KVALITETA BRAŠNA OD CVRČAKA

Rakić, Frane

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:342591

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VETERINARSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Frane Rakić

KVALITETA BRAŠNA OD CVRČAKA

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Veterinarski fakultet
Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane

Predstojnik: izv. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

Mentori: prof. dr. sc. Željka Cvrtila
dr. sc. Tomislav Mikuš, dr. med. vet.

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Lidija Kozačinski
2. prof. dr. sc. Željka Cvrtila
3. dr. sc. Tomislav Mikuš
4. prof. dr. sc. Vesna Dobranić (zamjena)

Zahvaljujem se svojim mentorima prof. dr. sc. Željki Cvrtili i dr. sc. Tomislavu Mikušu na ukazanoj prilici i pruženoj pomoći prilikom pisanja diplomskog rada kao i svim djelatnicima Zavoda za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Također, zahvaljujem se svojim roditeljima, Gordani i Frani, sestri Marti te djevojci Mariji koji su mi bili neizmjerna potpora tijekom čitavog studija..

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. LITERATURNI PODACI 2
2.1. Biološke opasnosti 6
2.1.1 Bakterije 6
2.1.2 Gljivice, mikotoksini, kvasci i plijesni 7
2.1.3 Paraziti 8
2.1.4 Virusi 8
2.1.5 Prioni 9
2.2. Kemijske opasnosti 10
2.2.1 Teški metali 10
2.2.2 Toksini 10
2.2.3 Dioksini, organokloridi, policiklički aromatski ugljikovodici i drugi kemijski spojevi 11
2.3. Alergije 11
3. MATERIJALI I METODE 13
3.1 Opis uzoraka i deklaracija 13
3.2 Senzorička pretraga 16
3.3. Utvrđivanje osnovnog kemijskog sastava 17
3.3.1 Udio vode 17
3.3.2 Udio masti 18
3.3.3 Udio pepela 18
3.3.4 Udio bjelančevina 19
4. REZULTATI 21
4.1 Senzorička pretraga 21
4.2 Kemijska pretraga 21
5. RASPRAVA 22
6. ZAKLJUČCI 24
7. LITERATURA 25

8. SAŽETAK 30
9. SUMMARY 31
10. ŽIVOTOPIS 32

POPIS SLIKA

Slika 1. Različitosti u pristupu implementacije zakonodavstva o kukcima za hranu u Europi
Slika 2. Uzorak 1 - zemlja podrijetla Velika Britanija
Slika 3. Uzorak 2 - zemlja podrijetla Japan
Slika 4. Uzorak 3 - zemlja podrijetla Sjedinjene američke države
Slika 5. Uzorci brašna pripremljeni za analize
Slika 6. Raspakiravanje uzoraka u laboratoriju

POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupni rezultati kemijskog sastava prikazani u suhoj tvari

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Kemijski sastav brašna od cvrčaka

1. UVOD

Posljednjih je godina došlo do porasta interesa za korištenje kukaca iz intenzivnog uzgoja kao hrane za ljude i hrane za životinje. Iako se u nekim dijelovima svijeta kukci smatraju tradicionalnom hranom, 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 (*engl. 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 izradile procjenu rizika za kukce u kontekstu hrane i hrane za životinje. U nekim područjima trgovina jestivim kukcima i njihovim proizvodima se u velikoj mjeri tolerira, uglavnom kao e-trgovina te su time zapravo dostupni za konzumaciju. 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.

2. LITERATURNI PODACI

Kukci čine značajan udio prehrane mnogih zajednica. Konzumiraju se u Africi, Južnoj Americi, Aziji i Oceaniji. Međutim, na zapadnom tržištu konzumacija kukaca tek treba postati kulturno i društveno prihvaćena. Biološka raznolikost kukaca je velika, s procjenama u rasponu od 2,6 do 7,8 milijuna vrsta (STORK i sur., 2015). Takva biološka raznolikost 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, 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 (ANONIMNO, 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 farmskim životinjama kao što su svinje i/ili goveda (OONINCX i sur., 2010; OONINCX i de BOER, 2012). *Acheta domesticus* 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 (ANONIMNO, 2009). Neke zemlje u kojima je konzumacija kukaca svakodnevica već imaju uhodane uzgojne i proizvodne procese. Tajland je tako prvi opisao dobru proizvodnu praksu (engl. *Good Agricultural Practice*, GAP) za uzgoj cvrčaka (ACFS, 2017).

