

Zagađenje životne sredine i značaj monitoringa hemijskih kontaminanata u hrani

MIROSLAV GRUBAČIĆ¹, DUŠAN ANTONOVIĆ²
SUZANA DIMITRIJEVIĆ BRANKOVIĆ²,
DRAGICA ĐURĐEVIĆ MILOŠEVIĆ³

Stručni rad
UDC:504.75.05:614.31

UVOD

Hrana predstavlja kombinaciju različitih nutrijenata - ugljeni hidrati, masti, proteini, vitamini, mineralne materije i voda, koji imaju energetske, gradivnu i/ili zaštitnu funkciju u organizmu. S druge strane, postoje i komponente koje su prirodno prisutne u nekim namirnicama, na primer solanin u krompiru, za koje se zna da imaju toksično dejstvo na organizam. Neke toksične supstance mogu nastati i tokom različitih vidova obrade namirnica, kao na primer policiklični aromati, ili biti proizvedene od strane plesni koje su kontaminirale namirnicu (npr. aflatoksini, ohratoksin, patulin,...). Međutim, značajan broj hemijskih kontaminanata može se naći u namirnicama kao posledica zagađenja životne sredine, pogrešne primene agrotehničkih mera i veterinarskih lekova.

Povećanje potrošnje prehrambenih proizvoda rezultovalo je pojačanim ulaganjima proizvođača u zdravstvenu ispravnost proizvoda. Osiguranje kvaliteta treba da pokriva sve stepene proizvodnje, od farme do stola potrošača, i na taj način postaje obavezni i fundamentalni deo procesa stvaranja ljudima neškodljivih namirnica [1], uz posebno pozitivni uticaj na održanje kvaliteta na međunarodnom tržištu [2].

Brojnost i raznovrsnost danas poznatih hemijskih kontaminanata onemogućava procenu zdravstvene ispravnosti određene namirnice bez iscrpnih i često ciljanih analiza. Praćenje prisustva određenih hemijskih kontaminanata moguće je samo preko dobro organizovanog monitoringa hrane.

Među često pominjanim kontaminantima biljnih sirovina i namirnica nalaze se teški metali i pesticidi, a neretko se pominju i pojedini spojevi ili grupe spojeva koji su karakteristični za ekološku sliku područja na kojem su namirnice uzgajane.

Adresea autora: ¹Tehnološki fakultet, Univerzitet u Banja Luci, ²Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, ³Visoka tehnološka škola strukovnih studija Šabac

Pesticidi su hemikalije koje primarni proizvođači koriste radi povećanja prinosa, odnosno sprečavanja aktivnosti insekata, gljivica i korovskog bilja prema zasejanim kulturama, pa se generalno i dele na insekticide, fungicide i herbicide. Istina je da su ove hemikalije otrovne, ali ako se koriste u dozvoljenim količinama, ubiranje plodova vrši poštujući karencu, onda su minimizirani neželjeni efekti koji mogu nastati ingestijom namirnica. U suprotnom, kontaminirane sirovine predstavljaju kariku za ulazak ovih hemijskih komponenta u lanac ishrane.

Kontaminacija teškim metalima, kao posledica prirodnih procesa ili ljudske aktivnosti, jedan je od najozbiljnijih ekotoksikoloških problema. Novija istraživanja idu u prilog saznanju da je prisustvo teških metala u namirnicama u direktnoj vezi sa koncentracijom istih u vodi, vazduhu ili zemljištu kao sredini u kojoj sirovine uspevaju [3, 4].

PESTICIDI U NAMIRNICAMA

Bez obzira na popularizaciju organske proizvodnje, još uvek je teško zamisliti poljoprivredu bez hemijskih sredstava. Kao posledica nastojanja da se povećaju prinosi u poljoprivredi i zaštite biljne kulture od raznih štetočina, korova i bolesti, tokom druge polovine prošlog veka došlo je do velike primene raznih hemijskih sredstava za zaštitu bilja nazvanih pesticidi. U novije vreme sve je više informacija o njihovim negativnim efektima na ljudski organizam [5].

Najveću opasnost predstavljaju sredstva koja poseduju dugu postojanost u prirodnim uslovima, zadržavaju toksičnost, ne razgrađuju se pri obradi hrane i nakon ingestije - skladište u organizmu [6]. Na primer, poznati insekticid čija je upotreba danas zabranjena - DDT, zaostaje u najplićim delovima zemljišta (do 15 cm dubine) u koncentracijama od 40 do 80 % od primarno nanete količine, a da se u prvo vreme hemijski ništa ne izmeni [7].

Ovakve supstance poseduju kumulativno dejstvo i nakon ekspozicije organizma u minimalnim količinama (desetine delova miligrama) mogu da dovedu do trovanja. Zato se u većini zemalja pro-

vode programi monitoringa pesticida čije informacije ujedno predstavljaju i kvalitet sirovina na tržištu, s obzirom na ovu vrstu kontaminanata [8, 9, 10].

