

Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin

Paul Vantomme

Prevedel Matija Gogala

Entomofagija ali uživanje žuželk: zakaj sedaj spet govorimo o tem?

Leta 1885 je britanski entomolog V. M. Holt objavil knjižico z naslovom *Zakaj ne bi jedli žuželk* in s tem med bralci izzval mnogo posmeha. Danes pa mnoge organizacije, znanstveniki, zasebniki in mediji ter tudi Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) (FAO, 2013c) podpirajo idejo o uvajanju žuželk za hrano prebivalstva in za prehrano domačih živali. Kaj se je torej spremenilo v zadnjih stotride-

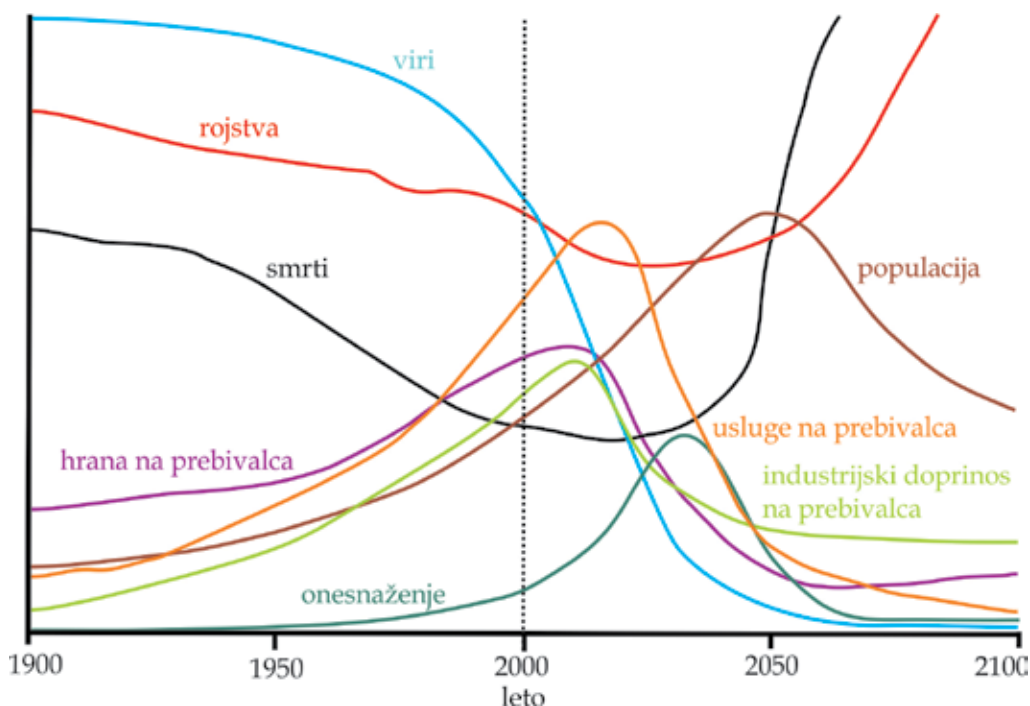
setih letih v sistemih za proizvodnjo hrane in kateri dejavniki sedaj podpirajo zamisli o večji vlogi žuželk v pridelavi hrane in krme?

Stanje v svetu in usmeritve v proizvodnji hrane in krme

Predhodne napovedi o proizvodnji hrane

Že tisočletja se ljudje sprašujejo, kako zagotoviti dovolj hrane, naj bo za preživetje svoje družine, svoje skupnosti ali v zadnjih desetletjih kar vsega prebivalstva na svetu. Celο vladarji antičnega Rima so se zelo do-

Slika 1: Napoved trendov ključnih dejavnikov na svetu. Povzeto iz publikacije Rimskega kluba Meje rasti (1972).



bro zavedali, da ko je bila ogrožena preskrba prebivalcev mesta s hrano, je bil zaradi nemirov in uporov v nevarnosti tudi njihov položaj. Tudi v zadnjem času, v letih od 2010 do 2012, sta pomanjkanje hrane in hitra rast cen kruha kot pomembna dejavnika povzročila upor prebivalstva, ki je na primer odnesel vladi Egipta in Tunizije.

