupina aminokislina cistein pa v protoniranem stanju (Combs, 1993). Sicer pa so naravne Se spojine analogi in derivati naravnih S spojin, kar kaže na povezanost med metabolizmom Se in S. Pri asimilaciji anorganskih Se spojin sodelujejo isti encimi kot pri asimilaciji anorganskih S spojin. Se in S tako med seboj tekmujeta za »vstop« v celico (Dilworth in Bandurski, 1977).

V naravi je prisotnih šest naravnih Se izotopov:  $^{74}\text{Se}$  (0,87 %),  $^{76}\text{Se}$  (9,02 %),  $^{77}\text{Se}$  (7,58 %),  $^{78}\text{Se}$  (23,52 %),  $^{80}\text{Se}$  (49,82 %) in  $^{82}\text{Se}$  (9,19 %). Se v organskih in anorganskih spojinah lahko nastopa v različnih oksidacijskih stanjih: -2 (selenid), 0 (elementarni Se), +4 ( $\text{SeO}_3^{2-}$  selenit), +6 ( $\text{SeO}_4^{2-}$  selenat) (Barak in Goldman, 1997), v naravi pa je vezan v obliki hlapnih (dimetil selenid, dimetil diselenid) in nehlapnih organskih spojin (SeMet, SeCys<sub>2</sub>, SeCys, Se=C(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> in druge) (Foster in Sumar, 1997).

Sprva so šteli Se za element, ki je toksičen, tako da je njegova esencialna biološka vloga znana razmeroma kratek čas. Schwart in Foltz (1957) sta potrdila varovalno vlogo selenofaktorja (faktor 3) s tem, ko sta ugotovila, da dodajanje natrijevega selenita preprečuje nekrozo jeter pri kokoših. Na prehodu v 21. stoletje je bila selenoaminokislina SeCys prepoznana kot enaindvajseta genetsko določena aminokislina v

beljakovinah, ki se v telesu sintetizira z lastno gensko kodo (Atkis in Gesteland, 2000).

V zadnjem času pa narašča tudi zanimanje za rastline s povečano količino naravno prisotnega Se, saj je preskrbljenost ljudi s Se v večini evropskih držav manjša od priporočenega dnevnega vnosa Se (Finley, 2007). S premajhno preskrbljenostjo s Se pa so povezane številne bolezni, kot so anemija, povišan krvni tlak, neplodnost, rak, mišična distrofija in multipla skleroza (Peters in sod., 2007). Varovalni učinki Se so povezani predvsem z njegovo prisotnostjo v glutation peroksidazah (GSH-Px), ki varujejo DNK in druge celične komponente pred poškodbami s kisikovimi radikali (Schrauzer, 2001). Biokemični in fiziološki učinek Se je odvisen predvsem od tega, v kateri obliki in v kakšni koncentraciji je Se v organizmu. Najmanj biorazpoložljiv je elementarni Se. Selenat ima nižjo biološko aktivnost in sposobnost absorpcije kot selenit. Pomembna je predvsem prisotnost Se v obliki -SeH v različnih selenoencimih. -SeH pozitivno učinkuje na človekov imunski in kardiovaskularni sistem (Tinggi, 2003; Suturović in sod., 2005).

Danes je znano, da ima Se v prehrani živali in ljudi dvojno vlogo. Pri nižjih koncentracijah je esencialen, pri višjih pa toksičen; to okno je pri Se zelo ozko, in sicer se giblje med 0,1 in 1 mg/kg. Živali in ljudje zaužijemo večino Se s hrano v obliki Se aminokislin (SeMet in SeCys). V telesu ga je največ v skeletnih mišicah, jetrih in ledvicah (Foster in Sumar, 1997). Znaki pomanjkanja Se v človeškem organizmu se pokažejo pri dnevnem vnosu, manjšem od 19 µg Se na dan pri moških in 13 µg Se na dan pri ženskah, zgornja meja, ki še ne povzroča težav, pa je 400 µg Se na dan (RDA, 1989). Zadah po česnu zaradi izločanja hlapnih Se spojin, še posebno DMSe, je najbolj tipičen znak prevelikih zaužitih količin Se, drugi znaki humane selenoze pa so predvsem morfološke spremembe nohtov in izguba las (Yang in sod., 1989).

**Preglednica 1:** Se zvrsti v okolju in v bioloških sistemih (Uden in sod., 2004)**Table 1:** Se species in environmental and biological systems (Uden et al., 2004)

Skupina	Se spojina	Kemijska formula
anorganske oblike	elementni selen	Se(0)
	selenid	Se(2-)
	selenat	SeO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	selenit	SeO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
organske spojine	metilselenol	MeSH
	dimetilselenid	Me <sub>2</sub> Se
	dimetildiselenid	Me <sub>2</sub> Se <sub>2</sub>
	trimetilselenonijev kation	Me <sub>3</sub> Se <sup>+</sup>
	dimetilselenon	Me <sub>2</sub> SeO <sub>2</sub>
	dimetilselenoksid	Me <sub>2</sub> SeO
	dimetilselenosulfid	MeSSeMe
	selenocianat	SeCN <sup>-</sup>
	selenourea	Se=C(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
	anion metilselenične kisline	MeSe(O)O <sup>-</sup>
amino kisline in nizko molekularne spojine	selenometionin	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SeMe
	selenocistein	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> SeH
	selenocistin	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> SeSeCH <sub>2</sub> CH(COO <sup>-</sup> )H <sub>3</sub> N <sup>+</sup>
	Se-metilselenocistein	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> SeMe
	selenocisteinska kislina	
	Se-metilselenometionin	[H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> (Me) <sub>3</sub> Se <sup>+</sup> ] <sup>-</sup> X <sup>-</sup>
	S-(metilseleno)cistein	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> SSeMe
	selenometionin selenoksid	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SeOMe
	selenohomocistein	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SeH
	γ-glutamyl-se-metilselenocistein	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CONH CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> SeMe
	Se-adenozilselenohomocistein	NH <sub>2</sub> CH(COOH) CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Se CH <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> C <sub>5</sub> N <sub>4</sub> NH <sub>2</sub>
	selenocistationin	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> CH(COO <sup>-</sup> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SeCH <sub>2</sub> CH(COO <sup>-</sup> )H <sub>3</sub> N <sup>+</sup>
	selenocistamin	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SeSeCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
	selenoholin	Me <sub>2</sub> Se <sup>+</sup> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH
	selenobetain	Me <sub>2</sub> Se <sup>+</sup> CH <sub>2</sub> COOH
	selenoglutation	
druge spojine	selenopeptidi	
	selenoproteini	
	selenoencimi	
	selenosladorji	
	Se-metal metalotionini	

### 3 SELEN V TLEH

Se se giblje v krogu zemlja – rastline – žival (človek). V tla se vrne z urinom, vendar še ni povsem jasno, ali v obliki selenosladorjev ali trimetil selenonijevih ionov, ter kot netopni Se z blatom (Läuchli, 1993), ki ga bakterije, ki so prisotne v tleh, pretvorijo nazaj v selenite in selenate (Fairweather-Tait, 1997).

