

## **Značaj i razvoj metode za kontrolu pesticida u mleku iz organske proizvodnje**

### **Importance and development of method for pesticide control in milk from organic production**

*Aleksandra Tasić<sup>1\*</sup>, Ivan Pavlović<sup>2</sup>, Marija Pavlović<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup>Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Smolučka 11, 11070 Beograd, Republika Srbija /  
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Smolučka 11, 11070 Belgrade, Republic of Serbia

\*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 07.03.2022, Rad prihvaćen / Accepted: 20.05.2022.

**Sažetak:** Pesticidi se koriste za povećanje poljoprivredne proizvodnje i uništenje štetočina, ali sa druge strane dovode i do zagađenja poljoprivrednih proizvoda. Putem ishrane i zagađene životne sredine pesticidi mogu kontaminirati i životinjske proizvode. Biljni i životinjski proizvodi proizvedeni bez upotrebe pesticida se nazivaju organskim proizvodima. Ovaj pristup u proizvodnji hrane se poslednjih decenija razvija u Srbiji, i mnogo više je zastupljen kada je u pitanju biljna hrana, u odnosu na hranu životinjskog porekla. Organska proizvodnja je deo ekologije i održivog razvoja, koji pored proizvodnje hrane obuhvata i organsku proizvodnju proizvoda biljnog i životinjskog porekla, poput tekstila i kože. Kombinovanjem dobrih elemenata tradicije u poljoprivrednoj proizvodnji, inovacija i nauke postižu se zadovoljavajući rezultati u orgaskoj proizvodnji. Poslednjih godina povećana je potražnja i proizvodnja biljnih i životinjskih organskih proizvoda. Što se tiče organskih životinjskih proizvoda najzastupljeniji su: organsko mleko, organski jogurt, organski sir i organska jaja. Takođe, organska proizvodnja i stočarstvo zahtevaju stroge kontrole bezbednosti i prisustva pesticida. Cilj ovog rada je uspostavljanje i validacija metode za kontrolu prisustva rezidua pesticida u mleku iz organske proizvodnje. Tako da je put smanjene upotrebe pesticida, korišćenja što manje toksičnih rastvarača i kontrole pesticida prisutnih u hrani vodi zelenoj ekonomiji. Zelena ekonomija ima za cilj smanjenje rizika po životnu sredinu, i upravo na ovaj način kontrolom ekoloških resursa se smanjuje uništenje životne sredine.

**Ključne reči:** organsko mleko, organska proizvodnja, zelena ekonomija, rezidui pesticida.

**Abstract:** Pesticides are used to increase agricultural production and destroy pests, but on the other hand they also lead to pollution of agricultural products. Also, through feed and polluted environment, pesticides can contaminate animal products. Plant and animal products produced without the use of pesticides are called organic products. This approach to food production has been developing in Serbia over the last decade, and is much more prevalent when it comes to plant foods, compared to foods of animal origin. Organic production is part of ecology and sustainable development, which in addition to food production includes organic production of products of plant and animal origin, such as textiles and leather. By combining good elements of tradition in agricultural production, innovation and science, satisfactory results in organic production are achieved. In recent years, the demand and production of plant and animal organic products has increased. As far as organic animal products are concerned, the most common are: organic milk, organic yogurt, organic cheese and organic eggs. Also, organic production and animal husbandry require strict controls of the safety and presence of pesticides. The aim of this paper is to establish and validate a method for controlling the presence of pesticide residues in milk from organic production. So the path to reduced pesticide use, use as few toxic solvents as possible, and control pesticides present in food leads to a green economy. The green economy aims to reduce environmental risks, and it is in this way that controlling environmental resources reduces environmental destruction.