Prema europskim propisima i smjernicama, kukci se smatraju stočnim životinjama, stoga dobra poljoprivredna praksa (*engl. Good Farm Practice*, GFP) koja se provodi kod drugih životinja vrijedi i za njih. 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. Opći zdravstveni rizici povezani s konzumacijom kukaca već su istraženi te su izdani znanstveni radovi i procjene rizika konzumacije kukaca (ANONIMNO, 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 domesticus*) uzgajanog u kontroliranim uvjetima (FERNANDEZ-CASSI i sur., 2019). Profil rizika prema HACCP-u i dobroj proizvodnoj praksi (engl *Good Manufacturing Practice,* GMP) predviđa zatvoreni sustav uzgoja cvrčaka *A. domesticus.* Korištena metodologija uključuje provjeru literature i utvrđivanje mogućih opasnosti, nakon čega slijedi postavljanje kriterija za uključivanje dobivenih dokaza. Ti kriteriji uključuju zdravlje životinja i sigurnosti hrane, tijekom čitavog životnog vijeka cvrčaka, temeljeno na principu od polja do stola. Kako su podaci o temi oskudni često se koriste i komparativni dokazi bliskog im roda *Orthoptera* (npr. skakavci i druge vrste cvrčaka). Ipak, i dalje je prisutan nedostatan broj podataka o rizicima za zdravlje životinja i sigurnosti hrane. Čak i ako se implementiraju sustavi tipa HACCP, 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.

Prema predviđanjima FAO-a, ukupnu svjetsku proizvodnju hrane bit će potrebno povećati za 70 % kako bi se ispunio očekivani porast potražnje. 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 (engl. *European Food Safety Authority,* EFSA) uz suglasnost države članice EU. Jestivi kukci regulirani su „novim" zakonodavstvom EU o novoj hrani - Uredbom (EU) 2015/2283 koja se primjenjuje od 1. siječnja 2018. 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.).



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=IwAR3KB8yKe--WwpCzExU-VCj8HAaw6g8Wbfm3IMz7En3pQ4ptHFTHmZX7Gg8)

2.1. Biološke opasnosti

2.1.1 Bakterije

Trenutno u europskom zakonodavstvu nisu definirani posebni mikrobiološki kriteriji za cjelovite kukce ili proizvode na njihovoj bazi namijenjenima za prehrani ljudi. Neki autori (CAPARROS MEGIDO i sur., 2017) predložili su korištenje ukupnog broja aerobnih 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 kukaca 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 s*pp. 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 bakterije 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 (KLUNDER i sur., 2012). 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 navedenom, 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 10^2CFU/g. *Clostridium perfringens* i druge klostridije rijetko su otkrivene ili ako jesu, bile su pronađene u niskim koncentracijama (10^2CFU/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 *Gryllodes sigillatus*. Nadalje, važno je istaknuti kako kukci mogu djelovati i kao vektori gena za antimikrobnu rezistenciju (AMR).

2.1.2 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 (ANONIMNO, 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*,

Tetrapisispora, Trichoderma i *Trichosporon* (VANDEWEYER i sur., 2018). Analizom brašna cvrčaka izolirano je nekoliko gljivica iz rodova *Aspergillus*, *Tetrapisispora*, *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. Iznenađujuće 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*.

2.1.3 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.

2.1.4 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 (*Poxviridae, 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 paralize cvrčaka (CrPV) iz porodice *Dicistroviridae i* denzovirus 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.

2.1.5 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.

2.2. Kemijske opasnosti

2.2.1 Teški metali

Proizvodi dobiveni od cvrčaka, kao i drugi prehrambeni proizvodi, mogu sadržavati kadmij, arsen, olovo i kositar. Koncentracija teških metala u cvrčcima ovisi o njihovom prisutsvu 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. Studije koje analiziraju koncentraciju žive i njenih organskih oblika kod kukaca ili cvrčaka namijenjenih prehrani su rijetki. 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. Za ostale metale, poput olova, zabilježena je slaba bioakumulacija u skakavaca u usporedbi sa živom ili kadmijem (Devkota i Schmidt, 2000). 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.