Porazdelitev Se v tleh je zelo neenakomerna in je odvisna od narave in izvora tal, od klimatskih razmer in tudi od posegov človeka v okolje. Vsebnost Se v tleh se giblje med 0,02 mg Se/kg in 1.000 mg Se/kg in je med drugim najprej odvisna od geološke sestave tal. V granitnih tleh je Se malo, medtem ko ga je v apnenčastih alkalnih tleh in tleh, bogatih z organsko snovjo, običajno več (Kabata-Pendias, 2001). Klima, še posebno padavine, lahko zmanjšajo vsebnost Se v tleh, če je ta prisoten v topni obliki. Malo Se je na območjih nekdanjih ledenikov in na območjih s pogostimi padavinami (Mathis in sod., 1982). Zaradi izpiranja imajo tla na Tasmaniji, Novi Zelandiji (Reilly, 1993) in

Finskem, območja na Kitajskem, v vzhodni Sibiriji in Koreji malo Se (Bronzetti in della Croce, 1993), veliko Se pa vsebujejo tla na aridnih območjih ZDA, Kanade, osrednje Azije in Avstralije. Se je na teh območjih prisoten v obliki selenata in je za rastline lahko dostopen (Hack in Brüggemann, 1996).

Po podatkih, ki jih navajata Cary in Wiczarek (1967), so s Se deficitarna tista območja, kjer je raven Se v tleh pod 0,5 mg/kg. Lješević in Terzić (1977) pa menita, da se ta raven giblje pri vrednosti 0,1 mg/kg. V Sloveniji se je z analizo tal glede na vsebnost Se prvi ukvarjal Krajinovič (1983), ki je na podlagi analiz tal in rastlin ugotovil pomanjkanje Se v okolici Naklega in v Savinjski dolini. Leta 1986 je Pirc začel raziskavo, ki naj bi ugotovila vsebnost Se v geološkem okolju Slovenije (Pirc in Šajn, 1997). Rezultati so pokazali, da se vsebnost Se v tleh pri nas giblje med <0,1 in 0,7 mg/kg.

**Preglednica 2:** Vsebnost Se v tleh v nekaterih državah (Pirc in Šajn, 1997; Kabata-Pendias, 2001; Klapac in sod., 2004)

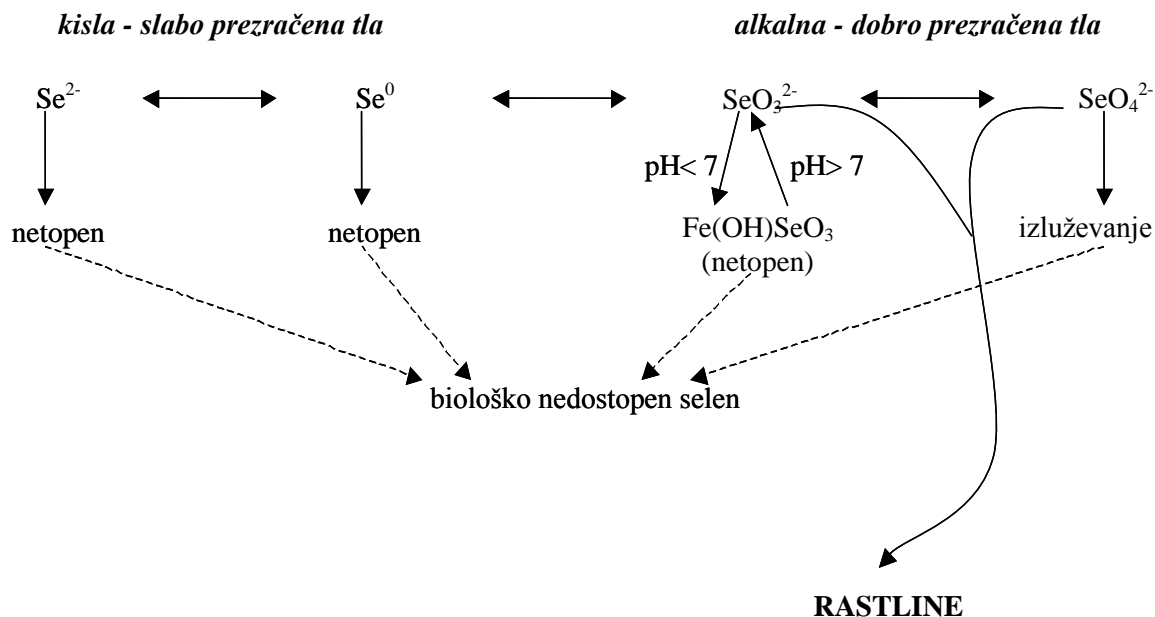
**Table 2:** Content of Se in soil in some states (Pirc and Šajn, 1997; Kabata-Pendias, 2001; Klapac et al., 2004)

Država	Vsebnost Se v zemlji (mg/kg)	Država	Vsebnost Se v zemlji (mg/kg)
Nova Zelandija	0,6	Velika Britanija	0,02–0,36
Finska	0,02–0,07	Nemčija	0,09–0,45
Kitajska	0,12–0,35	Poljska	0,06–0,64
nekdanja Jugoslavija	0,12–0,35	Avstralija	0,03–32,2
ZDA	0,005–28	nekd. Sovjetska zveza	0,177–1.000
Kanada	0,03–2,09	Slovenija	<0,1–0,7

Bolj pomembna kot količina Se v tleh je s stališča črpanja za rastline pomembna oblika, v kateri je Se (Reilly, 1996). Na zmožnost črpanja pri rastlinah poleg oblike Se vplivajo tudi pH tal, topnost, stopnja razvoja rastline, prisotnost inhibitornih substanc in tekmovalnih interakcij, slanost in vsebnost CaCO<sub>3</sub> v tleh (Raptis in sod., 1983).

Elementarni Se je v tleh precej stabilen in tako ni zlahka dostopen za rastline. V zemlji z veliko vsebnostjo železa (Fe) je ta razpoložljivost še bistveno manjša, ker se Se veže na Fe. Selenidi so tudi večinoma netopni, vendar

se zaradi preperevanja zemlje lahko spremenijo v topne oblike. Seleniti so najpomembnejša oblika Se v tleh in tako največkrat uravnavajo njegovo razpoložljivost za rastline (Reilly, 1996). Pri določanju njihove topnosti imata pomembno vlogo pH in redoks potencial. V kislih razmerah seleniti močno težijo k tesni vezavi na delce gline in na Fe komplekse in se zato razpoložljivost Se zmanjša. Določen del selenitov se lahko zaradi mikrobiološke aktivnosti spremeni v selenate (Johnsson, 1991). Nastanek topnih in lahko asimilirajočih selenatov iz selenitov in drugih oblik elementa pospešujejo alkalne razmere (Diaz-Alarcon in sod., 1996).



**Slika 1:** Kroženje Se v tleh (povzeto po Terry in sod., 2000)

**Figure 1:** Cycling of Se in soil (according to Terry et al., 2000)

Na dostopnost Se iz zemlje vpliva tudi S, saj prihaja do interakcije med črpanjem in asimilacijo Se in S, še posebno, če sta prisotna v obliki selenata in sulfata. Črpanje sulfata v koreninah rastlin poteka s pomočjo visoke afinitete permeaze. Selenat tekmuje s sulfatom za vezavo na aktivna mesta permeaze, zato je črpanje sulfata lahko kompetitivno inhibirano s Se (Läuchli, 1993). Tudi Barak in Goldman (1997) sta s poskusi na čebuli (*Allium cepa* L.) ugotovila, da obstaja značilno kompetitivno razmerje med tema dvema elementoma.