**Keywords:** organic milk, organic production, green economy, pesticide residues.

<sup>1</sup>[orcid.org/0000-0002-8361-5697](https://orcid.org/0000-0002-8361-5697), e-mail: [alekstasic79@gmail.com](mailto:alekstasic79@gmail.com)

<sup>2</sup>[orcid.org/0000-0003-4751-6760](https://orcid.org/0000-0003-4751-6760), e-mail: [dripavlovic58@gmail.com](mailto:dripavlovic58@gmail.com)

<sup>3</sup>[orcid.org/0000-0003-1709-0412](https://orcid.org/0000-0003-1709-0412), e-mail: [majaspavlovic@gmail.com](mailto:majaspavlovic@gmail.com)

## UVOD / INTRODUCTION

U cilju zadovoljavanja rastućih potreba za hranom koriste se razne agrotehničke mere, koje obuhvataju korišćenje velikog broja hemijskih sredstava. U nastojanju da se povećaju prinosi korisnih biljnih kultura i sačuvaju proizvedene količine namirnica od propadanja, i unište štetočine, koriste se hemijske supstance poznate pod nazivom pesticidi. Pesticidi se koriste protiv prouzrokovaca biljnih bolesti, štetnih insekata, nematoda, glodara, ptica, za suzbijanje korova ili za regulisanje rasta biljaka (Mirić, Šobajić, 2002). Takođe, povećana potrošnja prirodnih resursa, usud povećanja broja stanovnika utiče i na povećanje štetnih uticaja na životnu sredinu (Ivanović i dr., 2016). Danas se organska proizvodnja u svetu razvija brzim koracima kao reakcija na narušenu životnu sredinu, pogoršavanje kvaliteta hrane i sve većeg ugrožavanja ljudskog zdravlja. Prema Uredbi Evropskog Saveta br. 834/2007 organska proizvodnja se definiše kao sveobuhvatan sistem upravljanja farmama i proizvodnjom hrane koja objedinjuje najbolje prakse zaštite životne sredine, visok nivo biološke raznolikosti, očuvanje prirodnih resursa, primenu visokih standarda za dobrobit životinja i visokih proizvodnih standarda koji su u skladu sa potražnjom sve većeg broja potrošača za proizvodima proizvedenim uz primenu prirodnih supstanci i procesa (EC, 2007). Propisi regulišu sva područja organske proizvodnje i zasnivaju se na nekoliko ključnih principa kao što su: zabrana upotrebe GMO i jonizujućeg zračenja, ograničavanje upotrebe veštačkih đubriva, herbicida i pesticida, kao i zabranu upotrebe hormona i ograničene upotrebe antibiotika. To znači korišćenje prirodnih resursa na održiv način, razvoj organske proizvodnje uz očuvanje ekosistema, održavanje i povećanje plodnosti zemljišta, kao i smanjenje svih oblika zagađenja. Nedostaci organske proizvodnje su: veće angažovanje proizvođača, neinformisanost i nedostatak stručnog znanja, u nekim situacijama postiže se manji prinos, nedostatak sredstva za zaštitu, đubriva, semenskog materijala, kao i veća cena proizvoda iz organske proizvodnje (Mirecki et al., 2011). Proizvodnja organske hrane u Srbiji predstavlja i u doglednoj budućnosti će zasigurno predstavljati veliki potencijal Srbije kako na domaćem, tako i na svetkom tržištu (Milenković, Tasić, 2013). Trend rasta organske proizvodnje u Srbiji u poslednjih deset godina beleži godišnji rast od oko 10% (Moracani et al., 2021). I pored zakonske regulative koja za pesticide u organskoj proizvodnji dozvoljava korišćenje biopesticida, koji potiču od prirodnih supstanci ili materijala, kao što su životinje (pre svega insekata), biljni ekstrakt i ulja, bakterije i minerali, sintetički pesticidi iz različitih sredina kao

što su vazduh, voda i zemljište mogu dospeti u organsku hranu. Takođe, nedovoljno znanje ili neinformisanost, kao i nepažnja mogu biti uzrok kontaminacije organskih proizvoda različitim pesticidima. Danas se može koristiti više od 1100 različitih sintetičkih pesticida u različitim kombinacijama i formulacijama, i oni najčešće iz životne sredine mogu dospeti u organske proizvode. Za određivanje prisustva sintetičkih rezidua pesticida u organskoj i konvencionalnoj hrani koriste se sofisticirane metode i to: gasna i/ili tečna hromatografija sa masenom spektrometrijom.

