

Procjena kakvoće prehrane i izloženosti ostacima pesticida hranom u dječaka osnovnoškolske dobi

Bejić, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:628699>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, listopad 2023.

Anamarija Bejić

**PROCJENA KAKVOĆE
PREHRANE I IZLOŽENOSTI
OSTACIMA PESTICIDA HRANOM
U DJEČAKA OSNOVNOŠKOLSKE
DOBI**

Rad je izrađen u Laboratoriju za znanost o prehrani na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Irene Keser i komentorstvom dr. sc. Antonije Sulimanec, znanstvene suradnice sa Zavoda za medicinu rada i okoliša Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu.

Rad je izrađen u sklopu projekta “Izloženost piretroidnim i organofosfatnim insekticidima u djece – procjena rizika od štetnih učinaka na neuropsihološki razvoj i hormonski status”; PyrOPECh, IP-2019-04-7193, Hrvatska zaklada za znanost, voditelj projekta: dr. sc. Veda Marija Varnai, znan. savj. u tr. zv.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Ireni Keser i komentorici, dr. sc. Antoniji Sulimanec, na stručnosti, iskazanom povjerenju, svim savjetima te strpljenju i vremenu koje su mi posvetile pri izradi ovog diplomskog rada.

Veliko hvala i dr. sc. Vedi Mariji Varnai na pruženoj prilici da budem dio ovog velikog projekta.

Od srca hvala mojim roditeljima bez čije podrške, razumijevanja i ljubavi ne bih bila tu gdje jesam. Hvala vam što ste moj oslonac i što ste vjerovali u mene i onda kada ja nisam.

Posebno hvala mojoj seki što me uvijek bodri i navija za mene. Svojim optimizmom i veseljem uljepšavaš mi život.

Najveće hvala mom Karlu koji je svojom prisutnošću i ljubavlju učinio godine mog studiranja posebnim. Hvala ti što vjeruješ u mene i što me uvijek guraš naprijed.

Hvala svim mojim prijateljima koji su bili uz mene, hrabрили me i motivirali i veselili se svim mojim uspjesima.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

PROCJENA KAKVOĆE PREHRANE I IZLOŽENOSTI OSTACIMA PESTICIDA HRANOM U DJEČAKA OSNOVNOŠKOLSKE DOBI

Anamarija Bejić, univ. bacc. nutr.
0125155569

Sažetak: Niske doze pesticida kojima su djeca izložena prehranom mogu negativno utjecati na njihovo zdravlje. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti kakvoću prehrane dječaka u dobi 11-12 godina s područja Grada Zagreba i Zagrebačke županije (n=62), procijeniti unos pesticida konzumacijom hrane te odrediti postoji li potencijalan rizik za zdravlje. Za procjenu kakvoće prehrane korištena je metoda 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića, a za procjenu unosa pesticida podaci o razinama rezidua pesticida u hrani dobiveni u istraživanju ukupne prehrane. Utvrđen je prekomjeren unos makronutrijenata (bjelančevina, masti, zasićenih masnih kiselina) i natrija. Prosječan unos vitamina A, B₁ i B₂ te kalija, kalcija, fosfora, magnezija i željeza bio je niži od preporučenog. Prosječan broj unesenih rezidua pesticida bio je 6. Više od trećine ispitanika (64-72 %) unosi fludioksonil i boskalid putem voća i povrća. Vrijednosti kvocijenta ciljne opasnosti za većinu rezidua bile su <1 %. Zaključeno je da ne postoji rizik od štetnih učinaka pesticida za zdravlje dječaka.

Ključne riječi: *pesticidi, 24-satno prisjećanje unosa hrane i pića, procjena rizika, kvocijent opasnosti*

Rad sadrži: 50 stranica, 9 slika, 15 tablica, 63 literaturna navoda, 2 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: izv. prof. dr. sc. Irena Keser

Komentor: dr. sc. Antonija Sulimanec, znan. sur., IMI

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. doc. dr. sc. Teuta Murati (predsjednik)
2. izv. prof. dr. sc. Irena Keser (mentor)
3. dr. sc. Antonija Sulimanec, znan. sur., IMI (član)
4. izv. prof. dr. sc. Ivana Rumora Samarina (zamjenski član)

Datum obrane: 26. listopada 2023.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Quality Control
Laboratory for Nutrition Science

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

Graduate university study programme: Nutrition

ASSESSMENT OF DIET QUALITY AND PESTICIDE RESIDUES EXPOSURE IN FOOD IN PRIMARY SCHOOL BOYS

Anamarija Bejić, univ. bacc. nutr.
0125155569

Abstract: Low dietary exposure to pesticides in children may adversely affect their health. This study aimed to assess the diet quality in group of boys age 11-12 years from Zagreb and Zagreb County (n=62), dietary intake of pesticides and related health risk. The 24-hour dietary recall method was used to assess diet quality and the levels of pesticide residues in food, determined in total diet study, were used to assess pesticide intake. An excessive intake of macronutrients (proteins, fats, saturated fatty acids) and sodium was found. The average intake of vitamins A, B₁ and B₂ as well as potassium, calcium, phosphorus, magnesium and iron was lower than recommended. On average, 6 pesticide residues were taken. More than a third of participants (64-72%) were exposed to fludioxonil and boscalid by fruit and vegetable consumption. For most of the residues, obtained hazard quotients were <1 %. In conclusion, there was no risk from adverse health effects of pesticides for boys.

Keywords: *pesticides, 24-hour dietary recall, risk assessment, hazard quotient*

Thesis contains: 50 pages, 9 figures, 15 tables, 63 references, 2 supplements

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in: The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: Irena Keser, PhD, Associate professor

Co-mentor: Antonija Sulimanec, PhD, Research Associate

Reviewers:

1. Teuta Murati, PhD, Assistant professor (president)
2. Irena Keser, PhD, Associate professor (mentor)
3. Antonija Sulimanec, PhD, Research Associate (member)
4. Ivana Rumora Samarin, PhD, Associate professor (substitute)

Thesis defended: October 26th, 2023

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. PESTICIDI.....	2
2.1.1. Utjecaj pesticida na zdravlje	4
2.3. ENERGIJSKE I NUTRITIVNE POTREBE DJEČAKA	8
2.3.1. Energijske potrebe.....	9
2.3.2. Nutritivne potrebe dječaka	10
2.4. METODE ZA PROCJENU PREHRAMBENOG UNOSA.....	14
2.4.1. Metoda 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića	14
2.4.2. Upitnik o učestalosti konzumiranja hrane i pića	15
2.4.3. Studija ukupne prehrane.....	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. ISPITANICI	17
3.2. METODE	17
3.2.1. Dijetetička metoda	18
3.3. OBRADA PODATAKA	18
4. REZULTATI I RASPRAVA	19
4.1. OBILJEŽJA ISPITANIKA	19
4.2. ANALIZA PREHRANE.....	21
4.2.1. Makronutrijenti	21
4.2.2. Mikronutrijenti	24
4.2.3. Unos voća i povrća.....	28
4.3. REZIDUE U NAMIRNICAMA	29
4.3.1. MRL za pojedine rezidue pesticida u namirnicama.....	33
4.4. PROSJEČAN UNOS PESTICIDA	38
4.4.1. Procjena rizika.....	40
4.5 NEDOSTACI ISTRAŽIVANJA.....	42
5. ZAKLJUČAK	43
6. LITERATURA.....	44

1. UVOD

Prehrana je ključan dio zdravlja, rasta i razvoja. Djetinjstvo i adolescencija kritična su razdoblja za dobro zdravlje i razvoj u ljudskom životu. Prekomjerna tjelesna masa i pretilost u djece i adolescenata postali su velik javnozdravstveni problem, a pedijatrijska pretilost povezana je s pojavom kroničnih nezaraznih bolesti (Tirani i sur., 2023). Tijekom adolescencije povećavaju se fiziološke potrebe za hranjivim tvarima, a osobito je važna prehrana visoke nutritivne kvalitete. Preporuke za pravilnu prehranu diljem svijeta preporučuju konzumaciju najmanje pet porcija voća i povrća dnevno, smanjeni unos zasićenih masnih kiselina i soli te povećani unos složenih ugljikohidrata i vlakana (Chaudhary i sur., 2020). Voće i povrće su dobar izvor vitamina, mineralnih tvari, vlakana i antioksidansa. Osim nutrijenata, ove namirnice mogu biti izvor i toksičnih tvari, odnosno ostataka pesticida. Budući da se voće i povrće neizravno tretira sredstvima za zaštitu bilja i uglavnom jede sirovo ili polupreradeno, ono je glavni izvor unosa pesticida za ljude (Mebdouaa i sur., 2017; Szpyrka i sur., 2015). Posebno osjetljiva populacija na štetne učinke pesticida su djeca, kojima se mehanizmi detoksikacije još razvijaju, a njihova prehrana sadrži veći udio voća i povrća (Pascale i Laborde, 2020).

Europska agencija za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority, EFSA*) provodi Koordinirani program kontrole (engl. *EU-coordinated control programme, EUCP*) u sklopu kojeg nasumično uzorkuje prehrambene proizvode koje građani Europske unije (EU) najviše konzumiraju. Na taj način nastoji kontrolirati upotrebu pesticida na području EU.

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti kakvoću prehrane dječaka dobi 11-12 godina metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića, procijeniti unos rezidua pesticida konzumacijom namirnica na temelju analiza rezidua pesticida u hrani, provedenoj u okviru znanstveno-istraživačkog projekta PyrOPECh (HrZZ IP-2019-04-7193) te odrediti postoji li potencijalan rizik za zdravlje dječaka računanjem kvocijenta opasnosti za pojedinu reziduu pesticida.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PESTICIDI

Pojam pesticid (lat. *pestis* = kuga, pošast; *concido* = uništenje) označava biološku ili kemijsku tvar koja je proizvedena u svrhu kontrole štetočina, korova i bolesti prvenstveno u proizvodnji hrane. U samoj definiciji pojma štetočine i štetnosti misli se ponajprije na ekonomsku štetu za čovjeka, odnosno na smanjenje prinosa ili kvalitete i količine dobivene hrane (Kipčić, 2010). Pesticidi se klasificiraju prema kemijskim svojstvima, funkcionalnim skupinama, načinu djelovanja i toksičnosti (Tudi i sur., 2021). Prema ciljnim organizmima na koje djeluju, pesticidi mogu se podijeliti na (opisano u Kipčić, 2010):

- insekticide – za kontrolu širenja insekata
- fungicide – za kontrolu gljivičnih oboljenja i u prevenciji plijesni
- herbicide – za uništavanje korova i ostale nepoželjne vegetacije
- limacide, karicide, nematicide i moluskicide – za kontrolu i suzbijanje puževa, grinja, glista te mekušaca
- avicide – za odbijanje napada ptica
- rodenticide – za kontrolu i suzbijanje glodavaca
- regulatore rasta i fiziotrope
- repulzivna sredstva za odbijanje zečeva i ostale divljači.

Aktivne komponente većine pesticida su organske (sadrže ugljik) ili anorganske (bakreni sulfat, željezni sulfat, bakar, vapno, sumpor itd.). Kemikalije u organskim pesticidima obično su složenije i manje topljive u vodi od onih u anorganskim pesticidima. Organski pesticidi mogu se dodatno podijeliti u dvije skupine prema izvoru iz kojeg su proizvedeni: prirodni (iz prirodnih izvora) i sintetski (proizvedeni kemijskom sintezom) (Kim i sur., 2016). Prema strukturi kemijskih tvari od kojih se sastoje, razlikujemo slijedeće vrste organskih pesticida: klorougljikovodični, organofosforni, karbamatni i sintetski piretroidnih insekticidi, metaboliti i hormonski analogni herbicidi, sintetski urea i triazinski herbicidi, benzimidazolski nematocidi, metaldehidni moluskicidi te rodenticidi na bazi vitamina D (Tudi i sur., 2021). Prema načinu djelovanja pesticidi se dijele na sistematike i nesistematike. Sistematički mogu putovati na različita mjesta od mjesta aplikacije, širiti se cijelom biljkom te na taj način uništavati insekte koji crpe biljne sokove. Nesistematiki djeluju kontaktno odnosno na mjestu primjene (Kipčić, 2010). Ako se gleda djelovanje pesticida na čovjeka, pesticidi se mogu razvrstati u skupine akutne toksičnosti na osnovi srednje vrijednosti letalne doze (engl. *Lethal Dose, LD₅₀*) pokusnih

životinja. Vrijednost LD₅₀ označava količinu doze ispitivane tvari koja uzrokuje 50 % smrtnosti u životinja određene vrste. Akutna sistemska toksičnost procjenjuje štetne učinke koji se javljaju nakon izlaganja organizama jednoj ili više doza ispitivane tvari unutar 24 sata poznatim putem (oralno, dermalno ili inhalacijom). Obično je to prvi test koji se provodi za svaku kemikaliju prije daljnjih testova toksičnosti. Koristi se za procjenu potencijalnih opasnosti od kemikalija na ljude (Erhirhie i sur., 2018). Skupine pesticida s obzirom na utvrđen stupanj akutne toksičnosti i put unosa (*per os* i kožom) prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Klasifikacija pesticida od strane Svjetske zdravstvene organizacije temeljena na njihovoj akutnoj toksičnosti (WHO, 2020)

Skupina	LD ₅₀ za štakore (mg kg ⁻¹ tjelesne mase)	
	Unos <i>per os</i>	Dermalni unos
Ia Izuzetno opasni	< 5	< 50
Ib Vrlo opasni	5 – 50	50 – 200
II Umjereno opasni	50 – 2000	200 – 2000
III Neznatno opasni	> 2000	> 2000
U Malo vjerojatno da će predstavljati akutnu opasnost	5000 ili više	

Vrijednost LD₅₀ za unos pesticida *per os* obično je niži od LD₅₀ dermalnog unosa s obzirom da pesticidi mogu lakše ući u krvotok kroz želudac nego kroz kožu. Također, toksičnost tekuće formulacije pesticida obično je puno veća od toksičnosti odgovarajuće krute formulacije jer krutina teže prolazi kroz kožu (Damalas i Eleftherohorinos, 2011).

Pesticidi se širom svijeta koriste u poljoprivredi, trgovini i pojedinačnim kućanstvima, što rezultira povećanom produktivnošću, ali i stalnom izloženosti ljudi. Izravna, visoka izloženost događa se u radnim, poljoprivrednim ili stambenim okruženjima i u pravilu predstavlja profesionalnu izloženost. Neizravna, kronična izloženost niskim razinama pesticida događa se unosom hrane, pitke vode i tla i udisanjem zraka u općem stanovništvu (Cabrera, 2017).

U svrhu zaštite zdravlja ljudi i osiguranja sigurnost hrane za potrošače, na razini Europske unije i šire u svijetu, utvrđene su maksimalne dopuštene količine (MDK) rezidua (engl. *Maximum Residue Limits, MRL*) pesticida u prehrambenim proizvodima. Oznaka MDK predstavlja najveću količinu ostatka pesticida (izražena u mgkg⁻¹ uzorka u svježem stanju) koja je zakonski dopuštena u ili na hrani te hrani za životinje. Također, na državnim razinama uspostavljaju se regulatorni i provedbeni mehanizmi za praćenje usklađenosti vrijednosti MDK

u prehrambenim proizvodima (Jallow i sur., 2017). Dugoročne studije izlaganja pokusnih životinja različitim dozama pesticida omogućuju definiranje referentnih razina ispod koje se ne pojavljuju štetni učinci. Razina bez opaženih štetnih učinaka (engl. *No Observed Adverse Effect Level, NOAEL*) ili razina bez opaženih učinaka (engl. *No Observed Effect Level, NOEL*), koristi se za utvrđivanje prihvatljivog dnevnog unosa (engl. *Acceptable Daily Intake, ADI*) za ljude, koji se definira kao količina kemikalije koja se može konzumirati svaki dan tijekom cijelog života bez štetnih učinaka po zdravlje. Obično se iskazuje u miligramima tvari po kilogramu tjelesne mase po danu. Vrijedno je spomenuti da je 100-struki faktor sigurnosti uzet u obzir pri izračunu sigurnog dnevnog unosa kod ljudi. To se radi kako bi se prevladale razlike između životinja koje se koriste u testovima, kao i razlike između ljudi (Damalas i Eleftherohorinos, 2011). Akutna referentna doza (eng. *Acute Reference Dose, ARfD*) je procjenjena količine kemikalije ili tvari u hrani i/ili vodi za piće koja se može unijeti u organizam obično iz jednog ili nekoliko obroka u razdoblju od 24 sata ili manje, bez značajnog zdravstvenog rizika za potrošača. Obično se iskazuje u miligramima tvari po kilogramu tjelesne mase (Nasreddine i sur., 2016).

Pesticidi su dodatno klasificirani prema načelima Međunarodne agencije za istraživanje raka (engl. *International Agency for Research on Cancer, IARC*). Razvrstavanje pesticida u ovu kategoriju odražava snagu dokaza proizašlih iz epidemioloških studija na ljudima, iz pokusa na životinjama te iz drugih relevantnih podataka. Pesticid se klasificira prema IARC-u kada postoji dovoljno dokaza o kancerogenosti kod ljudi. Iznimno, pesticid se može svrstati u ovu kategoriju kada su dokazi o karcinogenosti kod ljudi nedostatni, ali postoji dovoljno dokaza o karcinogenosti kod pokusnih životinja i jaki dokazi kod izloženih ljudi da pesticid djeluje putem relevantnog mehanizma karcinogenosti (Damalas i Eleftherohorinos, 2011).

2.1.1. Utjecaj pesticida na zdravlje

Mnoge studije ukazuju na povezanost između izloženosti pesticida i pojavnosti raznih zdravstvenih poremećaja i bolesti. Rizik od opasnosti po zdravlje zbog izloženosti pesticidima ne ovisi samo o tome koliko su sastojci otrovni, već i o razini izloženosti (Kim i sur., 2016).

Posebno osjetljiva skupina za štetne učinke pesticida su djeca, a tome je nekoliko razloga (Pascale i Laborde, 2020; Cabrera, 2017; Council of Environmental Health, 2012; Roberts i Karr, 2012; Garry, 2004): zbog većeg omjera površine tijela prema tjelesnoj masi, povećani su dermalna apsorpcija kao i hidratacija i perfuzija kože; zbog veće brzine disanja i veće minutne

ventilacije pluća, povećana je kemijska apsorpcija pesticida inhalacijom; budući da su niže pri tlu, djeca mogu biti više izložena hlapljivim parama pesticida, posebno onim pesticidima koji u plinovitoj fazi imaju gustoću veću od zraka; prehrana djece sadrži veći udio voća i povrća; izraženo prema tjelesnoj masi, djeca konzumiraju više hrane i pića od odraslih pa su samim time izloženi većim dozama pesticida; zbog nedovoljno razvijenih metaboličkih mehanizama novorođenčadi i dojenčadi može doći do predisponiranja velike toksičnosti pesticida nakon što se metabolizira u manje toksičan ili netoksičan spoj; faze razvoja djece čine ih više izloženima pesticidima nego odrasle osobe te tako djeca mlađa od pet godina tijekom istraživanja okoliša oko sebe još nisu u stanju prepoznati opasnosti, a mala djeca puzeći mogu pokupiti rezidue pesticida s tla, a čestim stavljanjem ruku na/u usta dodatno se povećava izloženost djece pesticidima oralnim putem.

