

**Agrovoc descriptors:** solanum tuberosum, potatoes, fungicides, foods, monitoring, carbamates, sampling, tubers, spacing, residues

**Agris category codes:** H20

COBISS koda: 1.01

## Vpliv izbire fungicidov in medvrstne razdalje na pojavljanje ostankov ditiokarbamatov v krompirju

Peter DOLNIČAR<sup>1</sup>, Meta URBANČIČ ZEMLJIČ<sup>2</sup>, Ana GREGORČIČ<sup>3</sup>, Helena BAŠA ČESNIK<sup>4</sup>, Filip VUČAJNK<sup>5</sup>, Tone GODEŠA<sup>6</sup>

Delo je prispelo 15. oktobra 2007; sprejeto 28. aprila 2008

Received October 15, 2007; accepted April 28, 2008

### IZVLEČEK

Monitoring ostankov pesticidov v kmetijskih pridelkih kaže, da so ostanki ditiokarbamatov tudi v Sloveniji med najpogostejše ugotovljenimi. V letih od 2003 do 2005 smo v poljskih poskusih ugotavljali vpliv izbora fungicidov in časa po zadnjem škropljenju krompirja na vsebnost ostankov v gomoljih krompirja. Primerjali smo štiri obravnavanja: enostransko in izmenično škropljenje s fungicidi na osnovi ditiokarbamatov, škropljenje brez ditiokarbamatov in neškropljeno kontrolo. Po končanih škropljenjih smo v zaporednih vzorčenjih naključno jemali vzorce po 10 grmov na polju in po 5 kg krompirja v skladišču. V drugem poskusu smo preučevali vpliv medvrstne razdalje na vsebnost ostankov ditiokarbamatov v gomoljih na različnih globinah. Primerjali smo medvrstne razdalje 66 cm, 75 cm in 90 cm pri sortah Carlingford, Agria in Bright. Razporeditev gomoljev v grebenih smo ugotavljali z napravo za tridimenzionalno merjenje oblike grebena in položaja gomoljev v grebenu. Vzorčili smo gomolje po plasteh 0-5 cm, 5-10 cm in >10 cm in pobirali gomolje posamično. Vzorce krompirja smo na ostanke ditiokarbamatov analizirali s plinskim kromatografom, sklopljenim z masnim spektrometrom. Ostanke ditiokarbamatov v gomoljih smo ugotovili le v letu 2003. Rezultati kažejo, da so okoljske razmere ključen dejavnik za pojavljanje ostankov v gomoljih in imajo lahko celo večji vpliv kot količina uporabljene aktivne snovi ali drugi tehnološki ukrepi. Upoštevanje dobre kmetijske prakse v večini let omogoča pridelavo krompirja brez ostankov ditiokarbamatov. V neugodnih letih lahko najdemo ostanke, kljub pridelavi v skladu s tehnološkimi priporočili in upoštevanji karenci ob izkopu krompirja.

**Ključne besede:** ditiokarbamati, ostanki, krompir, fungicidi, medvrstna razdalja

<sup>1</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija, mag., univ. dipl. inž. agr., [kis@kis.si](mailto:kis@kis.si)

<sup>2</sup> Isti naslov kot <sup>a)</sup>, univ. dipl. inž. agr.

<sup>3</sup> Isti naslov kot <sup>a)</sup>, dr., univ. dipl. kem.

<sup>4</sup> Isti naslov kot <sup>a)</sup>, mag., univ. dipl. kem.

<sup>5</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška Fak., Odd. za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija, mag., univ. dipl. inž. agr.

<sup>6</sup> Isti naslov kot <sup>a)</sup>, mag., univ. dipl. ing. str.

## ABSTRACT

## THE INFLUENCE OF FUNGICIDE CHOICE AND ROW WIDTH ON THE APPEARANCE OF DITHIOCARBAMATE RESIDUES IN POTATO

The residues of dithiocarbamates are very often found in foodstuff monitoring programme in Slovenia. The effect of fungicide choice and time spent since the last spraying on dithiocarbamate residues in potato tubers were studied in the field trials from 2003 to 2005. Four different treatments were applied in trial: exclusive and alternate spraying with fungicides on the basis of dithiocarbamates, spraying schedule without dithiocarbamates and unsprayed control. 10 plants in the field and 5 kg of tubers in storage were randomly sampled in consecutive sampling after the last spraying. The influence of row width on the dithiocarbamate residue content of tubers in different depths was studied in the second experiment. Row distances of 66, 75 and 90 cm were compared using varieties Carlingford, Agria and Bright. Tuber distribution in the hill was measured using device for three-dimensional measurement of hill shape and tuber position. Tubers were sampled in two ways: in layers of 0-5 cm, 5-10 cm and deeper than 10 cm, and each tuber separately. Gas chromatography coupled with mass spectrometry was used for the analysis of dithiocarbamates. They were found only in the year 2003. The results show that the environmental conditions are the key factor for determination of dithiocarbamate residues. They have bigger influence than the amount of active substance used or other technological measures taken. Application of good farming practice enables the production of food without residues in most of the years. In certain years it is possible to find residues despite the utilization of technological recommendations and pre-harvest interval.