Cilj ovog rada je bio validacija metode za određivanje prisutnih rezidua pesticida u organskom mleku korišćenjem gasne hromatografije sa masenom detekcijom (GC/MS). U naučnim istraživanjima mogu se susresti različite metode ekstrakcije (Lawal et al., 2018), odnosno pripreme uzorka za određivanje hromatografskim metodama, tako da je u prvoj fazi istraživanja pronađena najoptimalnija metoda pripreme uzoraka sa najmanjim uticajem interferirajućih susstanci tokom detektovanja pesticida. Značaj ove metode ogleda se u kontroli pesticida u organski proizvedenom mleku, zbog moguće kontaminacije preko hrane za životinje ili korišćenja pesticida kao rezultata lečenja smeštaja životinja. Na taj način kontaminanti mogu izazvati štetne zdravstvene efekte na životinje, a proizvodi životinja kao što je organski mleko mogu biti štetni za ljude kroz sekundarno izlaganje potrošača kontaminantima koji potiču od ovih životinja.

## 1. MATERIJALI I METODE / MATERIALS AND METHODS

Standardi pesticida su bili visoke čistoće od proizvođača Dr. Ehrenshorfer (LGC, Nemačka), pripremljeni su u acetonitrilu i čuvani na temperaturi od -20°C. Za ekstrakciju i analizu ostataka pesticida korišćeni su rastvarači proizvođača PanReac-AppliChem (ITW Reagents, Milano, Italija). Ekstrakcioni kitovi, odnosno QuEChERS ekstrakciona sredstva su bila proizvođača Phenomenex (Nemačka). Kalibracioni rastvori su pripremani u etil acetatu za kalibraciju linearnih krivih u standardu, matriksu mleka, a takođe i za recovery eksperimente. Uzorci organskog mleka su bili srpskog i inostranog porekla, koji se prodaju na srpskom tržištu, deklarirani kao bio, odnosno organski proizvodi. Na analitičnoj vagi odmereno je 10 grama uzorka za analizu i dodato 10 ml acetonitrila. Za homogenizaciju faza tokom ekstrakcije korišćena je vorteks mešalica u toku 2 minuta. Za prvu fazu ekstrakcije korišćen je QuEChERS ekstrakcioni kit koji je napravljen od soli anhidrovanog magnezijum sulfata (4,0 g) i natrijum hlorida (1,0 g). Nakon odvajanja slojeva korišćenjem

centrifuge sa brzinom od 4000 rpm u toku 5 minuta gornji sloj ekstrakta acetonitrila je korišćen u drugoj fazi. Za prečišćavanje ekstrakta u drugoj fazi korišćen je ekstrakcioni kit sa primarnim sekundarnim aminom (PSA), sorbentom C18 i anhidrovanim magnezijum sulfatom. Konačni ekstrakti acetonitrila su upareni u stuji azota i rekonstituisani u etil acetatu.

Optimizacija metode je sprovedena na gasnom hromatografiju sa masenom spektrometrijskom detekcijom (GC-MS), odnosno GC Clarus 680 (Perkin-Elmer) sistemu koji sadrži autosampler i gasni hromatograf povezan sa MS Clarus SK8T instrumentom. Korišćena je kapilarna kolona je Elite-5MS (30 x 0.25 mm ID x 0.25 µm df, sastavljena od 95% dimetil polisiloksana i 5% fenila), a injektovana zapremina od 1 µl uzorka. Za noseći gas je korišćen helijum visoke čistoće pri konstantnom protoku od 1 ml/min.