Zanimivo napoved za razpoložljivost virov hrane na svetu je objavil Thomas Robert Malthus v knjigi *Esej o načelu prebivalstva* (*An Essay on the Principle of Population*, 1798). Njegova glavna trditev je bila, »da je moč rasti prebivalstva neprimerno večja, kot so naravne zmožnosti našega planeta za njegovo preživetje«. Takrat je na svetu živela približno ena milijarda ljudi.

Leta 1972 je Rimski klub objavil svoje svetovno znano poročilo o mejah razvoja. Njihova napoved je bila, da bo svetovna proizvodnja hrane na prebivalca dosegla vrh okoli leta 2010, nato pa bo začela hitro upadati (slika 1). Takrat je na svetu živelo približno štiri milijarde ljudi.

Ko danes gledamo na njihove napovedi, se pokaže, da se marsikatera ni uresničila. Kljub temu je pomembna njihova trditev, da bo proizvodnja hrane na prebivalca rasla le do leta 2010, nato pa bo začela hitro upadati. To lahko razložimo le tako, da proizvodnja hrane ne bo mogla še nadalje naraščati brez uvedbe korenitih tehnoloških novosti v proizvodnji hrane.

Svetovna prehrana v letu 2014

Število ljudi na svetu je bilo konec leta 2014 ocenjeno na 7,2 milijarde. Svetovno proizvodnjo hrane v letu 2012 je Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ocenila na 8,4 milijarde ton. To na primer pomeni, da je vsak prebivalec na svetu od beljakovin živalskega izvora, kot sta meso živine ter rib in drugih vodnih organizmov, imel na razpolago povprečno 42 kilogramov mesa oziroma 20 kilogramov rib (vodnih organizmov). Moramo pa upoštevati, da je treba zagotoviti hrano tudi za pri-

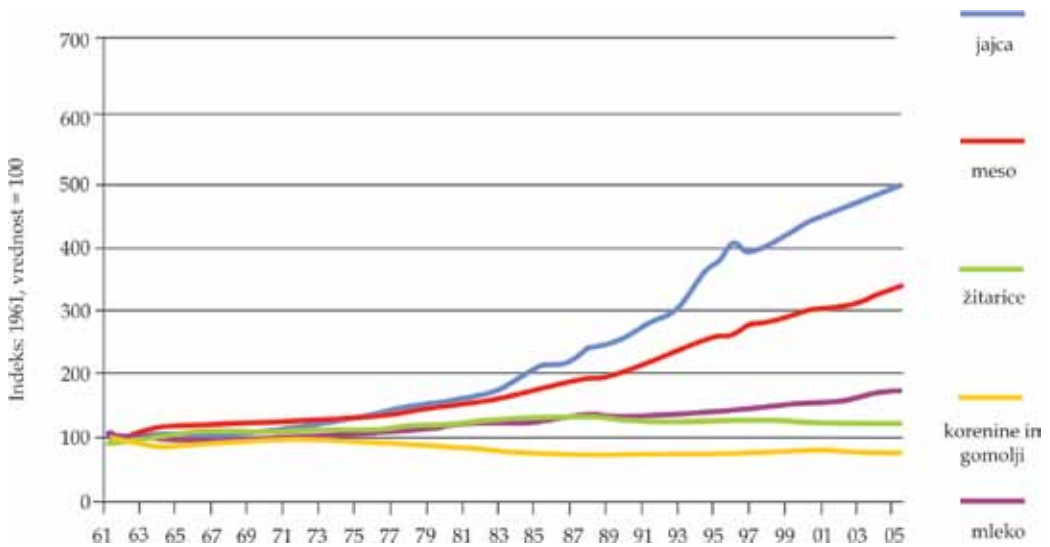
bližno eno milijardo hišnih ljubljencev ter za približno 100 milijard drugih domačih živali! V letu 2014 so ljudje gojili in krmili približno 20 milijard kokoši in piščancev, pa 1,5 milijarde govedi in svinj, 1,2 milijarde rac, 1,1 milijarde ovac, 1 milijardo koz in 0,8 milijarde kuncev. Poleg tega so ljudje gojili neštete ribe, rakce, mehkužce in druge vodne živali, kar je dalo približno 70 milijonov ton prehrabnih proizvodov.