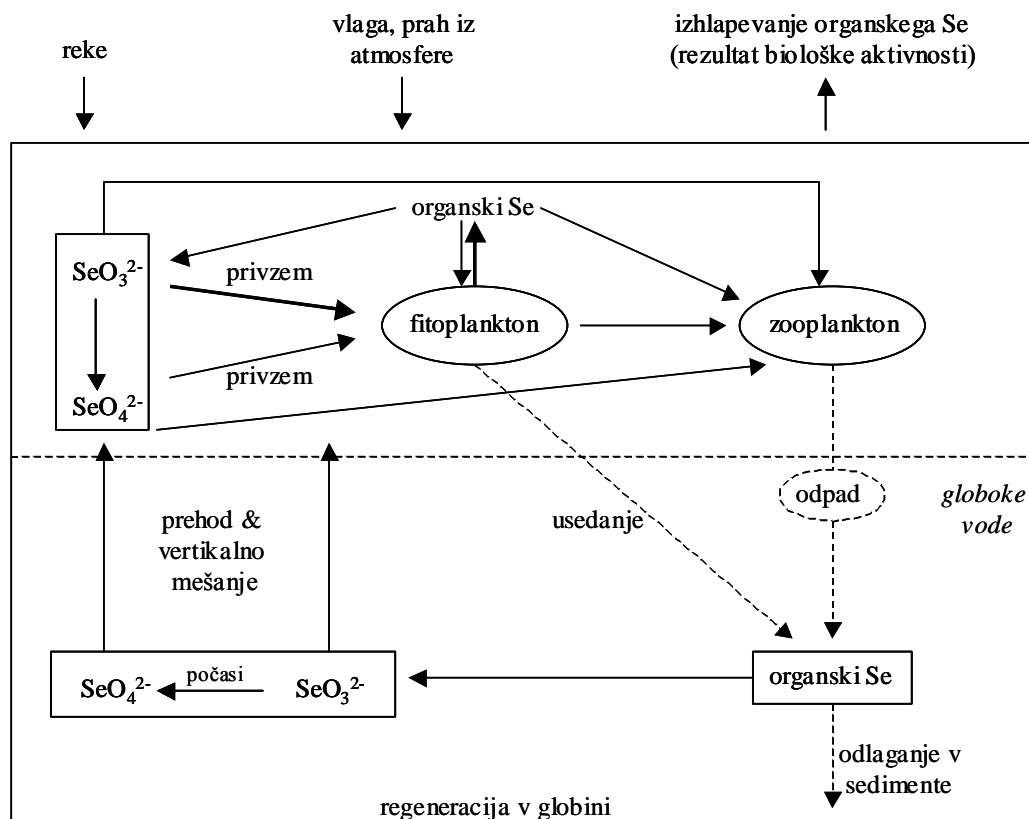
Na zmožnost rastlin za črpanje Se pomembno vpliva pH tal, saj ga rastline lažje absorbirajo pri zmanjšani kislosti

tal. Tako na določenih območjih kisle padavine, ki zmanjšujejo pH zemlje in vode, zmanjšujejo tudi delež razpoložljivega Se (Gerhardson in sod., 1994). Občutljivost za pH se spreminja s tipom tal, tako npr. visoka vsebnost organskih snovi zakrije vpliv pH, saj se zaradi vezave Se na organske komponente zmanjša razpoložljivost Se (Johnsson, 1991). Na absorpcijo Se pa v končni fazi vplivajo tudi temperature, saj rastline absorbirajo več Se pri temperaturi nad 20 °C, manj pa pri temperaturah pod 15 °C (Kabata-Pendias, 2001).

#### 4 SELEN V VODI IN ZRAKU

Selena je v površinskih vodah malo, le nekaj µg/l, razen v izjemnih primerih, to je na območjih, izrazito bogatih s Se, kjer ga voda lahko vsebuje tudi več mg/l, to pa že lahko povzroča zastrupitve. Selenov dioksid, katerega vir je lahko industrija, se z vodo pretvori v Se(IV) kislino. V morski vodi je Se predvsem v obliki selenita in selenata, v koncentraciji pod 1 µg/l. Predvidevajo, da se v prisotnosti planktona pretvori v organske selenove

komponente ali pa se prek mikroorganizmov pretvori v anorganski in elementni Se. Te poti dopuščajo tudi metilacijo (Cornelis in sod., 2005). Se pa je prisoten tudi v podzemni vodi. Kralj (2001) navaja, da se v geotermalni vodi v severovzhodni Sloveniji vsebnost Se giblje v mejah od >0,1 do 41 ppm.



**Slika 2:** Biogeokemični cikel Se v vodnem okolju (povzeto po Bowie in sod., 2004)

**Figure 2:** The biogeochemical cycling of Se in the aquatic environment (according to Bowie et al., 2004)

Na nekaterih industrijskih območjih, zlasti tam, kjer je vsebnost Se v tleh majhna, lahko tudi atmosferski Se pomeni vir Se, še zlasti pozimi (Haygarth in sod., 1995). Sicer pa je Se v atmosferi le nekaj  $\text{ng/m}^3$ . Njegova topnost v zraku je odvisna od prisotnosti elementa v zemlji in vodi, od njegove oblike in od temperature

zraka ter znaša približno  $6 \times 10^6$  kg Se na leto. Nahaja se predvsem v hlapnih metiliranih spojinah (DMSe in DMDS) in v prašnih delcih. Lahko je naravnega ali antropogenega izvora (sežig fosilnih goriv) (Cornelis in sod., 2005).

## 5 SELEN V RASTLINAH

Rastline poleg esencialnih elementov, ki jih potrebujejo za rast in razvoj, lahko akumulirajo v svojih tkivih tudi druge naravno prisotne elemente. Čeprav še ni bila dokazana esencialnost Se za rastline, pa na njegovo verjetno biološko vlogo kaže to, da organizmi, vključno z višjimi rastlinami, vsebujejo Se-cisteil-tRNA, ki dekodira triplet nukleotidov UGA, s katerim se SeCys vgrajuje v proteine (Läuchli, 1993).

Količina sprejetega in akumuliranega Se je ponavadi odvisna od količine in biorazpoložljivosti elementa v tleh. Rastlinske vrste in sorte imajo različno sposobnost absorpcije selena iz tal (iz zemlje, peska, vodne

raztopine) in njegovega kopičenja v tkivih. Na podlagi teh sposobnosti uvrščamo rastline v Se neakumulirajoče, Se akumulirajoče in sekundarne akumulirajoče rastline (Läuchli, 1993; Terry in sod., 2000).