Niže doze pesticida koje se ponavljaju, a kojima su djeca izložena, mogu dovesti do negativnih zdravstvenih učinaka. Epidemiološke studije, studije na životinjama i kliničke studije sugeriraju povezanost između kronične izloženosti niskim razinama pesticida i promjena u rastu i razvoju (posebno oštećenog neurobihevioralnog razvoja), raka i povećane osjetljivosti na infekcije. Ti su učinci snažno povezani s izloženošću koja se javlja tijekom kritičnih razvojnih razdoblja, osobito u prenatalnom razdoblju (Pascale i Laborde, 2020). Međutim, kako razvojni poremećaji (npr. autizam) i poremećaji u ponašanju (npr. poremećaj pažnje uzrokovan hiperaktivnošću - engl. *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, ADHD) postaju sve prisutniji, važno je procijeniti moguće veze između izloženosti pesticidima iz okoliša i ishoda u ponašanju djece (Liu i Schelar, 2012).

2.1.1.1. Neurorazvojni poremećaji

Izvori podataka o potencijalnoj neurorazvojnoj toksičnosti od kronične, niske razine izloženosti pesticidima tijekom gestacije i u postnatalnom razdoblju su neadekvatni ili ih nema za većinu pesticida koji se koriste (Roberts i Karr, 2012). Poznato je kako pesticidi imaju neurotoksični učinak. Organofosfatne kemikalije i karbamati svojim mehanizmom djelovanja utječu na kolinesterazu u središnjem živčanom sustavu. Na natrijeve kanale neuronske membrane utječu piretroidi i organoklorirane kemikalije te djeluju kao stimulans središnjeg živčanog sustava, iako je mehanizam djelovanja drugačiji. Također, epidemiološka istraživanja otkrila su povećani rizik od dugoročnih bihevioralnih i/ili neuroloških učinaka kod ljudi koji su bili izloženi pesticidima tijekom duljeg vremenskog razdoblja (Vellingiri i sur., 2022).

Studije koje procjenjuju moguće neurološke i neurobihevioralne učinke pesticida kod djece

doista su rijetke. Neurobihevioralne studije provedene među odraslima i djecom nenamjerno izloženim klordanu, organoklornom insekticidu, u stambenom kompleksu (216 izloženih i 174 kontrolna ispitanika) pokazale su povezanost između dugotrajnog oštećenja neurofizioloških i psiholoških funkcija i izloženosti klordanu (Garry, 2004).

U neurorazvojnoj studiji ruralne predškolske djece Indijanaca Yaqui, djeca nizinskog područja koja su bila izložena većem broju pesticida uspoređena su s djecom brdskih područja koja su imala ograničen pristup pesticidima. Razine izloženosti pesticidima izvedene su iz drugih objavljenih studija iste populacije. Djeca nizinskih Indijanaca (n=34) pokazala su više nedostataka u gruboj i finoj motoričkoj koordinaciji, kratkoročnom pamćenju i neurorazvojnim parametrima nego djeca planinskih Yaqui Indijanaca (n=17) (Garry, 2004).

Sve je veći broj dokaza o negativnom učinku dvije klase insekticida, organoklornih (posebno diklorodifeniltrikloretana [DDT] i njegovog metabolita *p,p'* diklorodifenildikloretilena [DDE]) i, najnovije, organofosfatnih insekticida. Neuropsihološka procjena zdrave djece školske dobi koja su bila hospitalizirana zbog akutnog trovanja organofosfatom prije navršene treće godine otkrila je suptilne, ali značajne nedostatke u njihovoj sposobnosti obuzdavanja i kontrole motoričkog ponašanja u usporedbi s djecom koja nisu imala povijest trovanja (Roberts i Karr, 2012).

Nedavna istraživanja također povezuju ADHD s izloženošću organofosfatima kod djece dobi od 8 do 15 godina. U sudiji koju su proveli Bouchard i sur. (2010) određena je koncentracija metabolita pesticida u urinu gotovo 1200 djece školske dobi koja predstavlja populaciju SAD-a. Utvrđeno je da su djeca s višim razinama koncentracije metabolita, osobito dimetil alkilfosfata, imala veću vjerojatnost da će zadovoljiti dijagnostičke kriterije za ADHD. Naime, promatrana razina izloženosti pesticidima prilično je uobičajena među djecom u SAD-u, što ukazuje na mogući mehanizam sve veće incidencije ADHD-a u toj zemlji.

Horton i sur. (2011) proveli su studiju među majkama i njihovom novorođenčadi dominikanskog podrijetla koje žive u New Yorku u četvrtima s niskim prihodima. Utvrđena je negativna povezanost između prenatalne izloženosti piperonil butoksidu (sinergist piretroida) i neurorazvoja djeteta u dobi od 36 mjeseci. Liu i Schelar (2012) pratili su serumske razine DDE-a kod 224 majke tijekom svakog tromjesečja trudnoće, kako bi utvrdili vezu između prenatalne izloženosti pesticidima u zatvorenim prostorima i abnormalnih neonatalnih refleksa. Razine DDE tijekom prvog tromjesečja trudnoće bile su povezane sa smanjenim rezultatom indeksa psihomotornog razvoja, ali ne i indeksa mentalnog razvoja, tijekom prve godine života djeteta. Butler-Dawson i sur. (2016) istraživali su utjecaj izloženosti organofosfornim pesticidima na

neurobiheviioralne performanse latinoameričke djece školske dobi (5-12 godina) tijekom vremena. Djeca poljoprivrednika bila su izložena većem broju i količinama pesticidima i imala su izraženije nedostatke u učenju i u neurobiheviioralnim performansama u usporedbi s djecom koja nisu bila izložena organofosfatnim pesticidima. Ovi rezultati upućuju na to da postoji potreba za educiranjem poljoprivrednih zajednica o mogućim zdravstvenim učincima upotrebe poljoprivrednih pesticida te da treba uložiti napore u promicanje učinkovitih strategija za smanjenje izloženosti u kućanstvu.

Mnoge od provedenih studija imaju ograničenja u dizajnu ili nedostatak kontrole pristranosti, a većina studija koje utvrđuju učinak ne koriste biomarkere za mjerenje izloženosti. Buduće studije trebale bi se konkretnije baviti upotrebom biomarkera izloženosti za procjenu doze-odgovora, poboljšavajući na taj način kontrolu pristranosti (Muñoz-Quezada i sur., 2016).

2.1.1.2. Reproductivni poremećaji

Reproduktivna toksičnost započinje izlaganjem roditelja toksikantima. Razdoblje prije začeća, začeće, prenatalno i postnatalno razdoblje mogući su periodi za nepovoljne reproduktivne ishode. Postnatalna izloženost kemijskim tvarima, osobito tijekom ubranog rasta i puberteta, drugi je način za nepovoljan razvojni ishod. Vrijeme izlaganja, trajanje, doza i osjetljivost ili genotip roditelja i fetusa ili djeteta mogu igrati ulogu u promatranom ishodu (Garry, 2004). Većina pesticida, uključujući organofosforne komponente, utječu na muški reproduktivni sustav mehanizmima kao što su smanjenje aktivnosti spermija (npr. broja, pokretljivosti, održivosti i gustoće), inhibicija spermatogeneze, smanjenje težine testisa, oštećenje DNK sperme i povećanje abnormalne morfologije sperme (Kim i sur., 2016; Martenies i Perry, 2013).

Više studija izvijestilo je o produljenom vremenu potrebnom za začeće kod žena i kćeri žena koje su bile izložene pesticidima odnosno koje su imale više koncentracije DDT i DDE u serumu. Slučajevi neplodnih muškaraca također su uspoređeni s kontrolnom skupinom u pogledu razina organoklornih spojeva utvrđenih u sjemenu, a značajno povećan rizik od neplodnosti, kao i niži broj i pokretljivost spermija povezan je s višim razinama heksaklorcikloheksana (engl. *Hexachlorocyclohexane, HCH*) i DDT-a u sjemenu (Mostafalou i Abdollahi, 2017).

Izloženost pesticidima rezultira štetnim utjecajem na zdravlje ljudi zbog njihove sveprisutnosti i postojanosti u različitim medijima okoliša, njihove sposobnosti bioakumulacije i biomagnifikacije te sposobnosti njihovog atmosferskog prijenosa na velike udaljenosti.

Utvrdjena je povezanost između izloženosti pesticidima, posebice piretroidima, i promjenama u strukturi DNA, kao što je viši indeks fragmentacije DNA, aneuploidijom kromosoma te slabijom kvalitetom sjemena (Giulioni i sur., 2022). Potrebna su dodatna istraživanja koja bi utvrdila povezanost između specifičnih pesticida ili njihovih metabolita i parametara kvalitete sperme, ali i ispitao utjecaj gena povezanih s metabolizmom pesticida (Martenies i Perry, 2013).

2.1.1.3. Pesticidi i rak

Svi pesticidi prolaze *in vitro* i *in vivo* testiranja na laboratorijskim životinjama kako bi se utvrdila njihova vjerojatnost da uzrokuju rak. Agencija američke vlade za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Protection Agency, EPA*) popisuje i klasificira aktivne sastojke u pesticidima i njihov potencijal karcinogenosti. EPA je u kategorije "moguće kancerogeni" ili "vjerojatno kancerogeni za ljude" uvrstila dobro poznate i široko korištene pesticide iz skupine organofosfata, karbamata, piretroida i fungicida. Unutar klasa pesticida postoje varijacije u potencijalu karcinogenosti (Roberts i Karr, 2012).

Novije studije izvijestile su o pozitivnoj povezanosti između izloženosti pesticidima i nekoliko vrsta raka, uključujući rak prostate, ne-Hodgkinov limfom, leukemiju, multipli mijelom i rak pluća. Velik broj studija u Europi i SAD-u izvijestio je o maloj ili nikakvoj povezanosti između pesticida i raka dojke. Zanimljivo je i da je razina izloženosti pesticidima veća u zemljama u razvoju nego u razvijenim zemljama te je tu potrebno više studija koje će istražiti odnos između pesticida i rizika od razvoja raka dojke, jer se u tim zemljama nemilosrdno koristi velika količina pesticida zbog nedostatka odgovarajućih državnih propisa i mjera (Choi, 2014).

Rak u djetinjstvu također je povezan s okolišem i profesionalnim djelovanjem roditelja te izloženosti pesticidima. Brojne studije pokazuju kako mnogi pesticidi nisu mutageni, ali neki od njih mogu djelovati kroz epigenetske mehanizme i u kasnoj fazi karcinogenog procesa (Blair i sur., 2014).

2.3. ENERGIJSKE I NUTRITIVNE POTREBE DJEČAKA

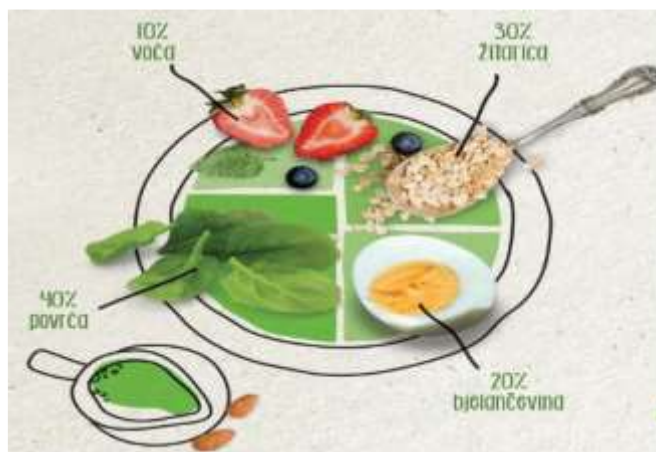
Prehrana je ključni dio zdravlja i razvoja. Bolja prehrana povezana je s poboljšanim zdravljem dojenčadi, djece i majki, jačim imunološkim sustavom, sigurnijom trudnoćom i porodom, manjim rizikom od kroničnih nezaraznih bolesti (pr. dijabetes i kardiovaskularne bolesti) te

dugovječnošću. Smatra se da su ljudi s odgovarajućom prehranom produktivniji (WHO, 2023).

Pravilna prehrana djece i adolescenata tijekom njihovog školovanja od velike je važnosti. Tada se stječu obrasci ponašanja i prehrambene navike koji se u odrasloj dobi mogu odraziti na zdravlje. Prehranu djece trebali bi opisivati raznolikost, uravnoteženost i umjerenost, a izvori hranjivih tvari trebali bi dolaziti iz svih skupina namirnica (Capak i sur., 2013). Kako bi se prehrambene smjernice bolje predočile i približile odraslima, a posebno djeci, 1992. godine je američko Ministarstvo poljoprivrede osmislilo prvu piramidu pravilne prehrane koja je služila kao vodič za pravilnu prehranu. Tijekom godina piramida je doživjela brojne izmjene, a 2005. godine nastala je novija i poboljšana verzija piramide pod nazivom „MyPyramid“, odnosno „moja piramida“. Prema piramidi pravilne prehrane, namirnice se najčešće dijele u šest skupina: žitarice i proizvodi od žita, voće, povrće, mlijeko i mliječni proizvodi, meso, riba i jaja, masti i ulja te dodaci hrani (šećeri, zaslađeni napici, bomboni i slične slastice) (Alebić, 2008). Piramidu pravilne prehrane zamijenio je noviji koncept imena „My Plate“ odnosno „Moj tanjur“ prema kojem se namirnice dijele u pet skupina: voće, povrće, žitarice, namirnice koje su izvor bjelančevina te mliječni proizvodi (USDA, 2023).

2.3.1. Energijske potrebe

Dnevne energijske potrebe uz razinu osnovnih fizioloških potreba ovise i o tjelesnoj aktivnosti i ostalim vanjskim čimbenicima. Tijekom razdoblja rasta i razvoja posebno je potrebno voditi računa o potrebama za energijom i hranjivim tvarima. Ako se dugoročno u organizam unosi previše ili premalo hrane tj. hranjivih tvari, zdravlje djeteta može biti ugroženo te se manifestirati u obliku pretilosti ili pothranjenosti (Capak i sur., 2013). Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) je 2018. godine izdao „Prehrambene smjernice za 5. do 8. razrede osnovnih škola“ na kojima se nalazi grafički prikaz „Moj tanjur“ za djecu. Prema ovom prikazu (slika 1), obrok bi trebao sadržavati 30 % žitarica, 20 % namirnica koje su dobar izvor bjelančevina (meso, perad, riba, jaja i mahunarke), 40 % povrća te 10 % voća (HZJZ, 2018).



Slika 1. „Moj tanjur“ za djecu (HZJZ, 2018)

U tablici 2 navedeni su preporučeni dnevni unosi energije za umjereno tjelesno aktivne dječake u dobi od 7 do 18 godina s adekvatnom tjelesnom masom i visinom.

Tablica 2. Preporučeni dnevni unosi energije za dječake dobi 7 do 18 godina koji su umjereno tjelesno aktivni (Capak i sur., 2013)

Dob djeteta (godine)	Preporučeni dnevni unos energije	
	kcal/dan	kJ/dan
7 - 9	1970	8242
10 – 13	2220	9288
14 – 18	2755	11527

2.3.2. Nutritivne potrebe dječaka

Pravilna prehrana podrazumijeva uravnotežen unos hranjivih tvari koje se dijele u skupine makronutrijenata i mikronutrijenata. U makronutrijente se ubrajaju ugljikohidrati, bjelančevine i masti, izvori su energije te su tvari koje su neophodne za izgradnju, obnavljanje i funkcioniranje organizma. U mikronutrijente se ubrajaju vitamini i mineralne tvari koji se u organizam unose u vrlo malim količinama te su također neophodni za izgradnju i funkcioniranje organizma. Mikronutrijenti za razliku od makronutrijenata nisu izvor energije (Capak i sur., 2013).

2.3.2.1. Makronutrijenti

Organizmu su ugljikohidrati potrebni jer mu osiguravaju energiju i prehrambena vlakna. Energija iz ugljikohidrata dolazi od škroba i šećera. Oni se zatim razgrađuju do glukoze koja stanicama, a posebice stanicama mozga, služi kao izvor energije (More, 2013). Preporučuje se kao izvor ugljikohidrata prednost dati proizvodima od cjelovitih žitarica (kruh, kukuruzne i zobene pahuljice, žitarice u zrnju, tjestenina, brašno i dr.) te mahunarkama (soja, bob, grah, leća, slanutak i dr.), krumpiru, korjenastom povrću i voću (Capak i sur., 2013). Prehrambena vlakna su tvari biljnog podrijetla koje u prehrani nemaju neku posebnu energijsku ili prehrambenu vrijednost. Oni se ne probavljaju u tankom crijevu i organizam ih ne može razgraditi. Povoljno djeluju na probavni sustav tako što usporavaju pražnjenje želuca, potpomažu rast i razvitak crijevne mikroflore, reguliraju probavu, sprječavaju pojavu konstipacije i dijareje (Alibabić i Mujić, 2016). Izvori vlakana su cjelovite žitarice i njihovi proizvodi, mahunarke te povrće i voće (Capak i sur., 2013). Bjelančevine (proteini) su biološki spojevi potrebni za izgradnju i održavanje svih stanica u tijelu. Sastoje se od dugih lanaca aminokiselina povezanih zajedno, od kojih neke naš organizam može sam stvoriti, dok neke ne može (esencijalne aminokiseline) pa ih moramo unositi hranom (More, 2013). Preporuča se unos bjelančevina životinjskog podrijetla (meso, riba, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi) te bjelančevina biljnog podrijetla, kao što su mahunarke i orašasti plodovi (Capak i sur., 2013). Masti su pored ugljikohidrata najvažniji izvor energije za čovjeka. Nositelji su esencijalnih masnih kiselina, sudjeluju u procesima izmjene tvari te pomažu apsorpciju pojedinih nutrijenata (npr. vitamina) (Alibabić i Mujić, 2016). Preporučuje se izbjegavati masti i ulja s visokim sadržajem zasićenih masnih kiselina te umjereno unositi hranu bogatu zasićenim masnim kiselinama (Capak i sur., 2013). Dvije ključne skupine esencijalnih višestruko nezasićenih masnih kiselina koje tijelo ne može proizvesti su omega-3 i omega-6 masne kiseline. Biljna hrana ih daje u obliku kraćeg lanca, a tijelo ih pretvara u dugolančani oblik za korištenje u stanicama našeg tijela. Hrana životinjskog podrijetla osigurava ove esencijalne masne kiseline izravno u obliku dugog lanca. Dugolančani oblik omega-3 masnih kiselina posebno je potreban za rast i rad mozga, živčanog sustava i za dobar vid (More, 2013). U tablici 3 navedeni su preporučeni dnevni unosi hranjivih tvari za umjereno tjelesno aktivne dječake u dobi od 7 do 18 godina s adekvatnom tjelesnom masom i visinom.

Tablica 3. Preporučeni dnevni unos makronutrijenata za adekvatno uhranjene i umjereno tjelesno aktivne dječake u dobi od 7 do 18 godina (Capak i sur., 2013)

HRANJIVE TVARI	DOB DJETETA		
	7 – 9	10 – 13	14 – 18
Bjelančevine (% kcal/dan)	10 – 15	10 – 15	10 – 15
Bjelančevine (g/dan)	49,3 – 73,9	55,5 – 83,3	68,9 – 103,3
Masti (% kcal/dan)	30 – 35	30 – 35	25 – 30
Masti (g/dan)	65,7 – 76,7	74,0 – 86,3	≤ 91,8
Zasićene masne kiseline (% kcal/dan)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Zasićene masne kiseline (g/dan)	≤ 21,9	≤ 24,7	≤ 30,6
Ugljikohidrati (% kcal/dan)	> 50	> 50	> 50
Ugljikohidrati (g/dan)	> 246,3	> 277,5	> 344,4
Jednostavni šećeri (% kcal/dan)	< 10	< 10	< 10
Jednostavni šećeri (g/dan)	< 49,3	< 55,5	< 68,9
Vlakna (2,4 g/MJ ili 10 g/1000 kcal)	> 10	> 10	> 10
Vlakna (g/dan)	> 19,7	> 22,2	> 27,6

2.3.2.2. Mikronutrijenti

Vitamini i mineralne tvari su u ljudskoj prehrani potrebni u vrlo malim količinama, ali imaju ogroman značaj za ljudski organizam. Ljudski organizam ih ne proizvodi, nego se unose u organizam pravilnim izborom hrane (Alibabić i Mujić, 2016). Vitamini se dijele na one topljive u vodi (vitamin C i vitamini B skupine) te topljive u mastima (vitamini A, D, E i K). Mineralne tvari dijele se na makroelemente (Na, Cl, S, K, Ca, P, Mg) te mikroelemente (Fe, J, F, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co i Ni).