Svetovna proizvodnja krme je ocenjena na 6,4 milijarde ton suhe snovi (po ocenah Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo v skladu z modelom GLEAM 2014). Za prehrano prebivalstva v preteklem letu 2014 je bilo treba nameniti približno 40 odstotkov razpoložljive površine, ki ni pokrita z ledom ali snegom, za poljedelstvo (ostale površine predstavljajo gozd – 30 odstotkov, puščavski in gorski predeli – 25 odstotkov, preostanek so mokrišča in urbana območja). 70 odstotkov poljedelskih zemljišč je bilo namenjenih za krmo živini, približno 30 odstotkov vseh žit smo pokrmili živini, od tega do 50 odstotkov koruze in do 80 odstotkov soje. Za poljedelstvo smo v letu 2014 porabili približno 70 odstotkov sveže vode, potrosili smo blizu 110 milijonov ton kemičnih gnojil in 2,3 milijona ton pesticidov, kar je pripeljalo do sproščanja od 14 do 17 odstotkov (odvisno od vira) vseh izpustov toplogrednih plinov.

Medtem ko je svetovno prebivalstvo v zadnjih petdesetih letih naraslo za dvakrat, so se poljedeljski proizvodi v istem času potrojili ob le 12-odstotnem povečanju poljedelskih površin. Toda raba sveže sladke vode narašča dvakrat hitreje kot prebivalstvo, količina zavržene hrane in odpadki pa znašajo po ocenah 1,3 milijarde ton na leto. Neto količina hrane na prebivalca znaša sedaj približno eno tona na leto.

Delež živalskih beljakovin

Rast prebivalstva in zviševanje zaslužkov na prebivalca v hitro rastočih deželah spodbuja porabo živalskih proizvodov na prebivalca. V državah v razvoju se je v obdobju od leta



Slika 2: Poraba glavnih virov hrane na prebivalca v državah v razvoju (1961–2005). Vir: FAOSTAT.

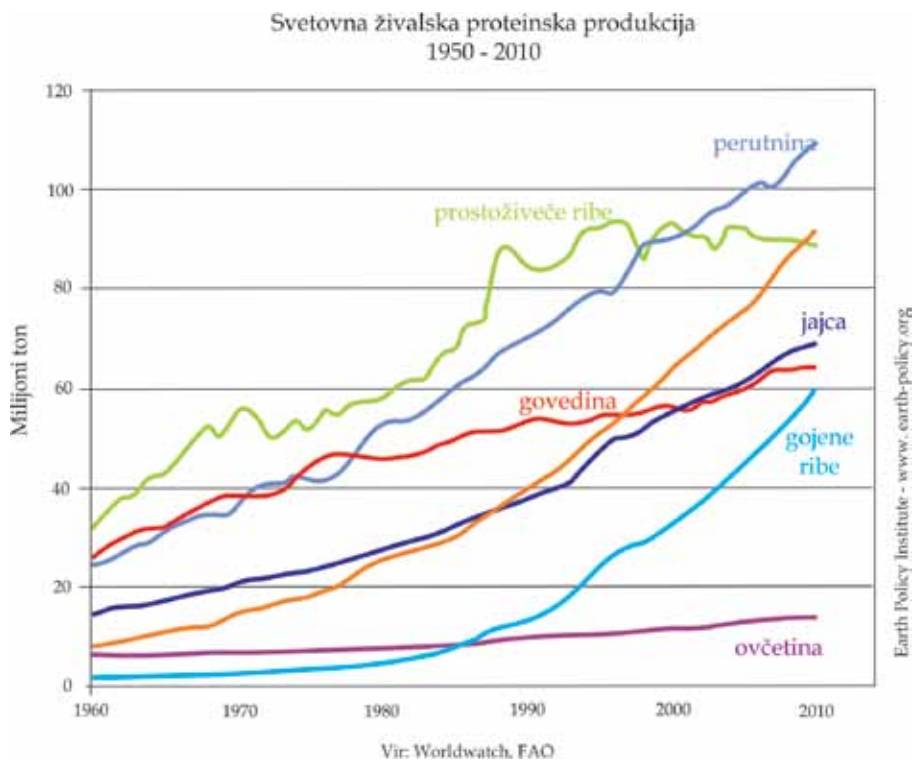
1961 do leta 2005 pri porabi hrane najbolj povečal delež jajc, mesa in mleka, medtem ko je uživanje ogljikovih hidratov v obliki žit, korenov in gomoljev enako ali celo upada (slika 2).

