

»VIŠE NIJE BOLJE« –
PRILOG PROCJENI
TOKSIKOLOŠKOG RIZIKA
TEŠKIH METALA OLOVA I
KADMIJA TE HERBICIDA
LINURON, FLUAZIFOP-P-
BUTYL I CYCLOXYDIM U
OSUŠENOM CVIJETU
KAMILICE (*Chamomilla
recutita L. Rauschert*)

BERISLAV MOMČILOVIĆ¹, NIKOLA
IVIČIĆ¹, IVANKA BOŠNJAK², GORDANA
STANIĆ², ZVONIMIR OSTOJIĆ³ I GORAN
HRLEC⁴

*Institut za medicinska istraživanja i
medicinu rada¹, Zagreb, Zavod za
farmakognoziju, Farmaceutsko-
biokemijski fakultet Sveučilišta u
Zagrebu², Zagreb, Zavod za
herbologiju, Agronomski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu³, Zagreb,
Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi
i šumarstvu Republike Hrvatske⁴,
Zagreb*

Primljeno ožujak 1999.

Kadmij i rezidua navedenih triju herbicida u osušenim cvijetu industrijski uzgojene kamilice bili su povišeni iznad preporučenih podnošljivih vrijednosti. Rezultati su razmotreni s obzirom na postojeću zakonsku regulativu o herbicidima u Republici Hrvatskoj i postojećim preporukama FAO/WHO te na procjenu pojedinačnog i zbirnog toksikološkog rizika u ljudi. Kritički je razmotrena i odbačena uobičajena poljodjelska praksa pretjerane uporabe herbicida. Preporuča se prospektivna primjena biljaka kao prirodnih indikatora onečišćenja čovjekova okoliša te za procjenu toksikološkog opterećenja u čovjekovu prehranbenom lancu.

Ključne riječi:
čaj kamilice, okoliš, toksikološko opterećenje

Kamilica (*Chamomilla recutita L. Rauschert*), odnosno njezin cvijet (*Matricariae flos*), biljni je lijek blagih antiinflamatornih i spazmolitičkih svojstava poznat još od antičkih vremena (1). Ljekovito djelovanje cvijeta kamilice počiva na svojstvenom eteričnom ulju, flavonoidima, kumarinu i sluzi (2). Zbog svojih korisnih svojstava danas se kamilica u Hrvatskoj uzgaja kao industrijska poljoprivredna kultura.

Intenzivna agroprodukcija danas je nezamisliva bez uporabe herbicida koji ulaze u biljku, dijelom upijanjem kroz vanjsku površinu biljke, osobito listove, a dijelom korijenom iz tla. Dio se herbicida u biljci razgradi i/ili izluči metaboličkim procesima, a dio ih trajno zaostane. U kamilici nalazimo i teške metale kao što su olovo i kadmij koji dijelom dopijevaju na površinu biljke s padavinama iz onečišćenoga zraka ili otpadnim vodama, a dijelom i iz ostalih tvari koje se rabe u uzgoju, proizvodnji i zaštiti bilja. Za razliku od herbicida čija prisutnost u tlu i biljkama ovisi samo o čovjekovoj djelatnosti, teški se metali nalaze i prirodno u tlu, a kad uđu u organizam, ne mogu se više metabolizirati. Tako zaostale količine teških metala i herbicidi u lancu čovjekove prehrane predstavljaju ozbiljnu opasnost za njegovo zdravlje (3–5).

Svrha je ovoga rada da se ispita razina teških metala i herbicida u osušenom cvijetu kamilice uzgojene na agroindustrijskim površinama. Smatramo da nije opravdano promatrati moguće djelovanje toksičnih tvari poput teških metala i herbicida na čovjekovo zdravlje za svaki ksenobiotik ili inu noksu posebice, već da bi trebalo posvetiti pozornost stvaranju banke podataka s pomoću koje se može ocijeniti ukupno opterećenje čovjekova metabolizma potencijalno štetnim tvarima iz okoline (6).