U tablici 4 navedeni su preporučeni dnevni unosi vitamina i mineralnih tvari za umjereno tjelesno aktivne dječake u dobi od 7 do 18 godina s adekvatnom tjelesnom masom i visinom.

Tablica 4. Preporučeni dnevni unos mikronutrijenata za adekvatno uhranjene i umjereno tjelesno aktivne dječake u dobi od 7 do 18 godina (Capak i sur., 2013)

VITAMINI I MINERALNE TVARI	DOB DJETETA		
	7 – 9	10 – 13	14 – 18
Vitamin A (μg ekvivalenta)	0,8	0,9	1,03
Vitamin B ₁ (tiamin) (mg)	1,0	1,1	1,2
Vitamin B ₂ (riboflavin) (mg)	1,1	1,3	1,4
Vitamin B ₃ (niacin) (mg ekvivalenta)	12	14	15,75
Vitamin B ₆ (piridoksin) (mg)	0,7	1,0	1,4
Vitamin C (mg)	80	90	100
Natrij (mg)	1380	1380	1600
Kalij (mg)	3800	4500	4700
Kalcij (mg)	900	1100	1200
Fosfor (mg)	800	1250	1250
Magnezij (mg)	170	240	342,5
Željezo (mg)	10	13,5	13,5
Cink (mg)	7	8	8,38

Djetinjstvo i adolescencija razdoblja su brzog rasta te se tada povećavaju potrebe za željezom, kalcijem, cinkom te vitaminom D (Capak i sur., 2013). Dovoljna količina vitamina D u djetinjstvu neophodna je za normalan rast i razvoj kostura i imunološkog sustava. Nedostatak vitamina D povezan je s mnogim bolestima, kao što su prijelomi kostiju, osteoporoza, kardiovaskularne bolesti te autoimune bolesti (Hu i sur., 2022). Ključnu ulogu u strukturi kostiju ima kalcij. Neadekvatan unos kalcija tijekom djetinjstva može povećati rizik od prijeloma i rahitisa te spriječiti postizanje maksimalne vršne koštane mase kasnije u životu (Shertukde i sur., 2022). Anemija uzrokovana nedostatkom željeza najčešći je poremećaj nedostatka prehrane i vodeći uzrok anemije u djece, osobito u zemljama u razvoju. Može biti posljedica povećane potražnje za željezom, neadekvatnog unosa željeza, smanjene apsorpcije željeza (malapsorpcije), povećanog gubitka krvi i rijetko, neispravnog transporta željeza u plazmi. Kada je prisutna u ranom djetinjstvu, osobito ako je teška i dugotrajna, anemija uzrokovana nedostatkom željeza može rezultirati neurorazvojnim i kognitivnim nedostacima (Leung i sur., 2023). Cink pomaže zacjeljivanju rana i dio je imunološkog sustava. Kod djece je važan za rast jer je dio dva hormona – hormona rasta i inzulina (More, 2013).

2.3.2.3. Unos voća i povrća

Prekomjerna tjelesna masa i pretilost u djece i adolescenata značajan su javnozdravstveni problem. U zemljama (navesti kojim) prevalecija prekomjerne mase i pretilosti među djecom značajno je porasla u posljednjih godina (Egaña i sur., 2022). Pedijatrijska pretilost povezana je s pojavom kroničnih nezaraznih bolesti kao što su kardiovaskularni poremećaji, hipertenzija, dijabetes tipa 2 i nealkoholna masna jetra (Tirani i sur., 2023). Konzumacija voća i povrća pomaže smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti i raka (Bean i sur., 2022), a nedovoljan unos voća i povrća među mladima može utjecati na unos energije te povećati rizik od pretilosti i bolesti povezanih s pretilošću. Osim toga, niska konzumacija voća i povrća povezana je s nižim akademskim uspjehom u djetinjstvu (Jindarattanaporn i sur., 2023). Zdravstvene dobrobiti konzumiranja voća i povrća dobro su poznate, kako zbog njihovog nutritivnog sastava, tako i zbog sinergijskog djelovanja biološki aktivnih spojeva (Ilić i sur., 2022). Prema preporukama EFSA-e (2011a) potrebno je unositi pet ili više serviranja voća i povrća dnevno što bi bilo barem 400 g voća i povrća na dan čime se postiže održavanje kardiovaskularnog zdravlja.

2.4. METODE ZA PROCJENU PREHRAMBENOG UNOSA

Za procjenu prehrambenog unosa mogu se koristiti direktne dijetetičke metode. Retrospektivnim prisjećanjem ispitanika od strane obučenog ispitivača može se doći do podataka o konzumaciji hrane, ali i o uobičajenim prehrambenim navikama i učestalosti konzumacije određenih namirnica.

2.4.1. Metoda 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića

Metoda 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića temelji se na intervjuu kojeg provodi izučena osoba. Tijekom 24-satnog prisjećanja istraživač traži od ispitanika (od odraslih, djece i njihovih roditelja ili njegovatelja) da se prisjete sve hrane i pića koje su konzumirali u određenom razdoblju unutar 24 sata. Intervju traje 20 minuta ili manje te osigurava detaljne informacije. Pitanja bi trebala biti maksimalno neutralna te za vrijeme intervjuja osoba koja provodi intervju ne smije navoditi ispitanika na podcjenjivanje ili precjenjivanje prehrambenog unosa. Preporučljivo je koristiti *multi pass* protokol odnosno pet standardiziranih koraka: 1) najprije se napravi brza lista hrane i pića bez prekidanja ispitanika, 2) popis se zatim dopunjava sa zaboravljenim stavkama, 3) ispituju se vrijeme i okolnosti obroka, 4) zatraži se detaljniji opis

hrane kao i definiranje pojedene količine i 5) završna provjera prikupljenih informacija. Nedostatak ove metode jest da daje prikaz unosa hrane za samo jedan dan. Za opis ispitanikovog uobičajenog unosa energije i hranjivih tvari ipak je potrebno više neuzastopnih 24-satnih prisjećanja. Višestruko 24-satno prisjećanje povećava kvalitetu kontrole tako što smanjuje pogreške i povećava pouzdanost. Intervju se može provesti i telefonski s jednako dobrim rezultatom (Šatalić i Alebić, 2008).

2.4.2. Upitnik o učestalosti konzumiranja hrane i pića

Upitnik o učestalosti konzumiranja hrane (engl. *Food frequency questionnaire, FFQ*) je direktna retrospektivna dijetetička metoda koja procjenjuje učestalost određene hrane i/ili skupina hrane konzumirane tijekom određenog vremenskog perioda. Sadrži popis skupina namirnica koji je najčešće kratak te odjeljak s kategorijom učestalosti. Može se ispunjavati samostalno ili u obliku intervjua uz pomoć ispitivača (nutricionist ili dijetetičar). S obzirom na ciljeve istraživanja, prikupljanje podataka može biti dnevno, tjedno, mjesečno ili godišnje (FAO, 2018). FFQ-om se može odrediti unos energije i/ili nutrijenata određivanjem učestalosti konzumacije namirnica koje su glavni izvor nutrijenta koji se procjenjuje (Šatalić i Alebić, 2008). Kako ova metoda omogućava procjenu dugoročnog unosa energije i/ili nutrijenta na relativno vremeski učinkovit, jednostavan i isplativ način, razni FFQ-ovi su korišteni od 1990-ih. S obzirom da na prehranu ispitanika mogu utjecati kultura, etnička pripadnost, ekonomski status kao i preferencije pojedinaca, bilo bi poželjno razvijati upitnike o učestalosti konzumiranja hrane posebno za svaku studijsku grupu i istraživačke svrhe (Shim i sur., 2014). Postoje tri vrste FFQ-a: nekvantitativni, semikvantitativni i kvantitativni upitnik. U nekvantitativnom FFQ-u nije ponuđen odabir veličine porcije, već se koristi standardna porcija prethodno određena s obzirom na dob i spol, a ispitanik mora samo odrediti koliko često konzumira navedenu namirnicu. Semikvantitativni FFQ sadrži djelomično opisanu veličinu porcije, a ispitanik konzumiranu porciju uspoređuje s ponuđenom i definira učestalost konzumacije. U kvantitativnom FFQ-u postoji opcija male, srednje ili velike porcije koji ispitanik bira na način da uspoređuje konzumiranu porciju sa standardnim serviranjem te određuje učestalost konzumacije za svaku namirnicu (Šatalić i Alebić, 2008). FFQ se može koristiti zajedno s 24-satnim prisjećanjem unosa hrane i pića kako bi se procijenio dugoročni unos hrane i hranjivih tvari. Rezultati ove dvije dijetetičke metode mogu se koristiti za procjenu pridržavanja populacije prehrambenih preporuka (Smiliotopoulos i sur., 2020).

2.4.3. Studija ukupne prehrane

Studija ukupne prehrane (engl. *Total Diet Study, TDS*) sastoji se od odabira, prikupljanja i analize uobičajeno konzumirane hrane kupljene u maloprodaji, obrade hrane na način na koji se uobičajeno konzumira, objedinjavanja pripremljenih prehrambenih artikala u reprezentativne grupe hrane, homogeniziranja skupnih uzoraka i njihove analize na potencijalno toksične i nutritivno važne kemijske tvari navedene za svaku studiju (Vasco i sur., 2021; Akhandaf i sur., 2015; EFSA, 2011b). TDS se obično osmišljava na nacionalnoj razini i predstavlja temelj za procjenu prehrambene izloženosti stanovništva štetnim tvarima (Akhandaf i sur., 2015). Utvrđene razine izloženosti štetnim tvarima uspoređuju se s nacionalnim ili međunarodnim zdravstvenim referentnim vrijednostima i procjenjuje mogući zdravstveni rizik (Moy, 2013). U idealnom slučaju, podaci o konzumaciji hrane trebali bi se prikupljati na individualnoj razini koristeći dijetetičke metode poput 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića, dnevnika prehrane, upitnika o učestalosti konzumacije namirnica i metode povijest prehrane. U nemogućnosti navedenog koriste se dostupni statistički podaci o kućanstvima i bilance hrane (Vasco i sur., 2021).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ISPITANICI

Ispitanici u ovom istraživanju su učenici osnovnih škola s područja Grada Zagreba i Zagrebačke županije u dobi od 11 i 12 godina. U istraživanju su sudjelovala ukupno 62 dječaka. Nijedan ispitanik nije na posebnom režimu prehrane.

3.2. METODE

Opće demografske karakteristike obitelji ispitanika (obrazovanje, radni status, ukupni dohodak obitelji), antropometrijske karakteristike ispitanika (dob, tjelesna masa, tjelesna visina), podaci o tjelesnoj aktivnosti i upotrebi pesticida u domu i u njegovoj neposrednoj okolini prikupljeni su općim upitnikom. Za procjenu prehrambenih navika ispitanika korištene su dijetetičke metode (upitnik o učestalosti konzumacije namirnica i 24-satno prisjećanje unosa hrane i pića). Podaci o tjelesnoj visini i tjelesnoj masi prikupljeni su od roditelja ispitanika telefonskim anketiranjem te je pomoću tih podataka izračunat indeks tjelesne mase kako bi se mogao odrediti stupanj uhranjenosti. Prikupljeni su podaci o pojedenoj hrani na razini jednog dana pomoću 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića. Kako bi se procijenio unos pesticida prehranom, korišteni su podaci o razinama pesticida u hrani iz istraživanja ukupne prehrane provedenog u okviru PyrOPECh projekta (IP-2019-04-7193). Ukratko, uzorci hrane odabrani su na način da pokrivaju najmanje 95 % prehrane hrvatskih adolescenata (na temelju nacionalnih podataka iz baze FoodEx, <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/foodex2-level-7>). Hrana je skupljena u zagrebačkim trgovinama i tržnicama te pripremljena na način koji je uobičajen za ovo područje. Voće i povrće najprije je očišćeno od zemlje, prašine i prljavštine. Zatim su se uklanjali svi nejestivi dijelovi te je sve oprano vodom iz slavine. Neke od namirnica, poput jabuka, krušaka, krastavaca i sličnih pripremale su se na dva načina: s korom i bez nje. Za svaku od namirnica, ovisno o vrsti i načinu obrade, pripreman je kompozitni uzorak. Njega se dobilo združivanjem tri do pet pojedinačnih uzoraka u jedan uzorak procesom homogenizacije. Zatim su svi uzorci pohranjeni na -20 °C do analize u Backweston Laboratory Complex-u Ministarstva poljoprivrede, hrane i mora Republike Irske, Celbridge, Irska. Uzorci su ekstrahirani standardnom miniLuke metodom. Uslijedila je analiza pomoću plinske kromatografije spregnute sa spektrometrijom masa visoke moći razlučivanja te tekućinske kromatografije (LC-QQQ).

3.2.1. Dijetetička metoda

Podaci o prehrani korišteni u ovom istraživanju prikupljeni su dijetetičkom metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića za jedan dan. Telefonsko anketiranje roditelja ispitanika provedeno je u razdoblju od 12. listopada do 15. prosinca 2022. godine. Unaprijed je dogovoren termin poziva te su se prikupljali podaci za prethodni dan. Roditelji su navodili vrstu hrane i pića koju su dječaci konzumirali, a u slučaju složenog jela navodila se i receptura. Količina konzumirane hrane izražavala se pomoću kuhinjskog pribora i posuđa (tanjur, šalica, zdjelica, žlica, itd.) ili kao mala, srednja ili velika porcija.

Za obradu 24-satnog prisjećanja korišten je program „Prehrana“ (Infosistem d.d., Zagreb) u kojem je određen kemijski sastav pojedinih namirnica. Na taj način izračunate su energijske i nutritivne vrijednosti konzumiranih namirnica. Dijetetički parametri koji su promatrani analizom 24-satnog prisjećanja su dnevni unos energije, bjelančevina, masti, zasićenih masnih kiselina, jednostruko nezasićenih masnih kiselina, višestruko nezasićenih masnih kiselina, kolesterola, ugljikohidrata, prehrambenih vlakana, vitamina A, C, B₁, B₂, B₃ i B₆ te mineralnih tvari kalcija, kalija, natrija, magnezija, fosfora i željeza.

3.3. OBRADA PODATAKA

Statistička obrada podataka provedena je pomoću programa Microsoft Office Excel 2016. Svi rezultati prikazani su kao aritmetička sredina i standardna devijacija ($\bar{x} \pm SD$) te su im pridružene minimalne i maksimalne vrijednosti za pojedini promatrani parametar. Pri obradi podataka korišteni su osnovni elementi deskriptivne statistike te parametrijski t-test za nezavisne uzorke (Studentov *t*-test) kojim su određene razlike promatranih varijabli između ispitanika podijeljenih prema stupnju uhranjenosti. Analize su provedene s razinom statističke značajnosti postavljenom na 95 % ($p < 0,05$).

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti kakvoću prehrane dječaka u dobi 11-12 godina, procijeniti unos rezidua pesticida konzumacijom hrane te odrediti postoji li potencijalan rizik za zdravlje računanjem kvocijenta opasnosti za pojedinu reziduu. Rezultati istraživanja prikazani su u 11 tablica i 8 slika, a podijeljeni su u 4 potpoglavlja. U potpoglavlju 4.1. opisana su obilježja ispitanika i raspodjela prema dobi i stupnju uhranjenosti. U potpoglavlju 4.2. odrađena je analiza prikupljenih 24-satnih prisjećanja unosa hrane i pića. Na taj način procijenjeni su prosječni dnevni unosi energije kao i makro i mikronutrijenata. Potpoglavlja 4.3. i 4.4. bave se pesticidima. Najprije je u potpoglavlju 4.3. razrađena analiza rezidua pesticida u namirnicama, a zatim je u potpoglavlju 4.4. određen prosječni dnevni unos rezidua pesticida te je izračunat kvocijent opasnosti.

4.1. OBILJEŽJA ISPITANIKA

Od 62 kućanstva u njih 13 navedena je nedavna izloženost djece pesticidima. Najčešće je korišten pesticid Adengo (u 3 kućanstva) u svrhu suzbijanja korova. Većina ispitanika, njih 45 (72,6 %) živi u gradu dok preostali žive na selu (n=13; 20,9 %) ili u prigradskom naselju (n=4; 6,5 %). Od roditelja ispitanika koji su ispunjavali upitnik njih 45 % (n=28) ima visoku ili višu stručnu spremu dok od partnera ispitanika njih najviše, 46,8 % (n=29), ima srednju stručnu spremu. U 17 kućanstava (27,4 %) jedan roditelj je zaposlen dok je drugi nezaposlen, u mirovini, na roditeljskom dopustu, bavi se održavanjem domaćinstva ili je roditelj odgajatelj. U preostalim 45 kućanstava (72,6 %) oba su roditelja zaposlena. Prosječna dob ispitanika je $11,3 \pm 0,5$ godina. Što se tiče tjelesne aktivnosti, 27,4 % ispitanika (n=17), je aktivno dulje od 60 minuta dnevno 7 dana tjedno, dok ih je između 16,1 % (n=10) i 22,6 % (n=14) aktivno dulje od 60 minuta dnevno kroz tri do pet dana tjedno. Ispitanici se najviše bave nogometom (27,4 %; n=17) i rukometom (11,3 %, n=7). Antropometrijski podaci ispitanika prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Antropometrijski podaci ispitanika (n=62)

Parametri	$\bar{x} \pm SD$	Raspon (min – max)
Dob (godina)	11,3 ± 0,5	11 - 12
Tjelesna masa (kg)	49,0 ± 12,6	30,4 - 92,2
Tjelesna visina (cm)	155,5 ± 6,8	143 - 174
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20,4 ± 4,2	14,0 - 36,0

Prosječan indeks tjelesne mase (ITM) svih ispitanika iznosio je $20,1 \pm 4,2$ kg/m². Od 62 ispitanika, njih 22 (35,5 %) imalo je ITM manji od 18,5 kg/m², a najniži ITM je iznosio 14,0 kg/m². Osam ispitanika (12,9 %) imalo je ITM veći od 25 kg/m², od čega su dva ispitanika imala ITM veći od 30 kg/m², a najviši ITM je iznosio 36,0 kg/m². Ostali ispitanici (51,6 %) imali su ITM u rasponu od 18,5 do 24,9 kg/m². S obzirom da su ispitanici u istraživanju dječaci u predpubertetu i pubertetu, za procjenu stupnja uhranjenosti, pored ITM, koriste se i percentilne krivulje ovisnosti ITM za dob. Korištene su percentilne krivulje za dob Centra za kontrolu i prevenciju bolesti (engl. *United States Centers for Disease Control and Prevention, CDC*). U grupu pothranjene djece svrstani su ispitanici čije su se očitane vrijednosti na percentilnim krivuljama nalazile do 5. percentila, a u grupu adekvatno uhranjene djece oni čije su vrijednosti od 5. do 85. percentila. Ispitanici s vrijednostima od 85. do 95. percentila svrstani su u grupu djece čija je tjelesna masa prekomjerna, a oni čije su očitane vrijednosti ITM za dob iznad 95. percentila svrstani su u grupu pretile djece (CDC, 2015). Od 62 ispitanika njih 36 (58,1 %) ima adekvatnu tjelesnu masu, troje (4,8 %) ih je pothranjeno, 13 (21 %) ima prekomjernu tjelesnu masu, a 10 (16,1 %) ih je pretilo. U tablici 6 prikazan je stupanj uhranjenosti ispitanika prema ITM te percentilnim krivuljama

Tablica 6. Prikaz stupnja uhranjenosti ispitanika prema indeksu tjelesne mase (ITM) i percentilnim krivuljama (n=62)

Status uhranjenosti	ITM	Percentilne krivulje
Pothranjenost	22 (35,5 %)	3 (4,8 %)
Adekvatna tjelesna masa	32 (51,6 %)	36 (58,1 %)
Prekomjerna tjelesna masa	6 (9,7 %)	13 (21 %)
Pretilost	2 (3,2 %)	10 (16,1 %)

4.2. ANALIZA PREHRANE

Svi ispitanici su omnivori i ni jedan od ispitanika nije na posebnom režimu prehrane. Od 62 ispitanika, njih 98,4 % (n=61) konzumira meso i jaja, 85,5 % (n=53) konzumira ribu, 96,8 % (n=60) mlijeko, a 93,5 % (n=58) konzumira žitarice. Na upit o konzumaciji hrane organskog podrijetla, 30,7 % (n=19) ispitanika redovito ili često konzumira organsku hranu, 53,2 % (n=33) ju ponekad konzumira dok ih 16,1 % (n=10) rijetko ili nikada ne konzumira.