Se neakumulirajoče rastline so v večini in vsebujejo manj kot 25 mg Se/kg suhe snovi. Se je v teh rastlinah prisoten pretežno v obliki aminokislina SeMet (Wang, 1996). Se akumulirajoče ali tako imenovane primarne indikatorske rastline rastejo izključno na tleh, bogatih s Se, in lahko absorbirajo tudi do 4.000 mg Se/kg suhe snovi. Mednje sodijo nekatere vrste iz rodov *Astragalus*,

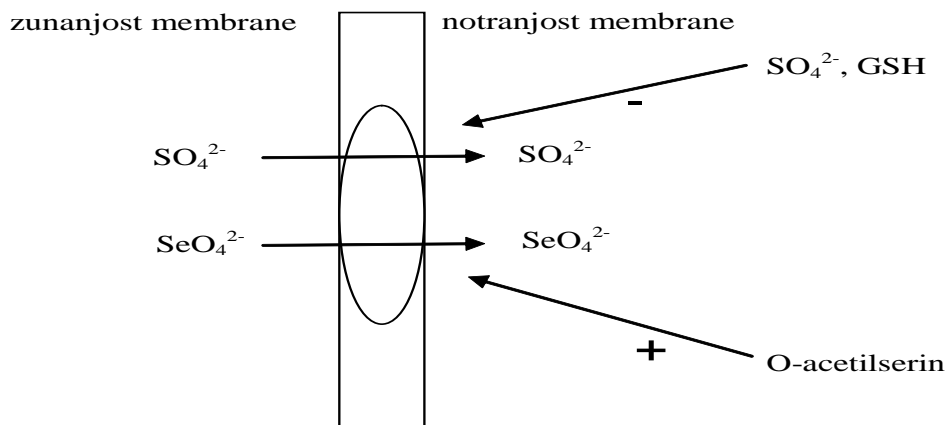
*Stanleya*, *Morinda*, *Neptunia*, *Oonopsis* in *Xylorhiza* (Brown in Shrift, 1982). V njih je Se prisoten večinoma v obliki prostih aminokislin, kot so metilselenocistein, selenocistationin, lahko pa tudi selenocistin in selenohomocistein, kar je eden od načinov toleriranja velikih koncentracij Se. Te rastline ponavadi tvorijo hlapne selenove spojine, kot sta DMDS<sub>2</sub> in v manjših količinah DMSe (Terry in sod., 2000). Uživanje teh rastlin lahko povzroči zastrupitve pri živalih, vendar se jim živali zaradi neprijetnega vonja navadno izognejo (Spallholz, 1994). Se sekundarno akumulirajoče ali indikatorske rastline, kot so npr. rastline iz rodov *Aster*, *Atriplex*, *Castilleja*, *Comandra*, *Grayia*, *Grindelia*, *Gutierrezia* in *Machaeranthera* (Parker in Page, 1994), dobro uspevajo na tleh, bogatih s Se, rastejo pa tudi, če je Se manj, in akumulirajo do 1.000 mg Se/kg. Značilne so tudi velike razlike v sposobnosti kopičenja Se med različnimi kultivarji znotraj vrste. Nekatere križnice (*Cruciferae*), kot npr. brokoli (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L. subvar. *cymosa*), akumulirajo veliko Se in lahko tolerirajo nekaj 100 µg Se/g suhe snovi, medtem ko drugi predstavniki te družine ne akumulirajo večjih količin Se (Terry in sod., 2000).

### Absorbcija selena

Absorbcija ionov prek korenin poteka tako, da ioni najprej prečkajo celično steno do plazmaleme. Glavna pregrada za fluks v celico je endoderm, katerega hidrofobne stene učinkovito varujejo pred pasivnim transportom v prevodno tkivo. Za ionski transport iz raztopine v citoplazmo prek prenašalcev je značilno tekmovanje med ioni z enakim elektronskim nabojem in enako velikostjo, saj je število veznih mest glede na koncentracijo ionov ponavadi premajhno ali pa je zmogljivost protonske črpalke premajhna (Marschner, 2002).

Na količino in obliko absorbiranega Se vplivajo koncentracija in kemična oblika Se v raztopini ter razmere rizosfere, kot sta pH in prisotnost sulfata in fosfata, ki s Se tekmujeta za prevzem. Selenat pri akumulaciji v rastlinske celice tekmuje s sulfatom in oba aniona potujeta s sulfatnim prenašalcem prek plazmaleme korenin. Pri višjih rastlinah se selenat prenaša od nižjega proti višjemu elektrokemičnemu potencialu z aktivnim transportom. Pri prevzemu selenata prek plazmaleme korenin je posrednik visoko afinitetni sulfatni prenašalec (Slika 3). Izražanje sulfatnega prenašalca je pozitivno regulirano z O-acetilserinom in negativno s sulfatom in glutationom (Sors in sod., 2005). Možna kompeticija med sulfatom in selenatom opozarja, da selektivnost vezavnih mest v permeazi ni odvisna od vloge elementa v rastlinskem metabolizmu, ampak temelji na fizikalno-kemični podobnosti med ioni, ki jih rastlina potrebuje, in tistimi, ki v njenem metabolizmu nimajo funkcije. Rastline torej niso sposobne preprečiti privzema nepotrebnih ionov (Marschner, 2002). Selenat tekmuje tudi s kloridom, nitratom in fosfatom za vezavna mesta permeaze (Läuchli, 1993). Drugače kot to velja za selenat, ni trdnega dokaza, da pri prevzemu selenita sodelujejo membranski transporterji. Rastline lahko z aktivnim transportom privzamejo tudi organske oblike Se, kot je npr. SeMet (Terry in sod., 2000).

V Se akumulirajočih rastlinah je privzem selenata prednosten pred sulfatom. Z računanjem koeficienta Se/S (razmerje med razmerjem Se/S v rastlini in razmerjem Se/S v raztopini) je bilo ugotovljeno, da riž in gorčica ob prisotnosti sulfatov prednostno privzemata Se. Lucerna, pšenica, ječmen, ljujka in brokoli pa imajo koeficient nižji od 1, tako da je privzem Se ob povečani prisotnosti sulfatov močno inhibiran (Srnčič, 2003).



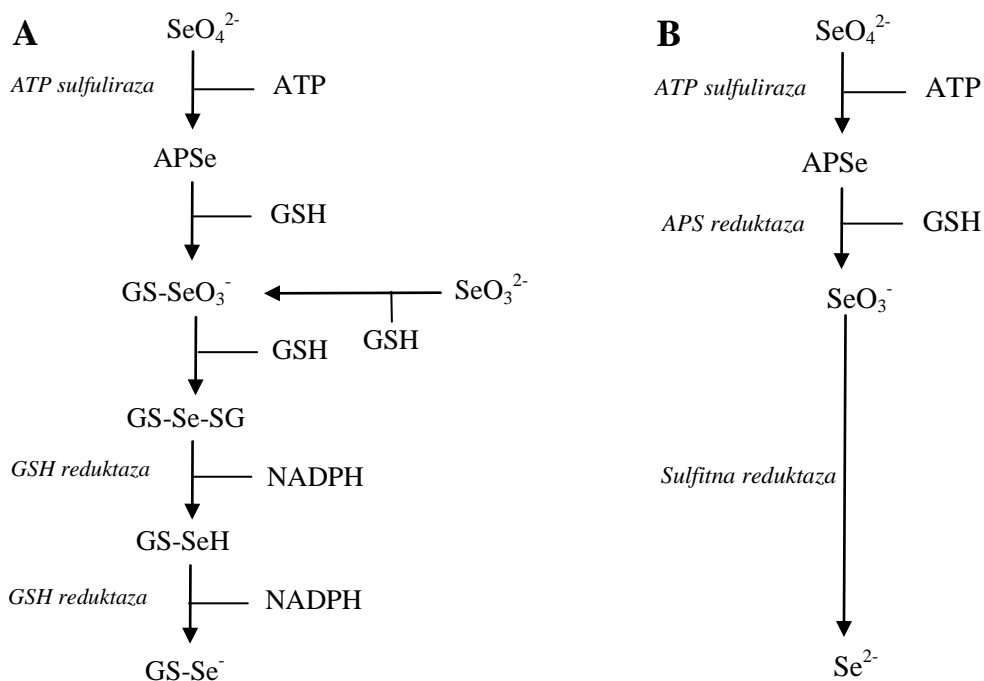
**Slika 3:** Privzem Se prek plazemske membrane (povzeto po Terry in sod., 2000)