MATERIJAL I METODE

U radu smo analizirali pet uzoraka cvijeta agroindustrijski proizvedene kamilice s pet katastarskih parcela u sklopu PPK Kutjevo. Od svakoga uzorka dio je odvojen za analizu pesticida, a dio za analizu teških metala. Ploidnost sorte odnosno sorti nije nam poznata jer se taj podatak smatra poslovnom tajnom proizvođača i naručioca.

Tablica 1. Tlo, kalendar poljodjeljskih aktivnosti i mjere njege i zaštite kamilice herbicidima

Ratarska površina Katastarska parcela (br.) Tlo	Trenkovo 1 pseudoglej	Ovčara 2 pseudoglej + pjeskovita ilovača	Kula 3 pseudoglej	Ovčara 4 pseudoglej + pjeskovita ilovača	Ovčara 5 psudoglej
Kalendar poljodjeljskih aktivnosti					
Sjetva	23.–26. IX.	20. IX.	20. IX.	20. IX.	20. IX.
Zaštita	14. i 15. IV.	31. III.	30. III.	14. i 15. IV.	14. i 15. IV.
Žetva	20.V.–02. VI.	16.–27. V.	17.–29. V.	16.–27. V.	16.–27. V.
Herbicidi (utrošeno za zaštitu)*					
Afalon	1,2 kg/ha		1,5 kg/ha		
Fusilade super	1,5 L/ha				
Focus ultra		1,5 L/ha		1,5 L/ha	1,5 L/ha
Prihranjivanje					
**KAN (27%N; kg/ha)	70	55	70	55	55

*Po proizvođaču preporučene količine: Afalon 1,5–2,5 kg/ha, Fusilade super 1,5 L/ha, Focus ultra 1,0–1,5 L/ha; **KAN – dušikovo umjetno gnojivo, Tvornica umjetnih gnojiva, Kutina;

Kao pretkultura kamilice uzgajana je pšenica. Oranje je izvršeno krajem mjeseca kolovoza na dubini od 30 cm, a cijela je površina zavaljana glatkim valjkom da se uspostavi kapilaritet tla povoljan za nicanje sjemena kamilice. Sjetva kamilice obavljena je u posljednjoj trećini mjeseca rujna. Tijekom vegetacije, u proljeće sljedeće godine, primijenjene su mjere prihranjivanja bilja dušikovim gnojivom i njihove zaštite herbicidima (tablica 1). Berba kamilice obavljena je u mjesecu svibnju, a netom ubrana kamilica sušena je strujom toploga zraka od 35 do 45 °C u lokalnoj duhanskoj sušari.

U zaštiti bilja upotrijebljeni su herbicidi Afalon (linuron; Hoechst-Schering GmbH, Frankfurt am Main, Njemačka), Fusilade super (fluazifop-P-butyl; Zeneca, ICI, London, Engleska) i Focus ultra (cycloxydim; BASF AG, Ludwigshafen, Njemačka) poznate kemijske strukture i u koncentracijama prema napatku proizvođača (tablica 2). Po-

Tablica 2. *Kemijska, toksikološka, i eko-toksikološka svojstva herbicida Afalon, Fusilade superior i Focus ultra (tt - tjelesna težina)**

Proizvod (tvorničko ime)	Afalon WP 50%	Fusilade super EC 12.5%	Focus ultra EC 20%
Sastav (generičko ime)	linuron	fluazifop-P-butyl	cycloxydim
Mjesto apsorpcije	korijen>list	list	list
NOEL (mg/kg tt/d/ukupno vrijeme)	125 mg/kg/d/18 m	10 mg/kg/d/90 d	7 mg/kg/d/2 g
ADI (mg/kg hrane)	0,002	0,07	
**Toleranca (mg/kg hrane)	0,1	0,2–0,5	0,5
Vrijeme poluraspada u tlu (DT ₅₀)	500–600	/	<10–183