Dobivene vrijednosti unosa makro i mikronutrijenata uspoređene su s Hrvatskim nacionalnim smjernicama za prehranu učenika u osnovnim školama za dječake u dobi 10-13 godina (u daljnjem tekstu: nacionalne smjernice) (Capak i sur., 2013).

4.2.1. Makronutrijenti

Metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića prikupljeni su podaci o konzumaciji namirnica. Prosječan dnevni energijski unos ispitanika iznosio je $2003,1 \pm 669,1$ kcal. Minimalni dnevni unos energije iznosio je 721,6 kcal, a maksimalni 4543,1 kcal. Prosječan dnevni unos energije i makronutrijenata za sve ispitanike kao i za one koji su adekvatno uhranjeni te prekomjerno uhranjeni i pretili prikazan je u tablici 7. Nije utvrđena statistički značajna razlika ni za jedan analizirani parametar za skupinu adekvatno uhranjenih ispitanika te prekomjerno uhranjenih i pretelih ispitanika. Sličan trend zabilježen je u istraživanju Jomaa i sur. (2021) gdje je prosječan energijski unos dječaka prosječne dobi $11,3 \pm 0,11$ godina iznosio 1941 ± 1223 kcal/dan. U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) zabilježen je sličan energijski unos od $2089,0 \pm 58,1$ kcal/dan. U istraživanju Arsenault i sur. (2020) u Burkini Faso ispitanici su bili podijeljeni u grupe od 10-11 godina te 12-14 godina. Mlađa djeca unosila su 1717 ± 605 kcal/dan, a starija 1848 ± 802 kcal/dan što je manje od rezultata dobivenih ovim istraživanjem.

Ispitanici su prosječno unosili $78,9 \pm 29,0$ g bjelančevina na dan, što je iznosilo $16,0 \pm 4,7$ % kcal prosječnog dnevnog unosa energije iz bjelančevina. Ove vrijednosti veće su od preporučenih prema nacionalnim smjernicama gdje je preporučen dnevni unos energije iz bjelančevina za dječake u dobi 10-13 godina 10-15 % kcal, odnosno 55,5 – 83,3 g/dan (Capak i sur., 2013). U obje grupe ispitanika, prosječni dnevni unos bjelančevina veći je od preporuka. U istraživanju Szmodis i sur. (2019) provedenog u Mađarskoj ispitanici su unosili $92,98 \pm 24,79$ g bjelančevina dnevno što je veći unos u usporedbi s rezultatima dobivenim ovim istraživanjem. U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) dječaci dobi 9-13 godina unosili su $63,3 \pm 2,1$ g bjelančevina na dan što je $12,5 \pm 0,3$ % kcal prosječnog dnevnog unosa energije te je takav iznos u skladu s preporukama.

Tablica 7. Prosječan dnevni unos energije i makronutrijenata s obzirom na preporučeni unos

	Svi ispitanici (n=62)	Adekvatno uhranjeni (n=36)	Prekomjerno uhranjeni i pretili (n=23)	p- vrijednost
	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	
Energija (kcal)	2003,1 ± 669,1 (721,6 - 4543,1)	2082,1 ± 688,1 (1345,4 - 4543,1)	1864,3 ± 669,7 (721,6 - 3020,4)	0,236
Bjelančevine (g)	78,9 ± 29,0 (12,1 - 151,4)	79,9 ± 26,0 (34,8 - 132,6)	78,7 ± 35,0 (12,1 - 151,4)	0,882
Bjelančevine (% kcal)	16,0 ± 4,7 (5,3 - 28,5)	15,8 ± 4,4 (5,3 - 25,3)	16,8 ± 5,4 (6,4 - 28,5)	0,450
Masti ukupne (g)	83,6 ± 38,0 (27,0 - 222,9)	85,3 ± 41,4 (29,6 - 222,9)	78,8 ± 34,6 (27,0 - 143,5)	0,535
Masti ukupne (% kcal)	36,7 ± 8,7 (16,9 - 56,8)	35,9 ± 9,9 (16,9 - 56,8)	37,3 ± 6,9 (22,3 - 52,9)	0,520
Zasićene masne kiseline (g)	26,3 ± 13,1 (5,3 - 67,6)	27,4 ± 14,0 (8,4 - 67,6)	23,7 ± 11,6 (5,3 - 44,7)	0,295
Zasićene masne kiseline (% kcal)	11,6 ± 3,7 (4,8 - 19,5)	11,6 ± 3,7 (4,8 - 19,5)	11,1 ± 3,3 (6,3 - 17,1)	0,644
Jednostruko nezasićene masne kiseline (g)	19,2 ± 13,0 (2,4 - 55,4)	18,6 ± 13,3 (2,4 - 54,9)	19,2 ± 12,8 (4,5 - 55,4)	0,865
Jednostruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	8,6 ± 5,2 (1,0 - 26,5)	7,7 ± 4,7 (1,0 - 22,2)	9,8 ± 5,6 (1,6 - 26,5)	0,134
Višestruko nezasićene masne kiseline (g)	13,6 ± 11,1 (0,3 - 53,4)	14,8 ± 12,8 (0,3 - 53,4)	12,1 ± 8,6 (1,2 - 36,2)	0,332
Višestruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	6,1 ± 4,1 (0,1 - 17,4)	6,3 ± 4,6 (0,1 - 17,4)	5,8 ± 3,5 (1,5 - 12,5)	0,696
Kolesterol (mg)	230,1 ± 202,0 (0 - 964,8)	215,0 ± 206,1 (0 - 964,8)	241,3 ± 175,9 (0 - 737,9)	0,615
Ugljikohidrati (g)	240,2 ± 95,6 (91,4 - 736,5)	257,7 ± 103,3 (97,4 - 736,5)	212,0 ± 81,6 (91,4 - 380,9)	0,078
Ugljikohidrati (% kcal)	48,7 ± 11,1 (18,7 - 76,0)	50,3 ± 11,6 (18,7 - 76,0)	46,6 ± 10,7 (29,0 - 64,6)	0,234
Prehrambena vlakna (g)	11,8 ± 7,6 (0,2 - 47,2)	11,9 ± 6,8 (0,2 - 27,4)	11,2 ± 9,2 (2,9 - 47,2)	0,741

Ispitanici su prosječno unosili 83,6 ± 38,0 g masti na dan, što je iznosilo 36,7 ± 8,7 % kcal prosječnog dnevnog unosa energije iz masti. Ove vrijednosti veće su od preporučenih prema nacionalnim smjernicama gdje je preporučeni dnevni unos energije iz masti za dječake u dobi 10-13 godina 30 – 35 % kcal, odnosno 74,0 – 86,3 g/dan (Capak i sur., 2013). Obje grupe

ispitanika imale su prosječni dnevni unos masti veći od preporučenog. U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) ispitanici su također imali povećan prosječni dnevni unos masti koji je iznosio $39,9 \pm 0,6$ % kcal kao i ispitanici u istraživanju Szmodis i sur. (2019) koji su prosječno unosili $87,96 \pm 27,70$ grama masti na dan. Međutim, ispitanici obje dobne skupine (10-11 i 12-14 godina) u istraživanju Arsenault i sur. (2020) imala su manji unos masti ($52,9 \pm 21,4$ odnosno $50,5 \pm 23,6$ g na dan) od ispitanika u ovom istraživanju.

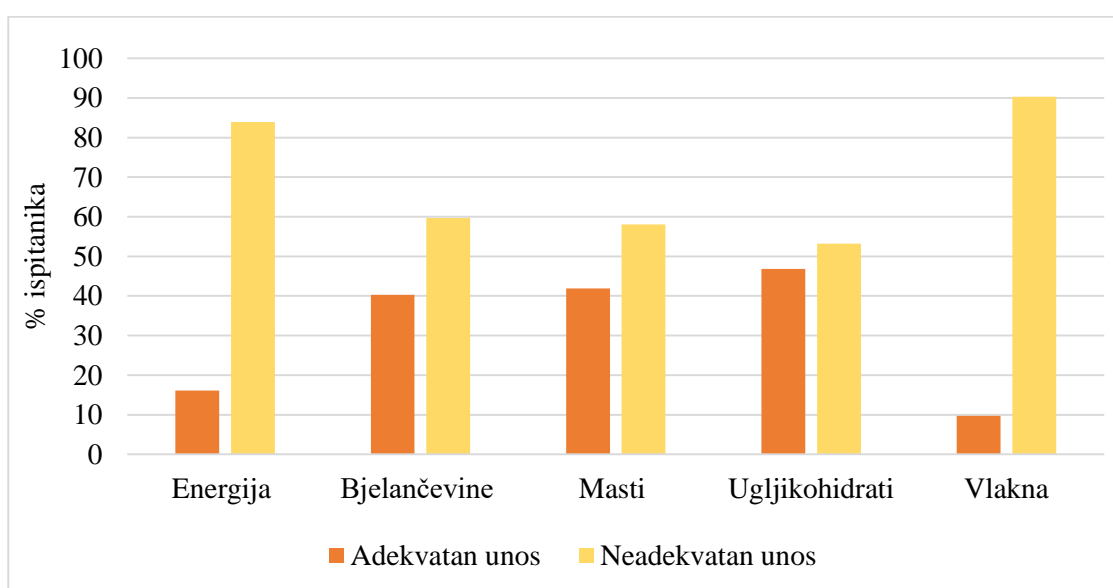
Prosječan unos zasićenih masnih kiselina svih ispitanika iznosio je $26,3 \pm 13,1$ g na dan, što je iznosilo $11,6 \pm 3,7$ % kcal prosječnog dnevnog unosa energije iz masti. S obzirom na preporučeni unos i prema nacionalnim smjernicama (<10 % kcal), ovakav unos smatra se prekomjernim (Capak i sur., 2013). U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) također je zabilježen blagi povišeni prosječan unos zasićenih masnih kiselina od $10,1 \pm 0,3$ % kcal prosječnog dnevnog unosa energije iz masti. Unos jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina kod svih ispitanika bio je niži u odnosu na zasićene masne kiseline. Za jednostruko nezasićene masne kiseline taj unos iznosio je $19,2 \pm 13,0$ g na dan ($8,6 \pm 5,2$ % kcal), a za višestruko nezasićene masne kiseline $13,6 \pm 11,1$ g na dan ($6,1 \pm 4,1$ % kcal).

Prosječan dnevni unos energije iz ugljikohidrata kod svih ispitanika iznosio je $48,7 \pm 11,1$ % kcal, što odgovara unosu od $240,2 \pm 95,6$ g ugljikohidrata na dan. Ove vrijednosti manje su od preporučenih prema nacionalnim smjernicama gdje je preporučen dnevni unos energije iz ugljikohidrata za dječake u dobi 10-13 godina >50 % kcal, odnosno $>277,5$ g/dan (Capak i sur., 2013) te se ovakav unos smatra neadekvatnim. Skupina adekvatno uhranjenih ispitanika imala je prosječni dnevni unos ugljikohidrata $50,3 \pm 11,6$ % što odgovara preporukama za razliku od skupine ispitanika koji su prekomjerno uhranjeni i pretili čiji je prosječni dnevni unos bio $46,6 \pm 10,7$ %. Sličan rezultat bilježe i ispitanici istraživanja Nasreddine i sur. (2022) čiji je prosječan dnevni unos energije iz ugljikohidrata $48,7 \pm 0,7$ % kcal dok je u istraživanju Jomaa i sur. (2021) taj unos iznosio $49,7 \pm 11,0$ % kcal.

Prosječan unos vlakana u svih ispitanika iznosi $11,8 \pm 7,6$ g/dan, što se s obzirom na preporučeni unos prema nacionalnim smjernicama ($>22,2$ g/dan) smatra neadekvatnim (Capak i sur., 2013). Nasreddine i sur. (2022) zabilježili su veći unos vlakana od unosa dobivenim ovim istraživanjem koji je iznosio $16,1 \pm 0,7$ g/dan, međutim takav unos i dalje se smatra neadekvatnim prema preporukama.

Uzimajući u obzir sve ispitanike, samo 16,1 % imalo je adekvatan unos energije (slika 2). Od 83,9 % ispitanika (n=52) s neadekvatnim unosom energije, njih 73,1 % imao je nedostatan unos energije dok je 26,9 % imalo prekomjeran unos energije. Kod unosa bjelanjčevina, 40,3 % ih je

imalo adekvatan unos, a 59,7 % neadekvatan unos. Od ispitanika s neadekvatnim unosom bjelančevina (n=37), 86,5 % imalo prekomjerni unos. Od 58,1 % ispitanika (n=36) s neadekvatnim unosom masti, njih 36,1 % imalo je nedostatan unos masti (<30 % kcal), a preostalih 63,9 % imalo je unos masti >35 % kcal. Adekvatan unos ugljikohidrata (>50 % kcal prema Capak i sur., 2013) ima 46,8 % ispitanika (n=29) dok 90,3 % ispitanika (n=56) ima neadekvatan unos vlakana (slika 2). Usporedbom adekvatno uhranjenih te prekomjerno uhranjenih i pretilih ispitanika utvrđeno je da adekvatno uhranjeni ispitanici imaju viši prosječni energetske unos kao i unos ugljikohidrata i vlakana dok prekomjerno uhranjeni i pretili imaju viši prosječni dnevni unos bjelančevina, masti i kolesterola.



Slika 2. Udio ispitanika s adekvatnim i neadekvatnim unosom energije, bjelančevina, masti, ugljikohidrata i vlakana s obzirom na preporučeni unos

4.2.2. Mikronutrijenti

Prosječan unos vitamina kod ispitanika bio je u skladu s preporukama za vitamin C te vitamine B₃ i B₆. Za vitamin A te vitamine B₁ i B₂ unos nije bio u skladu s preporukama (tablica 8). Nije utvrđena statistički značajna razlika ni za jedan analizirani parametar za skupinu adekvatno uhranjenih ispitanika te prekomjerno uhranjenih i pretilih ispitanika. U istraživanju Arsenault i sur. (2020) obje grupe ispitanika unose manje količine vitamina C (74 ± 73 mg, odnosno 74 ± 58 mg) u usporedbi s ispitanicima u ovom istraživanju. U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) utvrđeni su veći prosječni dnevni unosi svih vitamina B skupine u odnosu na ispitanike u ovom istraživanju.

Tablica 8. Prosječan dnevni unos vitamina u ispitanika prema stupnju tjelesne uhranjenosti

Parametri		Svi ispitanici (n=62)	Adekvatno uhranjeni (n=36)	Prekomjerno uhranjeni i pretili (n=23)	<i>p</i> -vrijednost
		$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	
Vitamin A	(μg)	452,5 \pm 380,7 (7,7 – 1628,3)	522,7 \pm 413,6 (56,0 – 1628,3)	347,1 \pm 326,8 (7,7 – 1441,6)	0,091
	% PU	50,3 \pm 42,3 (0,9 - 180,9)	58,1 \pm 46,0 (6,2 - 180,9)	38,6 \pm 36,3 (0,9 - 160,2)	
Vitamin C	(mg)	125,6 \pm 87,1 (8,5 - 404,2)	124,6 \pm 85,5 (8,5 - 404,2)	120,9 \pm 86,4 (9,7 - 295,4)	0,873
	% PU	139,5 \pm 96,8 (9,5 - 449,2)	138,4 \pm 95,0 (9,5 - 449,2)	134,3 \pm 96,0 (10,8 - 328,2)	
Vitamin B₁	(mg)	1,0 \pm 0,6 (0,1 - 3,0)	1,0 \pm 0,6 (0,1 - 3,0)	0,9 \pm 0,6 (0,2 - 2,5)	0,449
	% PU	88,1 \pm 55,3 (10,9 - 275,5)	92,8 \pm 57,5 (10,9 - 275,5)	81,4 \pm 53,9 (21,8 - 229,1)	
Vitamin B₂	(mg)	1,0 \pm 0,6 (0,1 - 3,4)	1,1 \pm 0,7 (0,1 - 3,4)	0,9 \pm 0,4 (0,1 - 2,2)	0,099
	% PU	78,9 \pm 45,4 (6,2 - 259,2)	85,7 \pm 52,4 (6,2 - 259,2)	67,2 \pm 32,4 (10,0 - 167,7)	
Vitamin B₃	(mg)	14,9 \pm 11,8 (0,4 - 58,4)	16,0 \pm 12,3 (0,4 - 58,4)	14,3 \pm 11,6 (1,4 - 48,1)	0,610
	% PU	106,3 \pm 84,6 (2,6 - 417,1)	113,9 \pm 87,8 (2,6 - 417,1)	102,2 \pm 83,2 (10,2 - 343,6)	
Vitamin B₆	(mg)	1,2 \pm 0,7 (0 - 3,2)	1,3 \pm 0,7 (0 - 3,1)	1,1 \pm 0,8 (0,1 - 3,2)	0,441
	% PU	139,5 \pm 96,8 (0 - 322,0)	126,7 \pm 73,7 (0 - 310,0)	111,3 \pm 75,6 (12,0 - 322,0)	

PU= preporučeni unos (izvor: Capak i sur., 2013)

Prosječan dnevni unos natrija veći je od preporučenog, dok su prosječni dnevni unosi svih ostalih ispitanih mineralnih tvari niži od preporučenog (tablica 9). Nije utvrđena statistički značajna razlika ni za jedan analizirani parametar za skupinu adekvatno uhranjenih ispitanika te prekomjerno uhranjenih i pretilih ispitanika. U istraživanju Nasreddine i sur. (2022) unos natrija je manji od unosa ispitanika u ovom istraživanju (2347,6 \pm 84,5 mg/dan), ali je svejedno veći od preporučenog unosa. Ispitanici u istraživanju Szmodis i sur. (2019) unosili su dvostruko više kalcija (893,36 \pm 382,74 mg/dan) od ispitanika u ovom istraživanju što je i dalje manje od preporuka. Istraživanje koje su proveli Nasreddine i sur. (2022) pokazalo je kako ispitanici unose više željeza (11,5 \pm 0,5 mg/dan) od ispitanika iz ovog istraživanja isto kao i ispitanici obje dobne

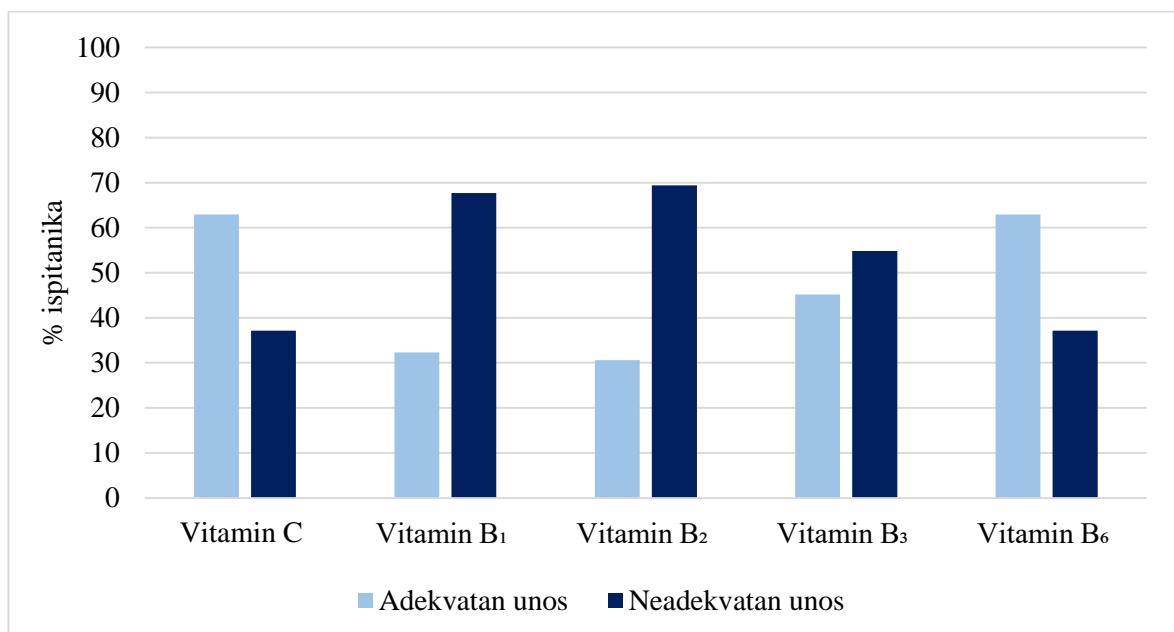
skupine istraživanja koje su 2020. godine proveli Arsenault i sur. ($11,2 \pm 4,8$ mg/dan te $11,8 \pm 5,7$ mg/dan).