**Figure 3:** Se uptake across the root plasma membrane (according to Terry et al., 2000)

### Biokemija selena

Pri vključevanju majhnih količin Se v specifične selenoenzyme višje rastline presnavljajo Se po S asimilacijski poti. Pri tem se Se vključuje v selenoaminokislino, sicer pa ob preveliki oskrbi s Se pride do izhlapevanja. Selenat se absorbira v korenine s sulfatnim prenašalcem in se prek ksilema prenaša v liste brez kemične modifikacije. Ko je selenat v listu vključen v kloroplaste, pa ga presnovijo encimi sulfatne asimilacije. Prvi korak pri redukciji selenata je aktivacija z ATP sulfurilazo do adenzin fosfoselenata, ki je aktivna oblika selenata. Adenzin fosfoselenat se neencimsko reducira do GSH-

konjugiranega selenita. Ta pa se prek glutationa (GSH) reducira do intermedija selenodiglutationa (GS-Se-SG). Če rastline privzamejo selenit namesto selenata, ta neencimsko reagira z GSH. Tako nastane GS-Se-SG, ki se z NADPH reducira do glutation selenola (GS-SeH) in nato do GSH-konjugiranega selenida (GS-Se<sup>-</sup>) z encimom GSH-reduktazo. Redukcija GS-Se-SG v GS-SeH lahko poteka tudi neencimatsko z GSH kot reductentom. Kot je razvidno iz Slike 4, pa redukcija selenta do selenida lahko poteka tudi z delovanjem adenililulfat reduktaze (APS reduktaza) in sulfitne reduktaze (Terry in sod., 2000).



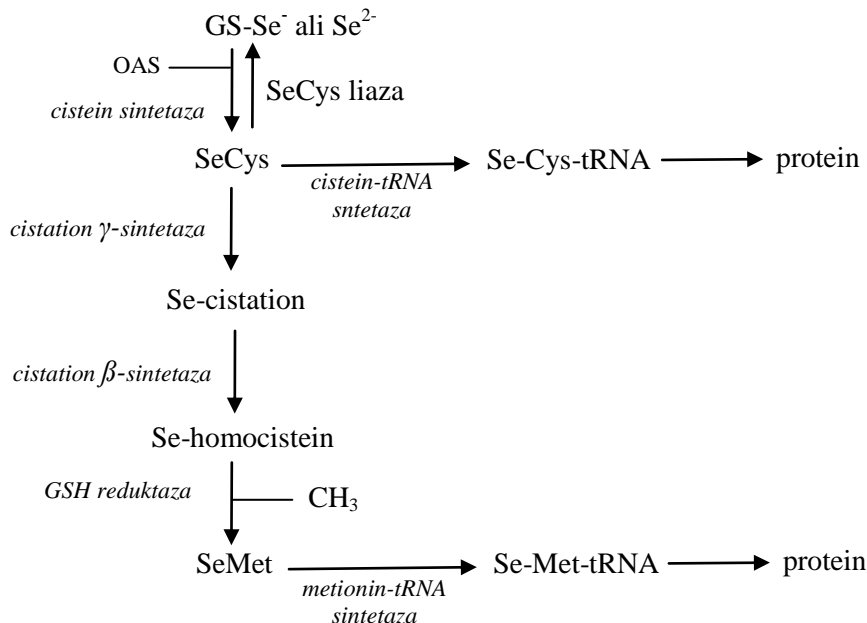
**Slika 4:** Aktivacija  $\text{SeO}_4^{2-}$  z ATP sulfurilazo, ki ji sledi: (A) redukcija do  $\text{Se}^{2-}$  prek neencimskih reakcij in encimske reakcije z glutation reduktazo; (B) redukcija do  $\text{Se}^{2-}$  prek APS reduktaze in sulfitne reduktaze (povzeto po Terry in sod., 2000)

**Figure 4:** The activation of  $\text{SeO}_4^{2-}$  by ATP sulfurylase, which is followed by (A) reduction to  $\text{Se}^{2-}$  via nonenzymatic reactions and glutathione reductase, (B) reduction to  $\text{Se}^{2-}$  via APS reductase and sulfite reductase (according to Terry et al., 2000)

Rastline presnavljajo selenocistein ( $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}(\text{COO}^-)\text{CH}_2\text{SeH}$ ) (SeCys) podobno kot bakterije, v katerih se selenocistein prasnavlja do selenometionina ( $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}(\text{COO}^-)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SeMe}$ ), oba pa se nespecifično vključujeta v proteine. Tvorba selenocisteina v rastlinah

poteka v kloroplastih, in sicer s pomočjo cistein sintetaze, ki združi selenid in O-acetilserin (OAS). Selenid inhibira sintezo cisteina, presežek sulfida pa inhibira sintezo selenocisteina (Slika 5).





**Slika 5:** Vključitev  $\text{SeO}_4^{2-}$  v SeCys, SeMet in proteine (povzeto po Terry in sod., 2000)

**Figure 5:** Incorporation of  $\text{SeO}_4^{2-}$  into SeCys, SeMet and proteins (according to Terry et al., 2000)

### Toksičnost selena za rastline

Rastline, ki so izpostavljene povečanim koncentracijam Se, imajo lahko fiziološke motnje, kot so bledenje listov in črne pike na listih, pri velikih koncentracijah pa se lahko pokažejo tudi rdečkaste pike na koreninah. Poleg naštetih fizioloških motenj se toksične koncentracije Se kažejo simptomatsko predvsem v slabši rasti in razvoju ter predčasnem odmiranju rastlin (Kabata-Pendias, 2001).

Na dopustne (tolerančne) koncentracije Se vplivata starost rastlin in prisotnost sulfatnih ionov. Mlajše rastline so bolj občutljive in pri njih je inhibicija rasti večja kot pri starejših rastlinah. Pri Se neakumulirajočih rastlinah so mejne koncentracije odvisne tudi od oblike Se, ki ga rastlina akumulira. Selenat in selenit sta najpogostejši toksični obliki za rastline, saj ju te hitro absorbirajo in pretvorijo v organske Se spojine. Glavni mehanizem, ki povzroča toksičnost pri visoki akumulaciji Se v rastlinskih tkivih, je vključitev SeCys in SeMet v proteine na mesto Cys in Met. Zaradi razlik v velikosti in ionizacijskih lastnostih S in Se pride do sprememb v strukturi proteinov. Vez med dvema Se

atomoma je za sedmino daljša in petino šibkejša kot disulfidna vez, torej vključitev SeCys na mesto Cys v proteinih lahko ovira tvorbo disulfidnih mostov. Posledica tega je rahlo spremenjena terciarna struktura S proteinov, to pa negativno vpliva na katalitično aktivnost. Se lahko zmanjša sintezo proteinov zaradi zamenjave Met s SeMet v proteinih, to pa pomeni manj učinkovit substrat za tvorbo peptidnih vezi med translacijo (Terry in sod., 2000).

Obstaja več mehanizmov tolerance pred toksičnim delovanjem Se: Se se akumulira v obliki prostih aminokislin (posebno v obliki SeMeSeCys), SeMet se v nekaterih akumulirajočih rastlinah sploh ne sintetizira ali pa se Se akumulira v vakuolah v obliki aniona (pretežno selenata) (Läuchli, 1993). Eden od obrambnih mehanizmov rastlin pred toksičnimi koncentracijami Se je tudi fitovolatizacija. Količina hlapnega Se je odvisna predvsem od rastlinske vrste, interakcije med rastlinami in rizosfernimi mikrobi (prisotnost teh mikrobov spodbuja izhlapevanje Se) ter od koncentracije in kemične oblike Se v koreninskem predelu (Terry in sod., 2000; Eapen in D'Souza, 2005).

## 6 ZAKLJUČEK

Selen (Se) je, gledano z okoljskega in biološkega vidika, pomemben element, vendar je meja med njegovo esencialnostjo in toksičnostjo za živa bitja zelo ozka. Se

je bil spoznan za esencialno sestavino številnih selenoproteinov, med katerimi je najpomembnejši encim glutation peroksidaza, ki katalizira oksidacijo

reducirane oblike glutationa. Za rastline esencialnost Se še ni dokazana, vendar pa so sposobne absorbirati večje količine tega elementa. Lastnost nekaterih rastlin, da akumulirajo in transformirajo anorganske oblike Se v bioaktivne organske oblike, bo v prihodnje brez dvoma

pomembno pripomogla k povečanemu zanimanju za te rastline: nadomestile bi lahko prehranska dopolnila, ki vsebujejo Se. Prav tako bi bilo rastline, ki so sposobne absorbirati velike količine tega elementa, mogoče uporabiti kot fitoremediatorje tal, onesnaženih s Se.

## 7 VIRI

- Atkins, J.F., Gesteland, R.F. 2000. The twenty-first amino acid. *Nature*, 407: 463–465.
- Barak, F., Goldman, I.L. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulphate uptake in onion (*Allium cepa*): implications for the production of organosulphur and organoselenium compounds in plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4: 1290–1294.
- Bowie, G.L., Sanders, J.G., Riedel, G.F., Gilmour, C.C., Breitburg, D.L., Cutter, G.A., Porcella, D.B. 2004. Assessing selenium cycling and accumulation in aquatic ecosystems. *Water, Air, & Soil Pollution*, 90, 1–2: 93–104.
- Bronzetti, G., della Croce, C. 1993. Selenium: its important roles in life and contrasting aspects. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 12, 2: 59–71.
- Brooks, J.D., Metter, E.J., Chan, D.W., Sokoll, L.J., Landis, P., Nelson, W.G., Muller, D., Andres, R., Carter, H.B. 2001. Plasma selenium level before diagnosis and the risk of prostate cancer development. *The Journal of Urology*, 166: 2034–2038.
- Brown, T.A., Shrift, A. 1982. Selenium: toxicity and tolerance in higher plants. *Biological Reviews*, 57: 59–84.
- Cary, E.E., Wiczarek, G.A. 1967. Reaction of selenite-selenium added to soils that produce low-selenium forages. *Soil Science Society of American Proceedings*, 31: 21–36.
- Combs, G.F. 1993. Essentiality and toxicity of selenium with respect to recommended dietary allowances and reference doses. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, Supplement*: 119–121.
- Cornelis, R., Crews, H., Caruso, J., Heumann, K.G. 2005. *Handbook of elemental speciation II. Speciation of Selenium*, (eds.) John Wiley & Sons: 670 str.
- Diaz-Alarcon, J.P., Navarro-Alarcon, M., Lopez-Garcia de la Serrana, H., Asensio-Drima, C., Lopez-Martinez, M.C. 1996. Determination and chemical speciation of selenium in farmlands from southeastern Spain: relation to levels found in sugar cane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 8: 2423–2427.
- Dilworth, G.L., Bandurski, R.S. 1977. Activation of selenate by adenosine 5'-triphosphate sulphurylase from *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochemical Journal*, 163, 3: 521–529.
- Eapen, S., D'Souza, S.F. 2005. Prospects of genetic engineering of plants for phytoremediation of toxic metals. *Biotechnology Advances*, 23: 97–114.
- Fairweather-Tait, S.J. 1997. Bioavailability of selenium. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 1: S20–S23.
- Finley, W.J. 2003. Reduction of cancer risk by consumption of selenium-enriched plants: enrichment of broccoli with selenium increases the anticarcinogenic properties of broccoli. *Journal of Medicinal Food*, 6, 1: 19–26.
- Finley, W.J. 2007. Increased intakes of selenium-enriched foods may benefit human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 9: 1620–1629.
- Foster, L.H., Sumar, S. 1997. Selenium in health and disease, a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37: 211–228.
- Gerhardson, L., Oskarsson, A., Skerfving, S. 1994. Acid precipitation – effect on trace elements and human health. *Science of the Total Environment*, 153: 237–245.
- Hack, A., Brüggemann, J. 1996. Selengehalte in argentinischen Weizenproben. *Getreide, Mehl und Brot*, 50, 4: 195–196.
- Harrison, J.H., Conrad, H.R. 1984. Effect of selenium intake on selenium utilization by the nonlactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 67: 219.
- Haygarth, P.M. 1994. Global importance and global cycling of selenium. V: *Selenium in the environment*. Frankenberger W.T., Benson S. (eds.). New York, Marcel Dekker Inc.: 1–27.
- Johnsson, L. 1991. Selenium uptake by plants as a function of soil type, organic matter content and pH. *Plant and Soil*, 133: 57–64.
- Kabata-Pendias, A. 2001. *Trace elements in soil and plants*. 3<sup>th</sup> ed. Boca Raton, Florida, CRC Press: 313 str.
- Klapec, T., Mandić, M.L., Grgić, J., Primorac, Lj., Perl, A., Krstanović, V. 2004. Selenium in selected foods grown or purchased in eastern Croatia. *Food Chemistry*, 85: 445–452.
- Koenig, K.M., Rode, L.M., Cohen, R.D., Buckley, W.T. 2007. Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep. *Journal of Animal Science*, 75: 817–827.
- Krajinović, M. 1983. Sadržaj selenata u zemljištima i hranivima iz različitih regiona Jugoslavije te njegovo usvajanje kod jagnjadi. *Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo*: 78 str.
- Kralj, P. 2001. *Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien. Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie*, Aachen, 81: 57–82.