**Key words:** dithiocarbamates, residues, potato, fungicides, row width

## UVOD

Ditiokarbamati so soli ali estri aminoditiokarboksilne kisline in njenih derivatov. Po kemijskih lastnostih so si med seboj zelo podobni. Sem spadajo fungicidi s protektivnim delovanjem kot so ciram, mankozeb, maneb, metiram, propineb, tiram in zineb. Delujejo na glivična obolenja poljščin, vrtnin, sadnih rastlin, vinske trte in okrasnih rastlin (plesni, pegavosti, rje, škrlup, peronospora). Uporabljamo jih lahko foliarno ali za tretiranje semena. Najbolj zastopan ditiokarbamat je mankozeb, ki je kompleks cinka in maneba. Je prah sivo-rumene barve, ki razpade pri temperaturi 192-204°C in je netopen v večini organskih topil, topnost v vodi je 6,2 mg/kg pri pH=7,5. V vodi precej hitro hidrolizira; njegova razpolovna doba je v temnih in sterilnih pogojih manj kot 2 dni (Xu, 2000), 1 dan pa pri pH 5-9 (Lyman in Lacoste, 1974, 1975). V nesterilnih tleh mankozeb razpade v treh mesecih (Doneche in sod., 1983), pri čemer se preko etilentiuree (ETU), etilenuree (EU) in etilenbisizotiocianata (EBIS) s pomočjo mikroorganizmov razgradi do CO<sub>2</sub> (Lyman in Lacoste, 1975 - v Xu, 2000). Lyman in Lacoste navajata polovični razpadni čas v tleh pri 20 mg/kg mankozeba 50 dni in pri 10 mg/kg mankozeba 90 dni (Lyman in Lacoste, 1974). Mankozebe in njegovi metaboliti se slabo vežejo na tla. Njegova mobilnost je v vlažnih in peščenih tleh večja kot v suhih in organsko bogatih tleh (WHO, 1988). Razpolovna doba mankozeba v rastlinah je 10,6 dni. Po dveh tednih so njegovi glavni metaboliti: elementarno žveplo, ETU, EU, EBIS in etilendiamin (Xu, 2000). Na paradižniku sta bila maneb in zineb po 3 tednih najdena v konc. < 1 mg/kg, še prisotna pa po 10 tednih (Nash in Beall, 1980). V krompirju je bila v letih 1999 do 2005 pri nas najvišja dovoljena vsebnost ostankov ditiokarbamatov 0,05 mg/kg (Ur.l. RS št. 54/99 in Ur.l. RS št. 73/03). Od 23. junija 2005 je pri nas najvišja dovoljena vsebnost ostankov ditiokarbamatov v krompirju

0,1 mg/kg (EC, 2004), z 19. marcem 2008 pa bo najvišja dovoljena vsebnost ostankov ditiokarbamatov v krompirju pri nas 0,3 mg/kg (EC, 2007). Najvišja dovoljena vsebnost ostankov ditiokarbamatov v krompirju v Codexu Alimentariusu je 0,2 mg/kg (Codex Alimentarius, 2007).

Intenzivna pridelava krompirja je nujno vezana na rabo fitofarmacevtskih sredstev, saj je varstvo nasadov pred krompirjevo plesnijo eden od osnovnih agrotehničnih ukrepov. V ugodnih vremenskih razmerah za razvoj bolezni opravijo pridelovalci 5-7 škropljenj v rastni dobi, včasih pa tudi 10 ali več. V takih razmerah je tveganje za pojavljanje ostankov ditiokarbamatov v gomoljih še toliko večje.