Tablica 9. Prosječan dnevni unos mineralnih tvari u ispitanika prema stupnju uhranjenosti

Parametri		Svi ispitanici (n=62)	Adekvatno uhranjeni (n=36)	Prekomjerno uhranjeni i pretili (n=23)	<i>p</i> -vrijednost
		$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	
Natrij	(mg)	3814,5 ± 1839,8 (667,1 - 10550,5)	4202,9 ± 1902,7 (817,5 - 10550,5)	3350,7 ± 1714,0 (667,1 - 7062,9)	0,087
	% PU	276,4 ± 133,3 (48,3 - 764,5)	304,6 ± 137,9 (59,2 - 764,5)	242,8 ± 124,2 (48,3 - 511,8)	
Kalij	(mg)	1697,4 ± 793,7 (278,3 - 4202,9)	1672,1 ± 752,1 (278,3 - 4202,9)	1705,5 ± 878,6 (597,1 - 4187,3)	0,877
	% PU	37,7 ± 17,6 (6,2 - 93,4)	37,7 ± 17,6 (6,2 - 93,4)	37,9 ± 19,5 (13,3 - 93,1)	
Kalcij	(mg)	448,1 ± 203,4 (79,2 - 895,9)	454,8 ± 216,8 (79,2 - 895,9)	407,6 ± 169,1 (119,0 - 777,7)	0,380
	% PU	40,7 ± 18,5 (7,2 - 81,5)	41,3 ± 19,7 (7,2 - 81,5)	37,1 ± 15,4 (10,8 - 70,7)	
Magnezij	(mg)	89,3 ± 56,6 (2,4 - 305,6)	95,9 ± 57,7 (16,7 - 305,6)	77,1 ± 56,9 (2,4 - 231,3)	0,225
	% PU	37,2 ± 23,6 (1,0 - 127,3)	40,0 ± 24,0 (6,9 - 127,3)	32,1 ± 23,7 (1,0 - 96,4)	
Fosfor	(mg)	779,6 ± 371,0 (73,0 - 1729,1)	775,0 ± 379,5 (73,0 - 1729,1)	793,7 ± 385,8 (76,2 - 1692,2)	0,855
	% PU	62,4 ± 29,7 (5,8 - 138,3)	62,0 ± 30,4 (5,8 - 138,3)	63,5 ± 30,9 (6,1 - 135,4)	
Željezo	(mg)	8,2 ± 4,2 (0,5 - 20,3)	8,0 ± 3,9 (0,5 - 16,4)	8,7 ± 5,0 (0,8 - 20,3)	0,543
	% PU	60,9 ± 31,4 (3,9 - 150,1)	59,0 ± 28,9 (3,9 - 121,4)	64,2 ± 36,7 (6,2 - 150,1)	

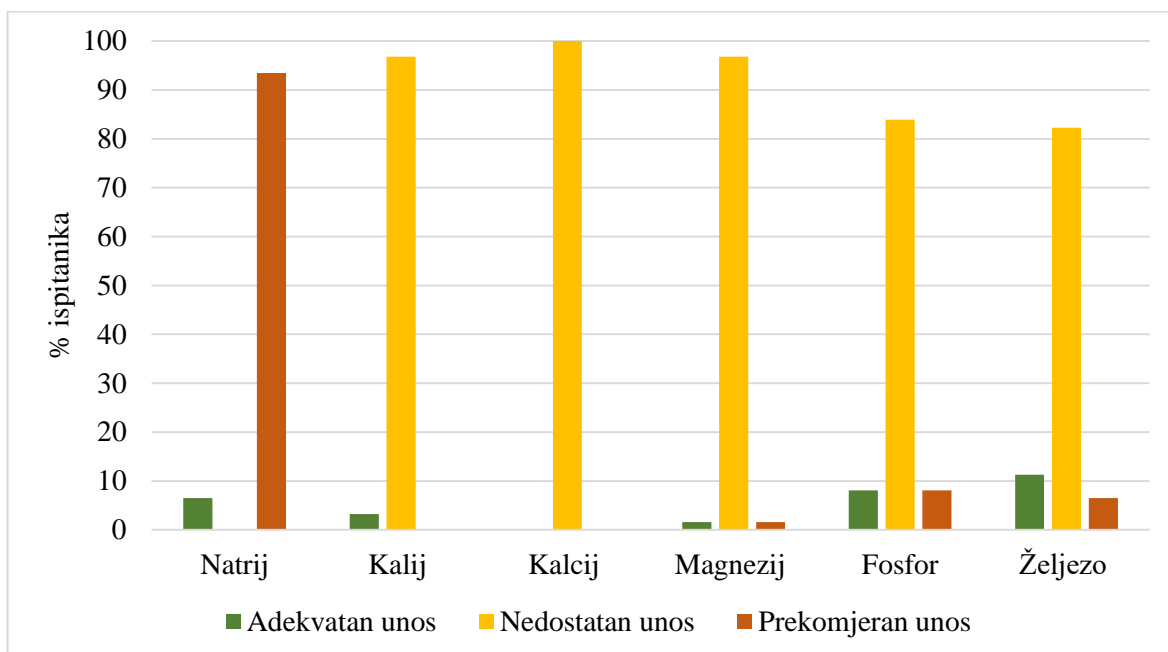
PU=preporučeni unos (izvor: Capak i sur., 2013)

Za vitamine B skupine te vitamin C, neadekvatnim unosom smatra se unos koji je manji od 90 % PU, dok se unos iznad 90 % PU smatra adekvatnim. Od svih ispitanika, njih 62,9 % ima adekvatan unos vitamina C, dok ih 37,1 % ima neadekvatan unos. Oko 30 % ispitanika ima adekvatan unos vitamina B₁ i B₂, 45,2 % ispitanika unosi dovoljno vitamina B₃, a 62,9 % ima adekvatan unos vitamina B₆ (slika 3).



Slika 3. Udio ispitanika s adekvatnim i neadekvatnim unosom vitamina s obzirom na preporučeni unos

Što se tiče unosa natrija, nepoželjno je unositi velike količine natrija te se svaki unos viši od 100 % PU smatra neadekvatnim. Prekomjerman unos natrija utvrđen je u 93,5 % svih ispitanika te ih samo 6,5 % ima adekvatan unos. Rasponi za adekvatan unos ostalih mineralnih tvari su 100 ± 10 % PU dok se sve niže i više od toga smatra nedostatnim odnosno prekomjernim. Oko 80 % svih ispitanika ima nedostatan unos fosfora i željeza, preko 95 % svih ispitanika ima nedostatan unos kalija i magnezija, a svi ispitanici imali su nedostatan unos kalcija (slika 4).



Slika 4. Udio ispitanika s adekvatnim i neadekvatnim unosom mineralnih tvari

4.2.3. Unos voća i povrća

U tablici 10 može se vidjeti izračunati prosječni unos voća i povrća u ispitanika. Prosječan unos voća kod ispitanika iznosio je $197,2 \pm 165,3$ g/dan, a povrća $95,8 \pm 81,0$ g/dan. S obzirom na preporuke EFSA-e (>400 g voća i povrća na dan) (EFSA, 2011a), ovakav unos je nedostatan. Neki od ispitanika nisu konzumirali ni voće ni povrće u danu. Nije utvrđena statistički značajna razlika unosa voća i povrća između skupine adekvatno uhranjenih ispitanika te prekomjerno uhranjenih i pretilih ispitanika. U istraživanju Azekour i sur. provedenom 2018. godine djeca u dobi 5-13 godina su unosila $187,61 \pm 66,82$ grama voća na dan što je približno unosu ispitanika u ovom istraživanju, ali su unosili veće količine povrća dnevno ($150,17 \pm 37,09$ g/dan) što je i dalje s obzirom na preporuke nedostatan unos.

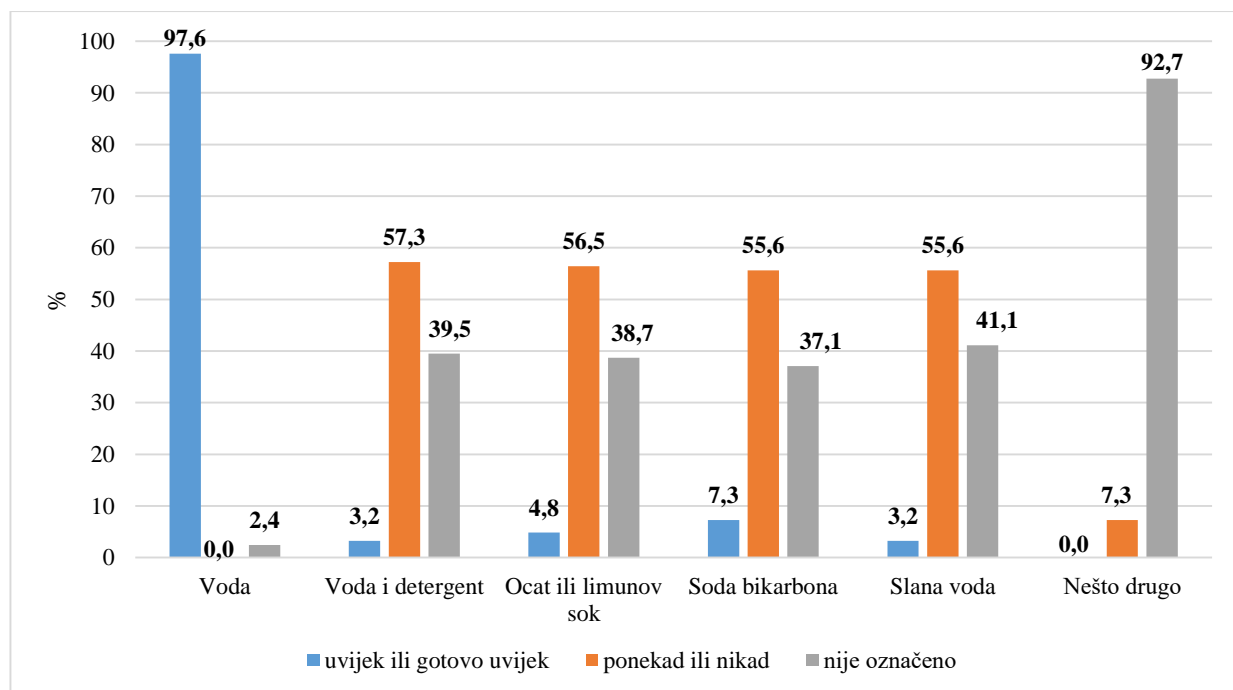
Tablica 10. Unos voća i povrća svih ispitanika prema stupnju uhranjenosti

Parametri	Svi ispitanici (n=62)	Adekvatno uhranjeni (n=36)	Prekomjerno uhranjeni i pretili (n=23)	<i>p</i> -vrijednost
	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	$\bar{x} \pm SD$ (min – max)	
Unos voća (g)	197,2 ± 165,3 (0 – 655,2)	176,7 ± 150,1 (0 – 655,2)	201,3 ± 165,9 (0 – 511,9)	0,559
Unos povrća (g)	95,8 ± 81,0 (0 – 400,0)	98,5 ± 67,4 (0 – 208,8)	93,5 ± 99,4 (0 – 400,0)	0,833

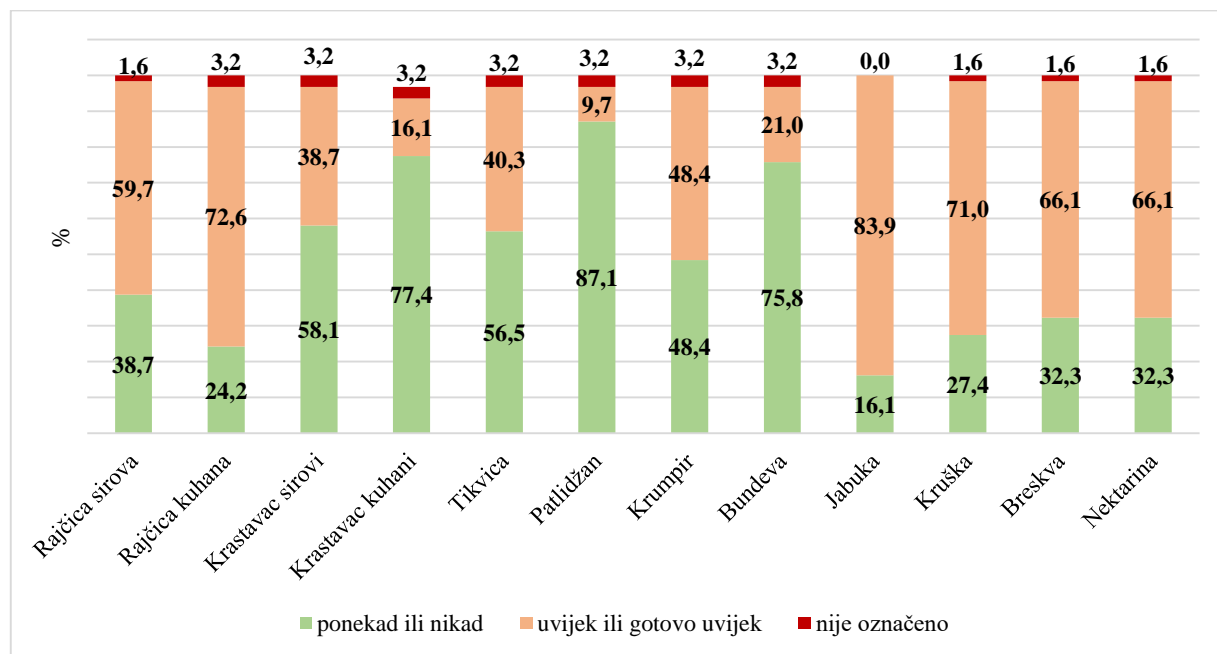
4.3. REZIDUE U NAMIRNICAMA

Ispitanike se u upitniku vezanom uz konzumaciju namirnica pitalo o načinu pranja voća i povrća kao i o konzumaciji voća i povrća s korom (rezultati prikazani na slikama 5 i 6).

Najviše ispitanika, njih 97,6 %, voće i povrće pere uvijek ili gotovo uvijek vodom. Za pranje nekim drugim sredstvom koje nije bilo ponuđeno u upitniku, njih 97,7 % nije naznačilo koliko često koristi tu metodu.

**Slika 5.** Učestalost pranja voća i povrća raznim metodama i sredstvima

Što se tiče konzumacije ponuđenog voća i povrća s korom, najviše ispitanika, njih 52 (84,0 %), konzumira jabuku s korom dok ih 54 (87,1 %) ponekad ili nikad konzumira patlidžan s korom (slika 6).

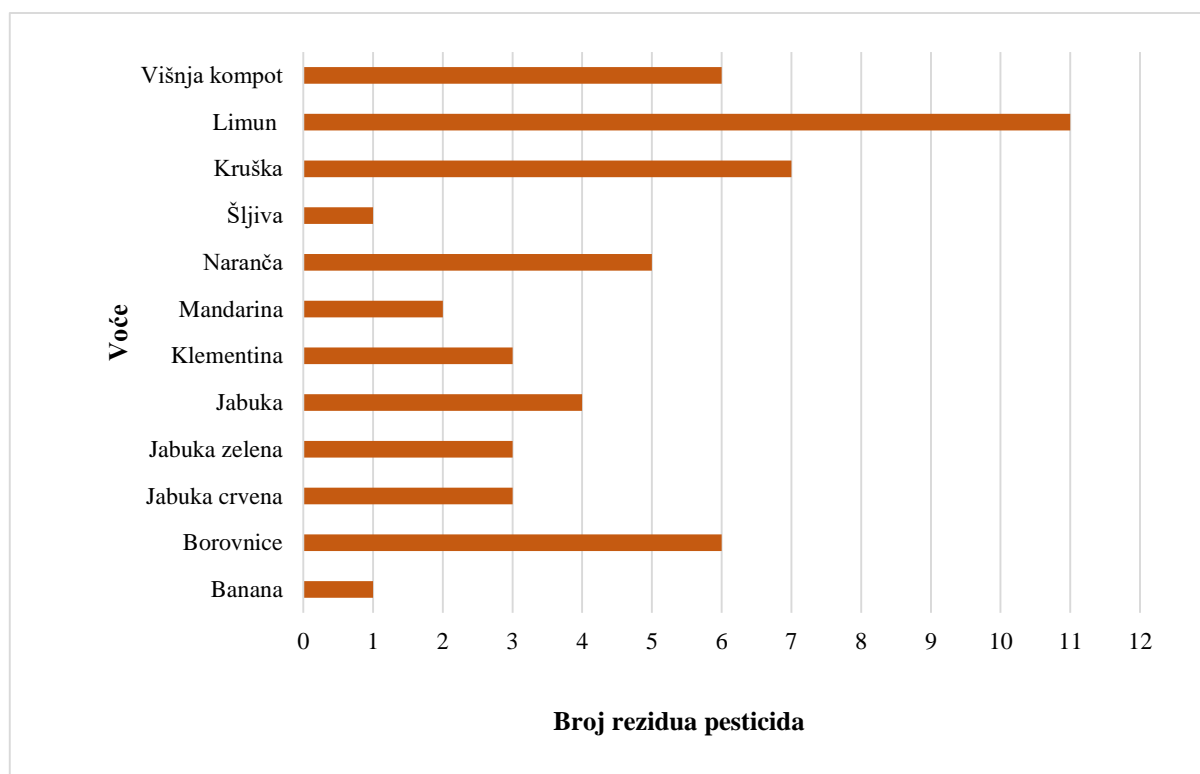


Slika 6. Konzumacija voća i povrća s korom

Iz 24-satnih prisjećanja unosa hrane i pića izdvojene su namirnice te su povezane s rezultatima analize rezidua pesticida dobivenim u okviru PyrOPECh TDS-a. Utvrđeno je prisustvo 41 rezidua pesticida iz klasa akaricid, fungicid, herbicid, insekticid i regulator rasta (prilog 1). U namirnicama iz skupine žitarica, mlijeka i mliječnih proizvoda, mesa, ribe, jaja, peradi, ulja i masti koje su navedene u 24-satnom prisjećanju nisu utvrđene razine rezidua pesticida.

Na slici 7 prikazan je broj rezidua po namirnica iz skupine voće. Od jedne do četiri rezidua pronađene su u bananama, šljivi, mandarini, klementini te jabukama. U narančama, kruškama i borovnicama pronađeno je pet do sedam rezidua pesticida dok je najviše, čak 11 rezidua pesticida, pronađeno u limunu. Za razliku od ovog istraživanja, u istraživanju provedenom u Alžiru najveći broj rezidua, njih 7, pronađen je u šljivi dok je u jabukama i kruškama pronađeno 6 rezidua pesticida što je slično rezultatima dobivenima u ovom istraživanju (Mebdoua i sur., 2017). U istraživanju Wong i sur. (2014) u šljivama su pronađene dvije rezidua pesticida što je više od rezultata dobivenim ovim istraživanjem. Međutim, u spomenutom istraživanju u narančama nije pronađena nijedna rezidua pesticida za razliku od ovog istraživanja u kojem je

utvrđeno 6 rezidua. U skupini voća rezidue pesticida nisu utvrđene u kiviju i kestenu.

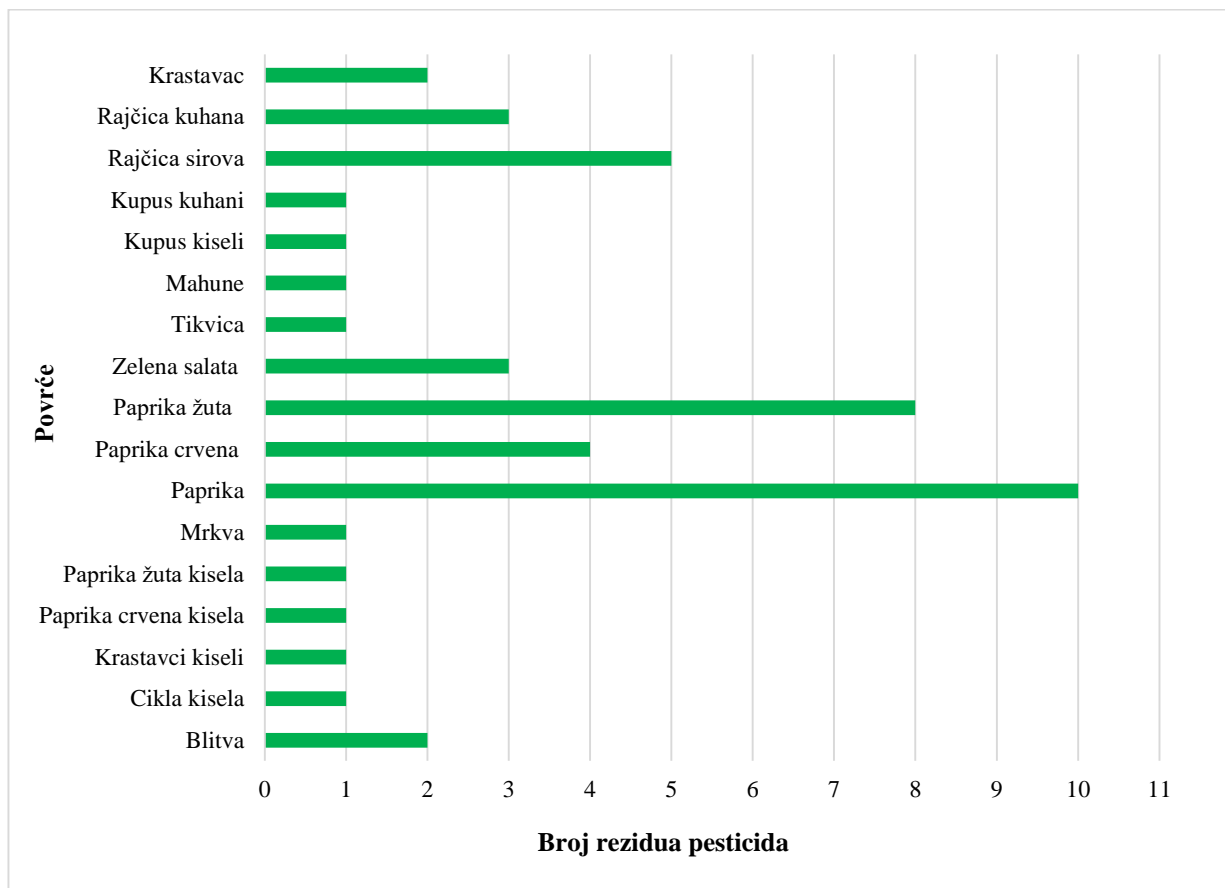


Slika 7. Broj rezidua u pojedinoj namirnici iz skupine voće

Za područje EU, 2019. godine proveden je Koordinirani program kontrole pesticida u hrani kojim je u 60 % analiziranih namirnica limuna i krušaka utvrđeno više od jedne rezidue pesticida. Od toga je 6,5 % uzoraka limuna i 11,2 % krušaka imalo više od 5 rezidua. Višestruke rezidue također su utvrđene u više od 50 % analiziranih naranči i mandarina kod kojih je 7,1 % odnosno 6,7 % uzoraka imalo više od 5 rezidua. Analizom rezidua u borovnicama pronađene su po dvije rezidue pesticida u 14,6 % analiziranih uzoraka dok su u jabukama dvije rezidue pesticida pronađene u 15,2 % uzoraka (EFSA, 2021).

Na slici 8 prikazan je broj rezidua po namirnici iz skupine povrće. Od jedne do dvije rezidue pesticida pronađene su u blitvi, mrkvi, tikvici, mahunama, krastavcu, kuhanom kupusu te kiseloj cikli, krastavcima, paprici (crvenoj i žutoj) te kupusu. Tri do pet rezidua pesticida nađeno je u zelenoj salati, crvenoj paprici, rajčici sirovoj te rajčici kuhanj. Najviše rezidua pesticida nađeno je u žutoj paprici (8) te paprici (10). Sličnost ovim rezultatima pokazuju i rezultati istraživanja provedenog u Kolumbiji. U tom istraživanju pronađeno je čak 11 rezidua pesticida u rajčici te 12 rezidua u paprici (Patiño i sur., 2020).

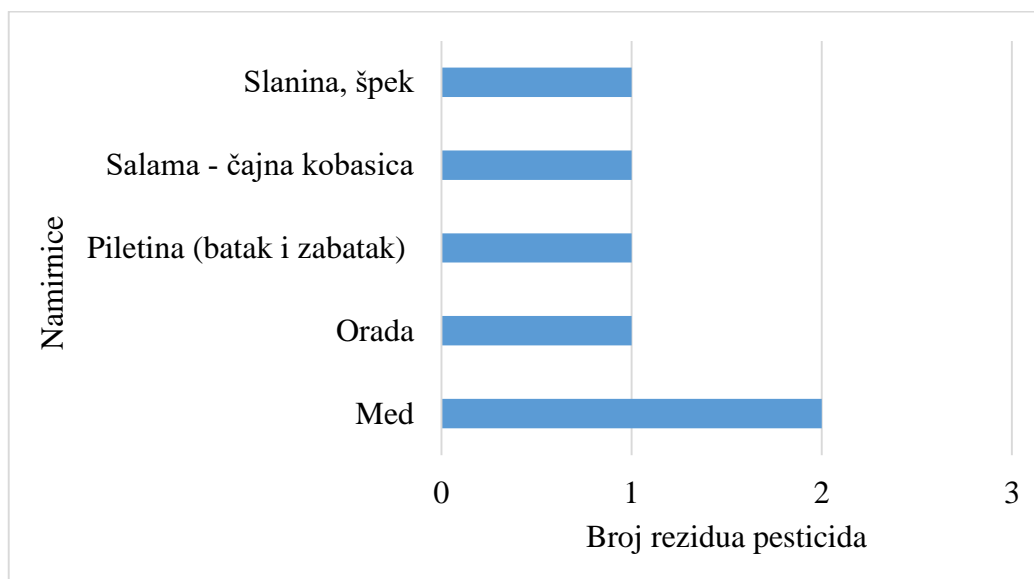
U skupini povrća rezidue pesticida nisu utvrđene u celeru, grašku, krumpiru, kukuruzu i luku.



Slika 8. Broj rezidua u pojedinoj namirnici iz skupine povrće

EFSA-inim Koordiniranim programom kontrole iz 2019. godine je u više od 30 % analiziranih namirnica zelene salate, paprike i krastavaca uvrđena prisutnost višestrukih rezidua pesticida. Više od 5 rezidua pesticida pronađeno je u 9,2 % analiziranih uzoraka zelene salate, 3,1 % paprika i 5,0 % krastavaca (EFSA, 2021). U istraživanju Wong i sur. (2014) pronađene su po tri rezidue pesticida u zelenoj salati i krastavcu što je slično rezultatima dobivenim ovim istraživanjem, dok su u paprici i rajčici pronađene po 4 rezidue što je manje od rezultata dobivenih ovim istraživanjem. U mrkvi i tikvici pronađen je jednak broj rezidua pesticida (1) kao i u ovom istraživanju (Wong i sur., 2014).

Na slici 9 prikazan je broj rezidua detektiranim u ostalim namirnicama. Po jedna rezidua pronađena je u pečenoj piletini (batak i zabatak), salami (čajna kobasica) te slanini (špek). U oradi je pronađena jedna rezidua i četiri vrste poliklorirana bifenila dok su dvije rezidue pronađene u medu. Sličnost ovom istraživanju pokazuju rezultati istraživanja Lasheras i sur. (2021) gdje su također pronađene dvije rezidue pesticida u medu.



Slika 9. Broj rezidua u ostalim analiziranim namirnicama

EFSA-inim Koordiniranim programom kontrole iz 2019. godine je u više od 10 % analiziranih uzoraka meda ustanovljena prisutnost višestrukih rezidua pesticida od kojih je u 5,4 % utvrđena prisutnost dvije rezidue (EFSA, 2021).

4.3.1. MRL za pojedine rezidue pesticida u namirnicama

U 10 namirnica iz skupine voća utvrđena je prisutnost 25 rezidua pesticida. Rezultati analize izraženi su u mg/kg i nalaze se u tablici 11. Najčešće identificirana rezidua u analiziranom voću i voćnim sokovima bio je boskalid (borovnice, jabuka, šljiva, višnja, kruška). Zatim slijede acetamiprid (jabuka, klementina, kruška i limun), fludioksonil (borovnice, jabuka, naranča i kruška) te imazalil isključivo u citrusnom voću (klementina, mandarina, naranča i limun).

U svim analiziranim namirnicama, rezidue pesticida bile su niže od njihovih MRL vrijednosti, osim za 5 rezidua u limunu (klorpirifos, malation, piridaben, pirimetanil, piriproksifen). Prekoračenje MRL vrijednosti bilo je u rasponu od 104 % za pirimetanil do 1570 % za klorpirifos (prilog 2). Prekoračenje MRL vrijednosti za rezidue 2019. godine utvrđeno je u 6,0 % uzoraka limuna (EFSA, 2021).

Knežević i sur. (2012) proveli su istraživanje u kojem su također pronađene rezidue imazalila u citrusima odnosno u limunu, mandarinama i narančama. Najveća vrijednost ostatka rezidue iznosila je 1,65 mg/kg u limunu, 0,53 mg/kg u mandarinama te 27,9 mg/kg u narančama. Navedene vrijednosti mnogo su veće nego vrijednosti dobivene ovim istraživanjem.

Tablica 11. Rezultati analize rezidua u pojedinim namirnicama iz skupine voće

Voće	Rezidua	MRL (mg/kg)	Izvor	Dobivena vrijednost (mg/kg)
Banana	Azoksistrobin	2	Reg. (EU) 2023/129	0,007
Borovnice	Fludioksonil	4	Reg. (EU) 2022/1264	0,022
	Boskalid	15	Reg. (EU) 2022/1324	0,253
	Fosmet	0,01	Reg. (EU) 2023/1029	0,012
	Fluopiram	7	Reg. (EU) 2021/1807	0,020
	Ciprodinil	8	Reg (EU) 2023/1069	0,014
	Pirimikarb	1	Reg. (EU) 2016/71	0,031
Jabuka	Fludioksonil	5	Reg. (EU) 2022/1264	0,029
	Boskalid	2	Reg. (EU) 2022/1324	0,020
	Pirimikarb	0,5	Reg. (EU) 2016/71	0,032
	Acetamiprid	0,4	Reg. (EU) 2019/88	0,010
Klementina	Acetamiprid	0,9	Reg. (EU) 2019/88	0,013
	Imazalil	5	Reg. (EU) 2020/856	0,031
	Pirimetanol	8	Reg. (EU) 2018/832	0,014
Mandarina	<i>o</i> -Fenilfenol	10	Reg. (EU) 2018/78	0,004
	Imazalil	5	Reg. (EU) 2020/856	0,021
Naranča	Azoksistrobin	15	Reg. (EU) 2023/129	0,023
	Fludioksonil	10	Reg. (EU) 2022/1264	0,024
	Imazalil	4	Reg. (EU) 2020/856	0,508
	Metoksifenozid	2	Reg (EU) 2023/1069	0,027
	Piraklostrobin	2	Reg. (EU) 2022/1324	0,050
Šljiva	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,011
	Boskalid	5	Reg. (EU) 2022/1324	0,013
Višnja kompot	Karbendazim	0,5	Reg. (EU) No 559/2011	0,004
	Cipermetrin	2	Reg. (EU) 2017/626	0,013
	Fluopiram	2	Reg. (EU) 2021/1807	0,010
	Deltametrin	0,1	Reg. (EU) 2018/832	0,027
	Fenbukonazol	1	Reg.(EU) 2019/1559	0,001
	Acetamiprid	0,4	Reg. (EU) 2019/88	0,087
Kruška	Tebukonazol	0,5	Reg.(EU) 2019/1559	0,020
	Tiakloprid	0,3	Reg. (EU) 2019/50	0,008
	Karbendazim	0,2	Reg. (EU) No 559/2011	0,016
	Difenokonazol	0,8	Reg. (EU) 2019/552	0,010
	Fludioksonil	5	Reg. (EU) 2022/1264	0,010
	Boskalid	1,5	Reg. (EU) 2022/1324	0,010

Tablica 11. Rezultati analize rezidua u pojedinim namirnicama iz skupine voće - *nastavak*

Voće	Rezidua	MRL (mg/kg)	Izvor	Dobivena vrijednost (mg/kg)
Limun	<i>o</i> -Fenilfenol	10	Reg. (EU) 2018/78	0,076
	Acetamiprid	0,9	Reg. (EU) 2019/88	0,078
	Azoksistrobin	15	Reg. (EU) 2023/129	0,039
	Klorpirifos	0,01	Reg. (EU) 2020/1085	0,157
	Imazalil	5	Reg. (EU) 2020/856	0,719
	Malation	2	Reg. (EU) 2015/399	5,598
	Piridaben	0,3	Reg. (EU) 2023/679	1,143
	Pirimetanil	8	Reg. (EU) 2018/832	8,351
	Piriproksifen	0,6	Reg. (EU) 2023/679	0,803
	Spirodiklofen	0,5	Reg. (EU) 2016/1902	0,027
Tebukonazol	1	Reg.(EU) 2019/1559	0,761	

Podobljane vrijednosti označavaju rezidue s vrijednostima većim od MRL-a

U 10 analiziranih namirnica iz skupine povrće utvrđeno je ukupno 21 rezidua pesticida. Rezultati analize su izraženi u mg/kg i nalaze se u tablici 12. Najčeće identificirana rezidua u analiziranom povrću bila je boskalid (blitva, paprika –svježa, termički obrađena i kisela, zelena salata, rajčica – sirova i kuhana). Zatim slijede acetamiprid (blitva, paprika – svježa i termički obrađena, krastavac), azoksistrobin (paprika – svježa i termički obrađena, rajčica – sirova i kuhana) i fludioksonil (mrkva – sirova i termički obrađena, paprika svježa i rajčica sirova).

U svim analiziranim namirnicama, rezidue pesticida bile su niže od njihovih MRL vrijednosti, osim za fenazakvin u mahunama, oksamil u krastavcima te metamitron u termički obrađenom kupusu. Prekoračenje MRL vrijednosti bilo je 160 % za fenazakvin u mahunama, 250 % za metamitron u termički obrađenom kupusu te 320 % za oksamil u krastavcima (prilog 2). Prekoračenje MRL vrijednosti za rezidue 2019. godine utvrđeno je u 10,6 % uzoraka mahuna te 5,5 % uzoraka krastavaca (EFSA, 2021). Elgueta i sur. 2020. su proveli istraživanje u kojem su pronađene rezidue boskalida u zelenoj salati i rajčici. Najveća vrijednost ostatka rezidue iznosila je 8,73 mg/kg u zelenoj salati, dok je u rajčici ta vrijednost bila ispod granice detekcije. Za reziduu u zelenoj salati ta vrijednost mnogo je veća nego vrijednost dobivena ovim istraživanjem.

U istraživanju Szpyrka i sur. 2015. godine izvori boskalida u prehrani ispitanika bili su jabuka, kupus, jagoda, mrkva, rajčica i crni ribiz dok su fludioksonil pronašli u jabukama,

malinama i rajčici. Prema EFSA-i, za 2019. godinu rezidue boskalida nisu pronađene ni u zelenoj salati ni u rajčici (EFSA 2021).