- Läuchli, A. 1993. Selenium in plants: uptake, functions, and environmental toxicity. *Botanica Acta*, 106: 455–468.
- Lipinski, B. 2005. Rationale for the treatment of cancer with sodium selenite. *Medical Hypothesis*, 64: 806–810.
- Lipsky, K., Zigeuner, R., Zischka, M., Schips, L., Pummer, K., Rehak, P., Hubmer, G. 2004. Selenium levels of patients with newly diagnosed prostate cancer compared with control group. *Urology*, 63: 912–916.
- Lješević, Ž., Terzić, Lj. 1977. Nivo selena u krvnom serumu i dlaci goveda u jednom delu SAP Vojvodine, *Veterinarski glasnik*, 31, 9: 635–640.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 6<sup>th</sup> ed. Amsterdam, Boston, London, Academic Press: 887 str.
- Mathis, A., Korber, H., Jucker, H. 1982. Selenstoffwechsel beim Wiederkauer: Eine literaturübersicht. *Schweiz Arch Tierheilk*, 124, 12: 591–601.
- Parker, D.R., Page, A.L. 1994. Vegetation management strategies for remediation of selenium-contaminated soils. V: *Selenium in the Environment*, (eds.) Frankenberger W.T. Jr., Benson S., New York: Marcel Dekker: 327–347.
- Peters, U., Foster, C.B., Chatterjee, N., Schatzkin, A., Reding, D., Andriole, G.L., Crawford, E.D., Sturup, S., Chanock, S.J., Hayes, R.B. 2007. Serum selenium and risk of prostate cancer – a nested case-control study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85: 209–217.
- Peter, D.W., Whanger, P.D., Lindsay, J.P., Buscall, D.J. 1982. Excretion of selenium, zinc and copper by sheep receiving continuous intraruminal infusions of selenite or selenomethionine. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*, 7. Annual Conference: 178.
- Pirc, S., Šajn, R. 1997. Vloga geologije v ugotavljanju kemične obremenitve okolja. Projekt Evropskega leta varstva narave 1995: Kemizacija okolja in življenja – do katere meje. Ljubljana, Slovensko ekološko društvo: 165–185.
- Raptis, S.E., Kaiser, G., Tölg, G. 1983. A survey of selenium in the environment and a critical review of its determination at trace levels. *Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie*, 316: 105–1213.
- RDA. Recommended dietary allowances, 1989. 10<sup>th</sup> ed. Washington, D.C., National Academy Press: 217–224.
- Reilly C. 1993. Selenium in health and disease. a review. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*, 50, 4: 136–144.
- Reilly, C. 1996. Selenium in food and health. London, Weinheim, New York, Blackie Academic&Professional: 323 str.
- Schrauzer, G.N. 2001. Nutritional selenium supplements: product types, quality, and safety. *Journal of the American College of Nutrition*, 20: 1–4
- Schwarz, K., Foltz, C.M. 1957. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *Journal of the American Chemical Society*, 79: 3292–3293.
- Smrkolj, P. 2003. Ugotavljanje selena in njegove porazdelitve v izbranih živilih z metodo hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije. Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 117 str.
- Sors, T.G., Ellis, D.R., Salt, D.E. 2005. Selenium uptake, translocation, assimilation and metabolic fate in plants. *Photosynthesis Research*, 86: 373–389.
- Spallholz, J.E. 1994. On the nature of selenium toxicity and carcinostatic activity. *Free Radical Biology and Medicine*, 17, 1: 45–64.
- Suturović, Z., Švarz Gajič, J., Marjanović, N., Kravić, S. 2005. Development of a chronopotentiometric stripping method for the determination of selenium in mixed diets. *Food Chemistry*, 92: 771–776.
- Terry, N., Zayed, A.M., de Souza, M.P., Tarun, A.S. 2000. Selenium in higher plants. *Annual Review on Plant Physiology and Molecular Biology*, 51: 401–432.
- Tinggi, U. 2003. Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: a review. *Toxicology Letters*, 137: 103–110.
- Uden, P.C., Boakye, H.T., Kahakachichi, C., Tyson, J.F. 2004. Selective detection and identification of Se containing compounds-review and recent developments. *Journal of Chromatography A*, 1050: 85–93.
- Wang, Z., Xie, S., Peng, A. 1996. Distribution of Se in soybean samples with different Se concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2754–2759.
- Yang, G., Gu, L., Zhou, R., Yin, S. 1989. Studies of human maximal and minimal safe intake and requirement of selenium. V: Wndel, A. (eds.) *Selenium in Biology and Medicine*. Berlin – Heidelberg – New York – London – Pariz – Tokio – Hongkong, Springer – Verlag: 223–228.



**CONTENT ANALYSIS OF THE PAPERS IN THE  
ACTA AGRICULTURAE SLOVENICA  
VSEBINSKA OBDELAVA PRISPEVKOV V ACTA AGRICULTURAE  
SLOVENICA let. 97 št. 1**

Tomaž BARTOL<sup>a</sup>, Karmen STOPAR<sup>b</sup>,

**SUBJECT INDEX BY AGROVOC DESCRIPTORS  
PREDMETNO KAZALO PO DESKRIPTORJIH AGROVOC**

antineoplastic agents	73-83
aphididae	19-23
aphis pomi	19-23
bioaccumulation	73-83
calendula	19-23
cinnamic acids	19-23
consumer behaviour	25-31
crop losses	63-72
crops	63-72
cultural values	39-51
damage	63-72
direct marketing	25-31
drug plants	11-17
ecology	63-72, 73-83
efficiency	19-23
elderly	53-61
explants	11-17
family farms	25-31, 53-61
food chains	73-83
gardens	39-51
greenhouses	5-10
groundwater	33-38
groundwater pollution	33-38
growing media	11-17
health	73-83
herbicides	33-38
highlands	53-61
hosts	63-72
human nutrition	73-83
in vitro experimentation	11-17
inheritance (economics)	53-61
insecticides	19-23
internodes	11-17
laboratory experimentation	19-23
landscape conservation	39-51
leaching	33-38
lycopersicon esculentum	5-10
mankind	73-83
marketing	25-31
meloidogyne	5-10
mineral content	73-83
models	33-38

<sup>a</sup> Ph. D., M. Sc., B. Sc., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, P. O. Box 95

<sup>b</sup> B.Sc., M.Sc., ibid.

mortality	19-23
nematoda	5-10
nutrient uptake	73-83
organogenesis	11-17
pentatomidae	63-72
pest control	5-10, 19-23, 63-72
pest insects,	63-72
pest resistance	5-10, 63-72
pesticidal properties	19-23
pesticides	5-10, 33-38
plant extracts	5-10
plant propagation	11-17
plants	73-83
public opinion	39-51
rural conditions	53-61
rural population	53-61
sales	25-31
selenium	73-83
social security	53-61
social values	53-61
soil pollution	33-38
solanum	11-17
standards	33-38
stems	11-17
surveys	39-51
symphytum	19-23
tomatoes	5-10
tourism	25-31
traditional uses	39-51, 53-61
urban agriculture	39-51
urban environment	39-51
value systems	39-51
value systems	53-61
viticulture	25-31
wine industry	25-31
wines	25-31

**SUBJECT INDEX BY AGRIS CATEGORY CODES  
VSEBINSKO KAZALO PO SKUPINAH ZNANJA (PREDMETNIH  
KATEGORIJAH)**

D50 Legislation	33-38
E11 Land economies and policies	39-51
E16 Production economics	25-31
E20 Organization, administration and management of agricultural enterprises or farms	53-61
E50 Rural sociology	39-51, 53-61
E51 Rural population	53-61
E70 Trade, marketing and distribution	25-31
E73 Consumer economics	25-31
F02 Plant propagation	11-17
F60 Plant physiology and biochemistry	73-83
H10 Pests of plants	5-10, 19-23, 63-72
H60 Weeds	33-38
P01 Nature conservation and land resources	39-51
P10 Water resources and management	33-38
S01 Human nutrition - General aspects	73-83

## NAVODILA AVTORJEM

### Prispevki

Sprejemamo izvirne znanstvene članke, predhodne objave in raziskovalne notice s področja agronomije, hortikulture, rastlinske biotehnologije, raziskave živil rastlinskega izvora, agrarne ekonomike in informatike ter s sorodnih področij v slovenskem, angleškem in nemškem jeziku, znanstveno pregledne članke samo po poprejšnjem dogovoru. Objavljamo prispevke, podane na simpozijih, ki niso bili v celoti objavljeni v zborniku simpozija. Če je prispevek del diplomske naloge, magistrskega ali doktorskega dela, navedemo to in tudi mentorja na dnu prve strani. Navedbe morajo biti v slovenskem in angleškem jeziku.