## 2. REZULTATI / RESULTS

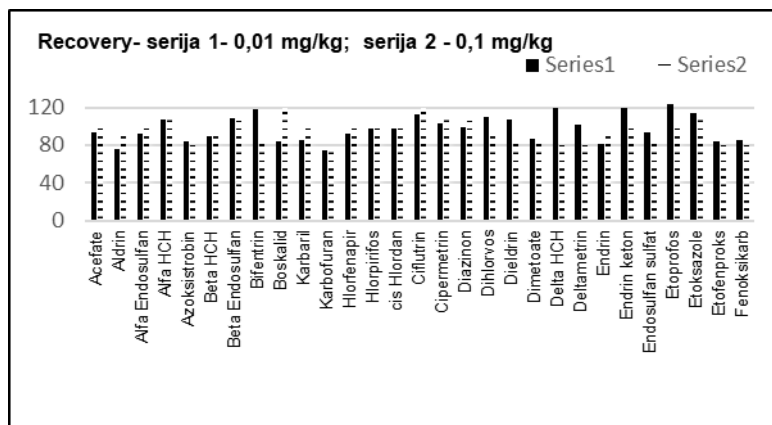
Validaciona studija je izvedena u cilju izračunavanja tačnosti (recovery), preciznosti, linearnosti, limita kvantifikacije, uticaja matriks efekta i repetabilnosti u skladu sa smernicama dokumenta Evropske komisije SANTE/12682/2019, odnosno vodiča za analitičku kontrolu kvaliteta i procedure validacije metode za analizu ostataka pesticida u hrani i hrani za životinje (SANTE, 2019). Za praćenje i validaciju su ispitani sledeći rezidui pesticida: Acefate, Aldrin, Alfa Endosulfan, Alfa Heksahlorocikloheksan (HCH), Azoksistrobin, Beta HCH, Beta Endosulfan, Bifentrin, Boskalid, Karbaril, Karbofuran, Hlorfenapir, Hlorpirifos, cis Hloridan, Ciflutrin, Cipermetrin, Diazinon, Dihlorvos, Dieldrin, Dimetoate, Delta HCH, Deltametrin, Endrin, Endrin keton, Endosulfan sulfat, Etoprofos, Etoksazole, Etofenproks, Fenoksi-karb, Fipronil, Fipronil sulfon, Fludioksonil, Imazalil, Kresoksim metil, Heptahlor, Heptahlor epoksid (trans, isomer A), Lambda – Cihalotrin, Lindan, Malation, Metalaksil, Metiokarb, Metoksihlor, Metil Paration, Spiroksamine, Spiromesifen, p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDT, Paklobutrazol, Piperonil butokside, Fosmet, Permetrin, Praletrin, Propikonazol, Propoksur, Piridaben, Tebukonazol, trans Hloridan i Trifloksistrobin. Izabrani pesticidi pripadaju grupama fungicida, piretroida, organofosfatnih i organohlornih pesticida.

Recovery i preciznost su određeni kao srednja vrednost površine pika od 5 replikata spajkovanog blank uzorka mleka na dva koncentraciona nivoa od 0,01 i 0,1 mg/kg. Dobijene vrednosti za recovery su bile u opsegu od 71,2 do 119,2% i grafički su

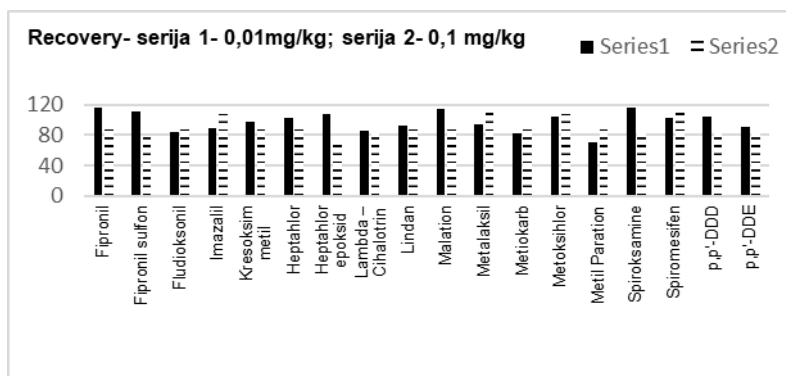
prikazane na Grafiku 1, 2 i 3. Linearnost masenog sistema je postignuta iz površine signala i zadate koncentracije standarda pesticida na osnovu odgovora ciljanih analita iz kalibracionih rastvora u rastvaraču. Takođe, pre snimanja ispitivanih uzoraka mleka linearnost je postignuta i kalibracijom standarda u matriksu mleka. Za kalibraciju u rastvaraču i matriksu je korišćen interni standard trifenilfosfat. Za sve ispitivane pesticide je koeficijent korelacije (R<sup>2</sup>) bio veći od 0,99 i takođe je isto postignuto kalibracijom u matriksu. Matriks efekat procenjen je poređenjem nagiba, odnosno rezultata kvantifikacije kvantifikovanjem kalibracijom u rastvaraču i rezultata dobijenih kvantifikacijom kalibracijom dobijenom u matriksu mleka. Uticaj matriks efekta se može smatrati neznatnim, jer je RSD kod svih kalibracija za ispitivane pesticide bila manji od 20%. Matriks kalibracija se koristi da bi kompenzovao uticaj matriks efekta i interferirajućih supstanci koje mogu biti prisutne. Za limit kvantifikacije (LOQ) uzeta je najmanja koncentracija koja sa sigurnošću može biti kvantifikovana sa prihvatljivom tačnošću i preciznošću, a ta vrednost je 0,01 mg/kg za ukupnu količinu uzorka, odnosno 0,0004 mg/kg računato na količinu masti. U ovom istraživanju primenjena je procedura taloženja na niskoj temperaturi, odnosno zamrzavanja u trajanju od sat vremena nakon faze prečišćavanja sa čvrstim sorbentom u zamrzivaču na -20°C. Korišćen primarni sekundarni amin je dobro poznati sorbent za uklanjanje masti iz uzorka, jer njegova hemijska struktura omogućava visoko zadržavanje slobodnih masnih kiselina i drugih polarnih komponenti iz matriksa. Takođe, i sorbent C18 ima mogućnosti da iz ekstrakta uklanja masti i na taj način povećava efikasnost i osetljivost određivanja, a istovremeno štiti kolonu od propadanja.