Odločilni dejavnik v zagotavljanju zanesljive prehrane naraščajočega in bogatejšega prebivalstva je potreba po povečevanju količine živalskih beljakovin (Drew in sod., 2011). Poleg tega bo treba zagotoviti več beljakovin za vedno večje število farmske živine po vsem svetu. Gojenje vodnih organizmov in reja perutnine sta sedaj najhitrejša rastoča sektorja živinoreje z letnim prirastkom 7 odstotkov v zadnjih desetletjih (slika 3). Piščanci in ribe hitreje pretvarjajo hrano kot prašiči in govedo, pa tudi rastejo hitreje! Za primer naj povemo, da lahko piščance sedaj vzredimo v 12 tednih, za svinje in krave pa je potrebnih 6 do 18 mesecev.

Največji izziv za zagotavljanje zadostne količine hrane na svetu bo bolj učinkovito pridobivanje več živalskih beljakovin ob manjšem škodljivem vplivu na okolje, kot je to sedaj urejeno na velikih industrijskih

farmskih objektih.

V letu 2013 smo za krmljenje farmskih živali, še posebej pri intenzivni reji, potrebovali približno 795 milijonov ton žit v posebnih krmilih (IFIF, 2014). To pomeni približno tretjino vsega pridelanega žita na svetu. Če bi zmanjšali te ogromne količine žita za krmljenje živali (večinoma koruze in soje, pa tudi pšenice in ječmena), bi je več ostalo za prehrano ljudi. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo predvideva, da bi bilo do leta 2050 treba pridelati dodatnih 520 milijonov ton žit za živalsko krmo, kar bi predstavljalo približno polovico vseh žitnih pridelkov na svetu. V letu 2013 smo za krmo tako imenovanih monogastričnih živali (piščancev, svinj, gojenih vodnih živali) porabili 155 milijonov ton krmnih beljakovin, predvsem soje. Do leta 2050 bi potrebovali dodatnih 110 milijonov ton teh beljakovinskih hranil (50 odstotkov iz žit in soje ter ostanek iz drugih virov). Treba pa je tudi povedati, da smo v letu 2013 porabili približno 110 milijonov ton žitnih zrn za proizvodnjo bioetanola in bioplastike, kar



Slika 3: Proizvodnja beljakovin na svetu po izvoru v letih od 1960 do 2010.

je povzročilo ostro tekmovanje med uporabo teh surovin za hrano in krmo ter/ali njihovo uporabo za goriva oziroma biomateriale.