2.2.2 Toksini

Kukci mogu sadržavati prirodno toksigene 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). Rezultati jasno pokazuju da bi cvrčci s toksikološkog gledišta mogli biti prikladni kao hrana.

2.2.3 Dioksini, organokloridi, policiklički aromatski ugljikovodici i drugi kemijski spojevi

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).

2.3. 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 njihovih proizvoda učestala rijetko se prijavljuju alergijske reakcije povezane s *A. Domesticus.*

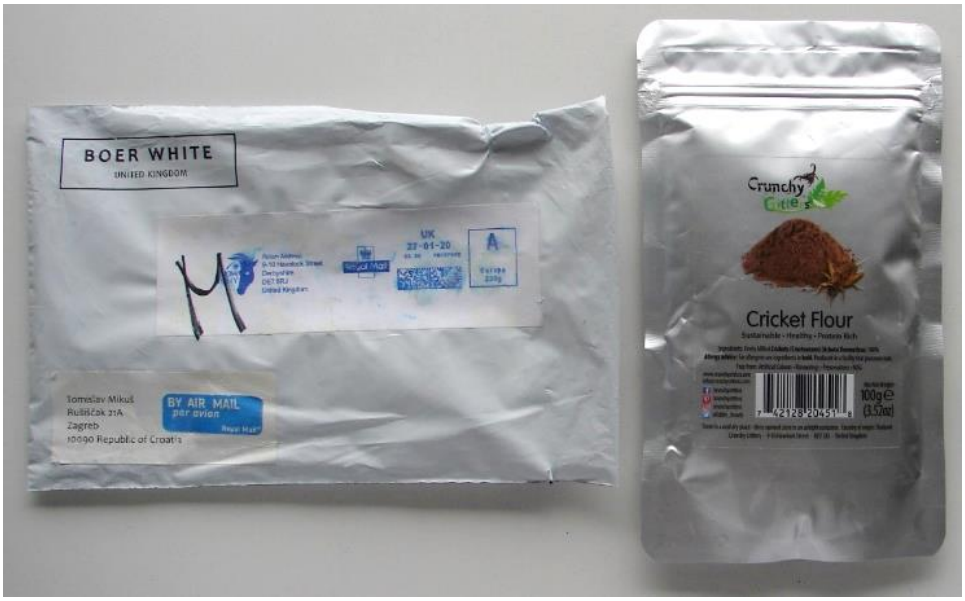
S porastom potrošnje hrane na bazi kukaca predviđa se i mogući porast alergijskih reakcija na člankonošce (tj. škampi, rakovi) jer cvrčci dijele visoko homogene proteine s člankonošcima. Na primjer, tropomiozin, koji je poznati alergen u rakovima, prisutan je i u cvrčcima. Dakle, ljudi koji su alergični na rakove mogu biti osjetljivi na cvrčke te uz ponovljeno izlaganje biti skloniji razviti alergijsku reakciju. U tih 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 rodova *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. Prilikom toplinske obrade mogu se promijeniti strukture bjelančevina, pa to može potaknuti ili isključiti alergenost specifičnih

spojeva. Ovaj učinak su naveli Phiriyangkul i sur. (2015) koji su opisali promjenu alergena vrste skakavca *Patanga succincta* ovisno o tome konzumira li se namirnica sirova ili pržena. Prema tome alergijski profil cvrčaka može se bitno razlikovati ovisno o načinu prerade sirovine.

3. MATERIJALI I METODE

3.1 Opis uzoraka i deklaracija

Uzorci brašna cvrčaka nabavljeni su s tri kontinenta (Sjeverna Amerika, Azija i Europa) putem e-trgovine (eBay).



Slika 2. Uzorak 1. - zemlja podrijetla Velika Britanija

Prema deklaraciji proizvođača, proizvod u 100 g sadržava:

Energija (kcal) 445

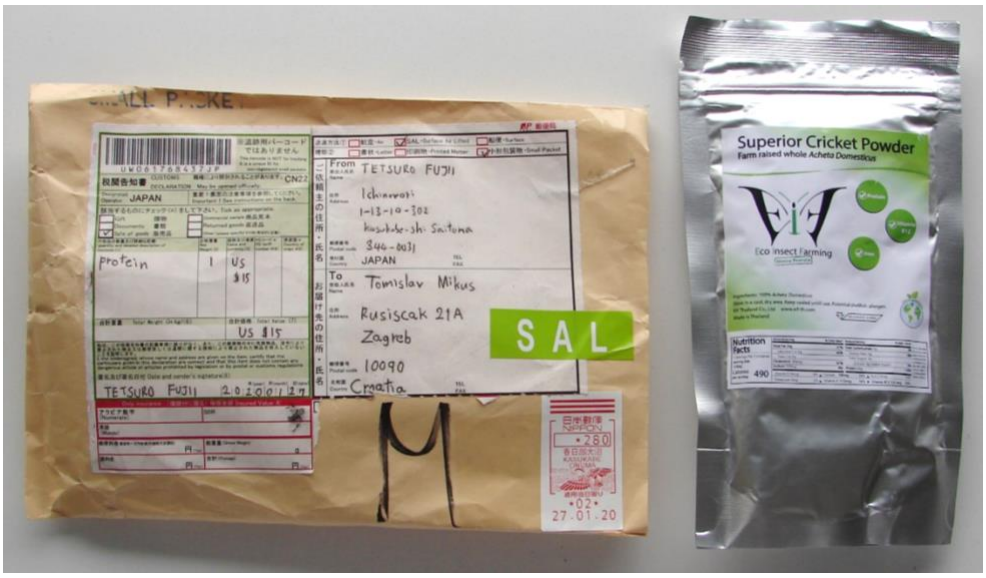
Masti 17,5 od kojih zasićene masne kiseline 6,2

Ugljikohidrata < 1,0 od toga šećera < 0,1

Vlakna 5,7

Proteina 69,0

Sol 1,0



Slika 3. Uzorak 2. - zemlja podrijetla Japan

Prema deklaraciji proizvođača, proizvod u 100 g sadržava:

Energija (kcal) 490

Masti 24 g od kojih zasićene masne kiseline 8g

Ugljikohidrata 2,0 od toga šećera < 0,1

Vlakna 5 g

Proteina 64,0

Sol 1,0



Slika 4. Uzorak 3. - zemlja podrijetla Sjedinjene Američke Države

Prema deklaraciji proizvođača, proizvod u 100 g sadržava:

Energija (kcal) 420

Masti 21 g od kojih zasićene masne kiseline 7,5 g

Ugljikohidrata 1,0 g od toga šećera 0,0 g

Proteina 71 g

Sol 420 mg

3.2 Senzorička pretraga



Slika 5. Uzorci brašna pripremljeni za analize

Senzoričkom pretragom obuhvaćeni su miris, boja i konzistencija proizvoda.

3.3. Utvrđivanje osnovnog kemijskog sastava



Slika 6. Otvaranje pakovina uzoraka u laboratoriju

3.3.1 Udio vode

Udio vode utvrđen je referentnom gravimetrijskom metodom ISO 1442. Način izvedbe metode: u posudicu za sušenje stavlja se 3 do 4 puta veća količina kvarcnog pijeska od mase uzorka koja iznosi 3 do 5 grama. U istu posudicu ide i stakleni štapić te se to sve stavlja na sušenje na 103 °C tijekom pola sata. Sve se zatim hladi u eksikatoru i nakon toga se odvažu pijesak i štapić i doda se uzorak koji smo prethodno samljeli. Opet se važe i suši dva sata na 103 °C. Za dva sata izvadi se porculanska posudica sa sadržajem i staklenim štapićem te se stavlja u eksikator, ponovo ohladi i zatim važe. Navedeni postupak (grijanje, hlađenje, vaganje) ponavlja se svakih sat vremena sve dok dvije uzastopne odvage odijeljene jednim satom grijanja budu različite za manje od 0,1 % mase uzorka koji analiziramo. Količina vode izražava se kao maseni postotak.

