

Rizici konzumacije brašna od cvrčaka

Frane Rakić¹, Tomislav Mikuš^{2*}, Lidija Kozačinski², Željka Cvrtila²

Sažetak

Posljednjih godina došlo je do povećanja intenzivnog uzgoja insekata u EU, a posljedično i do njihove uporabe kao ljudske, odnosno stočne hrane. Postoji niz opasnosti u vezi s mogućim rizicima u proizvodnji, preradi i konzumaciji ovog alternativnog izvora proteina. Cilj ovoga rada bio je opisati moguće rizike konzumiranja takvih proizvoda

Ključne riječi: brašno od cvrčaka, kemijski rizici, biološki rizici, alternativna hrana

Uvod

Kukci čine značajan udio prehrane mnogih zajednica. Konzumiraju se u Africi, Južnoj Americi, Aziji i Oceaniji (Članjak-Kudra i sur., 2022.). Na teritoriju Europske unije (EU) tek izmjenom i dopunom Uredbe o novoj hrani (2015/2283) dobili smo jedini pravni dokument koji izravno spominje kukce i proizvode od kukaca kao hranu. Pa ipak, Uredba samo postavlja temelj načina prijave određene vrste kukaca na popis za dopuštene namirnice. Brojna su pitanja o mogućim opasnostima prilikom proizvodnje, prerade i konzumacije ovog alternativnog izvora bjelančevina. Uporaba kukaca i proizvoda na bazi kukaca kao izvora hrane i hrane za životinje potencijalno ima značajne prednosti za okoliš, gospodarstvo i dostupnost hrane. Vrste kukaca s najvećim potencijalom za korištenjem kao hrane i/ili hrane za životinje su kućne muhe, brašnari, cvrčci i svilene bube. Niz organizacija, uključujući Organizaciju za prehranu i poljoprivredu (*Food and Agricultural Organization*; FAO), proučavale su mogućnost korištenja kukaca i proizvoda od kukaca kao izvora hrane i hrane za životinje, a Belgija, Francuska i Nizozemska su izradi-

le procjenu rizika za kukce u kontekstu hrane i hrane za životinje.

Sve navedeno potaknulo nas je da istražimo dostupnost brašna od cvrčaka prosječnom potrošaču na teritoriju Republike Hrvatske i kvalitetu navedenih proizvoda te opišemo potencijalne rizike konzumacije takvih proizvoda.

Kukci kao hrana

Biološka raznolikost kukaca je velika, s procjenama u rasponu od 2,6 do 7,8 milijuna vrsta (Stork i sur., 2015.), što podrazumijeva postojanje značajne razlike metaboličkih mehanizama i mikrobioma među različitim vrstama. Trenutno se u svijetu jede više od 2111 vrsta člankonožaca (Jongema, 2017.). Najviše se konzumiraju člankonošci sljedećih osam skupina: Coleoptera (kornjaši, često ličinke) (31 %), Lepidoptera (gusjenice) (17 %), Hymenoptera (ose, pčele i mravi), Orthoptera (cvrčci, skakavci i skakavci) (14 %), Hemiptera (polukrilci) (11 %), Isoptera (termiti) (3 %), Odonata (vretenci), Diptera (muhe) i drugi (9 %) (van Huis, 2018.). Međutim,

¹ Frane Rakić

² Dr. sc. Tomislav Mikuš, postdoktorand, dr. sc. Lidija Kozačinski, redoviti profesor u trajnom zvanju; dr. sc. Željka Cvrtila, redoviti profesor, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane

*Autor za korespondenciju: tmikus@vef.unizg.hr

samo ograničeni broj vrsta kukaca uzgaja se u većoj mjeri kao hrana za ljude ili hrana za životinje. Prema nekim procjenama, Europa postaje najbrže rastuće tržište jestivih kukaca, te se predviđaju prihodi od 1,07 milijardi američkih dolara do 2022., godine (Anon., 2018.). Isti izvori ističu da je za očekivati da će rod *Orthoptera* napredovati još i brže zbog velike potražnje za proizvodima od cvrčaka (npr. proteinski prah, krekeri ili kolačići).

S nutricionističkog gledišta kukci su izuzetno zanimljivi jer predstavljaju izvor vitamina, minerala i proteina životinjskog podrijetla (Wang i sur., 2004.). Oni također zahtijevaju znatno manje hrane za dobivanje na masi, te imaju veći relativni prirast i nižu emisiju stakleničkih plinova u usporedbi sa uobičajenim farmским životinjama kao što su svinje i/ili goveda (Oonincx i sur., 2010.; Oonincx i de Boer, 2012.). *Acheta domestica* treba svega 1,7 kg suhe hrane za prirast od 1 kg, u usporedbi s 2 kg za perad, 3.8 kg za svinje ili 7 kg za goveda (Paoletti, 2005.).