V okviru sistematičnega ugotavljanja vsebnosti ostankov fitofarmacevtskih sredstev v kmetijskih pridelkih, ki že vrsto let poteka na Kmetijskem inštitutu Slovenije, so ostanki ditiokarbamatov med najpogostejše ugotovljenimi. V letih 2002 in 2003 so bile v gomoljih krompirja določene najvišje vsebnosti njihovih ostankov doslej (0,44 in 0,51 mg/kg). Najvišja dovoljena vrednost (Maximum Residue Level = MRL), ki je za krompir takrat znašala 0,05 mg/kg je bila v obravnavanih letih presežena kar v 40,0 % oziroma 37,1 % analiziranih vzorcev (Gregorčič in sod.; 2003, 2004). Da bi zmanjšali možnost pojavljanja ostankov v krompirju, je potrebno pri pridelovanju slediti pravilom dobre kmetijske prakse. Tehnologija pridelovanja krompirja z majhno medvrstno razdaljo pridelovalcem ne omogoča več kakovostne pridelave jedilnega krompirja. To se še posebej pokaže v stresnih razmerah. Majhen greben lahko zadrži manj vode, tla se hitreje osušijo in segrejejo. Pomembno je tudi, da so se pri tržnih pridelovalcih povprečni pridelki jedilnega krompirja močno povečali, saj so bile na sortno listo uvrščene nove visoko rodovitne sorte krompirja z dosegljivim pridelkom po 60 t/ha in več. Majhen greben ne omogoča dovolj dobre pokritosti gomoljev, ki zato zelenijo, večja pa je tudi možnost onesnaženja gomoljev z ditiokarbamati.

Da bi ugotovili vzroke za pojavljanje ostankov ditiokarbamatov v gomoljih krompirja smo v letih od 2003 do 2005 zasnovali poljske poskuse. Ti so potekali v dveh ločenih sklopih: v prvem smo se osredotočili na ugotavljanje vpliva izbora fungicidov oz. količine uporabljenih ditiokarbamatov in časa po zadnjem škropljenju krompirja na vsebnost ostankov v gomoljih, v drugem pa smo preučevali vpliv velikosti grebenov (medvrstne razdalje) na vsebnost ostankov ditiokarbamatov v gomoljih.

## MATERIAL IN METODE

### Ugotavljanje vpliva izbora fungicidov in časa po zadnjem škropljenju na vsebnost ostankov ditiokarbamatov v gomoljih

Vpliv rabe različnih fungicidov za zatiranje krompirjeve plesni ter časa vzorčenja krompirja smo ugotavljali v natančnih poljskih poskusih. Ti so potekali v Mostah pri Komendi (2003), v Jabljah in v Grobljah (2004) ter v okolici Domžal (2005). Poskusi so bili zasnovani v obliki naključnih blokov v štirih ponovitvah. Med seboj smo primerjali štiri obravnavanja:

- 1: škropljenje le s fungicidi na osnovi ditiokarbamatov,
- 2: izmenično škropljenje s fungicidi na osnovi ditiokarbamatov,
- 3: škropljenje s pripravki brez ditiokarbamatov,
- 4: neškropljene parcele.

V prvem letu je bila velikost osnovne parcelice 34,4 m<sup>2</sup> (v 7 vrstah) v drugem in tretjem letu pa 56,7 m<sup>2</sup> (v 9 vrstah). Gostota saditve je v drugem letu znašala 4 rastline/m<sup>2</sup>, v prvem in tretjem letu pa po 5 rastlin/m<sup>2</sup>. V prvem letu smo posadili sorto Cvetnik, v drugem in tretjem pa sorto Pšata.

Z rabo fungicidov proti krompirjevi plesni smo začeli po navodilu Opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin. Izbor fungicidov, število škropljenj in razmaki med njimi so bili takšni, da so omogočali uspešno varstvo nasadov pred krompirjevo plesnijo. Parcelice smo škropili z nahrbtno škropilnico Solo. Podatki o številu škropljenj s fungicidi na osnovi ditiokarbamatov in skupni količini vnesene aktivne snovi so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Število škropljenj s fungicidi na osnovi ditiokarbamatov in skupna količina uporabljene aktivne snovi v letih od 2003 do 2005

Table 1: Number of sprayings and total amount of active substances of dithiocarbamates used in the years 2003 to 2005

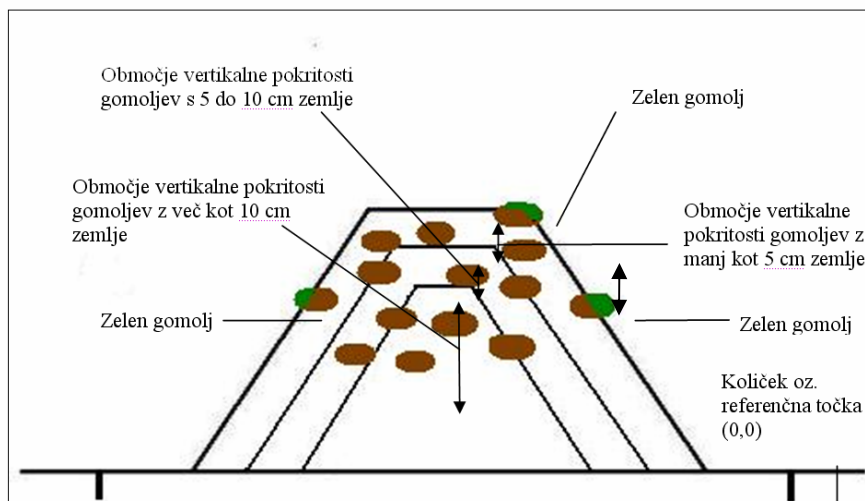
| Postopek | 2003               |                     | 2004               |                     | 2005               |                     |
|----------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|          | Število škropljenj | Količina a.s. kg/ha | Število škropljenj | Količina a.s. kg/ha | Število škropljenj | Količina a.s. kg/ha |
| 1        | 7                  | 14,0                | 6                  | 9,6                 | 7                  | 12,0                |
| 2        | 3                  | 5,6                 | 4                  | 6,4                 | 4                  | 6,0                 |
| 3        | 0                  | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  | 0                   |
| 4        | -                  | -                   | -                  | -                   | -                  | -                   |

Nekaj dni po zadnjem škropljenju s fungicidi smo začeli z zaporednimi vzorčenji gomoljev krompirja, najprej na polju in nato v skladišču. Na polju smo odvzeli vzorec iz vsake od 16 poskusnih parcelic tako, da smo v vsaki od notranjih petih vrstic po naključnem razporedu izruvali po dva grma krompirja in pobrali vse gomolje, ki so združeni predstavljali en vzorec. V vzorčenje nista bili zajeti robni vrstici in v letu 2003 metrski, v letih 2004 in 2005 pa dvometrski pas na vsakem koncu parcelic. Po izkopu pridelka smo krompir shranili v skladišču, ločeno za vsako poskusno parcelico, od koder smo nadaljevali z vzorčenji po 5 kg gomoljev. V letu 2003 smo tako v štirih vzorčenjih s polja (3, 7, 15 in 22 dni po zadnjem škropljenju) in enem iz skladišča (42 dni po zadnjem škropljenju) pobrali skupaj 80 vzorcev krompirja. V letu 2004 smo vzorčili štirikrat na polju (od 8 do 25 dni po zadnjem škropljenju) in osemkrat v skladišču (od 35 do 112 dni po zadnjem škropljenju) in odvzeli skupaj 208 vzorcev. V letu 2005 smo na polju vzorčili šestkrat (7 do 51 dni po zadnjem škropljenju) in dvakrat v skladišču (77 in 105 dni po zadnjem škropljenju) in odvzeli skupaj 128 vzorcev krompirja.

#### Ugotavljanje vpliva velikosti grebenov na vsebnost ditiokarbamatov

V letih 2003 in 2004 smo zasnovali poskuse na Zgornjem Brniku, v Ljubljani in v Brežicah. Primerjali smo medvrstne razdalje 66 cm, 75 cm in 90 cm pri sortah Carlingford, Agria in Bright. Pri vseh treh medvrstnih razdaljah smo sadili na enako gostoto (4,5 rastlin/m<sup>2</sup>). Poskus je bil zasnovan v naključnem bločnem sistemu, v split-plot obliki v petih ponovitvah. Glavni dejavnik je bila medvrstna razdalja, poddejavnik pa sorta. Grebene smo formirali pred vznikom z osipalnikom s pogonom preko priključne gredi traktorja. Poskusni nasad smo oskrbovali tako, da so bile razmere kar najbolj podobne razmeram v tržni pridelavi, pri čemer smo za varstvo pred krompirjevo plesnijo izbrali pretežno pripravke, ki so vsebovali ditiokarbamate. Tako smo v letu 2003 na Zgornjem Brniku in na Pšati uporabili po 11,8 in v Brežicah 17,4 kg/ha aktivne snovi na osnovi ditiokarbamatov. V letu 2004 smo na Zgornjem Brniku uporabili 9,5, na Pšati 6,8 in v Brežicah 15,3 kg/ha ditiokarbamatov.