Alternativni viri beljakovin in zakaj iz žuželk

Do leta 2050 bo ključni problem pridelati dovolj beljakovin za prehrano ljudi in domačih živali in še posebej za obvladovanje pričakovanega porasta potreb po živalskih beljakovinah. Poleg bolj učinkovite pridelave tradicionalnih rastlinskih beljakovinskih virov (na primer soje, drugih stročnic, pšeničnih kalčkov in podobnih virov) in boljših načinov živinorejske proizvodnje strokovnjaki iščejo in delno že uvajajo alternativne vire beljakovin (OECD-FAO, 2010). Ti »alternativni ali novi viri beljakovin« so na kratko naslednji:

Zajemanje do sedaj neuporabljenih ocean-skih virov, kot so na primer meduze (klobučnjaki), kril (planktonski rakci) in drugi morski organizmi.

»**Obdelovanje**« morja: gojenje alg v plitvih vodah, ki je že zelo običajno v jugovzhodni Aziji. Poleg tega je obetavno gojenje mikroskopskih alg, kot je *Spirula*, v kapital-sko, energetska in tehnološka intenzivnih sistemih.

»**Umetne**« beljakovine: na primer umetno meso, narejeno iz zarodnih celic (120.000 dolarjev na kilogram), ali sintetične aminokisliline (6 dolarjev na kilogram).

Pridobivanje večje količine beljakovin iz stranskih proizvodov »**agroindustrijskih procesov**«: na primer glutena iz koruze, iz žitnih pripravkov pivovarn, destilerij in ostankov pri proizvodnji kvasa.

Pridelovanje manj znanih rastlin, ki so bogat vir beljakovin: oljna semena, stročnice, rastlinska krma ali drevesa, kot je *moringa*, katere listi vsebujejo veliko beljakovin.

Vendar vsi našeti alternativni viri na tak ali drugačen način potrebujejo zemljišče, vodo, gnojila in vloženi denar ter tako tekmujejo s tradicionalnimi kopenskimi viri beljakovin, kot je pridelava soje. Nekateri od omenjenih virov, kot sta na primer proizvodnja umetnih beljakovin ali celo gojenje alg (še posebej alg *Spirula*), so zelo dragi in zahtevni ter tako nedostopni za revno prebivalstvo. Kljub temu pa nekateri od omenjenih alternativnih virov, kot je gojenje makroalg, že imajo vsaj lokalni tržni delež in jih ponekod uporabljajo za prehrano ljudi in domačih živali.

Zakaj žuželke?

Žuželke so alternativni in zdravi vir hrane in krme (Belluco in sod., 2013, Rumpold in sod., 2013), ki v primerjavi z mesom manj obremenjuje okolje, pri njihovem gojenju pa nastaja tudi manj toplogrednih plinov in amonijaka kot pri reji goveda in prašičev (Oonincx in sod., 2010), poleg tega pa žuželke potrebujejo za pridelovanje manj površin (Oonincx in de Boer, 2012). Žuželke lahko gojimo tudi na organskih odpadkih, zato bi lahko ogromne količine žit in soje, ki se sedaj uporabljajo za živinsko krmo, uporabili neposredno za človeško prehrano. Žuželke lahko gojimo ne samo v velikih obratih, temveč tudi kar na domačem dvorišču. Majhno gojišče domačih cvrčkov lahko postavi tudi posameznik, celo v mestnem okolju in brez večjih vlaganj. Gojenje žuželk lahko tudi revnejšim ljudem nudi dodatni vir hrane in tudi denarja, če viške te proizvodnje prodajajo na lokalnih tržnicah, zato je pogosto družbeno sprejemljivejše in primernejše kot reja goveda, svinj ali kokoši. Že samo dejstvo, da gojenje žuželk za hrano in krmo prinaša hkrati odgovore na okoljske, družbene, gospodarske in zdravstvene