S obzirom na njihovu iskoristivost, jestivi kukci mogli bi odigrati važnu ulogu kako bi se zadovoljila sve veća potražnja za hranom, ali i poslužiti kao važan izvor bjelančevina za životinje (Anon., 2009.). Neke zemlje u kojima je konzumacija kukaca svakodnevica već imaju uhodane uzgojne i proizvodne procese. Tako je Tajland prvi opisao dobru poljoprivrednu praksu (*Good Agricultural Practice*, GAP) za uzgoj cvrčaka (ACFS, 2017.). Prema europskim propisima i smjernicama, kukci se smatraju stočnim životinjama, stoga dobra uzgojna praksa (*Good Farm Practice*, GFP) koja se provodi kod drugih životinja vrijedi i za njih.

Zakonodavni okvir stavljanja kukaca na tržište

Uredbom o novoj hrani (EU) 2283/2015, koja je stupila na snagu u siječnju 2018., kukci i proizvodi koji potječu od kukaca smatraju se novom hranom i podliježu postupku odobrenja. Dakle, cjeloviti jestivi kukci i od njih dobiveni sastojci mogu se zakonito staviti na tržište EU-a, ali zahtijevaju ovlaštenje za preprodaju. Odobrenje za tržište daje se nakon podnošenja zahtjeva Europskoj komisiji, te provedbom procjene sigurnosti nove hrane od strane Europske agencije za sigurnost hrane (*European Food Safety Authority*, EFSA) uz suglasnost države članice EU. Prema glasovanju država članica EU žuti crv brašnar odobren je za ljudsku upotrebu. Preduvjet nedavnog pozitivnog glasanja bilo je znanstveno mišljenje EFSA-e objavljeno 13. siječnja 2021., u kojem je zaključeno da je osušeni žuti brašnasti

crv siguran za prehranu ljudi. Nadalje, prehrambeni proizvodi kukaca procjenjuju se, a zatim potencijalno odobravaju na temelju pojedinačnih zahtjeva koje podnosi proizvođač.

Sam pravni status, odnosno pitanje je li prehrambeni proizvod od kukaca "zakonito pušten u promet" ovisi o tome je li klasificiran kao "nova hrana" prema bivšoj uredbi o novoj hrani (Uredba (EZ) 258/97) od strane odgovarajućeg nacionalnog tijela ili ne. Uredba (EZ) 258/97 (NFR 1997) koja je bila na snazi do 31. prosinca 2017. kada je zamijenjena novom uredbom o hrani (Uredba (EU) 2015/2283) namirnicu klasificira kao „novu“ ako nije konzumirana u značajnoj mjeri unutar zajednice prije 15. svibnja 1997. i ako spada u jednu od kategorija navedenih u članku 1. spomenute Uredbe. Međutim, države članice nisu jednako protumačile spadaju li cjeloviti kukci i njihovi izvedeni proizvodi (npr. prah) u navedenu kategoriju „nova hrana“. Kao posljedica, neke države članice su cjelovite kukce i njihove derivate smatrale "novom hranom", dok drugi nisu (Slika 1.).

Rizici konzumacije kućnog cvrčka (*Acheta domestica*)

Opći zdravstveni rizici povezani s konzumacijom kukaca već su istraženi te su izdani znanstveni radovi i procjene rizika konzumacije kukaca (Anon., 2013.; EFSA, 2015.; Finke i sur., 2015.). Zbog velike raznolikosti, pojavila se potreba da se pobliže istraže pojedine vrste kukaca relevantne za Europsko tržište. Tako je razvijen i profil specifičnog rizika za konzumaciju kućnog cvrčka (*Acheta domestica*) uzgajanog u kontroliranim uvjetima (Fernandez-Cassi i sur., 2019.). Profil rizika prema HACCP-u i dobroj proizvodnoj praksi predviđa zatvoreni sustav uzgoja cvrčaka. Ipak, i dalje je prisutan nedostatan broj podataka o rizicima za zdravlje životinja i sigurnosti hrane. Čak i ako se implementiraju sustavi HACCP-a, profil rizika i dalje pretpostavlja potencijalnu opasnost zbog: (1) visokog ukupnog broja aerobnih bakterija; (2) preživljavanja bakterija koje tvore spore nakon termičke obrade; (3) alergija na kukce i njihove proizvoda; i (4) bioakumulacije teških metala (npr. kadmij). Ostale opasnosti poput parazita, gljivica, virusa, priona, antimikrobne rezistencije i toksina svrstane su u kategoriju niskog rizika.

Biološke opasnosti

Bakterije

Trenutno u europskom zakonodavstvu nisu definirani posebni mikrobiološki kriteriji za cjelovi-



- Zemlje EU-a u kojima su se nacionalne vlasti složile odobriti novu prijelaznu mjeru za hranu o cjelovitim kukcima i / ili njihovim derivatima.
- Zemlje EU-a u kojima su nacionalne vlasti doista primijenile novu prijelaznu mjeru za hranu, ali su nametnule određene mjere (npr. prijelazna mjera odnosi se samo na cjelovite kukce, a ne i na prah dobiven od njega, provedba prijelazne mjere ograničena je na određene upravne regije)
- Zemlje EU-a u kojima su nacionalne vlasti zauzele stav da negiraju provedbu prijelaznog razdoblja mjere i čiji bi se položaj mogao promijeniti nakon pravne odluke EU.
- Države članice EU-a čiji je stav nepoznat.
- Zemlje izvan EU iz kojih se kukci kao hrana ne smiju stavljati na tržište EU.
- Prehrambeni proizvodi od kukaca iz ovih država članica koje nisu članice EU-a mogu se staviti na tržište onih država članice EU-a koje primjenjuju prijelaznu mjeru prema nacionalnom zakonodavstvu. Jednom kad je odobrenje za novu hranu izdano za određeni proizvod, može se izvesti u EU.