*Tomlin (17–19); NOEL (*non observable effect level*) – najviša neučinkovita doza u mg tvari/kg tjelesne težine/dan/ukupno vrijeme (d dani, m mjeseci, g godine) navedene vrijednosti utvrđene su na štakorima; ADI (*acceptable daily intake*) – dozvoljeni dnevni unos hranom u organizam; Tolerance – dozvoljena koncentracija zaostalih pesticida u uzorku hrane; DT₅₀ (*degradation time*) – vrijeme u danima potrebno da se koncentracija herbicida u tlu smanji na polovicu

trebno je ipak napomenuti da niti jedan od navedenih herbicida nije razvijen specifično za potrebe zaštite kamilice od korova. Štoviše, neki pripadnici iz roda *Chamomilla* i sami su korov. Spomenuti herbicidi nemaju navedeno neko preporučeno vrijeme primjene s obzirom na vegetacijski ciklus kamilice (karencija), kao ni to da li se mogu uporabiti samo jednom ili višekratno. Očividno je prema kalendaru poljodjelskih aktivnosti i karakteristične dinamike razvoja kamilice da su herbicidi primijenjeni nakon nicanja, a prije cvjetanja. Također, primijenjene koncentracije herbicida, osim Afalona, bile su na gornjoj granici onih koje preporučuje proizvođač, s time da su herbicidi primijenjeni u jednome mahu (tablica 1).

Suhi cvijet kamilice sadržava znatne količine tvari koje interferiraju s analizom ostataka herbicida i koje su topljive u lužnatoj smjesi vode s metanolom. Stoga je uzorak od 2,5 g osušenoga cvijeta kamilice prvo maceriran u otopini 300 ml CH₃OH i 0,5 g NaOH u 200 ml H₂O. Ostaci herbicida u maceratu prvo su razlučeni tankoslojnom kromatografijom a zatim ekstrahirani u acetonu. Potom su ostaci herbicida linurona (Afalon) analizirani metodom tekuće plinske kromatografije (Packard Instrument BV, Gröningen, Nizozemska) (7), ostaci fluazifop-P-butyla (Fusilade super) kombinacijom metoda GLC i visokotlačne tekuće kromatografije (HPLC), (Uvikon 720,

Macherey and Nagel, Duren, Njemačka) (8, 9), a ostaci herbicida cycloxydim (Focus ultra) po zaštićenju metodi tvrtke BASF (10, 11). Za određivanje zaostalog linurona, fluazifop-P-butyla i cycloxydim rabljene su, u istom redosljedu, separacijske kolone za plinsku kromatografiju Gaschrom Q 80/100, Chromosorb G, DMC80/100 i Gaschrom Q 100/120 vlastite izradbe. Granice određivanja (mg/kg suhe tvari) bile su 0,04 za linuron, 0,1 za fluazifop-P-butyl i 0,2 za cycloxydim. Analitički standardi herbicida dobiveni su od istraživačkih laboratorija proizvođača uz priloženi certifikat o čistoći HPLC analiza: linuron 99.6% (Hoechst Ag, Frankfurt/M, Njemačka), cycloxydim 99.8% i dimetil ester 3-hidroksi-3-tian-3-il-glutarne kiseline 98.3% (BASF Ag, Limburgerhof) i 99.4% fluazifop-P-butyl (Zeneca Agrochemicals Ltd, Bracknell, Berkshire, UK). S obzirom na to da ovo istraživanje nije bilo financirano rađena je samo po jedna analiza uzorka. Međutim, kao što je prije navedeno, iskazane su vrijednosti o provjerenom iskorištenju analize i granica određivanja za kamilicu. Stoga je samo uz najniže dobivene vrijednosti potrebno odrediti raspon za odgovarajuće granice određivanja cijelog analitičkog postupka. To vrijedi za sve analitičke postupke čije je iskorištenje bolje od 80%. Sve analize zaostalih herbicida u cvijetu kamilice obavljene su u Zavodu za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu Republike Hrvatske, Zagreb. Napominjemo da se zbog kratkoće nadalje u tekstu upotrebljavaju pretežito tvornički, a ne generički nazivi pesticida.