Razporeditev gomoljev v grebenih smo ugotavljali z napravo za tridimenzionalno merjenje oblike grebena in položaja gomoljev v grebenu, ki so jo izdelali na Katedri za kmetijsko mehanizacijo BF v Ljubljani (Godeša, 2002). Na poskusnem polju smo imeli že prej zakoličena mesta, na katerih smo merili obliko grebena. Pred izkopom smo najprej izmerili obliko grebena, nato pa še položaj posameznih gomoljev v grebenu pri posamezni rastlini (Dolničar in sod., 2005).



Slika 1: Shema ugotavljanja položaja gomoljev po plasteh v grebenu  
 Picture 1: The scheme of assessment of tuber position using layers in the ridge

V prvih štirih ponovitvah smo vzorčili gomolje iz treh plasti pokritosti: gomolji pokriti z do 5 cm zemlje, gomolji pokriti s 5 do 10 in gomolji pokriti z več kot 10 cm debelo plastjo zemlje (Slika 1). V enem letu smo na ta način pobrali po 108 vzorcev na lokacijo (4 ponovitve x 3 medvrstne razdalje x 3 sorte x 3 globine), skupaj na vseh lokacijah torej 324 vzorcev. Poleg tega smo v peti ponovitvi pobrali gomolje za posamično analizo (135 gomoljev = 3 medvrstne razdalje x 3 sorte x povprečno po 15 gomoljev), skupno okoli 405 vzorcev v posameznem letu.

#### Priprava vzorcev in analize ostankov ditiokarbamatov

Vsak gomolj v vzorcu smo razrezali na štiri dele, vzeli nasprotni četrtini in ju razrezali na manjše kose. Vzorec smo do analize shranili v plastičnih posodah pri -20°C. Pri analizi metode smo vzorce krompirja segrevali v dvofaznem sistemu izo-oktan/kositrov (II) klorid v razredčeni klorovodikovi kislini. Pri tem je nastal ogljikov disulfid, ki se je raztopil v organski fazi (izo-oktanu). CS<sub>2</sub> smo kvalitativno in kvantitativno določili s plinsko kromatografijo z masno selektivnim detektorjem (Baša Česnik in Gregorčič, 2006).

#### Vremenske razmere v poskusnih letih

Za analizo vremenskih razmer smo uporabili podatke z najbližjih meteoroloških postaj (Ljubljana, Brnik in Bizeljsko).

Leto 2003 je bilo izjemno sušno z visokimi temperaturami in malo padavinami. Povprečna temperatura zraka v obdobju april-september je bila presežena za skoraj 3 °C glede na dolgoletno povprečje. Odstopanja so bila največja v juniju in avgustu (za 4,5 do 5,9 °C), povprečne majske in julijske temperature so bile presežene za 2,2 do 3,7 °C. Skozi celo rastno dobo je povsod izrazito primanjkovalo padavin,

predvsem v mesecu maju in juniju. V obdobju april-september je v Ljubljani padlo 68 %, na Brniku 56 % in na Bizeljskem vsega 43 % običajne količine dežja. V letih 2004 in 2005 so bile povprečne temperature v dobi vegetacije za slabo stopinjo višje od običajnih, tudi padavin je bilo povsod nekoliko več kot ponavadi. Izrazito veliko dežja je padlo v letu 2005, ko je bila skupna količina padavin v obdobju april-september presežena za približno tretjino (Vir: Mesečni bilten ARSO).

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Ugotavljanje vpliva izbora fungicidov in časa po zadnjem škropljenju na vsebnost ostankov ditokarbamatov v gomoljih

V letu 2003 smo ugotovili ostanke ditiokarbamatov v vseh vzorcih krompirja, tudi v kontrolnih (Tabela 2), kar bi lahko bila posledica kontaminacije iz večjega okoliškega polja. Zato iz dobljenih rezultatov ni mogoče ugotoviti vpliva količine uporabljene aktivne snovi na vsebnost ostankov v končnem pridelku, čeprav smo pri priporočenem in v praksi večinoma ustaljenem načinu varstva, kjer gre za izmenično rabo različnih aktivnih snovi, določili v povprečju nižje vsebnosti ostankov kot pri izključni rabi ditiokarbamatov. Na osnovi dobljenih rezultatov lahko sklepamo o hitrosti razgradnje ditiokarbamatov v gomoljih. Povprečna vsebnost je bila najnižja ob prvem in najvišja ob drugem vzorčenju. V petem vzorčenju je bila ugotovljena vsebnost ostankov ditiokarbamatov nad dopustno mejo in celo višja kot v četrtem vzorčenju. Ugotavljamo, da so ditiokarbamati ostali v gomoljih precej dlje kot je čas karence (do 21 dni), zato upoštevanje karence ob izkopu krompirja še ni zagotovilo, da v gomoljih ne bo ostankov.