Slika 1. Različitosti u pristupu implementacije zakonodavstva o kukcima za hranu u Europi (Preuzeto iz: <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2021/01/FAQs-Insects-as-Novel-Foods-in-the-European-Union-13-01-final.pdf?fbclid=IwAR-3KB8yKe--WwpCzExU-VcJ8HAaw6g8Wbfm3IMz7En3pQ4ptHFTHmZX7Gg8>)
Rizici konzumacije kućnog cvrčka (*Acheta domestica*)

te kukce ili proizvode na njihovoj bazi namijenjeni ma za prehrani ljudi.

Neki autori (Caparros Megido i sur., 2017.) predložili su korištenje ukupnog aerobnog broja bakterija kao kod mljevenog mesa (5×10^5 CFU/g) za mjeru sigurnosti i higijenske ispravnosti tih proizvoda (prema Uredbi Europske komisije (EZ) br. 2073/2005). Međutim, mikrobiološke kriterije određene za mljeveno meso teško je prenijeti na neobrađene proizvode od cvrčaka zbog činjenica da se jedu cijele životinje, uključujući i njihov probavni sustav (Cazemier i sur., 1997).

Da bi smanjili visok broj mikroorganizama u proizvodima, neki uzgajivači primjenjuju post kuka u trajanju od 24 do 48 sati prije daljnje prerade. Međutim, učinkovitost ovog postupka za smanjenje broja mikroorganizama nije pouzdana. Vrijednosti za broj aerobnih bakterija kreću se od 10^4 CFU/g do 10^8 CFU/g. Tako veliki raspon moguće je objasniti različitim tehnološkim procesima obrade. Unatoč velikom ukupnom broju mikroorganizama, bakterije koje se prenose hranom poput *Listeria monocytogenes* nikada nisu bile izolirane u uzorcima cvrčaka. Druge

važne vrste, kao što je *Salmonella* spp. ili *Escherichia coli*, bile su pak rijetko pronađene (Caparros Megido i sur., 2017.; Vandeweyer i sur., 2017.). Iako kukci nisu prirodni rezervoari značajnih bakterija koje se prenose hranom, cvrčci bi mogli biti kontaminirani tijekom postupaka obrade i prerade u proizvode (tijekom uzgoja, pakiranja, kuhanja ili posluživanja).

Ostale bakterijske vrste zanimljive sa stajališta sigurnosti hrane poput *Yersinia* spp., *Citrobacter* spp., *Fusobacterium* spp. i *Bacteroides* spp. bile su dokumentirane u nekim ranijim istraživanjima na cvrčcima (Ulrich i sur., 1981.). Nadalje, cvrčci su pogodni naknadnu kontaminaciju bakterijama radi odgovarajućeg pH i visokog udjela vode (Vandeweyer i sur., 2017., 2018.). Stoga se preporuča blaga toplinska obrada, kao što je prokuhavanje (tijekom 1 minute), kojom je moguće smanjiti broj mikroorganizama, no taj postupak ne utječe na produljenje održivosti proizvoda, posebice ako se skladište na sobnoj temperaturi. Uvjeti okoliša sobne temperature pogoduju ponovnom rastu bakterija koristeći spomenuti visoki udio vode i povoljan pH a intenzivnija obrada prokuhavanjem

(4 minute) u kombinaciji s brzim hlađenjem osigurava ukupni broj bakterija unutar norme za mljeveno meso (Klunder i sur., 2012.). Unatoč svemu navedenome, kao optimalan postupak pokazalo se kuhanje u vremenu od 10 minuta kako bi se osigurao zadovoljavajući ukupni broj mikroorganizama (Grabowski i Klein; 2017.). Intenzivno termički obrađeni proizvodi (prženi, sušeni i ekstrudirani) bili su u skladu s odredbama za ukupni broj bakterija i *Enterobacteriaceae* u mljevenom mesu koje su predložila nadležna tijela. Međutim, praškasti i osušeni proizvodi od kukaca zahtijevaju dodatnu termičku obradu prije potrošnje. Do sada korištene kombinacije izlaganja visokoj temperaturi u jedinici vremena čine se nedovoljnim za uništavanje spora bakterija. Naime, kod cvrčaka je čest nalaz sporuliranih bakterija u rasponu od 10^2 – 10^5 CFU/g (Vandeweyer i sur., 2017.). Slično tome, druge sporulirane bakterije, poput *Bacillus cereus*, otkrivene su u skakavcima u 88 % testiranih uzoraka (15 od 17), u vrijednostima nižim od 10^2 CFU/g. *Clostridium perfringens* i druge klostridije rijetko su otkrivene ili ako jesu, bile su pronađene u niskim koncentracijama (10^2 CFU/g; Osimani i sur., 2017.). Uništavanje prirodnih mikrobiota, na primjer kratkim prokuhavanjem, bi moglo potaknuti rast sporulirajućih bakterija u hrani, što nadalje otvara nove rizike jer je poznato kako neke od spomenutih vrsta poput *Clostridium* spp. i *Bacillus* spp. mogu proizvesti termički stabilne toksine.