Rezultati dobijenih ispitivanja za kvantifikovane pesticide u tri od deset ispitivanih uzoraka organskog mleka su prikazani u Tabeli 1. U preostalih sedam uzoraka mleka nije detektovan i kvantifikovan ni jedan od ispitivanih pesticida. Dobijene vrednosti su izražene u miligramima po kilogramu sa mernom nesigurnošću ispitanih rezultata.

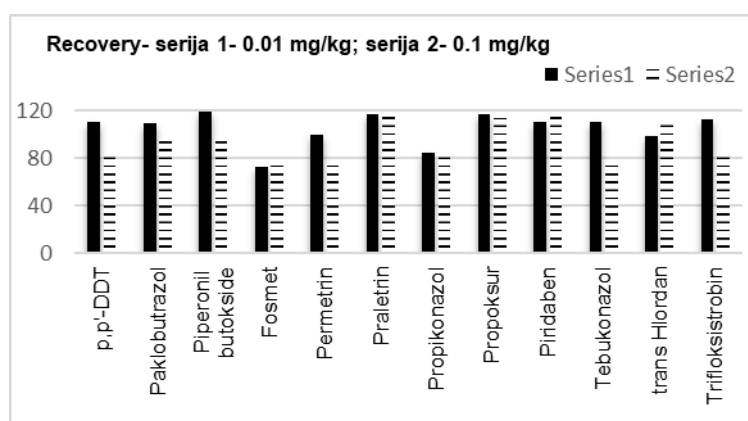
Vrednosti dobijenih pesticida su kvantifikovane i izražene na ukupnu količinu uzorka, a vrednost maksimalno dozvoljene količine (MDK) pesticida je 0,01 mg/kg. Prema Pravilniku o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje objavljenom u Službenom glasniku Republike Srbije br. 95/2020 i 24/2021 dozvoljena je upotreba deltametrina i lambda-cihalotrina. Tako da dobijene vrednosti u Tabeli 1 nisu zabrinjavajuće i potvrđuju ispravnost organski proizvedenog mleka.



Grafik 1 - Rezultati recovery potvrde validacije metode određivanja prisustva pesticida u organskom mleku na koncentracionim nivoiima od 0,01 mg/kg i 0,1 mg/kg za pesticide: Acefate, Aldrin, Alfa Endosulfan, Alfa Heksahlorocikloheksan (HCH), Azoksistrobin, Beta HCH, Beta Endosulfan, Bifentrin, Boskalid, Karbaril, Karbofuran, Hlorfenapir, Hlorpirifos, cis Hlordan, Ciflutrin, Cipermetrin, Diazinon, Dihlorvos, Dieldrin, Dimetoate, Delta HCH, Deltametrin, Endrin, Endrin keton, Endosulfan sulfat, Etoprofos, Etoksazole, Etolenproks, Fenoksikarb