Tabela 2: Vsebnost ostankov ditiokarbamatov v Komendi v letu 2003 (v ppm)

Table 2: Dithiocarbamate residue content in Komenda in 2003 (in ppm)

| Obravnavanje         | Vzorčenje v dnevih po zadnjem škropljenju |       |        |        |        | Povprečje |
|----------------------|-------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|
|                      | 3 dni                                     | 7 dni | 15 dni | 22 dni | 42 dni |           |
| 7 x ditiokarbamati   | 0,025                                     | 0,233 | 0,223  | 0,053  | 0,148  | 0,136     |
| 3 x ditiokarbamati   | 0,023                                     | 0,200 | 0,180  | 0,078  | 0,118  | 0,120     |
| Brez ditiokarbamatov | 0,013                                     | 0,173 | 0,195  | 0,078  | 0,133  | 0,118     |
| Neškropljeno         | 0,023                                     | 0,165 | 0,070  | 0,068  | 0,208  | 0,107     |
| Povprečje            | 0,021                                     | 0,193 | 0,167  | 0,069  | 0,151  | 0,120     |

V letih 2004 in 2005 v nobenem od skupno 336 analiziranih vzorcev nismo ugotovili ostankov ditiokarbamatov. Ostankov ni bilo oz. so bile vrednosti pod mejo detekcije metode tudi po sedemkratnem škropljenju z ditiokarbamati in skupnem vnosu 12 kg/ha aktivne snovi, kar kaže na to, da so za pojavljanje ostankov ključne okoljske razmere, ki imajo lahko večji vpliv kot količina uporabljene aktivne snovi.

### Ugotavljanje vpliva velikosti grebenov na vsebnost ditiokarbamatov

V letu 2003 so bili ostanki ditiokarbamatov določeni v večini analiziranih vzorcev, pri čemer smo ugotovili velik delež vzorcev z ostanki pod ali malo nad MRL, ki je

hkrati tudi meja detekcije metode (Tabela 3). Le v nekaj vzorcih smo ugotovili povišane vrednosti ostankov. Statistična analiza ni pokazala značilnih razlik pri nobenem od preučevanih dejavnikov: med sortami, medvrstnimi razdaljami in globino gomoljev. Prav tako niso bile statistično značilne interakcije med naštetimi dejavniki. V Brežicah smo ugotovili manj ostankov ditiokarbamatov kot v Ljubljani in na Brniku, kar je verjetno povezano s pridelovalnimi razmerami. Pokazalo se je, da večje medvrstne razdalje ne zagotavljajo pridelka brez ostankov ditiokarbamatov, kaže pa se trend njihovega zmanjševanja z globino.

Tabela 3: Povprečne vsebnosti ostankov ditiokarbamatov pri treh sortah, medvrstnih razdaljah in globinah gomoljev na treh lokacijah v letu 2003

Table 3: The average contents of dithiocarbamate residues in tubers of three varieties, three row distances and three soil depths on three locations in 2003

| Lokacija           | Povprečna vsebnost ostankov ditiokarbamatov v krompirju (ppm) |           |       |         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|-------|---------|
|                    | Povprečje                                                     | Ljubljana | Brnik | Brežice |
| Sorta              |                                                               |           |       |         |
| Agria              | 0,11                                                          | 0,14      | 0,15  | 0,04    |
| Bright             | 0,26                                                          | 0,27      | 0,32  | 0,14    |
| Carlingford        | 0,14                                                          | 0,20      | 0,14  | 0,09    |
| Medvrstna razdalja |                                                               |           |       |         |
| 66 cm              | 0,19                                                          | 0,27      | 0,15  | 0,15    |
| 75 cm              | 0,20                                                          | 0,23      | 0,30  | 0,06    |
| 90 cm              | 0,12                                                          | 0,12      | 0,17  | 0,07    |
| Globina            |                                                               |           |       |         |
| 0-5 cm             | 0,17                                                          | 0,22      | 0,20  | 0,11    |
| 5-10 cm            | 0,19                                                          | 0,23      | 0,24  | 0,10    |
| > 10 cm            | 0,13                                                          | 0,15      | 0,18  | 0,06    |

Tudi analize posameznih gomoljev po različnih globinah niso pokazale konsistentnih rezultatov, saj smo našli ostanke v le nekaterih vzorcih, v večini pa ne, zato na podlagi dobljenih rezultatov ne moremo potrditi vpliva globine položaja gomoljev na vsebnost ostankov ditiokarbamatov (primer Tabela 4). Ti rezultati ne potrjujejo ugotovitev Rhodessa, ki je ob uporabi  $^{14}\text{C}$ -ETU po 12 tednih večino radioaktivnosti ugotovil prav v sloju tal od 2,5 do 12,5 cm in le 0,2 % v globini od 20 do 30 cm (WHO, 1988).