Sadržaj teških metala olova i kadmija u osušenom cvijetu kamilice određen je polarografskom metodom (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry; DPASV) s pomoću aktivne kapilarne živine elektrode, referentne Ag/AgCl elektrode i platinske protuelektrode (Polarographic Analyzer Model 384, Princeton Applied Research, Princeton, SAD). Uzorci kamilice sušeni su 24 sata na 105 °C nakon čega je od svakoga uzorka odvojeno 0,2–0,6 g i spaljeno u mufolnoj peći na temperaturi 450 °C tijekom 24 sata. Spomenuta temperatura ne izaziva gubitak olova u biološkim uzorcima (12, 13). Radne otopine sadržavale su 0,1–1,0 mg Pb odnosno Cd/L. Granice detekcije DPASV za olovo i kadmij su 10^{-8} mola odnosno 0,1 ng, a ponovljivost određivanja (reproducibilnost) bila je 1–2% za referentni standard odnosno 5% za po devet replika svakoga uzorka. Standardni usporedbeni materijal (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, SAD; br. 1567a Wheat flour) upotrijebljen je za kontrolu kvalitete materijala u analizi. Sve analize olova i kadmija izvršene su u Laboratoriju za analitičku i fizikalnu kemiju Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb.

Sve upotrijebljene kemikalije bile su najvišeg analitičkog stupnja čistoće (Suprapur, Merck, Darmstadt, Njemačka)

REZULTATI I RASPRAVA

Postojeći propisi o dopuštenim količinama zaostalih pesticida i teških metala u hrani kompromis su između njihovih što nižih koncentracija u hrani i količina dostatnih da unutar razumnih granica zaštite željenu kulturu (14), a u Hrvatskoj je ta problematika regulirana posebnim Pravilnikom (15). Problem je sa svim takvim pravilnicima kako u Hrvatskoj tako i u svijetu da uvijek zaostaju za razvojem i pojavom novih herbicida na tržištu. Potonje zahtijeva dodatna logična ekstrapoliranja i usuglašavanje mišljenja stručnjaka

u nedostatku eksperimentalno provjerenih podataka. Imajući u vidu iznesena ograničenja, a i u nedostatku boljih propisa, pri kritičkom razmatranju rezultata ovoga istraživanja koristit ćemo se postojećim Pravilnikom.

Tako možemo odmah primijetiti da u Pravilniku nisu navedene dopuštene ostatne količine niti za jedan od ovdje analiziranih pesticida, kako u čaju tako i u bilo kojoj drugoj namirnici. Drugim riječima, to znači da nema zakonske obveze da se zaostala količina tih pesticida uopće određuje. No tu ćemo si barem donekle pomoći podatcima iz priručnika »Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj« (Pregled) (16) gdje se navode dopuštene tolerancije (dopuštene koncentracije herbicida u biljci). Navedene vrijednosti za Afalon, Fusilade super i Focus ultra koje su u spomenutom Pregledu naveli *Maceljški i suradnici* (16) nadopunjuju se i približno slažu s onima koje je prije objavio *Tomlin* (17–19) u svome agrokemijskom priručniku o pesticidima (tablica 2).

Na svih pet katastarskih parcela utvrđena je prisutnost zaostalih pesticida u cvijetu kamilice. Katastarska parcela br. 1 (ratarska površina Trenkovo) u apsolutnim iznosima zaostalih herbicida (Afalon=0,63 mg/kg i Fusilade sup.=0,78 mg/kg) izgleda najmanje onečišćena i onda kada se obje koncentracije zbroje. No, činjenica je da izmjerene koncentracije, za svaki od ta dva herbicida posebno, premašuju toleranciju koju navode *Maceljški i suradnici* (16). Osim toga izmjerene niže koncentracije samo su privid niže toksičnosti jer se radi o pesticidima s nižim vrijednostima LD₅₀, odnosno otrovnijima nego što je to Focus ultra (tablica 3). Katastarska parcela br. 3 (ratarska površina Kula) ima zbrojeno više vrijednosti herbicidnih rezidua nego što je zakonom dopušteno (Afalon 0,54 mg/kg i Focus ultra 1,93 mg/kg). Slično i sve tri katastarske parcele (br. 2, 4, 5) s ratarske površine Ovčara imaju nedopušteno visoke zaostale herbicide, a osobito katastarska parcela br. 4 (Focus ultra=3,16 mg/kg) (tablica 3).

Pravilnik (15) predviđa dopuštenu količinu olova u uvoznom čaju od 2 mg/kg a u domaćem 5 mg/kg. S time u svezi treba napomenuti da nema osnove za mišljenje kako je veća dopuštena količina olova u domaćem čaju u toksikološkom smislu ekvivalentna nižoj količini olova u uvoznom čaju jer »Samo doza čini otrov« (20). Tu bismo sintagmu danas mogli nadopuniti kako »Raspodjela doze u vremenu čini otrov« (21) jer nije svejedno da li neki otrov uzmemo odjednom ili to činimo malo-pomalo. Osim toga, uvozni »crni« (fermentirani) čajevi sadržavaju metilksantin, kofein i tanine kojih nema u kamilici, a tanin još i interferira s apsorpcijom željeza i drugih teških metala te tako može i smanjiti ukupno tjelesno opterećenje štetnim ksenobioticima (22). Nadalje, niti svi segmenti stanovništva nisu jednako ugroženi stalnim unosom malih količina kadmija i olova u organizam tako da su posebice osjetljiva djeca, trudnice i dojilje (3, 4). Zanimljivo je da u Pravilniku nisu navedene nikakve maksimalno dopuštene vrijednosti za kadmij u čaju jer sastavljač liste očigledno nije očekivao da u čaju može biti kadmija. Radi orijentacije navodimo da su dopuštene koncentracije kadmija, u proizvodima za koje je to specificirano u Pravilniku, od dva pa do stotinu puta manje nego za olovo jer se za iste koncentracije kadmij cijeni toksičnijim od olova.

Dok su koncentracije olova u osušenom cvijetu kamilice značajno varirale unutar dopuštenih granica, one za kadmij pokazale su se neočekivano visokima. Ovdje je još začudnije da su povišene koncentracije kadmija bile izvanredno ujednačene na svih pet katastarskih parcela bez obzira na razliku u sastavu tla. S obzirom na to da se sva tri pesticida apsorbiraju putem lista u biljku (Afalon i korijenom), pretpostavljamo da povišene vrijednosti kadmija u osušenom cvijetu kamilice potječu iz zaostalih pesticida; najvjerojatnije iz stabilizatora emulzije. Uistinu, uporaba herbicida bila je i po kvantiteti

Tablica 3. Teški metali olovo i kadmij te herbicidi Afalon (Linuron), Fusilade super (fluazifop-P-butyl) i Focus ultra (cycloxydim) u osušenoj cvijetu kamilice (mg/kg)

Očekivano	*Referentni standard izmjereno					
	1	2	3	4	5	
Ostatni herbicidi (broj replika po uzorku N = 1)						
Afalon	0,63		0,54			
Fusilade super	0,78					
Focus ultra		1,80	1,93	3,16	1,92	
Teški metali (broj replika po uzorku N = 9) ^a						
Olovo	0,020	0,303 ± 0,012	0,030 ± 0,0002	0,375 ± 0,013	0,075 ± 0,004	0,437 ± 0,018
Kadmij	0,026	0,669 ± 0,027	0,797 ± 0,029	0,822 ± 0,031	0,678 ± 0,021	0,758 ± 0,029

^aAritmetička sredina ± standardna devijacija. ^bVidi Materijal i metode za detalje i objašnjenje