Grafik 2 - Rezultati recovery potvrde validacije metode određivanja prisustva pesticida u organskom mleku na koncentracionim nivoiima od 0,01 mg/kg i 0,1 mg/kg za pesticide: Fipronil, Fipronil sulfon, Fludioksonil, Imazalil, Kresoksim metil, Heptahlor, Heptahlor epoksid (trans, isomer A), Lambda – Cihalotrin, Lindan, Malation, Metalaksil, Metiokarb, Metoksihlor, Metil Paration, Spiroksamine, Spiromesifen, p,p'-DDD, p,p'-DDE



Grafik 3 - Rezultati recovery potvrde validacije metode određivanja prisustva pesticida u organskom mleku na koncentracionim nivoiima od 0,01 mg/kg i 0,1 mg/kg za pesticide: p'-DDT, Paklobutrazol, Piperonil butoksidi, Fosmet, Permetrin, Praletrin, Propikonazol, Propoksur, Piridaben, Tebukonazol, trans Hlordan i Trifloksistrobin.

*Tabela 1 - Dobijene i kvantifikovane vrednosti pesticida u organskom mleku i merna nesigurnost*

*Table 1 - Obtained and quantified values of pesticides in organic milk and measurement uncertainty*

Ispitivani uzorak	Pesticidi	Dobijena vrednost, mg/kg
Uzorak 1	Fludioksonil	0,010±0,004
	Deltametrin	0,013±0,005
	Lambda-Cihalotrin	0,015±0,004
zorak 2	Heksahlorobenzen	0,010±0,003
	Piridaben	0,010±0,004
	Hlorpirifos	0,010±0,004
Uzorak 3	<i>p,p</i> -DDT	0,010±0,003
	Propoksur	0,010±0,004

### 3. DISKUSIJA / DISCUSSION

U dosadašnjim istraživanjima mogu se naći podaci nutritivnih parametara organskih proizvoda u odnosu na konvencionalne proizvode. Kada su u pitanju voće i povrće sadržaj vitamina C i E, karotenoida, minerala (kalijuma, kalcijuma, fosfora, magnezijuma i gvožđa), fenolnih jedinjenja i antioksidativna aktivnost su veće u organski proizvedenim proizvodima, dok je količina nitrata, proteina i amino kiselina manja. Dok je organsko mleko bogatije blagotvornim masnim kiselinama, tj. sledećim kiselinama: eikozapentaenske kiseline,  $\alpha$ -linolenske kiseline i konjugovane linolne kiseline, a siromašnije u sadržaju joda i selena (Brantsæter et al., 2017). U izveštaju Evropske Unije o ostacima pesticida prisutnim u hrani za 2015. godinu (EFSA, 2017) od strane Evropske agencije za sigurnost hrane (EFSA) koji su ispitivani prema Uredbi (EZ) br. 396/2005 o maksimalnim nivoima ostataka pesticida, dati su podaci ispitanih preko 5 hiljada različitih organskih proizvoda. Pregled i poređenje uzoraka organske hrane prema konvencionalnoj hrani ukazuje na znatno manju kontaminaciju u uzorcima organske hrane gde je stopa prekoračenja MDK vrednosti 0,7% u organskoj u odnosu na 2,9% za konvencionalnu hranu. U organskim proizvodima kvantifikovano je 140 različitih pesticida, što se odnosi na rezultate sa koncentracijama na ili iznad LOQ. Najčešće kvantifikovni pesticidi u mleku bili su heksahlorobenzen i DDT, koji su iz životne sredine, jer nisu dozvoljeni i upotrebljavani u organskoj proizvodnji. Bakar, spinosad, azadirahin i piretrini dozvoljeni su u organskom uzgoju, na taj način, prisustvo tragova ovih jedinjenja je povezano sa poljoprivrednom praksom dozvoljenom u organskoj proizvodnji.