Tabela 4: Ostanke ditiokarbamatov v gomoljih krompirja vzorčenih posamezno pri sorti Agria v Ljubljani v letu 2003

Table 4: Dithiocarbamate residues in Agria potato tubers sampled individually in Ljubljana in 2003

| Gomolj | Vsebnost ostankov ditiokarbamatov v krompirju (ppm) |      |      |
|--------|-----------------------------------------------------|------|------|
|        | 66                                                  | 75   | 90   |
| 1      | 0                                                   | 0    | 0,06 |
| 2      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 3      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 4      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 5      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 6      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 7      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 8      | 0                                                   | 0    | 0    |
| 9      | 0                                                   | 0,17 | 0    |
| 10     | 0                                                   | 0,14 | 0    |
| 11     | -                                                   | 0,1  | 0    |
| 12     | -                                                   | 0,16 | 0    |
| 13     | -                                                   | 0,11 | 0    |
| 14     | -                                                   | 0,07 | -    |
| 15     | -                                                   | 0,07 | -    |
| 16     | -                                                   | 0,07 | -    |

Legenda:

0 pri analizi nismo odkrili ostankov ditiokarbamatov

- analiza ni bila opravljena

V letu 2004 v nobenem od analiziranih vzorcev nismo določili ostankov ditiokarbamatov.

Iz rezultatov lahko sklepamo, da v večini let upoštevanje tehnoloških navodil in načel dobre kmetijske prakse omogoča pridelavo krompirja brez ostankov ditiokarbamatov v gomoljih. V posameznih letih pa ob specifičnih pridelovalnih razmerah lahko pride do pojavljanja ostankov. Tako je bilo npr. v sušnem letu 2003, ko smo določili ostanke ditiokarbamatov v gomoljih na vseh poskusnih lokacijah. Tudi v okviru rednega monitoringa so bili ostanke ditiokarbamatov v tem letu določeni v 40 % analiziranih vzorcev, v letu 2004 pa le v 8,1 % vzorcev (Gregorčič in sod.; 2004, 2005). Kateri dejavniki so tisti, ki najbolj vplivajo na to, kdaj in v kakšni meri bo prišlo do pojavljanja ostankov v gomoljih je zaradi množice prepletajočih se vplivov v naravi težko ugotoviti. Zdi pa se, da so vremenske razmere, predvsem padavine, eden od ključnih dejavnikov. Količina in razporeditev padavin pomembno oblikuje talne razmere in vpliva na številne procese v tleh, med drugim tudi na izmenjavo snovi ter na potek in hitrost različnih kemijskih in mikrobioloških procesov.

Zaradi širšega izbora učinkovitih fitofarmacevtskih sredstev za varstvo krompirja v zadnjih letih, je mogoče zagotoviti dober pridelek in zadovoljivo zaščito krompirišč pred najpomembnejšimi glivičnimi boleznimi tudi brez ali z minimalno rabo fungicidov iz skupine ditiokarbamatov. Vendar pa je s stališča zmanjševanja tveganja za pojav odpornosti na fitofarmacevtska sredstva priporočljiva čimbolj pestra raba teh snovi, zato izključevanja sredstev na bazi ditiokarbamatov ne priporočamo. Dobljeni rezultati kažejo, da to tudi ni potrebno.

## SKLEPI

Pojavljanje ostankov ditiokarbamatov v gomoljih krompirja je kompleksen problem. Kljub temu, da nekaterih začetnih domnev in delovnih hipotez iz različnih razlogov nismo uspeli zavreči ali potrditi, smo v naši raziskavi prišli do nekaterih pomembnih ugotovitev. Ugotovili smo, da so za pojavljanje ostankov ditiokarbamatov v gomoljih krompirja ključne rastne razmere. Njihov vpliv je lahko večji kot vpliv količine uporabljene aktivne snovi ali medvrstne razdalje. V večini let je mogoče z upoštevanjem tehnoloških navodil in dobre kmetijske prakse pridelati krompir brez ostankov ditiokarbamatov. V posameznih letih s specifičnimi pridelovalnimi razmerami pa lahko pride do tega, da najdemo ostanke ditiokarbamatov v gomoljih. V takih letih lahko ugotovimo ostanke tudi pri običajnih (neprekoračenih) količinah uporabljene aktivne snovi. Ugotavljamo tudi, da so ditiokarbamati v gomoljih precej obstojni in da upoštevana korenica ob izkopu krompirja še ni zagotovilo, da v gomoljih ne bo ostankov. Dobljeni rezultati ne kažejo, da bi bilo potrebno spreminjati sedaj uveljavljena tehnološka navodila in kriterije dobre kmetijske prakse. Zaradi zagotavljanja zdravega živeža pa je vsekakor smiselno nadaljevati z naključnim spremljanjem vsebnosti ostankov ditiokarbamatov pri pridelovalcih. V primeru ugotovljenih presežnih vrednosti ostankov je potrebno počakati z uporabo takega krompirja in spremljati razgradnjo ostankov med skladiščenjem.