Početni simptomi hroničnog trovanja su uporne glavobolje, vrtoglavica, nesаница, gubljenje apetita, brzo zamaranje, razdražljivost, lupanje srca, pojačano znojenje. Kod nešto zapuštenih slučajeva, zapažaju se nevoljni pokreti udova, bolovi pri dodiru nervnih završetaka, a ponekad poremećaj govora i mišljenja. Naročito je karakteristična promena jetre kojoj se povećava obim i postaje čvrsta.

Hronična trovanja hlororganskim toksičnim hemikalijama mogu biti praćena zapaljenjem sluzokože želuca, bronhitisom, pojavom belančevina u krvi. Hlororganske toksične materije, kao DDT, heksahlorin, aldrin, heptahlor, mogu da deluju toksično na plod, a izlučuju se i preko majčinog mleka, pa štetno deluju na razvoj dečjeg organizma.

TEŠKI METALI U NAMIRNICAMA

Potencijalni rizik za zdravlje stanovništva prilikom unosa teških metala hranom postaje ozbiljan problem [11, 12, 13, 14, 15]. Unos teških metala preko sistema zemljište-urod pokazao se kao dominantan put izloženosti ljudi teškim metalima iz životne sredine.

U prirodi se povremeno javlja pojedinačna kontaminacija nekim od teških metala, dok je zagađenje životne sredine istovremeno sa više teških metala daleko češće. Različiti uslovi sredine, industrijsko zagađenje i primene agrotehničkih mera povezuju se sa ovim tipom kontaminacije.

Kontaminacija zemljišta toksičnim metalima je nezaobilazni problem kada je u pitanju zdravstveno bezbedna poljoprivredna proizvodnja. Iako su metali prirodno prisutni u zemljištu, upotreba prečišćenih otpadnih voda, poreklom iz industrije ili domaćinstava, za navodnjavanje takođe doprinosi kontaminaciji zemljišta. Primena ovog tipa navodnjavanja zemljišta tokom dužeg vremenskog perioda može da izmeni kvalitet zemljišta. Postoji više izveštaja o upotrebi otpadnih voda pri navodnjavanju zemljišta zasejanog poljoprivrednim kulturama i nalazu toksičnih metala kao pratećeg problema [16]. Izvestan broj radova govori i o translokaciji teških metala iz korena do listova i jestivih delova biljaka [3, 4], uz logičnu posledicu da povećan sadržaj teških metala predstavlja rizik ulaska ovako uzgojenih sirovina u proces proizvodnje s obzirom na kvalitet i zdravstvenu ispravnost finalnog proizvoda [17].

Biodostupnost teških metala je uglavnom uslovljena ukupnim sadržajem teških metala u zemljištu, sastavom zemljišta i njegovim fizičkim karakteristikama, kao i biljnom vrstom [18], a takva saznanja mogu uticati na odabir kultura koje imaju

manje izraženu sklonost ka akumulaciji teških metala, za koje je analizama već utvrđeno da su prisutni u zemljištu.

ZNAČAJ MONITORINGA HRANE

Sistem ponovljenih merenja i vrednovanje nivoa nepoželjnih supstanci u namirnicama određenog područja definiše se kao monitoring hrane. Pod nepoželjnim hemijskim supstancama podrazumevaju se zaostali, tj. rezidualni proizvodi za zaštitu biljaka, organski kontaminanti, teški metali, nitrat/nitriti, mikotoksini, ostaci farmakološki aktivnih supstanci, toksični reakcioni produkti...

Ciljevi monitoringa namirnica su:

- utvrđivanje nivoa i trendova štetnih materija,
- procene unosa u organizam sastojaka i materija koje mogu štetiti potrošaču,
- poređenje dobivenih rezultata s međunarodno važećim referentnim toksikološkim i prehrambenim vrednostima, te ocena njihovog uticaja na zdravlje ljudi,
- provera važećeg standarda i maksimalno dopuštenih količina propisanih za pojedine vrste hrane,
- prikupljanje i evaluacija podataka i procena rizika.

Sušтина monitoringa hrane je da sakupi relevantne podatke i da reprezentativan opis zastupljenosti nepoželjnih supstanci u hrani jednog tačno definisanog područja, bilo da su u pitanju lokalne zajednice, država ili region. Monitoring hrane služi da se rano prepoznaju i da se na osnovu preventivnog merenja procene potencijalni rizici za zdravlja populacije koji mogu nastupiti preko unosa namirnica koje se proizvode na određenom lokalitetu, kao i onih namirnica koje se uvoze u lokalitet. Ispitivanja mogu biti fokusirana na određeni tip hrane, ili na neke određene kontaminante ili rezidue. Takođe, specifične ekološke prilike mogu da nametnu određen tip analiza, odnosno istraživanje prisustva karakterističnih kontaminanata.