Što se tiče praćenja izloženosti uzoraka mleka na rezidue pesticida sprovedenog kao pilot monitoring na 10 uzoraka mleka različitih proizvođača (Tabela 1) u ispitivanim uzorcima je kvantifikovano osam različitih rezidua pesticida. Prema deklaraciji sadržaj masti je bio u opsegu od 2,5 do 3,8 %. Svi analizirani uzorci pripremani po QuEChERS ekstrakcionoj proceduri, odnosno dobijeni ekstrakti su analizirani na prisustvo 60 rezidua pesticida od posebnog interesa. Dobijeni rezultati su bili na granici ili ispod maksimalno dozvoljene vrednosti regulisane zakonskom regulativom za pesticide u analiziranim uzorcima. Potrebno je istaći i da su neki od rezidua pesticida iskazuju regulativom kao zbirne vrednosti, pre svega heptahlor koji se zakonski izražava na sumu heptahlor i heptahlor epoksida, a preračunava kao heptahlor, a takođe i aldrin, kao suma aldrina i dieldrina. Zakonska regulativa podrazumeva MDK od 0,01 mg/kg, jer ne postoje pouzdano definisane MDK vrednosti za organske proizvode. Ali se svuda u svetu za sve rezidue pesticida uzima maksimalno dozvoljena granica prisutnih pesticida od 0,01 mg/kg. Kada je i količina jednog prisutnog pesticida veća od 0,01 mg/kg proizvod se ne može smatrati i prodavati deklarisan kao organski proizvod. Dobijeni rezultati ispitivanja imaju veću vrednost samo za tragove deltametrina i lambda-cihalotrina, čije je prisustvo dozvoljeno u organskim proizvodima. Sigurnost kvantifikacije ispitivanih pesticida omogućava kvantifikacija na osnovu tri karakteristična jona i skeniranje masenim spektrometrom u izabranom reakcionom monitoring sistemu. Merna nesigurnost ispitivanih pesticida je u opsegu od 25 do 45%, tako da se ispitivani uzorci ne mogu smatrati zabrinjavajućim, jer su vrednosti na granici dozvoljenih, a prisustvo deltametrina i lambda-cihalotrina je dozvoljeno u organskim proizvodima.

Ovakvo jednostavna i brza metoda koja zahteva malu količinu rastvarača u pogledu zelene hemije ima značajnu prednost (Biziuk, Stocka, 2015). Zbog toga je ova tehnologija od velikog značaja jer su zahvaljujući ovoj ekstrakciji i ispitivanju povoljni toksikološki i životni uslovi, kao i ekonomski aspekti. Uspešno uklanjanje nepolarnih smetnji od lipada i masti postignuto je prečišćavanjem uz pomoć sorbenta C18 odlične sposobnosti, kao što je potvrđeno i pri ispitivanju drugih uzoraka (Lawal et al., 2018). Dobijene količine pesticida u organskom mleku, potvrđuju značaj organske proizvodnje i zelene hemije, kao i sve zastupljenijeg korišćenja biohemijskih pesticida. Takođe, i u drugim organskim proizvodima istraživanja ukazuju na prisustvo pojedinačnih pesticida u organskim proizvodima, npr. jagodama, gde je ispitivanim uzorcima potvrđeno prisustvo pesticida

azoksistrobina, lambda-cihalotrina i tiametoksamina ispod MDK vrednosti (Kobi et al., 2018). Prisustvo rezidua karbarila, 4'4' DDT and deltametrin pesticida je pronađeno u 27,5%; 11% i 5% uzoraka mleka, respektivno od ispitivanih 200 uzoraka u Indiji (Chandrakar et al., 2020). Zbog tendencije opstanka pesticida duže vreme u životnoj sredini i prelaska u lanac ishrane, organska proizvodnja zahteva upotrebu biofertilizera i biopesticida. Biopesticidi potiču od prirodne supstance ili materijala kao što su životinje, biljke, bakterije i minerali. Odnosno, biohe-mijske pesticide predstavljaju feromni insekta, biljni ekstrakti i ulja, regulatori rasta biljaka i regulatori rasta insekata dok mikrobiološke pesticide obuhva-taju bakterije, virusi i gljivice. Prednost korišćenja biopesticida je manja toksičnost, brza biorazgradivost, ciljanost na specifične štetočine, kao i uspostavljanje ekološke ravnoteže. Sve veći broj naučnika usmerava rad na pronalasku insekticida biljnog porekla, među kojima je jedan od vodećih azadi-rahtin, supstanca izolovana iz biljke *Azadirachta indica*, poznata kao Nim drvo. Azadirachtin smanjuje brojnost lisnih vaši, krompirove zlatice i komaraca, njegovo delovanje je sporo, a veće doze oponašaju efekte hlorpirifosa (Grahovac i dr., 2009). Biopesticidni proizvodi sada su dostupni komercijalno za suzbijanje štetočina i bolesti, a njihova uporeba jedan je od dokaza prisustva pesticida u količinama ispod MDK vrednosti ili u većem procentu potpunog odsustva pesticida.

#### ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Da bi se osiguralo zdravlje i sigurnost potražaća hrane u svetu i kod nas sproveden je i svakodnevno se sprovodi strogi postupak regulative i što je pove-zano sa poštovanjem smernica o maksimalno dozvoljenim količinama rezidua pesticida u prehrambenim proizvodima. Posebno je važno stroge krite-rijume koristiti i tokom kontrole organskih proizvoda, jer za njihovu proizvodnju nije dozvoljeno prime-njivati sintetičke pesticide. Važno je istaći da se ne može pretpostaviti da su organski proizvodi uvek i sigurni. Organska proizvodnja može pružiti korist ljudskom zdravlju i životnoj sredini, ali i promovisati bolji tretman prema životinjama. Ostaje nada da će se posvetiti više pažnje organskoj praksi i ulaganja u istrživanje i inovacije organske proizvodnje, jer je određivanje rezidua pesticida u mleku i svim ostalim prehrambenim proizvodima težak, vremenski zahtevan i naporan analitički zadatak. Sa druge strane, postojeće metode i tehnike se poboljšavaju i raz-vijaju se nove tako da se nakon uspešne validacije različite klase pesticida mogu pouzdano utvrditi na brz, jednostavan, jeftin i ekološki prihvatljiv način.

Ovaj način kontrole pesticida, kao i njihova sma-njena upotreba vode zaštiti životne sredine i sma-njenu rizika po životnu sredinu, odnosno zelenoj ekonomiji.

#### Zahvalnica / Acknowledgement

Istraživanje je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugo-vor broj 451-03-9/2021-14/200030).

#### LITERATURA / REFERENCES

- [1] Biziuk, M., Stocka, J. (2015), *International Journal of Environmental Science and Development*, 6, 18-21.
- [2] Brantsæter, A.L., Ydersbond, T.A., Hoppin, J.A., Haugen, M., Meltzer, H.M. (2017), *Annual Review of Public Health*, 38, 295-313.
- [3] Chandrakar, C., Shakya, S., Jain, T., Ali, S.L., Patyal, A., Kumar, P. (2020), *Journal of Animal Research*, 10(2), 291-297.
- [4] EC (2007), Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91
- [5] EFSA (2017), The 2015 European Union report on pesticide residues in food, *EFSA Journal*, 15(4), 4791. [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)
- [6] Grahovac, M., Inđić, D., Lazić S., Vuković, S. (2009), *Pesticidi i fitomedicina*, 24, 245-258.
- [7] Ivanović, V., Gašić, M., Perić, G., Krulj Mladeno- vić, M. (2016), *Ecologica*, 23(84), 790-794.
- [8] Kobi, H.B., Martins, M.C., Silva, P.I., Souza, J.L., Carneiro, J.C.S., Heleno, F., Queiroz, M.E.L.R., Costa, N.M.B. (2018), *Fruits*, 73, 39-47.
- [9] Lawal, A., Wong, R., Tan, G., Abdulrauf, L., Alsharif, A.M. (2018), *Journal of Chromatographic Science*, 56, 656-669.
- [10] Milenković, S., Tasić, J. (2013), *Ekonomске teme*, 51(2), 411-424.
- [11] Mirecki, N., Wehinger, T., Jaklič, M. (2011), *Pri- ručnik za organsku proizvodnju*, Podgorica, 10 str.
- [12] Mirić, M., Šobajić, S. (2002), *Zdravstvena isprav- nost namirnica*, Naučna knjiga, Beograd, 45 str.
- [13] Moracanian, S.V., Djukic, D., Saponjić, M., Ostojic, Z. (2021), *IOP Conf. Series: Earth and Environ- mental Science* 854, 012102
- [14] SANTE/12682/2019 – *Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed*.