Tablica 12. Rezultati analize rezidua u pojedinim namirnicama iz skupine povrće

Povrće	Rezidua	MRL (mg/kg)	Izvor	Dobivena vrijednost (mg/kg)
Blitva	Acetamiprid	0,6	Reg. (EU) 2019/88	0,153
	Boskalid	30	Reg. (EU) 2022/1324	0,036
Mrkva sirova	Fludioksonil	1	Reg. (EU) 2022/1264	0,004
Mrkva termički obrađena	Fludioksonil	1	Reg. (EU) 2022/1264	0,008
Paprika svježa	Azoksistrobin	3	Reg. (EU) 2023/129	0,013
	Fludioksonil	1	Reg. (EU) 2022/1264	0,006
	Klorprofam	0,01	Reg. (EU) 2023/377	0,003
	Fluopiram	2	Reg. (EU) 2021/1807	0,031
	Piraklostrobin	0,5	Reg. (EU) 2022/1324	0,018
	Piridilil	0,9	Reg.(EU) No 2021/616	0,104
	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,033
	Acetamiprid	0,3	Reg. (EU) 2019/88	0,039
	Flutriafol	1	Reg. (EU) 2023/377	0,051
	Heksitiazoks	0,09	Reg. (EU) 2022/78	0,009
Paprika termički obrađena	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,032
	Fluopiram	2	Reg. (EU) 2021/1807	0,025
	Piraklostrobin	0,5	Reg. (EU) 2022/1324	0,018
	Piridaben	0,3	Reg. (EU) 2023/679	0,010
	Piridilil	0,9	Reg.(EU) No 2021/616	0,158
	Acetamiprid	0,3	Reg. (EU) 2019/88	0,143
	Azoksistrobin	3	Reg. (EU) 2023/129	0,009
Flutriafol	1	Reg. (EU) 2023/377	0,018	
Zelena salata	Izokarbofos	0,01	Reg. (EU) 1146/2014	0,006
	Boskalid	50	Reg. (EU) 2022/1324	0,016
	Ciprodinil	15	Reg (EU) 2023/1069	0,006
Mahune	Fenazakvin	0,01	Reg. (EU) 2022/1324	0,016
Rajčica sirova	Azoksistrobin	3	Reg. (EU) 2023/129	0,009
	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,022
	Fludioksonil	3	Reg. (EU) 2022/1264	0,008
	Piraklostrobin	0,3	Reg. (EU) 2022/1324	0,014
	Tebukonazol	0,9	Reg. (EU) 2018/1514	0,011
Rajčica kuhana	Azoksistrobin	3	Reg. (EU) 2023/129	0,004
	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,009
	Tebukonazol	0,9	Reg. (EU) 2018/1514	0,011
Krastavac	Oksamil	0,01	Reg. (EU) 2019/552	0,032
	Acetamiprid	0,3	Reg. (EU) 2019/88	0,014

Tablica 12. Rezultati analize rezidua u pojedinim namirnicama iz skupine povrće - nastavak

Povrće	Rezidua	MRL (mg/kg)	Izvor	Dobivena vrijednost (mg/kg)
Krastavac kiseli	Bifentrin	0,01	Reg. (EU) 2018/687	0,004
Tikvica	Flonikamid	0,5	Reg. (EU) 2022/85	0,035
Kupus termički obrađen	Metamitron	0,01	Reg. (EU) 2021/644	0,025
Kupus kiseli	Nuamirol	0,01	/	0,001
Cikla kisela	<i>o</i> -Fenilfenol	0,01	Reg. (EU) 2018/78	0,007
Paprika žuta kisela	Bifentrin	0,3	Reg. (EU) 2022/85	0,003
Paprika crvena kisela	Boskalid	3	Reg. (EU) 2022/1324	0,007

Podobljane vrijednosti označavaju rezidue s vrijednostima većim od MRL-a

U ostalim analiziranim namirnicama nađene su rezidue pesticida u medu, oradi, pečenoj piletini (nadbatak), trajnoj salami (čajna kobasica) te u slanini (špeku). U oradi je nađena jedna rezidua i četiri različita poliklorirana bifenila - PCB101 (0,003 mg/kg), PCB118 (0,004 mg/kg), PCB138 (0,005 mg/kg) i PCB153 (0,009 mg/kg). Rezultati analize su izraženi u mg/kg i prikazani su u tablici 13.

U većini analiziranih namirnica, rezidue pesticida bile su niže od njihovih MRL vrijednosti, osim za rezidue bifenila u salami i slanini čija je vrijednost bila višestruko veća od MRL vrijednosti.

Tablica 13. Rezultati analize rezidua u pojedinim namirnicama

Namirnica	Rezidua	MRL (mg/kg)	Izvor	Dobivena vrijednost (mg/kg)
Med	Kumafos	0,1	Reg. (EU) 2017/623	0,008
	Tiakloprid	0,2	Reg. (EU) 2019/50	0,009
Orada	Prosulfokarb	0,01	/	0,010
Piletina - nadbatak	Cihalotrin lambda	0,01	Reg. (EU) 2021/590	0,006
Čajna kobasica	Bifenil	0,01	Reg. (EU) No 978/2011	0,474
Slanina, špek	Bifenil	0,01	Reg. (EU) No 978/2011	0,213

Podobljane vrijednosti označavaju rezidue s vrijednostima većim od MRL-a

U istraživanju Lazarus i sur. (2021) pronađene su također rezidue kumafosa u medu. U konvencionalnom medu od kestena vrijednost ostatka rezidue iznosila je 0,005-0,031 mg/kg dok je u konvencionalnom cvjetnom medu vrijednost iznosila 0,006-0,014 mg/kg. Navedeni rezultati

slični su rezultatima dobivenim ovim istraživanjem. Za razliku od ovog istraživanja, pronađene su još i rezidue amitraza i N-(2,4-dimetilfenil) formamida (Lazarus i sur., 2021).

4.4. PROSJEČAN UNOS PESTICIDA

Prehrambeni unos rezidua pesticida izračunat je na temelju podataka iz 24-satnih prisjećanja unosa hrane i pića određenih vrsta namirnica te rezultata analize rezidua pesticida u hrani provedene u okviru projekta PyrOPECh TDS.

Prosječan unos pojedine rezidue pesticida po konzumentu računat je prema sljedećoj formuli:

$$EI = \frac{(P \cdot m)}{TM}$$

gdje je:

EI = procjenjeni unos rezidue pesticida za konzumenta (ng/kg TM/dan),

P = izmjerena razina rezidue pesticida u namirnici (ng/kg),

m = masa pojedene hrane (kg),

TM = tjelesna masa konzumenta (kg)

Prosječan unos pojedine rezidue pesticida (izražen u ng/kg TM) prikazan je za konzumente pretežito namirnica iz skupine voća i povrća (tablica 14). Samo jedan ispitanik nije unio nijednu reziduu pesticida. Najveći dio ispitanika, njih 72 %, unosi fludioksonil, dok ih 64 % unosi boskalid što je u prosjeku 64 ± 76 ng/kg TM i 81 ± 155 ng/kg TM. Najveći unosi ovih pesticida utvrđeni su u ispitanika 20 (294,1 ng/kg TM za fludioksonil) i ispitanika 31 (879,09 ng/kg TM za boskalid) konzumacijom prirodnog soka od jabuke te borovnica. Značajan izvor obe rezidue pesticida su i rajčice, paprike i jabuke. U okviru PyrOPECh TDS utvrđeno je da rajčice u prosjeku sadrže 0,022 mg boskalida/kg što je više nego razine boskalida pronađenih u rajčicama u Čileu 2020. godine gdje je razina rezidue boskalida bila ispod granica detekcije (Elgueta i sur., 2020). Između 30 i 50 % ispitanika unose acetamiprid, azoksistrobin, *o*-fenilfenol, imazalil te tebukonazol. Ovi unosi povezani su s konzumacijom jabuka, krušaka, citrusnog voća, rajčica i paprika, a kretali su se u rasponu od 26 ng/kg TM za tebukonazol do 732 ng/kg TM za imazalil. Najveći unos imazalila bio je konzumacijom svježe cjeđenih sokova naranče kod ispitanika 2, 24 te 61 (3299 - 4609 ng/kg TM).

Tablica 14. Unos pesticida (ng/kg TM na dan) procijenjen za konzumente (n=61)

Rezidua pesticida	Opis	n	$\bar{x} \pm SD$	Medijan	Min	Max
Acetamiprid	IN	23	62 ± 67	33	13	303
Azoksistrobin	FU	33	33 ± 55	9	1	210
Bifenil	FU	16	123 ± 120	76	15	394
Bifentrin	IN	4	2 ± 1	2	1	4
Boskalid	FU	39	81 ± 155	41	2	879
Cihalotrin lambda	IN	3	41 ± 23	54	15	54
Cipermetrin	IN	1	7			
Ciprodinil	FU	7	15 ± 18	7	3	50
Deltametrin	IN	1	14			
Difenilamin	IN	2	6 ± 1	6	5	7
Difenokonazol	FU	1	35		35	35
Fenazakvin	IN	2	31 ± 11	31	23	38
Fenbukonazol	FU	1	1			
<i>o</i> -Fenilfenol	FU	25	30 ± 28	25	4	131
Flonikamid	IN	1	8			
Fludioksonil	FU	44	64 ± 76	53	1	294
Fluopiram	FU, NE	9	28 ± 24	21	5	68
Flutriafol	FU	3	57 ± 43	34	30	106
Fosmet	IN	3	22 ± 17	19	6	41
Heksitiazoks	AC	3	10 ± 8	6	5	19
Imazalil	FU	28	732 ± 1289	135	2	4609
Izokarbofos	IN, AC	6	5 ± 2	4	3	7
Karbendazim	FU	2	29 ± 38	29	2	56
<u>Klorpirifos</u>	IN, AC	2	30 ± 7	30	25	35
Klorprofam	HB, PG	2	3 ± 1	3	2	4
Kumafos	IN	11	2 ± 1	1	0,4	4
Malation	IN, AC	2	1087 ± 248	1087	912	1263
Metamitron	HB	1	5			
Metoksifenozyd	IN	6	145 ± 82	133	57	242
Nuamirol	FU	2	1 ± 1	1	1	2
<u>Oksamil</u>	IN, NE	1	13			
Piraklostrobin	FU, PG	12	151 ± 172	72	6	456
Piridaben	IN, AC	3	149 ± 132	186	3	258
Piridalil	IN	5	96 ± 112	68	4	282
Primetanil	FU	2	1651 ± 412	1651	1360	1943
Pirimikarb	IN	18	113 ± 68	98	17	330
Piriprosifen	IN	2	156 ± 36	156	131	181
Prosulfokarb	HB	2	106 ± 41	106	77	135
Spirodiklofen	IN, AC	2	5 ± 1	5	4	6
Tebukonazol	FU	22	26 ± 44	8	2	172
Tiaklopid	IN	11	4 ± 8	2	0,5	29

AC: akaricid; FU: fungicid; HB: herbicid; IN: insecticid; PG: regulator rasta; NE: nematocid

Podcrtani naziv označava organofosfatni pesticid

Ispitanici su u prosjeku unosili 6 rezidua pesticida (raspon: 1 do 17) uglavnom konzumacijom voća, voćnih sokova i povrća. Najveći broj unesenih rezidua pesticida po ispitaniku bio je 17 i utvrđen je u ispitanika 58, a povezuje se s konzumacijom citrusa (naranča, klementina, sok od limuna). U limunu je utvrđeno čak 11 rezidua pesticida što čini 64,7 % unesenih rezidua u ovog ispitanika. Slijede ispitanik 13 s unosom 15 rezidua zbog konzumacije paprike, mandarina, i zelene salate, te ispitanici 55 i 61 s unosom 13 rezidua putem soka od limuna i naranče, paprike, mandarine, rajčice i meda.

4.4.1. Procjena rizika

Potencijalni rizik za potrošače konzumacijom pojedinog voća i povrća procijenjen je računanjem kvocijenta opasnosti (engl. *Hazard Quotient, HQ*) za pojedinu reziduu prema formuli:

$$HQ (\%) = \frac{EDI}{ADI} \cdot 100$$

gdje je:

EDI – procijenjeni dnevni unos (engl. *Estimated Daily Intake*) (ng/kg TM/dan)

ADI – dozvoljeni dnevni unos (engl. *Acceptable Daily Intake*) (ng/kg TM/dan)

Rezultati su prikazani u tablici 15 te iznose od 0,004 do 3,624 %. Rezidue s najnižim HQ su azoksistrobin (0,004 %), difenilamin (0,008 %) te klorprofam (0,006 %). Za većinu rezidua HQ je manji od 1 % osim za cihalotrin lambda (2,152 %), klorpirifos (3,040 %), malation (3,624 %), oksamil (1,274 %), piridaben (1,861 %) te prosulfokarb (2,121 %).

Rezultati pokazuju vrlo nizak postotak HQ-a te potencijalni rizik za zdravlje ispitanika povezan s konzumacijom namirnica iz skupine voće i povrće ne izaziva zabrinutost. Slične rezultate pokazalo je i istraživanje provedeno 2012. godine u Hrvatskoj vezano uz procjenu rizika zbog unosa pesticida putem hrane kojim je utvrđeno kako se ne očekuju dugoročni rizici za zdravlje potrošača zbog unosa pesticida konzumacijom voća i povrća (Knežević i sur., 2012).

S obzirom da vrijednosti HQ-a ne premašuju 5 %, procijenjeno je kako čak ni u slučaju kad bi unos voća i povrća u ispitanika bio u skladu s preporukama ne postoji potencijalan rizik za zdravlje ispitanika s obzirom na njihove postojeće navike konzumiranja voća i povrća.

Tablica 15. Procjenjeni dnevni unos (EDI), dozvoljeni dnevni unos (ADI) i kvocijent opasnosti (HQ) za pojedinu reziduu

REZIDUA	EDI (ng/kg TM/dan)	ADI (x 10⁶) (ng/kg TM/dan)	HQ (%)
Acetamiprid	33	0,025	0,133
Azoksistrobin	9	0,200	0,004
Bifenil	76	0,038	0,200
Bifentrin	2	0,015	0,012
Boskalid	41	0,040	0,103
Cihalotrin lambda	54	0,003	2,152
Cipermetrin	7	0,050	0,014
Ciprodinil	7	0,030	0,024
Deltametrin	14	0,010	0,143
Difenilamin	6	0,075	0,008
Difenokonazol	35	0,010	0,354
Fenazakvin	31	0,005	0,611
Fenbukonazol	1	0,006	0,010
<i>o</i> -Fenilfenol	25	0,400	0,006
Flonikamid	8	0,025	0,032
Fludioksonil	53	0,370	0,014
Fluopiram	21	0,012	0,174
Flutriafol	34	0,010	0,337
Fosmet	19	0,010	0,185
Heksitiazoks	6	0,030	0,020
Imazalil	135	0,025	0,540
Izokarbofos	4	/	/
Karbendazim	29	0,020	0,145
Klorpirifos	30	0,001	3,040
Klorprofam	3	0,050	0,006
Kumafos	1	/	/
Malation	1087	0,030	3,624
Metamitron	5	/	/
Metoksifenozyd	133	0,100	0,133
Nuamirol	1	/	/
Oksamil	13	0,001	1,274
Piraklostrobin	72	0,030	0,239
Piridaben	186	0,010	1,861
Piridalil	68	/	/
Pirimetamil	1651	0,170	0,971
Pirimikarb	98	0,035	0,281
Piriproksifen	156	0,100	0,156
Prosulfokarb	106	0,005	2,121
Spirodiklofen	5	0,015	0,035
Tebukonazol	8	0,030	0,027
Tiaklopid	2	0,010	0,015

4.5 NEDOSTACI ISTRAŽIVANJA

Za analizu prehrambenog unosa prikupljeno je 24-satno prisjećanje unosa hrane i pića na razini samo jednog dana te dobiveni rezultati ne daju pouzdanu informaciju o uobičajenoj prehrani ispitanika. U programu „Prehrana“ u kojem su obrađeni prikupljeni podaci dobiveni 24-satnim prisjećanjem unosa hrane i pića postoji mogući nedostatak podataka za količinu nekih mikronutrijenata kod određenih namirnica zbog nedostatnih informacija o kemijskom sastavu namirnica koje se nalaze u programu. Zbog toga može doći do netočne procjene dnevnog unosa mikronutrijenata.

5. ZAKLJUČAK

1. U skupini dječaka u dobi 11-12 godina prosječan dnevni energijski unos bio je adekvatan za ispitanike adekvatne tjelesne mase kao i za one prekomjerne tjelesne mase te pretile.
2. Prosječan dnevni unos makronutrijenata bio je viši od preporuka, osim ugljikohidrata i vlakana.
3. Prosječan dnevni unos vitamina bio je u skladu s preporukama za vitamin C te vitamine B₃ i B₆ dok za vitamin A te vitamine B₁ i B₂ unos nije bio u skladu s preporukama.
4. Prosječan dnevni unos natrija veći je od preporučenog, dok su prosječni dnevni unosi ispitanih mineralnih tvari kalija, kalcija, fosfora, magnezija i željeza bili niži od preporučenog. Utvrđeno je da 20 % ispitanika ima adekvatan unos fosfora i željeza, samo 5 % ima adekvatan unos kalija i magnezija dok su svi ispitanici imali neadekvatan unos kalcija.
5. Prosječan dnevni unos voća i povrća bio je niži od preporučenog.
6. Među namirnicama koje su ispitanici konzumirali, prisutstvo pet i više rezidua pesticida utvrđeno je u narančama, kruškama, borovnicama, rajčici i paprici. Najviše rezidua pronađeno je u limunu (11), od kojih je čak 5 rezidua imalo razine veće od njihovih MRL vrijednosti.
7. Najčešće identificirane rezidue pesticida u analiziranom voću, voćnim sokovima i povrću bile su boskalid i fludioksonil (oba fungicida).
8. S obzirom na utvrđen broj pesticida u limunu, uključujući pet rezidua koje su iznad MRL, preporuča se pripaziti na konzumaciju cjeđenog soka od svježeg limuna.
9. Na temelju utvrđenih prehrambenih navika i vrijednosti rezidua pesticida u hrani, procijenjeno je da ne postoji rizik od štetnih učinaka pesticida na zdravlje dječaka u dobi 10-12 godina s područja Grada Zagreba i Zagrebačke županije.

6. LITERATURA

Akhandaf Y, De Henauw S, Dofkova M, Ruprich J, Papadopoulos A, Sirot V, i sur. (2015) Establishing a food list for a Total Diet Study: how does food consumption of specific subpopulations need to be considered? *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* **32**, 9-24. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.984776>

Alebić IJ (2008) Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica. *Medicus* **17**, 37-46.

Alibabić V, Mujić I (2016) *Pravilna prehrana i zdravlje*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.

Arsenault JE, Moursi M, Olney DK, Becquey E, Ganaba R (2020) Validation of 24-h dietary recall for estimating nutrient intakes and adequacy in adolescents in Burkina Faso. *Matern Child Nutr* **16**, e13014. <https://doi.org/10.1111/mcn.13014>

Azekour K, Bidi A, El Bouhali B (2019) Socioeconomic characteristics and fruit/vegetable intakes among scholar children in the oasis of Tafilalet, Southeastern Morocco. *Nutr clin diet hosp* **39**, 124-128. <https://doi.org/10.12873/393elbouhali>

Bean MK, Raynor HA, Thornton LM, de Jonge L, Mazzeo SE (2022) Design and rationale for evaluating the impact of salad bars on elementary school students' fruit, vegetable, and energy intake: a wait list control, cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health* **22**, 2304. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14744-y>

Blair A, Ritz B, Wesseling C, Freeman LB (2014) Pesticides and human health. *Occup Environ Med* **72**, 81-2. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102454>

Bouchard MF, Bellinger DC, Wright RO, Weisskopf MG (2010) Attention-deficit/hyperactivity disorder and urinary metabolites of organophosphate pesticides. *Pediatrics* **125**, e1270–e1277. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-3058>

Butler-Dawson J, Galvin K, Thorne PS, Rohlman DS (2016) Organophosphorus pesticide exposure and neurobehavioral performance in Latino children living in an orchard community. *Neurotoxicology* **53**, 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2016.01.009>

Cabrera LY (2017) Pesticides - A Case Domain for Environmental Neuroethics. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* **26**, 602–615. <https://doi.org/10.1017/S0963180117000111>

Capak K, Colić Barić I, Musić Milanović S, Petrović G, Pucarín Cvetković J, Jureša V i sur. (2013) Nacionalne smjernice za prehranu učenika u osnovnim školama, Ministarstvo zdravlja Republike Hrvatske, Zagreb.

CDC (2015) Using the BMI-for-Age Growth Charts. CDC – Centers for Disease Control and Prevention,
<https://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/growthcharts/training/modules/module1/text/module1print.pdf>. Pristupljeno 11. rujna 2023.

Chaudhary A, Sudzina F, Mikkelsen BE (2020) Promoting Healthy Eating among Young People-A Review of the Evidence of the Impact of School-Based Interventions. *Nutrients* **12**, 2894. <https://doi.org/10.3390/nu12092894>

Choi S (2014) Critical review on the carcinogenic potential of pesticides used in Korea. *Asian Pac J Cancer Prev* **15**, 5999-6003. <https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.15.5999>

Council of Environmental Health (2012) Position statement: pesticide exposure in children. *Pediatrics* **130**, e1757-63. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-2757>

Damalas CA, Eleftherohorinos IG (2011) Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *Int J Environ Res Public Health* **8**, 1402-1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>

EFSA (2011a) Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to fruits and/or vegetables (ID 1212, 1213, 1214, 1217, 1218, 1219, 1301, 1425, 1426, 1427, 1428, 1429, 1430) and to the “Mediterranean diet” (ID 1423) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1825/2003. EFSA-European Food Safety Authority. *EFSA Journal* **9**, 2245. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2245>

EFSA (2011b) Towards a harmonised Total Diet Study approach: a guidance document. EFSA-European Food Safety Authority. *EFSA Journal* **9**, 2450. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2450>

EFSA (2021) Carrasco Cabrera L, Medina Pastor P. The 2019 European Union report on pesticide residues in food. EFSA-European Food Safety Authority. *EFSA Journal* **19**, 6491. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6491>

Egaña TI, Valcárcel AS, Macazaga PN, Oria EC, García-Baquero MG (2022) Evaluation of food intake through residual analysis in 90 Basque school canteens. *Gac Sanit* **37**, 102256. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2022.102256>

Elgueta S, Valenzuela M, Fuentes M, Meza P, Manzur JP, Liu S, i sur. (2020) Pesticide Residues and Health Risk Assessment in Tomatoes and Lettuces from Farms of Metropolitan Region Chile. *Molecules* **25**, 355. <https://doi.org/10.3390/molecules25020355>

Erhirhie EO, Ihekwereme CP, Ilodigwe EE (2018) Advances in acute toxicity testing: strengths, weaknesses and regulatory acceptance. *Interdisciplinary Toxicology* **11**, 5–12. <https://doi.org/10.2478/intox-2018-0001>

FAO (2018) Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i9940en/I9940EN.pdf/>. Pristupljeno 10. kolovoza 2023.

Garry VF (2004) Pesticides and children. *Toxicol Appl Pharmacol* **198**, 152–163. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2003.11.027>

Giulioni C, Maurizi V, Castellani D, Scarcella S, Skrami E, Balercia G, i sur. (2022) The environmental and occupational influence of pesticides on male fertility: A systematic review of human studies. *Andrology* **10**, 1250-1271. <https://doi.org/10.1111/andr.13228>

Horton MK, Rundle A, Camann DE, Boyd Barr D, Rauh VA, Whyatt RM (2011) Impact of prenatal exposure to piperonyl butoxide and permethrin on 36-month neurodevelopment. *Pediatrics* **127**, e699–e706. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-0133>

Hu Y, Jiang S, Lu J, Yang Z, Yang X, Yang L (2022) Vitamin D Status for Chinese Children and Adolescents in CNNHS 2016-2017. *Nutrients* **14**, 4928. <https://doi.org/10.3390/nu14224928>

HZJZ (2018) Prehrambene smjernice za 5. – 8. razrede osnovnih škola. HZJZ-Hrvatski zavod za javno zdravstvo. <https://www.hzjz.hr/sluzba-promicanje-zdravlja/prehrambene-smjernice-za-5-do-8-razrede-osnovnih-skola/>. Pristupljeno 05. rujna 2023.

Ilić A, Rumbak I, Brečić R, Barić IC, Bituh M (2022) Increasing Fruit and Vegetable Intake of Primary School Children in a Quasi-Randomized Trial: Evaluation of the Three-Year School-Based Multicomponent Intervention. *Nutrients* **14**, 4197. <https://doi.org/10.3390/nu14194197>

Jallow MFA, Awadh DG, Albaho MS, Devi VY, Ahmad A (2017) Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait. *Int J Environ Res Public Health* **14**, 833. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080833>

Jindarattanaporn N, Rittirong J, Phulkerd S, Thapsuwan S, Thongcharoenchupong N (2023) Are exposure to health information and media health literacy associated with fruit and vegetable consumption? *BMC Public Health* **23**, 1554. <https://org/doi:10.1186/s12889-023-16474-1>

Jomaa L, Hamamji S, Kharroubi S, Diab-El-Harakeh M, Al Zahraa Chokor F, Nasreddine L (2021) Dietary intakes, sources, and determinants of free sugars amongst Lebanese children and adolescents: findings from two national surveys. *Eur J Nutr* **60**, 2655-2669. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02444-5>

Kim KH, Kabir E, Jahan SA (2016) Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ* **575**, 525-535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>

Kipčić D (2010) Pesticidi. U: Šarkanj B, Kipčić D, Vasić Rički Đ, Delaš F, Galić K, Katalenić M, i sur. (ured.) Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu, Osijek, str. 83-88.

Lasheras RJ, Lázaro R, Burillo JC, Bayarri S (2021) Occurrence of Pesticide Residues in Spanish Honey Measured by QuEChERS Method Followed by Liquid and Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Foods* **10**, 2262. <https://doi.org/10.3390/foods10102262>

Lazarus M, Tariba Lovaković B, Oret T, Sekovanić A, Bilandžić N, Đokić M, i sur. (2021) Difference in pesticides, trace metal(loid)s and drug residues between certified organic and conventional honeys from Croatia. *Chemosphere* **266**, 128954. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128954>

Leung AKC, Lam J, Wong AHC, Hon KL, Li X (2023) Iron deficiency anemia: An updated review. *Curr Pediatr Rev* <https://doi.org/10.2174/1573396320666230727102042>

Liu J, Schelar E (2012) Pesticide Exposure and Child Neurodevelopment. *Workplace Health Saf* **60**, 235–243. <https://doi.org/10.3928/21650799-20120426-73>

Martenies SE, Perry MJ (2013) Environmental and Occupational Pesticide Exposure and Human Sperm Parameters: A Systematic Review. *Toxicology* **307**, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2013.02.005>

Mebdoua S, Lazali M, Ounane SM, Tellah S, Nabi F, Ounane G (2017) Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Algeria. *Food Addit Contam Part B Surveill* **10**, 91-98. <https://doi.org/10.1080/19393210.2016.1278047>

Moy GG (2013) Total Diet Studies—What They Are and Why They Are Important. U: Moy GG, Vannoort RW (ured.), Total Diet Studies, Springer Science+Business Media, New York, str. 3-11.

More J (2013) Nutritional Requirements and Healthy Eating. U: More J (ured.) Infant, Child and Adolescent Nutrition, Taylor & Francis Group, New York, str. 2-35.

Mostafalou S, Abdollahi M (2017) Pesticides: an update of human exposure and toxicity. *Arch Toxicol* **91**, 549–599. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1849-x>

Muñoz-Quezada MT, Lucero BA, Iglesias VP, Muñoz MP, Cornejo CA, Achu E, i sur. (2016) Chronic exposure to organophosphate (OP) pesticides and neuropsychological functioning in farm workers: a review. *Int J Occup Environ Health* **22**, 68-79. <https://doi.org/10.1080/10773525.2015.1123848>

Nasreddine L, Rehaime M, Kassaify Z, Rechmany R, Jaber F (2016) Dietary exposure to pesticide residues from foods of plant origin and drinks in Lebanon. *Environ Monit Assess* **188**, 485. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5505-y>

Nasreddine L, Hwalla N, Al Zahraa Chokor F, Naja F, O'Neill L, Jomaa L (2022) Food and nutrient intake of school-aged children in Lebanon and their adherence to dietary guidelines and recommendations. *BMC Public Health* **22**, 922. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13186-w>

Pascale A, Laborde A (2020) Impact of pesticide exposure in childhood. *Rev Environ Health* **35**, 221–227. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0011>

Patiño M, Valencia-Guerrero MF, Barbosa-Ángel ES, Martínez-Cordón MJ, Donado-Godoy P (2020) Evaluation of Chemical and Microbiological Contaminants in Fresh Fruits and Vegetables from Peasant Markets in Cundinamarca, Colombia. *J Food Prot* **83**, 1726-1737. <https://doi.org/10.4315/0362-028X/JFP-19-453>

Roberts JR, Karr CJ (2012) Pesticide Exposure in Children. *Pediatrics* **130**, e1765-1788. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-2758>

Shertukde SP, Cahoon DS, Prado B, Cara KC, Chung M (2022) Calcium Intake and Metabolism in Infants and Young Children: A Systematic Review of Balance Studies for Supporting the Development of Calcium Requirements. *Adv Nutr* **13**, 1529-1553. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac003>

Shim JS, Oh K, Kim HC (2014) Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* **36**, 1-8. <https://doi.org/10.4178/epih/e2014009>

Smiliotopoulos T, Magriplis E, Zampelas A (2020) Validation of a Food Propensity Questionnaire for the Hellenic National Nutrition and Health Survey (HNNHS) and Results on This Population's Adherence to Key Food-Group Nutritional Guidelines. *Nutrients* **12**, 1808. <https://doi.org/10.3390/nu12061808>

Szmodis M, Bosnyák E, Protzner A, Szóts G, Trájer E, Tóth M (2019) Relationship between physical activity, dietary intake and bone parameters in 10-12 years old Hungarian boys and girls. *Cent Eur J Public Health* **27**, 10-16. <https://doi.org/10.21101/cejph.a5140>

Szpyrka E, Kurdziel A, Matyaszek A, Podbielska M, Rupa J, Słowik-Borowiec M (2015) Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the region of south-eastern Poland. *Food Control* **48**, 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.039>

Štalić Z, Alebić IJ (2008) Dijetetičke metode i planiranje prehrane. *Medicus* **17**, 27-36.

Tirani SA, Mirzaei S, Asadi A, Asjodi F, Irvani O, Akhlaghi M, i sur. (2023) Associations of Fruit and Vegetable Intake with Metabolic Health Status in Overweight and Obese Youth. *Ann Nutr Metab* <https://doi.org/10.1159/000533343>

Tudi M, Ruan HD, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, i sur. (2021) Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J Environ Res Public Health* **18**, 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>

USDA (2023) MyPlate. USDA – U.S. Department Of Agriculture, <https://www.myplate.gov/>
Pristupljeno 6. listopada 2023.

Vasco E, Dias MG, Oliveira L (2021) The first harmonised total diet study in Portugal: Planning, sample collection and sample preparation. *Food Chem* **363**, 130258. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130258>

Vellingiri B, Chandrasekhar M, Sri Sabari S, Gopalakrishnan AV, Narayanasamy A, Venkatesan D, i sur. (2022) Neurotoxicity of pesticides - A link to neurodegeneration. *Ecotoxicol Environ Saf* **243**, 113972. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113972>

WHO (2020) The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and guidelines to classification, 2019 edition. WHO-World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>. Pristupljeno 15. kolovoza 2023.

WHO (2023) Nutrition. WHO-World Health Organization. https://www.who.int/health-topics/nutrition#tab=tab_1 Pristupljeno 25. kolovoza 2023.

Wong WW, Yau AT, Chung SW, Lam CH, Ma S, Ho YY, i sur. (2014) Dietary exposure of Hong Kong adults to pesticide residues: results of the first Hong Kong Total Diet Study. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* **31**, 852-71. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.900573>

PRILOZI

Prilog 1. Popis pesticida utvrđenih u namirnicama uzorkovanim u okviru PyrOPECh TDS-a s pripadajućim vrijednostima njihovog dozvoljenog dnevnog unosa (ADI) i akutne referentne doze (ARfD) preuzetih iz izvještaja o razinama ostataka pesticida u hrani za 2019. godinu (EFSA, 2021)

Pesticid	Skupina	ADI	ArfD	Izvor
		mg/kg TM/dan	mg/kg TM	
Acetamiprid	Insekticid (neonikotinoidni)	0,025	0,025	EFSA, 2013
Azoksistrobin	Fungicid (strobilurini)	0,200	n.n.	EC, 2011
Bifenil	Fungicid (aromatski ugljikovodik)	0,038	n.n.	WHO, 1999; EFSA, 2010
Bifentrin	Insekticid (piretroidni)	0,015	0,03	EFSA, 2011
Boskalid	Fungicid (karboksamidni)	0,040	n.n.	EC, 2008
Cihalotrin lambda	Insekticid (piretroidni)	0,0025	0,005	EFSA, 2015
Cipermetrin	Insekticid (piretroidni)	0,05	0,2	EC, 2005
Ciprodinil	Fungicid (anilino-pirimidni)	0,030	n.n.	EC, 2006
Deltametrin	Insekticid (piretroidni ester)	0,01	0,01	EC, 2003
Difenilamin	Insekticid (aromatski amin)	0,075	n.n.	EFSA, 2008
Difenokonazol	Fungicid	0,01	0,16	EC, 2008
Fenazakvin	Insekticid (kinazolinski)	0,005	0,100	EFSA, 2013
Fenbukonazol	Fungicid	0,006	0,3	EC, 2006
<i>o</i> -Fenilfenol	Fungicid	0,4	n.n.	EFSA, 2008
Flonikamid	Insekticid (piridinski)	0,025	0,025	EC, 2010
Fludioksonil	Fungicid (fenil-pirolni)	0,370	n.n.	EC, 2007
Fluopiram	Fungicid	0,012	0,500	EFSA, 2013
Flutriafol	Fungicid	0,01	0,05	EC, 2011
Fosmet	Insekticid (organofosfatni)	0,01	0,045	EC, 2007
Heksitiazoks	Akaracid	0,03	n.n.	EC, 2011
Imazalil	Fungicid	0,025	0,05	EC, 2011
Izokarbofos	Insekticid (organotiofosfatni)	/	/	/
Karbendazim	Fungicid (benzimidazolski)	0,02	0,02	EC, 2010
Klorpirifos	Insekticid (organofosfatni)	0,001	0,005	EFSA, 2015
Klorprofam	Herbicid	0,050	0,50	EC, 2004
Kumafos	Insekticid (fosforotioat)	/	/	/
Malation	Insekticid (organofosfatni)	0,03	0,3	EC, 2010
Metamitron	Herbicid	/	/	/
Metoksifenozid	Insekticid	0,1	0,1	EFSA, 2018
Nuamirol	Fungicid	/	/	/
Oksamil	Pesticid (karbamatni)*	0,001	0,001	EC, 2006
Piraklostrobin	Fungicid (regulator rasta)	0,03	0,03	EC, 2004
Piridaben	Insekticid	0,01	0,05	EC, 2010
Piridalil	Insekticid	/	/	/
Primetanil	Fungicid	0,17	n.n.	EFSA, 2006
Pirimikarb	Insekticid (karbamatni)*	0,035	0,1	EC, 2006

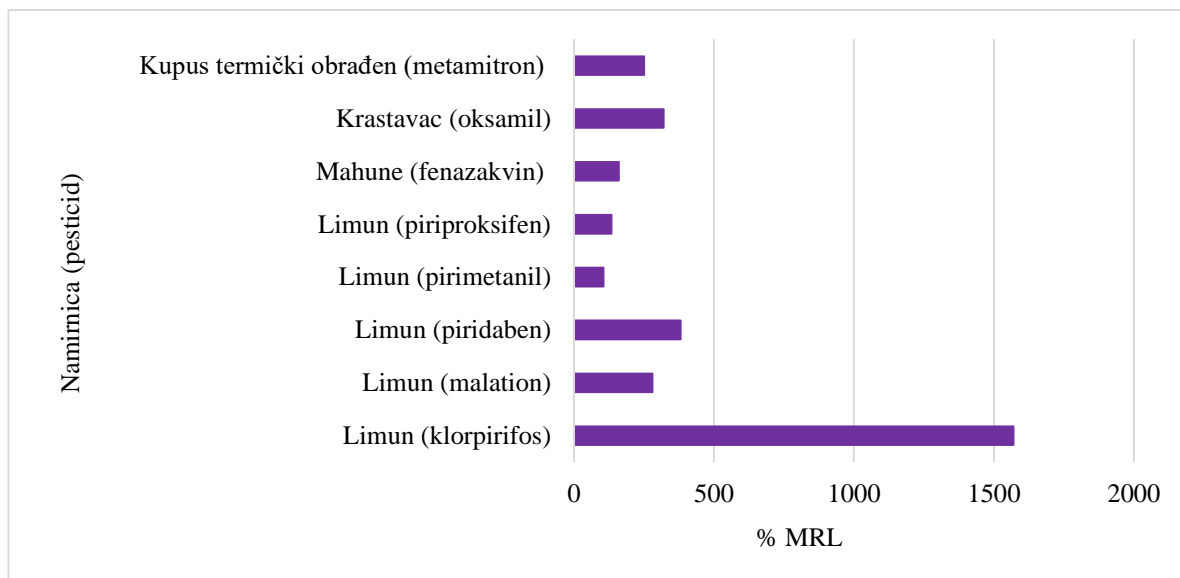
Prilog 1. Popis pesticida utvrđenih u namirnicama uzorkovanim u okviru PyrOPECh TDS-a s pripadajućim vrijednostima njihovog dozvoljenog dnevnog unosa (ADI) i akutne referentne doze (ARfD) preuzetih iz izvještaja o razinima ostataka pesticida u hrani za 2019. godinu (EFSA, 2021) - *nastavak*

Pesticid	Skupina	ADI mg/kg TM/dan	ArfD mg/kg TM	Izvor
Piriproksifen	Insekticid	0,1	n.n.	EC, 2008
Prosulfokarb	Herbicid	0,005	0,1	EC, 2007
Spirodiklofen	Insekticid	0,015	n.n.	EFSA, 2009
Tebukonazol	Fungicid	0,030	0,030	EFSA, 2013
Tiaklopid	Insekticid (neonikotinoid)	0,01	0,03	EC, 2004

EC: Europska komisija; EFSA: Europska agencija za sigurnost hrane; WHO: Svjetska zdravstvena organizacija.
n.n. (engl. *not necessary*): ARfD nije potreban. TM: tjelesna masa

*neurotoksikant i inhibitor acetilkolin-esteraze

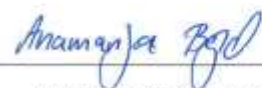
Prilog 2. Udio pojedine rezidue pesticida u zakonom dopuštenoj najvećoj razini rezidue pesticida u hrani (MRL) za namirnice analizirane u okviru PyroPECh-TDS



MRL (engl. *Maximum Residue Limits*) – najveća količina ostatka pesticida (izražena u mgkg^{-1} uzorka u svježem stanju) koja je zakonski dopuštena u ili na hrani te hrani za životinje. Vrijednosti MRL za pojedine rezidue pesticida nalaze se u EU bazi pesticida dostupnoj na https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja ANAMARIJA BEJIĆ izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

A handwritten signature in blue ink, reading "Anamarija Bejić", written over a horizontal line.

Vlastoručni potpis