promisleke, predstavlja privlačno in hitro možnost v iskanju čim bolj trajnostnih načinov pridobivanja hrane na svetu. Ob tem, ko svetovno prebivalstvo raste in zahteva vedno več beljakovin (FAO, 2013b), je pritisk na ustvarjanje teh beljakovin ob vedno manjših virih vedno večji (Heinrich Böll Foundation, 2014). Iskanje alternativnih in trajnostnih živalskih virov je danes bolj aktualno kot kadarkoli doslej in žuželke so glavni možni vir. Čeprav so videti žuželke kot neka nova vrhunška hrana (»superfood«) z visoko vsebnostjo beljakovin in jo sedaj uživa le majhno, čeprav rastoče število držnih (pustolovskih) potrošnikov na zahodu (Fellows, P., 2014), je dejstvo, da so žuželke vedno bile in so še sestavina tradicionalnih jedi pri dveh milijardah ljudi na vsem svetu (FAO, 2013a; van Huis, 2013) (slika 4).

Viri navajajo, da ljudje uporabljajo za hrano približno dva tisoč vrst žuželk (Jongema, 2012). Poleg tega pa jih uživamo posredno, v sledovih v nezaželenih sestavinah hrane (FDA, 2011). Žuželke so tudi del naravne hrane mnogih domačih živali, kot so piščanci v prosti reji, svinje in mesojede ribe. Večino žuželk, ki jih uživajo v državah v razvoju, sedaj lovijo oziroma nabirajo v naravi (FAO 2012). Če želimo ohraniti divje populacije teh vrst v naravi, bi morali te žuželke gojiti (Yen 2009). V razvitih državah že gojijo približno deset vrst žuželk, predvsem za hrano hišnim ljubljencem. V zadnjem času del teh gojenih žuželk prodajajo za človeško hrano v nekaterih državah, kot so Tajska, Kitajska, Južna Afrika, Nizozemska, Belgija, Združene države Amerike in Francija.

Žuželke štirikrat bolj učinkovito predelujejo hrano kot na primer govedo, se mnogo hitreje množijo (razmnoževalni krog traja od nekaj dni do enega meseca) in ne potrebujejo antibiotikov in drugih veterinarskih zdravil, ki jih tako pogosto uporabljajo na intenzivnih živinorejskih farmah. Žuželke lahko gojimo kjerkoli na svetu in v kateremkoli merilu. To je prava interdisciplinarna dejavnost.



Slika 4: Žuželče ličinke na krožniku. Foto: Matija Gogala.

nost, ki povezuje pridelavo hrane in krme brez zdravstvenih tveganj ter predelovanje organskih odpadkov in ob tem nima večjega vpliva na spremembe podnebja. Zato ima ta dejavnost izredno visok tržni potencial.

Vloga Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo

Kar se je leta 2002 v Oddelku za gozdarstvo Organizacije za prehrano in kmetijstvo (Vantomme in sod., 2004) začelo kot majhen projekt o poznavanju tradicionalne prakse preživljanja in trajnostnega upravljanja življenjskih prostorov, se je razvilo v široko zastavljeni večplastni program nabiranja in gojenja žuželk. Vedno več dokazov je za spoznanje, da žuželke nudijo edinstvene možnosti za prehrano prebivalstva in domačih živali ob minimalnih okoljskih obremenitvah in da lahko prispevajo k olajšanju lakote in revščine v podeželskih in mestnih okoljih po vsem svetu (Durst in sod., 2010, FAO, 2012, FAO, 2014, Halloran in sod.,

2014, van Huis in sod., 2013). Bistveno je, da bo Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo zagotavljala stalno podporo in usmeritve temu hitro razvijajočemu se sektorju.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ima strokovnjake različnih disciplin in lahko daje nasvete (pooblastila) za pospeševanje uporabe užitenih žuželk (EI, edible insects) v svetovnem merilu: za ohranitev naravnih virov in gozdov, za prehrano, živinorejo, trgovino in analize trga in za pravne ter regulacijske okvire v zvezi s hrano in živinorejo.