O važnosti monitoringa hrane govori i to da od 1976. godine Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme, koji je generalno poznat kao GEMS/Food, informiše vlade, Codex Alimentarius Commission i ostale relevantne institucije, kao i javnost, o nivou i trendu kontaminanata u hrani, izloženosti ljudi njima, i njihovom značaju za ljudsko zdravlje, kao i tržište uopšte. Ovaj program je podržan od Svetske zdravstvene organizacije (WHO) i u kooperaciji sa WHO centrima saradnje i institucijama iz preko 70 zemalja širom sveta [19].

Važnost organizovanog praćenja hemijskih kontaminanata u namirnicama, a na međunarodnom

nivou, važna je i zbog razlika u zakonskim propisima na nivou država. Tako u slučaju pesticida, pojedine zemlje imaju sopstvene propise koji definišu maksimalno dozvoljene količine (MDK) u pojedinim poljoprivrednim proizvodima i namirnicama, a MDK zavise od uobičajene poljoprivredne prakse u toj zemlji. U tom smislu, poznavanje ostataka pesticida je preduslov međunarodne trgovine, bezbednosti potrošača i procene rizika.

PRIMERI MONITORINGA NA NIVOU DRŽAVE

Mnoge zemlje organizovano sprovode različite programe kontrole hemijskih kontaminanata u namirnicama. Budući da su u pitanju skupe analize, obim ovakvih ispitivanja je različit, kako po broju analiziranih namirnica, tako i po raznovrsnosti analiziranih kontaminanata. Ponekad se provode jednogodišnji monitorinzi prisustva jednog ili više hemijskih kontaminanata u jednoj ili više grupa namirnica. U okviru višegodišnjeg monitoringa često se vrši analiza namirnica koje ulaze u potrošačku korpu, ili se na osnovu već objavljenih analiza izdvoje pojedine namirnice po stepenu kontaminiranosti ili pojedini kontaminanti po učestalosti u namirnicama ili povećanoj koncentraciji. Uz to se mogu organizovati i anketiranja stanovništva, zavisno od starosne dobi, o unosu pojedinih namirnica na dnevnom nivou, i na osnovu toga vršiti proračun dnevnog unosa pojedinih kontaminanata.

Jednogodišnji monitoring sproveden u Nemačkoj tokom 1975. godine pokazao je da je rezidua lindan bio prisutan u pšenici i ječmu u koncentracijama 0.001 mg/kg ili manje [20].

U Saveznoj Republici Nemačkoj tokom osam godina, od 1995. do 2002. godine, analizirano je 36.800 uzoraka i to 130 različitih namirnica koje su se mogle naći u potrošačkoj korpi (namirnice bilnog/životinjskog porekla, hrana za bebe, namirnice koje su preporučene u svrhu koordinisanog monitoringa EU). Analize su obavljane u 50 laboratorija. U principu, monitoring je proveden tako da je godišnje analizirano oko 4700 uzoraka 20 različitih namirnica, odnosno jedan uzorak na 17000 stanovnika Nemačke. Rađene su analize na 160 različitih hemikalija korišćenih za zaštitu biljaka i organohlornih perzistenata, analiza na 14 elemenata, 12 mikotoksina i analize nitrata i nitrita. Uz to je, radi procene unošenja hemijskih kontaminanata namirnica na dnevnoj bazi, izvršeno i anketiranje koje je trajalo 7 dana, učestvovalo 23209 osoba starosti 4-94 godine, pri čemu je navedeno 1700 različitih vrsta namirnica [21].

Od 2003. godine, u Nemačkoj je monitoring osmišljen kao niz specijalnih projekata, koji su bili fokusirani na neke određene kontaminante ili rezidue, ili pak na određen tip hrane. Na primer, tokom

2006. godine kao specifični problemi su se nametnuli:

- fumonizini u dečjoj hrani koja sadrži kukuruz,
- nitrati u jagnjećoj salati,
- ftalati u hrani koja sadrži masnoću,
- dioksini i PCBs u dečjoj hrani,
- analize pojedinog voća na rezidue koji su korišćeni za zaštitu biljaka,
- farmakološki aktivne supstance u jeguljama,
- ohratoksin A u suvom voću,
- rezidualni herbicidi u pojedinim vrstama povrća,
- nivo bromida, nitrata i ugljen-disulfida,
- trifenil-metanske boje u uvezenoj ribi i ribljim proizvodima [22].

Tokom 2005. godine u Belgiji analizirano je ukupno 1496 uzoraka voća, povrća, žitarica i prerađevina biljnog porekla, uključujući i hranu za odojčad. Uzorci su uzeti sa prodajnih mesta širom Belgije i analizirani na prisustvo pesticida. Od analiziranih uzoraka, 821 je bio poreklom iz Belgije, 254 uzroka poreklom iz Evropske unije i 247 uzroka nekog drugog porekla. Pojedini nalazi govore o trendu prisustva kontaminanata u namirnicama. Poredeći monitoring rezidua pesticida u voću i povrću tokom poslednjih par godina, uočava se da je MRL bio premašen u 2002. godini za 5,4 %, u 2003. godini za 4,3 %, u 2004. godini za 4,8 %, a u 2005. godini za 7,9 % [23].

Monitoring insekticida proveden na Mauricijusu obuhvatio je 115 uzoraka voća i povrća koje je uzgojeno na domaćoj teritoriji tokom 1997. godine, a analizirani su na prisustvo piretroid insekticida: ciflutrin, cipermetrin i deltametrin. Pedeset uzoraka povrća i jedan uzorak ananasa su pripremljeni za analizu na organohlorne insekticide: dihlorvos (DDVP), diazinon, fenitrotrion (Folthion), metamidofos (Tamaron), profenofos (Selecron), fosfamidon (Dimecron), malation i paration. Rezultati su pokazali da većina uzoraka voća i povrća nije sadržavala rezidue iznad dozvoljenog maksimuma za rezidue (MRL). Iz rezultata je vidljivo da 61,5 % uzorka povrća i voća ne sadrži pesticide u granicama detekcije, 36,2 % uzorka sadrži rezidue u tragovima ili u koncentracijama nižim od MRL, dok 2,3 % uzorka ima vrednosti više od MRL [24].

Izveštaji FAO/WHO ukazuju da su u Holandiji rezidue u voću i povrću bile obično do 0.1 mg/kg, mada neko lisnatno povrće, kao što je endiva, salata, celer, sadrži i do 5 mg/kg [25].

U Danskoj je u periodu 1993-1997. vršen monitoring hemijskih kontaminanata u hrani i to: elementa u tragovima, nitrata, organskih zagađivača životne sredine i mikotoksina [26].

Pucarević [27] nam referiše rezultate monitoringa na našim prostorima. Tokom pet godina, u periodu 2003-2007, ispitani su ostaci pesticida u 797 uzoraka voća i povrća. Nađeno je 7,9 % neispravnih uzoraka sa sadržajem pesticida višim od dozvoljenog. Od ukupnog ispitanog osamdeset i jednog uzorka paradajza, nađeno je 50 % uzoraka sa povećanim sadržajem pesticida. Od ispitanog 61 uzorka maline, 13 % je sa sadržajem pesticida višim od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK). Najčešće detektovani pesticidi u malinama su hlorpirifos, venklozolin i endosulfan, a u paradajzu takođe vinklozolin i endosulfan.

Tokom perioda 1986-1988. godine vršeno je određivanje sadržaja olova, kadmijuma i žive u različitim vrstama povrća koje je raslo na zemljištu ili u staklenicima na teritoriji Poljske. Tokom 1988. godine analizirano je i zemljište na područjima gde je povrće raslo. Uzorci povrća su uzorkovani direktno kod proizvođača u 18 provincija i to sa područja koje nije kontaminirano metalima čije poreklo može biti industrijsko ili saobraćajno zagađenje. Analizirano je oko 2500 uzoraka povrća i oko 650 uzoraka zemljišta. Značajan deo povrća, posebno ono čije korenje se konzumira, sadrži veoma visoki nivo olova, preko 0,3 mg/kg (tj. preko 20 % uzoraka peršunova lista) i kadmijuma preko 0,3 mg/kg (približno 40 % uzoraka šargarepe, i preko 30 % uzoraka repe, oko 20 % uzoraka peršunovih listova koji su rasli na zemljištu). Nivo žive je bio uobičajeno oko par hiljada mg/kg [28].

PRIMERI MONITRINGA NA REGIONALNOM NIVOU

U okviru pojedinih zemalja vrše se monitorinzi i plasiraju izveštaji o kvalitetu namirnica na regionalnom nivou.

U uzorcima namirnica spremnih za konzumaciju, iz 30 prodavnica u 27 američkih gradova tokom 1966-67. godine, nivo rezidua lindana bio je 0.003-0.009 (na nekim mestima i 0.06) mg/kg u žitaricama, 0.002-0.027 mg/kg u povrtnom voću, 0.001-0.005 mg/kg u krompiru, 0.002-0.007 mg/kg u lisnatom povrću, i 0.004-0.012 mg/kg u proizvodima tipa ulja, masti i šorteninga [29].

Tokom 1992. godine analizirano je ukupno 200 uzoraka povrća, od čega su u 41 uzorku ili u 21 % od ukupno analiziranih, detektovani rezidue pesticida. Svi nađeni pesticidi su dozvoljeni za upotrebu, ili, ako su zabranjeni, što je slučaj sa DDT i dieldrinom, bili su ispod dozvoljenog limita s obzirom na perzistentnost u životnoj sredini [30].

U periodu 1993-1996. godine istraživao je raspon kontaminacije organohlorinim isekticidima u povrću uzorkovanom na pijacama grada Jaipur u Indiji. Povrće je sakupljano na početku, sredini i kraju sezone, a nađeno je da značajan broj sadrži

DDT i njegove metabolite (DDD, DDE) iznad granica dozvoljenih od strane WHO/FAO [31].

U periodu 1986-1987. sadržaj gvožđa, mangana, cinka, bakra, nikla, olova i kadmijuma određen je u povrću koje je raslo u vrtovima Wegrow, Sokolow, Podlaski i Siedlce. Ovi elementi su mereni u kupusu, paradajzu, šargarepi, peršunu, celeru (koren i listovi), crvenoj repi i krompiru. Sadržaj olova u ovom povrću je bio od 0.0 do 0,596 mg/kg (sveže mase). Nivo kadmijuma u mnogim uzorcima povrća premašio je limit dozvoljen od strane Ministarstva za zdravlje Poljske. Količina olova u uzorcima listova peršuna bila je dva puta iznad dozvoljene vrednosti [32].

U smislu procene uticaja povrća kultivisanog u industrijskim regionima Grčke na kvalitet ishrane, proučavan je dnevni unos elemenata u tragovima i policikličnih aromatičnih ugljenih hidrata preko povrća. Proračuni su se zasnivali na podacima zastupljenosti povrća u ishrani i stepenu njegove kontaminacije. Dnevno unošenje potencijalno toksičnih elemenata je rangirano od 1,7 % za arsen do 23,4 % za olovo. Nađeno je da povrće značajno utiče na preporučene dnevne doze esencijalnih elemenata, kao što su hrom i mangan. Unošenje hroma, olova, cinka i žive bilo je više tokom proleća, dok je unošenje arsena i selena bilo više tokom zime. Dnevni unos policikličnih aromatičnih ugljenih hidrata putem povrća bio je znatno niži u odnosu na informacije koje dolaze iz različitih delova sveta [33].

Nivo magnezijuma, gvožđa, mangana, bakra, olova i kadmijuma određen je u svežem povrću uzorkovanom u centralnom skladištu u Katovicama odakle se hrana distribuira po celoj provinciji. Uzorci povrća su analizirani dva puta mesečno od septembra do marta u periodu 1986-1987. godine. Nađeno je da nivo metala zavisi od vrste povrća i porekla. Manji nivo metala nađen je i povrću koje je poreklom iz provincije Kielce [34].

Analizirani su različiti elementi (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn) i njihova količina u različitim vrstama povrća na dva lokaliteta u severozapadnom delu Grčke. Rezultati pokazuju da je dnevno unošenje teških metala (arsen, kadmijum, olovo, selen) preko povrća sa ova dva lokaliteta ispod dozvoljene dnevne doze. S druge strane, učešće preporučenih dnevnih vrednosti za esencijalne elemente (bakar, gvožđe, mangan i cink) zadovoljavajuće je i više nego pri ranijim istraživanjima [35].

Koncentracije teških metala, kao što su olovo, kadmijum, bakar i cink, analizirane su u česticama vazduha, vodi i hrani, uzorkovanim u različitim delovima Bombaja (Indija) tokom 1991-1994. godine. Koncentracija ovih metala je prevedena na unose inhalatornim putem i ingestijom namirnica. Rezultati pokazuju da su najniže koncentracije pro-

nađene u korenastom povrću. Ukupno unošenje cinka, bakra, olova i kadmijuma putem vazduha, vode i hrane bilo je 10500 µg na dan, 1500 µg na dan, 30 µg na dan i 4,3 µg na dan. Iako je glavni način unošenja ovih metala putem hrane, ustanovljeno je da je 41 % olova i 16 % kadmijuma uneseno putem disanja, dok je 98,8 % bakra i 99,6 % cinka uneseno ingestijom [36].

REZULTATI NAUČNIH ISTRAŽIVANJA

Naučna istraživanja koja za osnovu imaju monitoring namirnica usmerena su ka dobijanju tačno definisane zakonitosti pojave kontaminanata. Ovakve informacije se dalje mogu koristiti radi sprečavanja pojave kontaminanata ili odabira kultura za koje se pokazalo da vrše niži stepen asimilacije određenih kontaminanata i u tom smislu njihovi jestivi delovi predstavljaju manji rizik za konzumente.

Bhanti i Taneja su izučavali uticaj sezone na prisustvo pesticida u povrću. Izvršena je analiza prisustva pesticida u uzorcima povrća koji su prikupljeni tokom leta i zime 2002-2003. godine. Kontaminacija zimskog povrća je bila nešto viša od letnjeg povrća. Srednje koncentracije zimskog povrća bile su: lindan 4,57 ppb, endosulfan 6,80 ppb i DDT 5,47 ppb. U letnjem povrću su nađene sledeće vrednosti: lindan 4,47 ppb, endosulfan 3,14 ppb i DDT 2,82 ppb. Koncentracija ovih organohlornih pesticida bila je ispod limita, ali kontinuirana konzumacija takvog povrća, čak i sa umerenom kontaminacijom, može se akumulirati u receptorima i dovesti do hroničnih oboljenja koja bi mogla biti fatalna [8].

Koncentracije residue organohlornih pesticida (metil-partiona, hloropirifosa i maltiona) u povrću, koje je uzgojeno u različitim sezonama (letnja, zimska i kišna) u Indiji, pokazale su da je povrće uzgojeno tokom zimske sezone bilo više kontaminirano, a nađene vrednosti su bile ispod dozvoljenog limita [37].

Prilikom analize DDT-ija u namirnicama biljnog porekla nađen je redosled akumulacije: gomolj krompira > plod jabuke > glavica kupusa > lukovica crnog luka, te se ne može izvršiti oštra polarizacija na nadzemne i podzemne delove s obzirom na koncentraciju DDT-ija [38].

Efekte pranja, skladištenja, kuvanja, ljuštenja, odstranjivanja semene lože i pravljenja soka na pesticidne rezidue ispitani su na jabukama. Statistička analiza je pokazala redukciju od 18 do 38 % zavisno od pesticida i vrste jabuke. Ceđenje soka i ljuštenje kore značajno je redukovalo sve prisutne pesticide. U slučaju detektovanih pesticida, 1-24 % je distribuirano u sok i oljuštene jabuke. Nijedan od rezidua pesticida nije značajno redukovao nakon pranja ili uklanjanja semene lože. Skladištenje značajno redukuje pet rezidua: diazinon, hlorpirifos,

fenitrotion, kresoksim-metil i toliifluanid, za 25-69 %. Kuvanje značajno redukuje rezidue fenitrotion i toliifluanid za 32 %, odnosno 81 %. Samo nekoliko od posmatranih efekata obrade mogu se objasniti fizičkim i hemijskim karakteristikama pesticida. Nema razlika u efektima obrade zavisno od vrste jabuka [39].

Sadržaj kadmijuma i olova meren je u povrću, voću, žitaricama i zemljištu koji potiču sa područja izloženog i neizloženog industrijskom zagađenju i iz staklenika. Olovo i kadmijum su određeni u 482 uzorka povrća, 101 uzorku voća, 132 uzorka žitarica i 297 uzoraka zemljišta. U povrću iz područja koje nije bilo izloženo industrijskom zagađenju sadržaj olova je bio ispod granice detekcije (< g.d.) do 576,1 µg/kg, a kadmijum je bio od < g.d. do 73,5 µg/kg. U povrću iz područja koje je bilo izloženo industrijskom zagađenju olovo je bilo od 9,3 do 1044,0 µg/kg a kadmijum od < g.d. do 552,3 µg/kg [40].

Oko 80-90 % uzoraka voća, krompira i drugog povrća analiziranih u Nemačkoj nije sadržavalo rezidue lindana. Ostatak od 10-20 % imalo je srednju vrednost od 0,01 mg/kg, bez značajne razlike između 360 uzoraka koji su podignuti pod konvencionalnim uslovima i 360 uzoraka poreklom od alternativne poljoprivrede.

ZAKLJUČAK

Navedeni rezultati monitoringa u okviru država, regija, ili naučna istraživanja koja za osnovu imaju monitoring namirnica, vode ka sledećim zaključcima:

- kontinuirano uzorkovanje i analiziranje namirnica na hemijske kontaminante preduslov je za blagovremeno informisanje o zdravstvenoj ispravnosti hrane,
- informacije o prisutnim kontaminantima u namirnicama daju sliku stepena zagađenosti životne sredine,
- istraživački rad koji u osnovi ima monitoring namirnica može omogućiti vitalne informacije o stepenu akumulacije kontaminanata u pojedinim kulturama, a time i selekciju kultura koje imaju slabije izražen afinitet prema akumulaciji pojedinih kontaminanata, a već prisutnih u zemljištu,
- ako monitoring hemijskih kontaminanata podrazumeva analize namirnica biljnog porekla koji istovremeno mogu biti i sirovina za dalju preradu, onda rezultati monitoringa mogu da se projektuju na eventualne hemijske rizike koje sirovina ulaskom u proces proizvodnje može da prenese na gotov proizvod, a proizvođač blagovremenom analizom na prijemu sirovine može da izbegne pojavu hemijskih zagađivača u gotovom proizvodu.

LITERATURA

- [1] da Cruz A. G., S. A. Cenci, M. C. A. Maia. *Trends in Food Science & Technology*. 17, 8, p. 406-411, 2006.
- [2] Barendsz W. *Food Control*, 9, 2-3, p. 163-170, 1998.
- [3] Fytianos K., G. Katsianis, P. Triantafyllou, G. Zachariadis. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 67, p. 423-430, 2001.
- [4] Zayed A., C. M. Lytle, J.-H. Qian, N. Terry. *Planta*, 206, p. 293-299, 1988.
- [5] Bakore N., P.J. John, P. Bhatnagar. *J Environ. Biol.*, 23, 3, p. 247-252, 2002.
- [6] Dimond J. B., J. A. Sherburne. *Nature*, 221, p. 486-487, 1969.
- [7] Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)/US Public Health Service. 1994. *Toxicological Profile for 4,4'-DDT, 4,4'-DDE, 4,4'-DDD (Update)* ATSDR. Atlanta, GA.
- [8] Bhanti M., A. Taneja. *Environmental monitoring and assessment*, 110, 1-3, p. 341-346, 2005.
- [9] Kumari B., V. K. Madal, J. Singh, S. Singh, T. S. Kathpal. *Environmental Monit and Assess.*, 90, 1-3, p. 65-71, 2004.
- [10] (Adeyeye, O. O. Osibanjo. *The Science of The Total Environment*, 231, 2-3, p. 227-233, 1999.
- [11] Cieslak-Gollonka M. *Polyhedron*, 15, p. 3667-3689, 1995.
- [12] Cohen M. D., B. Kargascina, G. B. Klein, M. Costa. *Crit. Rev. Toxicol.*, 23, p. 255-268, 1993.
- [13] Gibb H., C. Chen. *Sci Total Environ.*, 86, p. 181-186, 1989.
- [14] Nielsen F. H. J. *Trace Elements. Exp Med.*, 11, 251-274, 1998.
- [15] Nriagu J. O.. *Environ. Pollut.*, 50, p. 139-161, 1988.
- [16] Barman S. C., R. K. Sahu, S. K. Bhargava, C. Chatterjee, C. Bull. *Environ. Contam. Toxicol.*, 64, p. 489-496, 2000.
- [17] Cheng W., G. Zhang, H. Yao, W. Wu, M. Xu. 2006. *J Zhejiang Univ Sci, B* 7, p. 565-571, 2006.
- [18] World Health Organization. Regional Office for Europe. Food Safety. http://www.euro.who.int/foodsafety/Chemical/20020725_1
- [19] Ocker HD. *Getreide-Mehl-Brot*, 37, p. 3-7, 1983.
- [20] Federal Office of Food Protection and Consumer Safety (BVL). *National Food Monitoring 1995-2002*, pp. 2-12.
- [21] Federal Office of Food Protection and Consumer Safety (BVL). *German Food Monitoring 2003*, pp. 1-2, 2003.
- [22] Federal Agency for the Safety of the Food Chain. *Report of Monitoring Results Concerning Directives 90/642/EEC, 76/895/EEC and 86/362/EEC and Commission Recommendation 2005/178/EC*, 2005. <http://www.afsca.be>
- [23] Lee Fook Choy I. H., Seeneevassen S. AMAS 98. *Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius*, 1998.
- [24] FAO/WHO. Rome, *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Plant Production and Protection Paper 10 Sup)*. 1978.
- [25] The Danish Veterinary and Drug Administration. *Food Monitoring 1993-1997*, p. 8, 2001.
- [26] Pucarević M. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 45, p. 195-203, 2008.
- [27] Zawadzka T, Mazur H, Wojciechowska-Mazurek M, Starska K, Brulinska-Ostrowska E, Cwiek K, Uminska R, Bichniewicz A. *Rocz Panstw Zakl Hig.*, 41, 3-4, p. 111-131, 1990.
- [28] Martin R.J., Duggan R.E. *Pestic Monit J.*, 1, 4, p. 1-20, 1968.
- [29] Michigan Department of Agriculture. *Michigan food monitoring program*, 1992. www.Michigan.gov
- [30] Bakore N., John P. J., Bhatnagar P. *J Environ Biol.*, 23, 3, p. 247-252, 2002.
- [31] Zalewski W, Syrocka K, Oprzadek K. *Rocy. Panstw. Yakl Hig.*, 40, 1, p. 16-20, 1989.
- [32] Voutsas D, C. Samara, *Sci Total Environ.*, 218, 2-3, p. 203-216, 1998.
- [33] Lorek E, M Barczak, K. Krolik. *Rocz Panstw Zakl Hig.*, 45, 1-2, p. 73-79, 1994.
- [34] Stalikas C. D., A. C. Mantalovas, G. A. Piliadis. *Multielemental concentrations in vegetable species grown in two typical agricultural areas of Greece*. 206, 1, p. 17-24, 1997.
- [35] Tripathi R. M., R. Raqhunath, T. M. Krishnamoorthy. *Sci Total Environ.*, 208, 3, p. 149-159, 1997.
- [36] Bhanti M., Taneja A. *Chemosphere*. 69, 1, p. 63-68, 2007.
- [37] Đurđević Milošević D., D. Antonović, S. Dimitrijević Branković. *Drugi internacionalni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport"*, Banja Luka, 25-28. juna, *Zbornik radova* 2, pp. 214-217, 2008.
- [38] Rasmussen R. R., Poulsen M. E., Hansen H. C. B. *Food Additives and Contaminants*, 10, 11, p. 1044-1063, 2003.
- [39] Szymczak J., Iłow R., Regulaska-Iłow B. *Rocz Panstw Zakl Hig.*, 44, 4, p. 331-346, 1993.
- [40] Vetter H., Kampe W., & Ranfft, K. *Darmstadt, Association of German Institutes for Agricultural Testing and Research*, pp. 1-11, p. 143, 1983.

IZVOD**ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE I ZNAČAJ
MONITORINGA HEMIJSKIH KONTAMINANATA U HRANI**

Hrana je kombinacija različitih hemijskih komponenata koje su važne za ishranu i zdravlje. Neki zagađivači prisutni u životnoj sredini, kao što su teški metali ili neke posledice antropogenih aktivnosti, kao što su pesticidi, takođe mogu biti prisutni u hrani.

Pesticidi mogu biti korišćeni na različite načine tokom proizvodnje hrane. Neki pesticidi, čak i ako se dugo ne primenjuju, zaostaju u životnoj sredini. Rezidue pesticidi ponekad se mogu naći u hrani koja je rasla na kontaminiranom zemljištu, ili u ribama koje žive u kontaminiranoj vodi.

Teški metali su supstance koje su prisutne u prirodi, ali se često dovode u vezu sa zagađenjem životne sredine kao rezultatom aktivnosti ljudi. Teški metali mogu biti prisutni u svakom segmentu životne sredine, pa tako i u hrani.

Monitoring hrane je sistem ponovljenih merenja i evaluacija prisustva supstanci tipa pesticida ili teških metala, a koje narušavaju kvalitet, bilo da su prisutni u ili na hrani. Monitoring pomaže da se preventivno deluje i rano prepoznaju potencijalni rizici koji mogu narušiti zdravlje konzumenta, bilo da su posledica kontaminacije životne sredine, prisustva rezidua koji su korišćeni za zaštitu biljaka, ili su u pitanju druge nepoželjne supstance pronađene u hrani. Ako se provodi na duže vreme, monitoring hrane daje informacije o trendu kontaminacije hrane na osnovu kojih se može proračunati unos štetnih supstanci preko hrane.

U radu su prikazane razlike u organizaciji monitoringa hemijskih komtaminanata u hrani, a provedeni na nacionalnom nivou (Nemačka, SAD, Belgija, Danska,...), na regionalnom nivou, i kao deo naučnih istraživanja.

Cljučne reči: monitoring hrane, pesticidi, teški metali

ABSTRACT**ENVIRONMENTAL POLLUTION AND IMPORTANCE
OF MONITORING OF CHEMICAL CONTAMINANTS IN FOOD**

Food is combination of different chemical components important for nutrition and health. Also, some environmental pollutants as heavy metals or some results of anthropogenic activities as a pesticide could be present in food.

Pesticides may be used in a variety of different ways during the production of food. Some pesticides, even though no longer used, persist and remain in the environment. Residues of these pesticides are sometimes found in the food grown on contaminated soil, or in the fish that live in contaminated water..

Heavy metals are naturally occurring substances and also attributed to environmental pollution as a result of anthropogenic activities. They are present in all parts of the environment and thus also in foods.

Food monitoring is a system of repeated measurements and evaluation of levels of undesirable substances, such as pesticides, heavy metals and other contaminants, in and on food. It helps to early recognize, and possibly prevent by targeted measures, potential risks to consumers' health because of harmful environmental contaminants, residues of plant protection products or other unwanted substances detected in foodstuffs. In the long run, food monitoring is to record chronological trends in the contamination of foods and to provide a sufficient amount of data as a basis for the assessment of the intake of undesirable substances via food.

In this paper are presented differences in organization of monitoring of chemical contaminants in food at national level (Germany, USA, Belgium, Denmark,...), regional level or as part of scientific research.

Key words: food monitoring, pesticides, heavy metals