i po vremenu primjene izrazito homogena veličina zajednička za sve ispitane ratarske površine. Za razliku od toga, prirodni sadržaj kadmija u nekom tlu u pravilu je vrlo nizak ($<1,8 \times 10^{-5}\%$), a i njegova varijabilnost u uzorcima tla nije nikada tako uniformno raspoređena (4). Dijelom bi izvor kadmija moglo biti i umjetno dušično gnojivo za prihranjivanje bilja, ali bi u tom slučaju koncentracija kadmija na katastarskim parcelama br. 1 (Trenkovo) i br. 3 (Kula) trebala biti 20% viša nego u tri različite katastarske parcele (br. 2, 4, 5) s ratarske površine Ovčara, a to nismo primijetili. S obzirom na šest puta više koncentracije zaostatnog Afalona, dvostruko više koncentracije zaostatnog Fusilade superiora i trostruko više koncentracije zaostatnog Focus ultra nego što navode *Maceljski i suradnici* (16), akademsko je pitanje da li kamilica eventualno može u sebi specifično koncentrirati kadmij iz tla. Naime, *Bingel i suradnici* (23) pronašli su da razina kadmija u osušenom cvijetu kamilice i uz pridržavanje uputa o primjeni herbicida ne prelazi 0,20 mg Cd/kg. Tri i pol puta manje nego u nas, ali zato su, kakve li slučajnosti, u nas i rezidue herbicida bile tri do tri i pol puta više od dopuštenih. To također govori u prilog pretpostavci o većoj primjeni pesticida nego što je to službeno deklarirano.

Schilcher (24) je ustanovio koncentracije od 0,09 do 6,50 mg Pb/kg i 0,39 mg Cd/kg kamilice, s tim da su najviše koncentracije olova zabilježene u kamilici iz gradskog botaničkog vrta, dok je, za razliku od naših rezultata, koncentracija kadmija u većini uzoraka bila ispod granice detekcije njegove metode. Kasnije su *Schilcher i suradnici* (25) ustanovili da u infuz kamilice prijeđe 50% ostalih pesticida sadržanih u osušenom cvijetu kamilice (droga). Sadržaj olova u drogi kretao se od 1,85 do 2,80 mg/kg, a kadmija 0,17–0,23 mg/kg, s time da je od te količine u infuz kamilice prešlo 19–32% olova i 20–25% kadmija. Da se u našem slučaju ne radi o beznačajnim količinama, vidi se i iz *Codex Alimentarius* (26) koji dozvoljava tjedni unos olova i kadmija od 0,05 mg Pb/kg i 0,0067–0,0083 mg Cd/kg tjelesne težine. Za čovjeka teškoga prosječno 70 kg to znači dopušteni ukupni tjedni unos od 3,5 mg Pb i 0,47–0,58 mg Cd. U konkretnom slučaju jedan kilogram ovdje analiziranog čaja od cvijeta kamilice bit će dovoljan da dosegne tako postavljene granice za kadmij, i to bez ostalih izvora kadmija u hrani. Zasigurano, kontrola razine teških metala u hrani u zemljama Europske unije zabranit će prodaju takvog proizvoda.

Činjenica je da nam proizvođači ovdje analiziranih herbicida i dušičnog gnojiva nisu mogli dostaviti podatke o sadržaju teških metala u njima niti nakon našega pismenog upita. Procjene ukupnoga (zajedničkog) toksikološkog rizika što proizlazi iz ovdje izmjerenih koncentracija herbicida i teških metala izrazito su složene jer ovise od slučaja do slučaja; konkretno o tome koliko je organizam opterećen ksenobioticima. No one ovise i o gotovo potpuno nepoznatim interakcijama između raznih vrsta pesticida i metala. Po našim, za sada vrlo ograničenim spoznajama, sve te raznorodne ksenobiotičke supstancije mogu djelovati zasebno i/ili zajednički na istovrsne ili raznorodne metaboličke procese u organizmu (27). Upravo identičan analogni princip simultanog napada na više kritičnih točaka i posljedično uspješnijeg ubijanja stanica nižim koncentracijama više raznorodnih lijekova primjenjujemo u polivalentnoj kemoterapiji malignih bolesti (28).

U zaključku, a s obzirom na dobivene rezultate, čini nam se vrijednim istaknuti činjenicu da »Više NIJE bolje« i s tim upoznati sve djelatnike koji provode mjere zaštite bilja herbicidima, odnosno pesticidima. Pretjerana uporaba herbicida može, doduše, uništiti korov, ali će istodobno, u slučaju visokih rezidua, obezvrijediti i sam proizvod za čovjekovu uporabu (29, 30). Posebno je pitanje u kojoj mjeri pretjerana uporaba

herbicida dovodi do bržeg razvoja otpornosti korova prema postojećim zaštitnim sredstvima i stvara potrebu za uvođenjem novih s nedovoljno poznatim toksikološkim osobinama (31).

Napomenimo na kraju jednostavnu, no često zanemarenu i/ili zaboravljenu činjenicu kako su biljke izvanredno osjetljiv, pouzdan, jeftin, lako dostupan, ali nedovoljno upotrijebljen precizni biološki instrument odnosno pokazatelj onečišćenja čovjekove okoline i lanca njegove prehrane. Uistinu, uz minimalna materijalna sredstva cijela bi se Hrvatska mogla prekriti mrežom selektivnih biljnih indikatora za potrebe biološkog monitoringa onečišćenja čovjekove okoline.

Zahvala Zahvaljujemo mr. sc. Rajki Turk iz Centra za kontrolu otrovanja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb na vrijednim informacijama. Prvi autor osobno zahvaljuje RCS Trading Co. Ltd., Isle of Man, UK, na primjerenoj filantropskoj pomoći.

LITERATURA

1. *Petričić J.* Farmakognozija. Zagreb: Sveučilišna naklada Liber, 1983:79.
2. *Schilcher H.* Die Kamille, Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlag mbH, 1987:11,82,90,109.
3. *Momčilović B.* Metabolizam olova s posebnim osvrtom na problem izloženosti stanovništva. Arh hig rada toksikol 1973;24:131–87.
4. *Kello D.* Kadmij u čovjekovu okolišu. Arh hig rada toksikol 1976:27:31–44.
5. *Ecobichon DJ.* Toxic effects of pesticides. U: Klassen CD, Amdur MO, Doull JD, ur. Cassaret and Doull's Toxicology. The basic science of poisons. New York: McGraw-Hill, 1996:643–89.
6. *Restek-Samaržija N, Momčilović B.* Lead body burden and late kidney impairment. U: Momčilović B, ur. Trace Elements in Man and Animals 7. Zagreb: Institute for Medical Research and Occupational Health, 1991;7:26.3–26.4.
7. *Baunok I, Geissbuhler H.* Specific determination of urea herbicide residues by EC GLC after hydrolysis and iodine derivative formation. Bull Environ Contam Toxicol 1968;3:7–17.
8. *Atreya NC.* Strategies for determination of residues of fluazifop-P-butyl and its metabolites in plants. 15th International IUPAC Congress. Book of abstracts. Kyoto: IUPAC, 1982:13.
9. *Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited (CIPAC).* Handbook 1985, IC, 2096.
10. *BASF Ag.* Analytical methods No. 263. Agricultural Research Station Limburgerhof, 1987.
11. *Korbek K, Liohtenthaler AK.* Effect of different cyclohexane-1,2-dione derivate on the de novo fatty acid biosynthesis in isolated oat chloroplasts. Z Naturforsch [C] 1990;45:84–8.
12. *Kello D, Kostial K, Harrison GE.* Influence of age and temperature of incineration on the loss of lead from rat bone. Health Phys 1975;28:169–70.
13. *Jones JW, Gajan RJ, Boyer KW, Fiorino JA.* Dry ash voltametric determination of cadmium, copper, lead, and zinc in foods. J Assoc Official Anal Chem 1977;60:826–32.
14. *Food and Agriculture Organization (FAO).* Pesticide residues in food – 1993. Report of the joint meeting of the FAO Panel of Experts on pesticide residues in food and the environment and the WHO Expert Group on pesticide residues. FAO plant production and protection paper 122. Rome: FAO 1993:232–3.
15. *Pravilnik o količinama pesticida, toksina, mikotoksina, metala i histamina, i sličnih tvari, koje se mogu nalaziti u namirnicama, te o drugim uvjetima u pogledu zdravstvene ispravnosti namirnica i predmeta opće uporabe.* Nar. novine. br. 46, 1994, str. 1579–86.