## VIRI

- Baša Česnik, H., Gregorčič, A. 2006. Validation of the method for the determination of dithiocarbamates and thiuram disulphide on apple, lettuce, potato, strawberry and tomato matrix. *Acta chim. slov.*, letn. 53, št. 1, 100-104.
- Codex Alimentarius, 2007. [http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest\\_q-e.jsp](http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp), sneto z interneta 27.09.2007.
- Dolničar, P., Vučajnk, F., Godeša, T., Debevc, T., Bernik, R. 2005. The effect of row width on size and tuber position of potato. V: Ritter, E. (ur.), Carrascal, A. (ur.). *Abstracts of papers and posters. I., Programme and oral presentations. II., Poster presentations.* 553-555, graf. prikazi.
- EC 2004, Commission Directive 2004/115/EC, Official Journal of the European Union, 22.12.2004, 374, 64-71.
- EC 2007, Commission Directive 2007/57/EC, Official Journal of the European Union, 18.09.2007, 243, 61-70.

- Godeša, T. 2002. Določanje oblike grebena pri pridelavi krompirja (*Solanum tuberosum* L.) Determination of ridge shape in potato production. V: Tajnšek, A. (ur.), Šantavec, I. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2002 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, [Zreče, 5. in 6. december 2002], Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 313-317, ilustr.
- Gregorčič, A., Baša Česnik, H., Kmecl, V., Velikonja Bolta, Š., Sušin, J., Urek G. 2003. Ugotavljanje ostankov fitofarmacevtskih sredstev v kmetijskih proizvodih, Poročilo o strokovnih nalogah s področja varstva rastlin za leto 2002, Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, marec 2003.
- Gregorčič, A., Baša Česnik, H., Kmecl, V., Velikonja Bolta, Š., Sušin, J. 2004. Ugotavljanje ostankov fitofarmacevtskih sredstev v kmetijskih proizvodih. Poročilo o strokovnih nalogah s področja varstva rastlin za leto 2003, Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, marec 2004.
- Gregorčič, A., Baša Česnik, H., Kmecl, V., Velikonja Bolta, Š., Sušin, J. 2005. Poročilo o strokovnih nalogah s področja fitofarmacevtskih sredstev. Spremljanje ostankov fitofarmacevtskih sredstev v kmetijskih pridelkih v letu 2004, Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, februar 2005.
- Lyman, W.R., Lacoste, R.J. 1974. New developments in the chemistry and fate of ethylene bisdithiocarbamate fungicides. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International IUPAC Congress on Pesticide Chemistry, Helsinki, 3-9 July, 1974, Stuttgart, George Thieme Publishers, 67-74.
- Lyman, W.R., Lacoste, R.J. 1975. New developments in the chemistry and fate of ethylene bisdithiocarbamate fungicides. Environ. Qual. Saf., Suppl. 3, 1975, 67-74.
- Nash, R.G., Beall, M.L. Jr. 1980. Fate of maneb and zineb fungicides in microagroecosystem chambers. J.A.F.Chem., 28, 322-330.
- Republika Slovenija, Pravilnik o mejnih vrednostih pesticidov v oziroma na rastlinah oziroma živilih rastlinskega izvora, Uradni list republike Slovenije, 8.7.1999, 54, 6771-6803.
- Republika Slovenija, Pravilnik o ostankih pesticidov v oziroma na živilih in kmetijskih pridelkih, Uradni list Republike Slovenije, 29.7.2003, 73, 11107-11162.
- WHO. 1988. Dithiocarbamate pesticides, ethylenethiourea and propylenethiourea. International programme on chemical safety report. Geneva, 95 str.
- Xu, S. 2000. Environmental fate of mancozeb. <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/mancozeb.pdf>