Pri prispevkih v slovenskem jeziku morajo biti preglednice, grafikoni, slike in priloge dvojezični, povsod je slovenščina na prvem mestu. Naslovi grafikonov in slik so pod njimi. Slike in grafikoni so v besedilu. Priloženi morajo biti tudi jasno označeni izvorniki slik. Na avtorjevo željo jih vračamo, s tem da je želja pisno sporočena ob oddaji gradiva in ponovno v teku 30 dni po izidu. Latinske izraze pišemo ležeče. V slovenščini uporabljamo decimalno vejico, v angleščini decimalno piko. Prispevki v angleščini morajo imeti povzetek v slovenščini in obratno. Prispevki v nemščini morajo imeti tudi povzetka v slovenščini in angleščini.

Prispevki naj bodo strnjeni, kratki, praviloma največ 12 strani. Uporabljamo Microsoft Word 97 (Windows); pisava Times New Roman, velikost strani 16,2 x 23,5 cm, velikost črk besedila 10, v obsežnih preglednicah je lahko 8; izvlečki in metode dela Arial velikost 8, levi in desni rob 2,1 cm, zgornji rob 1,3 cm, spodnji rob 1,6 cm,

### Prva stran

Na prvi strani prispevka na desni strani označimo vrsto prispevka v slovenščini in angleščini, sledi naslov prispevka, pod njim avtorji. Ime avtorjev navedemo v polni obliki (ime in priimek). Vsak avtor naj bo označen z indeksom, ki ga navedemo takoj pod avtorji, in vsebuje polni naslov ustanove ter znanstveni in akademski naslov; vse v jeziku prispevka. Navedemo sedež ustanove, kjer avtor dela. Če je raziskava opravljena drugje, avtor navede tudi sedež te inštitucije. Na željo avtorjev bomo navedli naslov elektronske pošte.

Pod naslovi avtorjev je datum prispetja in datum sprejetja prispevka, ki ostaneta odprta. Sledi razumljiv in poveden izvleček z do 250 besedami. Vsebuje namen in metode dela, rezultate, razpravo in sklepe. Sledijo ključne besede.

Izvlečku v jeziku objave sledi naslov in izvleček s ključnimi besedami v drugem jeziku.

### Viri

V besedilu navajamo v oklepaju avtorja in leto objave: (priimek, leto). Če sta avtorja dva, pišemo: (priimek in priimek, leto), če je avtorjev več, pišemo: (priimek in sod., leto). Sekundarni vir označimo z "navedeno v" ali "cv.". Seznam virov je na koncu prispevka, neoštevilčen in v abecednem redu. Vire istega avtorja, objavljene v istem letu, razvrstimo kronološko z a, b, c. Primer: 1997a. Navajanje literature naj bo popolno: pri revijah letnik, leto, številka, strani; pri knjigah kraj, založba, leto, strani. Za naslove revij je dovoljena uradna okrajšava, za okrajšanimi besedami naj bodo vedno pike. Navedbo zaključimo s piko. Za primere upoštevajte objave v Zborniku BFUL.

### Oddaja

Avtorji prispevke oddajo v dveh izvodih, enega z dvojnimi razmakom med vrsticami in največ 35 vrst na strani, in na disketi. Priložijo tudi izjavo s podpisami vseh avtorjev, da avtorske pravice v celoti odstopajo reviji.

Prispevke recenziramo in lektoriramo. Praviloma pošljemo mnenje prvemu avtorju, po želji lahko tudi drugače. Če uredniki ali recenzenti predlagajo spremembe oz. izboljšave, vrne avtor popravljeno besedilo v 10 dneh v dveh izvodih, enega z dvojnimi razmakom. Ko prvi avtor vnese še uredniške pripombe, odda popravljeno besedilo v enem izvodu in na disketi ter vrne izvod z uredniškimi popravki.

Prispevke sprejemamo vse leto.

## NOTES FOR AUTHORS

### Papers

We publish original scientific papers, preliminary communications and research statements on the subject of agronomy, horticulture, plant biotechnology, food technology of foods of plant origin, agricultural economics and informatics; in Slovenian, English and German languages while scientific reviews are published only upon agreement. Reports presented on conferences that were not published entirely in the conference reports can be published. If the paper is a part of diploma thesis, master of science thesis or dissertation, it should be indicated at the bottom of the front page as well as the name of the supervisor. All notes should be written in Slovenian and English language.

Papers in Slovenian language should have tables, graphs, figures and appendices in both languages, Slovenian language being the first. Titles of graphs and figures are below them. Figures and graphs are part of the text. Clearly marked origins of figures should be added; they can be returned if author desires. Latin expressions are written in italics. Decimal coma is used in Slovenian and decimal point in English. Papers in English should contain abstract in Slovenian and *vice versa*. Papers in German should contain abstracts in German, Slovenian and English.

The papers should be condensed, short and usually should not exceed 12 pages. Microsoft Word 97 (Windows) should be used, fonts Times New Roman, paper size 16.2 x 23.5 cm, font size in main text 10; in large tables size 8 could be used, abstracts and material and methods Arial size 8, right and left margin 2.1 cm, upper margin 1.3 cm and lower margin 1.6 cm.

### First page

The type of the paper should be indicated on the first page on the right side in Slovenian and English language following by title of the paper and authors. Full names of authors are used (first name and surname). Each name of the author should have been added an index, which is put immediately after the author(s), and contains address of the institution and academic degree of the author, in the language of the paper. The address of the institution in which the author works is indicated. If the research was realised elsewhere, the author should name the headquarters of the institution. E-mail is optional.

Under the address of the authors some space for dates of arrival and acceptance for publishing should be left. A comprehensive and explicit abstract up to 250 words follows indicating the objective and methods of work, results, discussion and conclusions. Key words follow the abstract.

The abstract in the language of the paper is followed by the title, abstract and key words in another language.

### References

References should be indicated in the text by giving author's name, with the year of publication in parentheses, e.g. (surname, year). If authors are two, the following form is used: (surname and surname, year). If authors are several, we use (surname *et al.*, year). Secondary literary sources should be quoted in the form "cited in". The references should be listed at the end of the paper in the alphabetical order and not numbered. If several papers by the same author and from the year are cited, a, b, c, etc. should be put after the year of the publication: e.g. 1997a. The following form of citation is used: for journals volume, year, number, page; for books place of publication, publisher, year, pages. For journals official abbreviated forms can be used. A full stop should be put after the abbreviated words. Each reference is also closed by a full stop. Examples are in previous issues.

### Delivery

Papers should be delivered in two copies, double-spacing and 35 rows per page are required, and on a diskette. A statement signed by all authors transfers copyrights on the published article to the Journal.

Papers are reviewed and edited. First author receives a review. If reviewers suggest some corrections, the author should forward them in 10 days and in two copies, one of them with double space. After the first author considers the editor's notes, the corrected paper should be sent in one copy and on a diskette.

Papers are accepted all year.