Udio vode (u postotku) računa se prema formuli :

$$w\,(H_2O, \text{uzorak}) = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

m_0 - masa (g) aluminijske posude sa kvarcnim pijeskom i poklopcem
m_1 – masa (g) aluminijske posude sa kvarcnim pijeskom i neosušenim uzorkom te poklopcem
m_2 – masa (g) aluminijske posude sa osušenim uzorkom i poklopcem

3.3.2 Udio masti

Udio masti u utvrđuje se metodom ISO 1443. Navedena metoda zasnovana je na ekstrakciji lipida iz krutog uzorka pomoću organskog otapala. Slobodnu mast određujemo ekstrakcijom masti po Soxhlet-u. Uzorak se prelije s 50 ml koncentrirane klorovodične kiseline u digestoru. Navedenim postupkom dolazi do oslobađanja lipidnih frakcija. Nakon filtracije sadržaja tikvice, preostali dio umetne se u tikvicu uređaja za ekstrakciju. Nakon što se obavi ekstrakcija, otapalo se otpari na vodenoj kupelji, tikvica za ekstrakciju se osuši u sušioniku na 103 °C (± 2 °C) te se u eksikatoru ohladi na sobnoj temperaturi. Na kraju se važe na točnost od 0,001 g.
Udio masti računa se prema formuli:

$$w\,(\text{mast, uzorak}) = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} \times 100$$

m_0 – masa (g) uzorka za analizu
m_1 – masa (g) tikvice za ekstrakciju
m_2 – masa (g) tikvice za ekstrakciju s masti poslije sušenja

3.3.3 Udio pepela

Količina pepela zapravo predstavlja ukupni sadržaj mineralnih tvari neke namirnice. Pepeo je anorganski ostatak koji ostaje nakon spaljivanja organskog dijela namirnice. Za utvrđivanje udjela pepela korištena je metoda ISO 936. U porculansku posudicu odvagne se 5 ± 0,01 g pripremljenog uzorka te se on suši u sušioniku jedan sat na temperaturi od 103 °C. Zatim se uzorak hladi u eksikatoru, a nakon toga se spaljuje u muflonskoj peći pet do šest sati uz postepeno podizanje temperature do 550 °C (± 25 °C). Temperatura se podiže dok pepeo ne postane bijelo -

sive boje nakon čega se posuda sa sadržajem hladi. Na kraju se posudica važe te se izračuna količina pepela.

Udio pepela (u postotku) računa se prema formuli:

$$w \text{ (pepela, uzorak)} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

m_0 – masa (g) prazne posude

m_1 – masa (g) posude s uzorkom za analizu

m_2 – masa (g) posude s pepelom

3.3.4 Udio bjelančevina

Udio bjelančevina u uzorku određuje se metodom ISO 937. Navedena metoda zasnovana je na Kjeldahl-ovom principu određivanja količine dušika koji je prisutan u uzorku. Uzorak se zagrijava uz koncentriranu sumpornu kiselinu, zatim se destilira i titrira. Nakon zagrijavanja dolazi do potpune oksidacije organske tvari na ugljikov (IV) oksid i vodu, dok se dušik oslobađa u obliku amonijaka, a sa sumpornom kiselinom daje amonijev sulfat ($(NH_4)_2SO_4$). Nakon zagrijavanja, uzorak se destilira. Destilacija se odvija djelovanjem lužine na amonijev sulfat pri čemu se oslobađa amonijak koji se predestilira vodenom parom u tikvicu s kiselinom poznate koncentracije. Višak kiseline odredi se titracijom. Iz dobivenog dušika (u postotku) izračuna se količina bjelančevina u uzorku. Uzorak se razara pomoću uređaja za razaranje uzoraka HACH sa sumpornom kiselinom i vodikovim peroksidom. Nakon razaranja uzorka, tikvicu se nadopuni vodom od oznake i zatim hladi. Nakon što je uzorak ohlađen, sadržaj tikvice dalje se destilira uz dodatak natrijevog hidroksida. Oslobađa se amonijak, a destilat se skuplja u Erlenmeyerovu tikvicu (u tikvici je 25 ml borne kiseline). Ukoliko je destilat zelene boje, amonijak je prisutan. Destilat mora biti što hladniji jer će inače doći do gubitka amonijaka (ukoliko je destilat topao). Destilati se zatim titriraju s kloridnom kiselinom (0,2 M) do promjene u boji destilata. Blijedo ljubičasta boja bilježi utrošak kloridne kiseline uz istovremeni rad sa slijepom probom.

Udio dušika (u postotku) računa se prema formuli:

$$w\,(\mathrm{N,\ uzorak}) = \frac{(V_1 - V_0)\ \mathrm{x}\ c\,(\mathrm{HCl}) \times 100 \times 14{,}007}{m\,(\mathrm{uzorak})}$$

V_0 – volumen (ml) 0,2 M kloridne kiseline potrebne za titraciju slijepe probe

V_1 – volumen (ml) 0,2 M kloridne kiseline potrebne za titraciju uzorka

c (HCl) = 0,2 mol/L

m – masa

Iz dobivene količine dušika množenjem sa faktorom za meso (6,25) dobije se količina ukupnih bjelančevina u uzorku.

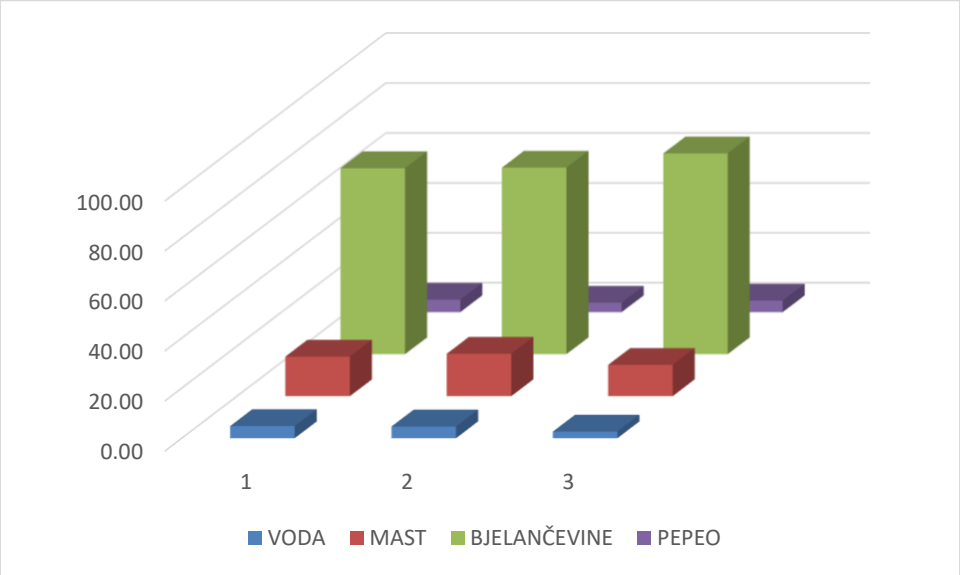
4. REZULTATI

4.1 Senzorička pretraga

Sva tri uzorka brašna od cvrčaka bila su ujednačeno svjetlo smeđe boje s blagim orašastim mirisom što odgovara literaturnim karakteristikama za pretraživani proizvod.

4.2 Kemijska pretraga

Rezultati kemijske pretrage uzoraka brašna od cvrčaka prikazani su u grafikonu 1. i tablici 1.



Grafikon 1. Kemijski sastav brašna od cvrčaka

Tablica 1. Ukupni rezultati kemijskog sastava prikazani u suhoj tvari

Broj uzorka	SUHA TVAR, %	MAST, %	BJELANČEVINE, %	PEPEO, %
1	95,17	16,59	78,19	4,97
2	95,34	17,76	78,29	3,77
3	97,38	12,80	82,48	4,60

5. RASPRAVA

Brašno od cvrčaka prema definiciji je proizvod je koji se u EU klasificira kao „nova hrana“ s obzirom da nije konzumirana u značajnoj mjeri unutar zajednice prije 15. svibnja 1997. Brašno je tek relativno nedavno regulirano s Uredbom (EU) 2015/2283 koja se primjenjuje se od 1. siječnja 2018., no razlike u dozvolama za stavljanje na tržište EU jako se razlikuju.

U toku nabavke uzoraka za provedeno istraživanje nije bilo dozvoljeno stavljati na tržište brašno od cvrčaka u Republici Hrvatskoj. Postupak nabavke bio je iznenađujuće jednostavan i lagan - putem mrežne stranice ebay.com smo s tri kontinenta bez ikakvih problema nabavili brašno cvrčaka. Brašno je dostavljeno u originalnim paketima uz deklaraciju proizvođača, no samo je jedan od tri uzorka imao istaknutu obavijest o potencijalnim alergenima, dok se na ostala dva pakiranja takva obavijest nije mogla pronaći. Sva su tri uzorka, iako dostavljena s tri različita kontinenta proizvedena na Tajlandu.

Senzoričkom pretragom proizvoda utvrđeno je kako sva tri uzorka odgovaraju očekivanim literaturnim opisima (ELHASSAN i sur., 2019), te nisu utvrđena nikakva posebna odstupanja između
tri uzorka.

Kemijskim je pretragama utvrđen osnovni kemijski sastav u suhoj tvari uzoraka (Tablica 1) među kojima nije bilo značajnije razlike. Udio bjelančevina u uzorcima brašna cvrčaka (78,8 – 82,5 %) mnogo je viši od razina utvrđenih u suhoj tvari drugih vrsta kukaca koji se koriste za ljudsku ishranu poput ličinki kućne muhe (42,3 – 60,4 %) ili ličinki brašnara (47,2 – 60,3 %), dok je kod ličinki dudovog svilca utvrđena slična razina (do 70%) (MAKKAR i sur., 2014). EFSA (2015) je utvrdila da udio bjelančevina u kukcima značajno ovisi o načinu uzgoja i/ili o stadiju razvoja u kojem se kukci uzorkuju, a XIAOMING i sur. (2010.) ističu kako udio bjelančevina u sto pretraženih vrsta kukaca može varirati od 13 – 77 %.

Iako se kukci prvenstveno oglašavaju kao izvrstan izvor bjelančevina, u suhoj tvari također sadrže i visok postotak masti, koja može varirati kod odraslih jedinki od ispod 5 % pa do ličinki u kojima može biti i preko 50 % u suhoj tvari (Duvnjak i sur., 2019). Udio masti u suhoj tvari u pretraženim uzorcima kretao se od 12,8% do 17,8 % (Tablica 1) što je na tragu udjela masti u ličinkama kućne muhe (9 % – 26 %) i ličinkama dudovog svilca (6,2 – 37,1 %), a mnogo manje

od udjela masti u ličinki brašnara kod kojih su utvrđene razine od 31,1 % do 43,1 % (MAKKAR i sur., 2014).

Udio pepela u uzorcima brašna cvrčaka kretao se od 3,8 % do 5 %. Sličan je udio utvrđen i kod ličinki brašnara (1,0 % – 4,5 %), dok je kod ličinki kućne muhe (6,2 % – 17,3 %) i ličinki dudovog svilca (3,3 % - 10,6 %) taj udio mnogo viši (MAKKAR i sur., 2014).

Iako kukci postaju popularna hrana u zapadnom svijetu, malo je istraživanja koja proučavaju njihov utjecaj i rizike u ljudskoj prehrani, a one studije koje su i provedene ne daju za pravo izvoditi dugoročne zaključke (XIAOMING i sur., 2010). EFSA u novijim mišljenjima (2015) ističe kako je mikrobiološka sigurnost kukaca slična onoj od ostalih proteina animalnog podrijetla pa je za očekivati kako će kukci i proizvodi od kukaca imati sve veći udio na tržištu EU, no reguliranje tih proizvoda i njihovo stavljanje na tržište nije ujednačeno te će predstavljati izazov za zakonodavca.

6. ZAKLJUČCI

Brašno od cvrčaka nije u potpunosti zakonski regulirano u Republici Hrvatskoj iako ga je moguće bez ikakvih problema kupiti.

Pretraženi uzorci brašna cvrčaka nisu se razlikovali ni prema senzoričkoj ni na temelju kemijskih pretraga.

Rezultati kemijskih pretraga brašna cvrčaka pretraženih uzoraka u skladu su s podacima iz literature.

7. LITERATURA

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

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.

ANONIMNO (2013): FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2013): Edible insects. Future prospects for food and feed security. V 171.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

DEVKOTA, B., G. H. SCHMIDT (2000): Accumulation of heavy metals in food plants and grasshoppers from the Taigetos Mountains, Greece. Agriculture, Ecosystems and Environment, 78, 85–91.

EFSA Panel on Biological Hazards (2012): Scientific opinion on the development of a risk ranking framework on biological hazards. EFSA Journal, 10, 2724, 88.
https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2724

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

ELHASSAN, M., K. WENDIN, V. OLSSON, M. LANGTON (2019): Quality Aspects of Insects as Food—Nutritional, Sensory, and Related Concepts. Foods, 8, 95.

FERNANDEZ-CASSI, X., A. SUPEANU, M. VAGA, A. JANSSON, S. BOQVIST, I. VAGSHOLM (2019): The house cricket (*Acheta domesticus*) as a novel food: a risk profile. Journal of Insects as Food and Feed: 5,137-157.

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.

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.

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.

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/6/0fdfc700 –3929–4a74–8b69-f02fd35a1696_Worldwide% 20list% 20of% 20edible% 20insects% 202017.pdf**.**

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.

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.

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.

MACIEL-VERGARA, G., V. I. D. ROS (2017): Insect viruses reared for food and feed. Journal of Invertebrate Pathology, 147, 60–75.

MAKKAR, H. P. S., G. TRAN, V. HEUZE, P. ANKERS (2014): State-of-the art on use of insects in animal feed. Anim. Feed Sci. Tech. 197, 1-33.

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

OONINCX, D. G. A. B., I. J. M. DE BOER (2012): Environmental impact of the production of mealwormsas a protein source for humans - a life cycle assessment. PLoS ONE, 7, e51145.

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.

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.

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.

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

PHIRIYANGKUL, P., C. SRINROCH, C. SRISOMSAP, D. CHOKCHAICHAMNANKIT, P. PUNYARIT (2015): Effect of food thermal processing on allergenicity proteins in Bombay *locust* (*Patanga succincta*). ETP International Journal of Food Engineering, 1, 23–28.

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.

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.

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.

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.

SMITH, C. B., C. J. BOOTH, J. A. PEDERSEN (2011): Fate of prions in soil: a review. Journal of Environmental Quality, 40, 449–461.

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.

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.

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.

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.

van HUIS, A. (2018): Insects as human food. Ethnozoology. Elsevier, pp. 195–213.

VANDEWEYER, D., S. CRAUWELS, B. LIEVENS, L. van CAMPENHOUT (2017): Microbial counts of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and crickets (*Acheta domesticus* and *Gryllodes sigillatus*) from different rearing companies and different production batches. International Journal of Food Microbiology, 242, 13–18.

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 (*Gryllodes sigillatus*) for human consumption. Applied and Environmental Microbiology, 84, AEM.00255–18. https: // doi. org / 10.1128 / aem.00255-18

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.

XIAOMING, C., F. YING, Z. HONG, C. ZHIYONG (2010): Review of the nutritive value of edible insects. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand „Forest insects as food: humans bite back" (Chiang Mai, Thailand, 19-21 February 2008). Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development. Chiang Mai (93-98).

8. 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 ovog istraživanja bio je opisati moguće rizike konzumiranja takvih proizvoda, istražiti dostupnost brašna od cvrčaka prosječnom potrošaču na području Republike Hrvatske te ispitati kvalitetu tih proizvoda. U ovom su istraživanju tri uzorka brašna cvrčaka nabavljena s tri različita kontinenta (Sjeverna Amerika, Azija i Europa) putem e-trgovine (eBay). Ispitani uzorci brašna od cvrčaka nisu se međusobno razlikovali ni prema senzoričkoj ni na temelju kemijskih pretraga. Rezultati kemijskih ispitivanja brašna od cvrčaka ispitivanih uzoraka u skladu su s podacima iz literature.

Ključne riječi: brašno od cvrčaka, kvaliteta, kontrola nabave

9. SUMMARY

CRICKET FLOUR QUALITY

In recent years, there has been an increase in intensive farming of insects and subsequntly 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, and to investigate the availability of cricket flour to the average consumer in the territory of the Republic of Croatia and to examine the quality of these products. In this study, three samples of cricket flour have been procured from three different continents (North America, Asia and Europe) via e-commerce (eBay). The cricket flour samples examined did not differ either sensory or based on chemical tests. The results of chemical tests of cricket flour of the examined samples are in accordance with the data from the literature.

Key words: cricket flour, quality, procurement control

10. ŽIVOTOPIS

Frane Rakić rođen je 14.08.1992. u Šibeniku. Osnovnu školu završio je u Šibeniku te upisuje opću gimnaziju u istom gradu. Po završetku gimnazije, upisuje se na Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2011./2012. U akademskoj godini 2013/2014. dobiva Rektorovu nagradu za doprinos u području biomedicine i zdravstva. Zbog interesa za javno zdravstvo opredjeljuje se za smjer Higijena i tehnologija animalnih namirnica i veterinarsko javno zdravstvo. Aktivno se služi engleskim jezikom u govoru i pismu.