16. *Maceljski M, Hrlec G, Ostojić Z, Cvjetković B.* Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj. *Glasnik za zaštitu bilja* 1997;20:145–50.
17. *Tomlin C.* 170. cycloxydim. U: Tomlin C, ur. *The pesticide Manual*. 10th edition. Bath: The Bath Press, 1994:245–6.
18. *Tomlin C.* 320. fluazifop-P. U: Tomlin C, ur. *The pesticide Manual*. 10th edition. Bath: The Bath Press, 1994:473–4.
19. *Tomlin C.* 428. linuron. U: Tomlin C, ur. *The pesticide Manual*. 10th edition. Bath: The Bath Press, 1994:626–7.
20. *Klaasen CD, Amdur MO, Doull J.* Casarett and Doull's Toxicology. *The Basic Science of Poisons*. New York: McGraw-Hill, 1996.
21. *Momčilović B, Reeves PG, Blake MJ.* Idiorrhhythmic dose-rate variability in dietary zinc intake generates a different response pattern of zinc metabolism than conventional dose-response feeding. *Br J Nutr* 1997;78:173–91.
22. *Lauterio TJ, Atkinson RL.* Nutritional aspects of pharmacology. U: Brody TM, Larner J, Minneman KP, Neu HC, ur. *Human Pharmacology*. St. Louis: Mosby, 1994:817–30.
23. *Bingel S, Gormar K, Schneider M, Marquard R.* Untersuchungen zur Cadmium aufnahme von Arzneipflanzen. U: Anke M i sur., ur. 18. Arbeitstagung »Mengen- und Spurenelemente«. Leipzig: Verlag Harald Schubert, 1998;18:490–7.
24. *Schilcher H.* Influence of herbicides and some heavy metals on growth of *Matricaria Chamomilla L.* and the biosynthesis of the essential oils. *Acta Horticult* 1978;73:339–41.
25. *Schilcher H, Peters H, Wank H.* Pestizide und Schwermetalle in Arzneipflanzen und Arzneipflanzen-Zubereitungen. *Pharm Ind* 1987;49:1–9.
26. *Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO).* List of maximum levels recommended for contaminants by the joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Rome: FAO/WHO, 1974;3:1–14.
27. *O'Flaherty JR.* Differences in metabolism at different dose levels. U: Clayson DB, Krewski D, Munro I, ur. *Toxicological Risk Assessment – Part 2*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985:53–90.
28. *Jacob LS.* Cancer therapy. U: Jacob LS, ed. *Pharmacology*. Williams and Wilkins, 1996.
29. *von Reichling J, Becker H, Vomel A.* Herbizide in Kamillenbau (*Matricaria Chamomilla L.*). *Planta Med* 1977;32:235–43.
30. *von Vomel A, Reichling J, Becker H, Drager P-D.* Herbizide im Kamillenbau. *Planta Med* 1977;31:378–89.
31. *Moss SR, Rubin B.* Herbicide resistant weeds: a worldwide perspective. *J Agricult Sci* 1993;120:141–8.

*Summary***»MORE DOES NOT MEAN BETTER« – AN APPROACH TO THE TOXICOLOGICAL RISK ASSESSMENT OF HEAVY METALS LEAD AND CADMIUM AND HERBICIDES LINURON, FLUAZIFOP-P-BUTYL, AND CYCLOXYDIM IN DRY TRUE CHAMOMILE (*Chamomilla recutita* L. *Rauschert*)**

Cadmium and all three enumerated herbicide residues in dried samples of industrially grown true chamomile were found to be above the suggested and accepted tolerance values. The results are discussed with regard to the current Croatian regulation and FAO/WHO recommendations on herbicides and to human toxicology risk assessment. The paper gives a critical evaluation of the herbicide overuse in agricultural practice and strongly discouraged such practice. The authors advocate prospective use of plants as natural indicators of environmental contamination and toxicological burden of the human food chain.

Key words:

chamomile tea, environment, toxicological burden

Requests for reprints:

Dr. sc. Berislav Momčilović, dr. med.
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada
Ksaverska cesta 2, pp. 291, 10001 Zagreb
E-mail: momcilovic@imi.hr