Prilikom skladištenja proizvoda cvrčaka kroz 6 mjeseci, Vandeweyer i sur. (2018.) primijetili su da udio mikroorganizama ostaje stabilan u različitim prerađenim proizvodima podrijetlom od vrste *Grylloides sigillatus*. Nadalje, važno je istaknuti kako kukci mogu djelovati i kao vektori gena za antimikrobnu rezistenciju (AMR).

Gljivice, mikotoksini, kvasci i plijesni

Kukci su osjetljivi na skoro sve vrste gljivica čija je prisutnost uvjetovana sa nekoliko čimbenika (Boomsma i sur., 2014.). Brojni uzgajivači su utvrdili vidljive gljivice u objektima za uzgoj kukaca (Anon., 2013.) što je također potvrđeno u istraživanjima provedenim u uzgojnim pokusima na Švedskom sveučilištu za poljoprivredne znanosti. Caparros Megido i sur. (2017) utvrdili su da je broj kvasca i plijesni kod cvrčaka iznad granica propisane dobrom proizvođačkom praksom za sirovo meso. Međutim, uz adekvatnu toplinsku obradu kao što je prokuhavanje, broj kvasca i plijesni smanjuje se na prihvatljivu razinu. Iz cvrčaka roda *G. sigillatus*

izolirane su gljivice iz rodova *Aspergillus*, *Candida*, *Kodamaea*, *Lichtheimia*, *Tetrapapispora*, *Trichoderma* i *Trichosporon* (Vandeweyer i sur., 2018). Analizom brašna cvrčaka izolirano je nekoliko gljivica iz rodova *Aspergillus*, *Tetrapapispora*, *Eurotium* i *Wallemia*, te kvasci roda *Debaryomyces*. Većina izdvojenih rodova gljivica obično se nalaze u okolišu, odnosno u tlu i vodi, ali neke mogu sporadično izazvati invazivne ili površinske infekcije (Hubka i sur., 2012.). Neke gljivice, poput *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. i *Fusarium* spp., mogu stvarati mikotoksine koji imaju ozbiljne posljedice na zdravlje. Vandeweyer i sur. (2018.) izolirali su gljivice koje tvore mikotoksine (*Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp.) iz krme, supstrata i / ili unutar cvrčaka vrste *G. sigillatus*. Važno je napomenuti kako je mikotoksine, ako se pojave, teško ukloniti jer su neki od njih termički stabilni. Gljivice iz roda *Eurotium*, o kojima su izvijestili Grabowski i Klein (2017.) proizvode toksine za koje se smatra da su štetni za životinje. Potencijalna toksičnost mikotoksina za same kukce je još uvijek nepoznata. Iznenadujuće je da su neke vrste uši u stanju transformirati i detoksificirati mikotoksine koje proizvodi *Fusarium* (de Zutter i sur., 2016.). Potrebno je više istraživanja kako bi se procijenila prisutnost mikotoksina i stvaranja gljivica kod jestivih kukaca, uključujući *A. domesticus*.

Paraziti

Uzimajući u obzir dosadašnja saznanja, kod cvrčaka u uzgoju nisu pronađeni paraziti koji predstavljaju opasnost za ljude. U posljednje vrijeme znanstvenici pretpostavljaju da bi parazit guštera *Abbreviata antarctica* mogao postati izvor zaraze za ljude koristeći cvrčka kao međudomaćina (King i Jones, 2016.). Kukci mogu prenijeti ciste parazita s fekalija na hranu, pa mogu djelovati kao vektori. Međutim, svi razvojni stadiji parazita mogu se uništiti odgovarajućom toplinskom obradom. Iako su parazitarne bolesti kukaca relativno neistraženo područje, čini se razumnim klasificirati parazite kao rizik niske opasnosti.

Virusi

Kukci su podložni zaraznim bolestima uzrokovanim većim brojem virusa. Shi i sur. (2016.) istražili su više od 220 beskralješnjaka, uključujući i cvrčke. U svojim istraživanjima otkrili su 1.445 različitih RNA virusa, a neki od njih bili su dovoljno različiti da bi se mogli klasificirati kao nove porodice. Neke skupine virusa od kojih obolijevaju kukci dobro su poznati kao uzročnici bolesti ljudi i životinja (*Poxvi-*

ridae, *Parvoviridae*, *Picornaviridae*, *Orthomyxoviridae* i *Reoviridae*; EFSA, 2015). Virusne infekcije glavna su briga uzgajivača kukaca, jer mogu izazvati visoke stope smrtnosti i samim time značajne ekonomske gubitke. Virus paralizira cvrčaka (CrPV) iz porodice *Dicistroviridae* i *denzavirus* cvrčka (AdDV) iz obitelji *Parvoviridae* smatraju se dvama najvažnijim patogenim virusima cvrčka (Maciel-Vergara i Ros, 2017.). Ove porodice virusa izazivaju zarazne bolesti kod ljudi, stoga postoji zabrinutost zbog njihove patogenosti za ljude ako virusi prijeđu vrsnu barijeru. Nijedan virus koji se prenosi hranom, poput norovirusa i virusa hepatitisa A i E, nije zabilježen kod kukaca. Nedostatak higijenskih mjera tijekom uzgoja kukaca (tlo, voda ili hrana zagađena fekalijama) mogli bi predstavljati ulaznu točku čestica ljudskog ili životinjskog virusa u prehrambeni lanac. Zasad nisu provedena istraživanja koja bi dala podatke u preživljavanju virusa u probavnom sustavu cvrčaka kao ni podataka o ulozi cvrčka kao mehaničkog vektora za virusne bolesti.

Prioni

Prioni su tijekom posljednjih desetljeća postali jedna od glavnih briga kad je u pitanju zdravlje životinja i sigurnost hrane. Geni za odgovorni za kodiranje priona nisu otkriveni u kukaca, što logikom stvari i cvrčke čini slobodnima od prionskih bolesti (Thackray i sur., 2012.).

Prioni su vrlo stabilni u okolišu, te dugo ostaju infektivni u vodi i tlu (Smith i sur., 2011.). Ova visoka stabilnost priona predstavlja potencijalnu opasnost za ljude i životinje ukoliko se nađu u probavnom sustavu kukca. Prema tome važno je kontrolirati kvalitetu hrane koja se koristi za uzgoj cvrčaka, kao i poštivanje odredbe utvrđene Uredbom Komisije (EU) 1148/2014 o izmjeni Uredbe (EU) 999/2001, kako bi se izbjegao ulaz priona u prehrambeni lanac. Putem Uredbe (EU) 893/2017 došlo je do popuštanja zabrana o uporabi životinjskih bjelančevina obrađenih kukaca (PAP) za uzgoj akvatičnih organizama. Uzimajući u obzir dostupne podatke, možemo zaključiti da prioni ne predstavljaju veliku prijetnju za zdravlje ljudi i životinja.

Kemijske opasnosti

Proizvodi dobiveni od cvrčaka, kao i drugi prehrambeni proizvodi, mogu sadržavati kadmij, arsen, olovo i kositar. Koncentracija teških metala u cvrčcima ovisi o njihovom prisustvu u stočnoj hrani ili tlu. Teški metali mogu biti bioakumulirani ili

biokonjugirani. Prema istraživanju Bednarska i sur. (2015.), cvrčci učinkovitije reguliraju svoju prehrambenu izloženost cinku nego kadmiju, što sugerira da cvrčci imaju tendenciju nakupljanja kadmija. Kukci su, međutim, predloženi kao čimbenici praćenja razine onečišćenja u okolišu (Ortiz i sur., 2015.). Prema dostupnim podacima čini se da u kontroliranom procesu uzgoja postoji mali rizik za bioakumulaciju žive. Poma i sur. (2017.) istražili su koncentracije teških metala u jestivim kukcima ili proizvodima koji potječu od njih, uključujući proizvode cvrčaka. Koncentracije svih ispitivanih teških metala (kadmij, arsen, krom, olovo i kositar) bile su unutar prihvatljivih razina za prehranu ljudi.

Kukci mogu sadržavati i prirodno toksične spojeve. Toksični spojevi se mogu sintetizirati kao obrambeni mehanizmi ili akumulirati tijekom procesa uzgoja. U cvrčcima nisu opisani nikakvi toksini opasni za ljude (EFSA, 2015.). Koc i sur. (2014.) napravili su studiju iz koje su zaključili da ekstrakti cvrčaka nemaju genotoksične učinke. Prema dosadašnjim podacima nije zabilježen nijedan slučaj intoksikacije prilikom konzumacije proizvoda cvrčaka. Istraživanja provedena na štakorima, koji su hranjeni brašnom cvrčka (5000 mg/kg) u periodu od 13 tjedana, nisu pokazala znakove trovanja niti bilo kakve druge uočljive posljedice na pokusnim životinjama (Ryu i sur., 2016.). Prisutnost dioksina i dioksinu sličnih spojeva u kukaca trenutno su nedovoljno istraženo područje. Studije sugeriraju da je rod *Orthoptera* manje učinkovit u bioakumulaciji polikloriranih bifenila u usporedbi s *Coleoptera* (Blankenship i sur., 2005.). Koncentracija otkrivena u proizvodima cvrčaka nalazila se unutar dopuštenih granica prema zakonodavstvu EU. Mogućnost da drugi kemijski spojevi kao što su heterociklički aromatski amini, policiklički aromatski ugljikovodici, kloropropanoli, furani ili akrilamidi mogu nastati prilikom kemijskih reakcija između kukaca i drugih sastojaka prilikom prerade proizvoda ne treba odbaciti. Ovi rizici zahtijevaju daljnja proučavanja (van der Spiegel i sur., 2013.).

Alergije

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji i Međunarodnoj uniji imunoloških društava (www.allergen.org, do 19. siječnja 2018.) nije zabilježen niti jedan alergen kod roda *Orthoptera* (cvrčci). Specifične alergije na hranu izazvane konzumacijom cvrčaka nisu bile prijavljene u Europi. Isto tako, u zemljopisnim područjima gdje je konzumacija cvrčaka i njio-

vih proizvoda učestala rijetko se prijavljuju alergijske reakcije povezane s *A. domesticus*. Pa ipak, s porastom potrošnje hrane na bazi kukaca predviđa se i mogući porast alergijskih reakcija na člankonošce (tj. škampi, rakovi) jer cvrčci dijele visoko homogene proteine s člankonošcima. U senzibiliziranih osoba konzumacija cvrčaka mogla bi stoga izazvati alergijske reakcije kao da su bile izložene životinjskim alergenima. Poznata je i unakrsna reaktivnost s drugim člankonošcima i školjkašima, s procijenjenom učestalosti u populaciji i do 10 % (Moonesinghe i sur., 2016.). Jasnim navođenjem cvrčaka u sastavu pojedinih proizvoda na deklaraciji bila bi osigurana sigurnost potrošača alergičnih na rakove ili mekušce. Također, prisutnost gljivica iz roda *Aspergillus* i *Penicillium* u kukaca može pokrenuti sekundarne alergijske reakcije (Schlüter i sur., 2017.). Na prisutnost alergena u kukcima i hrani na bazi kukaca moguće je utjecati i primijenjenim postupcima prerade hrane.

Umjesto zaključka

Prema predviđanjima FAO-a, ukupnu svjetsku proizvodnju hrane do 2050. bit će potrebno povećati za 70 % kako bi se ispunio očekivani porast njezine potražnje s obzirom na rast populacije. Takav

značajan rast u relativno kratkom vremenskom periodu postavlja mnoge izazove pred proizvođače hrane, ali i otvara neke nove mogućnosti u vidu alternativnih izvora hrane. Kukci su već dugi niz godina izvor bjelančevina širom svijeta, no zbog gore navedenog, postaju sve zanimljiviji i u EU, iako njihova konzumacija do sada u Europi u pravilu nije bila uobičajena. Stoga, europski zakonodavni okvir uvodi kukce kao „novu hranu“ koja treba zadovoljiti vrlo stroge kriterije prije stavljanja na tržište. Zbog sve veće popularnosti, europska znanstvena zajednica sve intenzivnije je u posljednje vrijeme počela pratiti i proučavati potencijalne rizike koje sa sobom nose kukci kao hrana, a posebno mjesto u tim istraživanjima zauzimaju cvrčci, kao „ogledni primjer“ kukca koji se uzgajaju i konzumiraju. Važno je također naglasiti kako pitanje stavljanja u promet i konzumacije kukaca i proizvoda od kukaca u republici Hrvatskoj i dalje nije u potpunosti zakonski regulirano.

* Rad je izvadak iz diplomskog rada Rakić, Frane (2021): Kvaliteta brašna od cvrčaka. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 32. Mentor: prof. dr. sc. Željka Cvrtila, dr. sc. Tomislav Mikuš

Literatura

- [1] ACFS (Thailand's National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards) (2017): Good Agricultural Farming Practices, guidance on the application of Thai agricultural standard TAS 8202(g)-2017. Available online: http://www.acfs.go.th/standard/download/GUIDANCE_GAP_CRICKET_FARM.pdf
- [2] Anonimno (2009): FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) - High Level Expert Forum, 2009. How to feed the world 2050 - global agriculture towards 2050. High Level Expert Forum - How to feed the world 2050, pp. 1-4.
- [3] Anonimno (2013): FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2013): Edible insects. Future prospects for food and feed security. V 171.
- [4] Anonimno (2018): Global Market Study on Edible Insects for Animal Feed: Increasing Commercialization Witnessed of Insect-based Protein for Aquafeed. Persistence market research. Dostupno na: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/edible-insects-for-animal-feed-market/toc>
- [5] Bednarska, A. J., M. Opyd, E. Zurawicz, R. Laskowski (2015): Regulation of body metal concentrations: Toxicokinetics of cadmium and zinc in crickets. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 119, 9-14.
- [6] Blankenship, A. L., M. J. Zwiernik, K. K. Coady, D. P. Kay, J. L. Newsted, K. Strause, C. Park, P. W. Bradley, A. M. Neigh, S. D. Millsap, P. D. Jones, J. P. Giesy (2005): Differential accumulation of polychlorinated biphenyl congeners in the terrestrial food web of the Kalamazoo River Superfund site, Michigan. *Environmental Science and Technology*, 39, 5954-5963.
- [7] Boomsma, J. J., A. B. Jensen, N. V. Meyling, J. Eilenberg (2014): Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi. *Annual Review of Entomology*, 59, 467-485.
- [8] Caparros Megido, R., S. Desmedt, C. Blecker, F. Béra, E. Haubruge, T. Alabi, F. Francis (2017): Microbiological load of edible insects found in Belgium. *Insects*, 8, 12.
- [9] Cazemier, A. E., J. H. P. Hackstein, H. J. M. O. Den Camp, J. Rosenberg, C. Van Der Drift (1997): Bacteria in the intestinal tract of different species of arthropods. *Microbial Ecology*, 33, 189-197.

- [10] Članjak-Kudra, E., N. Fazlović, D. Alagić, K. Čaklović (2022): Potencijal kukaca kao izvora animalnih proteina. *Meso*, 24, 271-280.
- [11] de Zutter, N., K. Audenaert, N. Arroyo-Manzanares, M. De Boevre, C. van Poucke, S. De Saeger, G. Haesaert, G. Smagghe (2016): Aphids transform and detoxify the mycotoxin deoxynivalenol via a type II biotransformation mechanism yet unknown in animals. *Scientific Reports*, 6, 38640.
- [12] EFSA Panel on Biological Hazards (2012): Scientific opinion on the development of a risk ranking framework on biological hazards. *EFSA Journal*, 10, 2724, 88.
- [13] <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2724>
- [14] EFSA Scientific Committee (2015): Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13, 4257, 60. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- [15] Fernandez-Cassi, X., A. Supeanu, M. Vaga, A. Jansson, S. Boqvist, I. Vagsholm (2019): The house cricket (*Acheta domestica*) as a novel food: a risk profile. *Journal of Insects as Food and Feed*: 5,137-157.
- [16] Finke, M. D., S. Rojo, N. Roos, A. Van Huis, A. L.Yen (2015): The European Food Safety Authority scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, 245–247.
- [17] Grabowski, N. T., G. Klein (2017): Microbiology of cooked and dried edible Mediterranean field crickets (*Gryllus bimaculatus*) and superworms (*Zophobas atratus*) submitted to four different heating treatments. *Food Science and Technology International*, 23, 17–23.
- [18] Hubka, V., A. Kubatova, N. Mallatova, P. Sedlacek, J. Melichar, M. Skorepova, K. Mencl, P. Lyskova, B. Sramkova, M. Chudickova, P. Hamal, M. Kolarik (2012): Rare and new etiological agents revealed among 178 clinical *Aspergillus* strains obtained from Czech patients and characterized by molecular sequencing. *Medical Mycology*, 50, 601–610.
- [19] Jongema, Y. (2017): List of edible insects of the world, 2017. Laboratory of Entomology, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. Dostupno na: www.wur.nl/upload_mm/8/a/6/Ofdfc700-3929-4a74-8b69-f02fd35a1696_Worldwide%20list%20of%20edible%20insects%202017.pdf.
- [20] Klunder, H. C., J. Wolkers - Rooijackers, J. M. Korpela, M. J. R. Nout (2012): Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26, 628–631.
- [21] King, C., H. I. Jones (2016): The life cycle of the reptile-inhabiting nematode *Abbreviata hastaspicula* (Spirurida: Physalopteridae: Physalopterinae) in Australia. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5, 258–262.
- [22] Koc, K., U. Incekara, H. Turkez (2014): Biomonitoring of the genotoxic effects and oxidative potentials of commercial edible dung beetles (*Onitis* sp.), grasshopper (*Caelifera* sp.) and mole crickets (*Gryllotalpa* sp.) in vitro. *Toxicology and Industrial Health*, 30, 683–689.
- [23] Maciel-Vergara, G., V. I. D. Ros (2017): Insect viruses reared for food and feed. *Journal of Invertebrate Pathology*, 147, 60–75.
- [24] Moonesinghe, H., H. Mackenzie, C. Venter, S. Kilburn, P. Turner, K. Weir, T. Dean (2016): Prevalence of fish and shellfish allergy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 117, 264–272.e4
- [25] Oonincx, D. G. A. B., I. J. M. De Boer (2012): Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - a life cycle assessment. *PLoS ONE*, 7, e51145.
- [26] Oonincx, D. G. A. B., J. van Itterbeeck, M. J. W. Heetkamp, H. van den Brand, J. J. A. van Loon, A. van Huis (2010): An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE*, 5, e14445.
- [27] Ortiz, C., P. S. Weiss-Penzias, S. Fork, A. R. Flegal (2015): Total and monomethyl mercury in terrestrial arthropods from the central California coast. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 94, 425–430.
- [28] Osimani, A., C. Garofalo, V. Milanovic, M. Taccari, F. Cardinali, L. Aquilanti, M. Pasquini, M. Mozzon, N. Raffaelli, S. Ruschioni, P. Riolo, N. Isidoro, F. Clementi (2017): Insight into the proximate composition and microbial diversity of edible insects marketed in the European Union. *European Food Research and Technology*, 243, 1157–1171.
- [29] Paoletti M. G. (2005): Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs, and snails (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482294439>
- [30] Poma, G., M. Cuykx, E. Amato, C. Calaprice, J. F. Focant, A. Covaci (2017): Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 100, 70–79.
- [31] Ryu, H. Y., S. Lee, K. S. Ahn, H. J. Kim, S. S. Lee, H. J. Ko, J. K. Lee, M. H. Cho, M. Y. Ahn, E. M. Kim, J. H. Lim, K. S. Song (2016): Oral toxicity study and skin sensitization test of a cricket. *Toxicological Research*, 32, 159–173.
- [32] Shi, M., X. D. Lin, J. H. Tian, L. J. Chen, X. Chen, C. X. Li, X. C. Qin, J. Li, J. P. Cao, J. S. Eden, J. Buchmann, W. Wang, J. Xu, E. C. Holmes, Y. Z. Zhang (2016): Redefining the invertebrate RNA virosphere. *Nature*, 540, 539–543.
- [33] Schlüter, O., B. Rumpold, T. Holzhauser, A. Roth, R. F. Vogel, W. Quasigroch, S. Vogel, V. Heinz, H. Jäger, N. Bandick, S. Kulling, D. Knorr, P. Steinberg, K. H. Engel (2017): Safety aspects of food and food production ingredients from insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61, 1600520.
- [34] Smith, C. B., C. J. Booth, J. A. Pedersen (2011): Fate of prions in soil: a review. *Journal of Environmental Quality*, 40, 449–461.
- [35] Stork, N. E., J. Mcbroom, C. Gely, A. J. Hamilton (2015): New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 7519–7523.
- [36] Thackray, A. M., F. Muhammad, C. Zhang, M. Denyer, J. Spiropoulos, D. C. Crowther, R. Bujdoso (2012): Prion-induced toxicity in PrP transgenic *Drosophila*. *Experimental and Molecular Pathology*, 92, 194–201.
- [37] Ulrich, R. G., D. A. Buthala, M. J. Klug (1981): Microbiota associated with the gastrointestinal tract of the common house cricket, *Acheta domestica*. *Applied and Environmental Microbiology*, 41, 246–254.
- [38] van der Spiegel, M., M. Y. Noordam, H. J. van der Fels-Klerx (2013): Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 662–678.
- [39] Vandeweyer, D., S. Crauwels, B. Lievens, L. van Campenhout (2017): Microbial counts of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and crickets (*Acheta domestica* and *Gryllodes sigillatus*) from different rearing companies and different production batches. *International Journal of Food Microbiology*, 242, 13–18.

- [40] Vandeweyer, D., E. Wynants, S. Crauwels, C. Verreth, N. Viaene, J. Claes, B. Lievens, L. Van Campenhout (2018): Microbial dynamics during industrial rearing, processing, and storage of the tropical house cricket (*Grylloides sigillatus*) for human consumption. *Applied and Environmental Microbiology*, 84, AEM.00255–18. <https://doi.org/10.1128/aem.00255-18>
- [41] Wang, D., Y. Y. Bai, J. H. Li, C. X. Zhang (2004): Nutritional value of the field cricket (*Gryllus testaceus* Walker). *Insect Science*, 11, 275–283.

Dostavljeno/Received: 01.09.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 22.09.2022.

Potential risks of cricket flour consumption

Abstract

In recent years, there has been an increase in intensive farming of insects and subsequently raise in their usage as human food or animal feed. There are a number of concerns regarding the possible risks in producing, processing and consuming this alternative source of protein. The aim of this study was to describe the potential risks of consuming such products.

Key words: cricket flour, chemical risk, biological risk, alternative food, novel

Risiken beim Verzehr von Grillenmehl

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die intensive Zucht von Insekten zugenommen und damit auch ihre Verwendung als Nahrungs- und Futtermittel. Es gibt eine Reihe von Bedenken hinsichtlich der möglichen Risiken bei der Herstellung, der Verarbeitung und dem Verzehr dieser alternativen Proteinquelle. Ziel dieser Studie war es, die potenziellen Risiken des Verzehrs solcher Produkte zu beschreiben.

Schlüsselwörter: Grillenmehl, chemische Risiken, biologische Risiken, alternative Nahrung

Riesgos de consumir harina de grillo

Resumen

En los últimos años, ha habido un aumento en la cría intensiva de insectos en la UE y, en consecuencia, su uso como alimento humano y animal. Hay una serie de peligros asociados con los posibles riesgos en la producción, procesamiento y consumo de esta fuente alternativa de proteína. El objetivo de este trabajo fue describir los posibles riesgos del consumo de esos productos.

Palabras claves: harina de grillo, riesgos químicos, riesgos biológicos, alimentación alternativa

Rischi legati al consumo di farina di grillo

Riassunto

Negli ultimi anni si è registrato un aumento dell'allevamento intensivo di insetti nell'UE e, di conseguenza, del loro utilizzo nell'alimentazione umana e come mangime per gli animali. Esistono numerosi pericoli associati a possibili rischi nella produzione, lavorazione e consumo di questa fonte alternativa di proteine. Lo scopo di questo lavoro consiste nel descrivere i possibili rischi del consumo di tali prodotti.

Parole chiave: farina di grillo, rischi chimici, rischi biologici, alimenti alternativi