Do leta 2050 bo prebivalstvo na svetu predvidoma naraslo na 9,3 milijarde in večina te rasti bo v državah v razvoju. Mednje sodijo tudi dežele, kjer že sedaj uživajo žuželke, kar bo povečalo povpraševanje po tej hrani. Zato moramo nujno zagotoviti, da take vrste užitenih žuželk v njihovih naravnih življenjskih prostorih ne izumrejo. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo je s

svojimi aktivnostmi za ohranjanje trajnostnih naravnih virov in za gospodarjanje z gozdovi, na katere so pogosto vezane žuželke, ključni partner, ki skrbi, da se zavedamo prispevka užitnih žuželk za zagotavljanje varne in kakovostne hrane v državah članicah. To poskuša doseči na ta način, da razvija strategije za kompleksno varstvo narave in še posebej gozdov, ki vključuje tudi skrb za ohranitev užitnih žuželk, podobno kot to velja za ohranjanje divjadi in ptičev. Prizadeva si za enake pravice dostopa za domorodce, ki nabirajo užitne žuželke. Razvija metode in tehnike za uravnavanje izkoriščanja tega vira in za uvajanje ter oglaševanje metod delno umetnega gojenja teh organizmov. Prizadeva si tudi za načine za čim daljše hranjenje in boljše konzerviranje takih živil ter za njihovo distribucijo v državah v razvoju. Poleg tega spodbuja uvajanje užitnih žuželk kot del trajnostnega vodenja živinorejskih farm in izobraževalnih kmetijskih programov.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo ima ključno vlogo na svetu v izmenjavi informacij in opozarjanju na pomen hrane in njene proizvodnje s svojimi publikacijami, programi, projekti na terenu in s komuniciranjem prek medijev. Organizacija kot agencija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo je zelo spoštovana in njena sporočila so sprejeta v medijih povsod po svetu. Še posebej so sporočilna sredstva Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko usmerjena v širjenje ključnega sporočila za sprejemanje užitnih žuželk za hrano v državah članicah: to sporočilo je, da so užitne žuželke zdrava hrana, ki omogoča tudi raznoliko prehrano.

Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko pomaga državam članicam tudi s tem, da sestavi in širi informacije, kot so *tabele prehranske sestave* več vrst užitnih žuželk, z metodami, ki brez težav omogočajo primerjavo z drugimi viri beljakovin, kot so ribe, kokoši, svinjina, fižol in druge stročnice. Pomembna je tudi *usebnost mikronutrientov* v užitnih žuželkah,

kot so železo, cink in podobni elementi. Veliko pomanjkanje teh snovi v tropskih deželah povzroča zastoj rasti pri otrocih. To je zelo pomembno v mnogih državah v razvoju, kjer v hrani ni dovolj beljakovin in bi lahko na primer z mešanjem kasavine moke s prahom iz zmletih žuželk z lahkoto obogatili prehrano. Pomembno je tudi *dodajanje žuželjih izvlečkov* v drugo hrano, na primer ekstrahiranih beljakovin in stranskih proizvodov, kot so maščobe, hitin, minerali in vitamini, v jedila, na primer v hamburgerje, namaze, energijske tablice in podobno. Podpira tudi *pravne in ureditvene okvire* za uvajanje žuželk v prehrano v dokumentih, kot so Nova hranila (Novel Foods), Codex Alimentarius, Standardi za varno hrano in Urejanje zdrave prehrane. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo lahko za zainteresirane partnerje ugotovi in objavi najboljše metode za gojenje žuželk, podpira projekte in raziskave za zniževanje stroškov proizvodnje ter tako naredi žuželčje prehranske izdelke konkurenčne tradicionalnim virom živalskih beljakovin, kot so piščanci, ribe ali svinjsko meso.

Literatura:

- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., Ricci, A., 2013: *Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 12 (3): 296-313. DOI: 10.1111/1541-4337.12014.
- Club of Rome, 1972: *The limits to Growth*. <http://www.clubofrome.org/?p=326>. (7. maja 2015.)
- Drew, J., Lorimer, D., 2011: *The Protein Crunch*. Print Matters Planet (Pty) Ltd, South Africa.
- Durst, P. B., Johnson, D. V., Leslie, R. N., Shono, K. (ur.), 2010: *Forest insects as food: humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development. 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations RAP Publication 2010/02. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/012/i1380e/i1380e00.pdf>*.
- FAO, 2014: *Insects to feed the world. Conference summary report*. <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/86385/en/>.
- FAO, 2013a: *The State of Food and Agriculture in the*

World: Food systems for better nutrition (SOFA 2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf>. (7. maja 2015.)

FAO, 2013b: *The state of food insecurity in the world: the multiple dimensions of food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3434e/i3434e00.htm>. (7. maja 2015.)

FAO, 2013c: *The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3264e/i3264e00.pdf>. (7. maja 2015.)

FAO, 2012: *January, Expert consultation meeting on «Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security»*. <http://foris.fao.org/preview/31654-08b9c12f60eda84d122b1ad454c381bb4.pdf>.

FDA, 2011: *Defect Levels Handbook. Levels of natural or unavoidable defects in foods that present no health hazards for humans*, Food and Drug Administration of the United States of America. Dosegljivo na: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/SanitationTransportation/ucm056174.htm>. (7. maja 2015.)

Fellows, P., 2014: *Insect products for high-value Western markets*. Food Chain, 4 (2): 119-128. Junij 2014. Practical Action Publishing, UK. <http://dx.doi.org/10.3362/2046-1887.2014.012>.

GLEAM, 2014: <http://www.slideshare.net/cgiarcclimate/opio-global-livestock-enviro-assess-model-gleam-nov-12-2014>. (7. maja 2015.)

Halloran, A., Muenke, C., Vantomme, P., van Huis, A., 2014: *Insects in the human food chain: global status and opportunities*. Food Chain, 4 (2), junij 2014. Practical Action Publishing, UK. <http://dx.doi.org/10.3362/2046-1887.2014.011>.

Heinrich Böll Foundation, 2014: *Meat Atlas. Facts and figures about the animals we eat*. Berlin, Germany. Dosegljivo na: http://www.boell.de/sites/default/files/meatatl2014_2.pdf. (7. maja 2015.)

IFIF, 2014: *Annual Report 2013*. <http://www.ifif.org/>.

Jongema, Y., 2012: *List of edible insect species of the world*. Wageningen, Laboratory of Entomology, Wageningen University. Dosegljivo na: <http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm/>. (7. maja 2015.)

OECD-FAO, (2010): *Agricultural commodity markets outlook 2-11-2020*. OECD publishing. Dosegljivo na: http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/tradepol/worldmarkets/outlook/2011_2020_en.pdf. (7. maja

2015.)

Oonincx, D. G. A. B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A., van Huis, A., 2010: *An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption*. PLOS ONE, 5 (12): DOI:10.1371/journal.pone.0014445.

Oonincx, D. G. A. B., de Boer, I. J. M., 2012: *Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment*. PLOS ONE, 7, (12): DOI:10.1371/journal.pone.0051145.

Rumpold, B. A., Schlüter, O. K., 2013: *Nutritional composition and safety aspects of edible insects*. Molecular Nutrition and Food Research, 57 (3): 802-823. DOI: doi 10.1002/mnfr.201200735.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P., 2013: *Edible insects: future prospects for food and feed security*. FAO Forestry paper 171. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Dosegljivo na: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>.

Vantomme, P., Göbler, D., N'Deckere-Ziangba, F., 2004: *Contribution of Forest Insects to Food Security and Forest Conservation: The Example of Caterpillars in Central Africa*. ODI Wildlife Policy Briefing, London: ODI.

Yen, A. L., 2009: *Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion*. Journal of Insect Conservation, 13 (6): 667-670.



Paul Vantomme je višji uradnik v Organizaciji Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO).