



PRLEŠKA GIBANICA Z MLETIMI MOKARJI

(Žuželke v prehrani Slovencev)

Področje – interdisciplinarno: biologija, sociologija in psihologija

Raziskovalna naloga

Avtorici: Ana Žnidarič

Jana Žnidarič

Mentorica: Mateja Epšek, prof. biol.

Ormož, 2024

ZAHVALA

Za pomoč pri raziskovalni nalogi sva najbolj hvaležni mentorici, profesorici Mateji Epšek, ki nama je bila vedno na voljo za vprašanja in pomoč pri oblikovanju idej. Zahvaljujemo se gospe laborantki Heleni Kolarič, ki nama je priskočila na pomoč pri eksperimentih, si z nami ogledala podjetje Žipo Lenart d. o. o. in si vedno vzela čas za kakršno koli pomoč, profesorici Renati Bezjak, ki nama je svetovala pri sociološko-psihološkem delu, profesorici Simoni Meglič za prevod povzetka in ključnih besed ter profesorici Aleksandri Štih za lektoriranje. Iskrena hvala podjetju ŽIPO Lenart d. o. o., še posebej gospe Nataši Imenšek, ki je privolila v prošnjo za obisk, si vzela čas za nas, nas lepo sprejela in nam vse in še več temeljito predstavila, poleg tega pa odgovorila tudi na vprašanja intervjuja. Hvala podjetju Moka, Tilen Zajec s. p., kjer nama je gospa Irena namenila čas in odgovorila na intervju, podjetju Alarvae, kjer si je čas za intervju vzel gospod Žiga Meh in Nacionalnemu inštitutu za javno zdravje, kjer je svoje mnenje v imenu inštituta predstavila gospa Urška Blaznik. Zahvaljujemo se tudi gospodu Davorinu Tonkliju, ki je odgovoril na intervju in bil na voljo za telefonske pogovore. Hvaležni pa sva tudi vsem in vsakemu posebej, ki ste/so si vzeli čas in rešili anketo, ki je z več kot 2000 odgovori raziskovalni nalogi dala še posebej veliko vrednost.

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	9
1.1	Hipoteze	10
2	Teoretični del.....	11
2.1	Žuželke kot alternativni vir hrane.....	11
2.1.1	Žuželke, uporabljene v prehrani.....	11
2.2	Žuželke kot (ne)onesnaževalci.....	16
2.2.1	Dihanje.....	16
2.2.2	Toplogredni plini.....	17
2.3	Žuželke v prehrani	20
2.3.1	Označevanje	21
2.3.2	Žuželke in oblike žuželk, dovoljene za prodajo v Evropski uniji	22
2.3.3	Zakonodaja in nadzor	22
2.3.4	Legalizacija.....	23
2.3.5	Žuželke v prehrani po svetu	23
2.4	Gojenje žuželk v Sloveniji	23
2.4.1	ŽIPO Lenart d. o. o.	23
2.4.2	Mokar, Tilen Zajec s. p.....	24
2.4.3	Alarvae.....	24
2.4.4	Davorin Tonkli.....	24
2.5	Predsodki.....	26
3	RAZISKOVALNI DEL	28
3.1	Materiali in metode.....	28
3.1.1	Gojenje mokaarjev na različnih vrstah hrane.....	28
3.1.2	Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri mokaarjih	31
3.1.3	Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri govedu.....	32
3.1.4	Intervju	34
3.1.5	Anketa.....	35
4	REZULTATI.....	36
4.1	Gojenje mokaarjev na različnih vrstah hrane.....	36
4.2	Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri mokaarjih in govedu	37
4.2.1	Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri govedu.....	38
4.3	Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.....	38
4.3.1	Obisk podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.....	41
4.4	Intervju z gospo Ireno iz podjetja Mokar, Tilen Zajec s.p.....	44
4.5	Intervju s podjetjem Alarvae	45

4.6	Intervju z gospodom Davorinom Tonklijem	45
4.7	Intervju z gospo Urško Blaznik iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje	46
4.8	Anketa o podpori žuželk v prehrani	48
5	RAZPRAVA	57
5.1	Gojenje moka	57
5.2	Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri moka in pri govedu	58
5.3	Intervjuji	59
5.4	Anketa	60
6	ZAKLJUČEK	61
7	VIRI IN LITERATURA	63
7.1	Viri slik	67
8	PRILOGE	68

KAZALO SLIK

Slika 1: Ličinke mokaerja (<i>Tenebrio molitor</i>). Hardek, 16. januar 2024.	12
Slika 2: Ličinke malega mokaerja (<i>Alphitobius diaperinus</i>). (https://www.dti.dk/specialists/insects-3-research-and-development/38908)	13
Slika 3: Kobilica selivka (<i>Locusta migratoria</i>). (https://e-insects.wageningenacademic.com/locusta_migratoria)	14
Slika 4: Hišni čriček (<i>Acheta domestica</i>). (https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/crickets/adomest.html)	14
Slika 5: Ličinka črne vojaške muhe (<i>Hermetia illucens</i>). (https://e-insects.wageningenacademic.com/hermetia_illucens)	15
Slika 6: Črna vojaška muha (<i>Hermetia illucens</i>). (https://hermetiabioscience.com/page/hermetia-illucens-the-black-soldier-fly)	16
Slika 7: Letni izpusti toplogrednih plinov po sektorjih (delež), Slovenija, 1986–2018. (Izpusti toplogrednih plinov, 2017)	18
Slika 8: Potrebe po kmetijskih površinah za vzrejo posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)	18
Slika 9: Poraba vode pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)	19
Slika 10: Poraba krme pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)	19
Slika 11: Vpliv na globalno segrevanje pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)	20
Slika 12: Tehnica, Hardek. 12. januar 2024.	28
Slika 13: Gojilni kozarci, Hardek. 12. januar 2024.	29
Slika 14: Mrežice in elastike, s katerimi sva prekrili steklenice, Hardek. 12. januar 2024.	29
Slika 15: Tehtanje hrane, Hardek. 12. januar 2024.	29
Slika 16: Gojilne posode s hrano in ličinkami mokaerjev, Hardek. 12. januar 2024.	30
Slika 17: Gojilne posode sva hranili ob radiatorju, Hardek. 12. januar 2024.	30
Slika 18: Gojilne posode v temi, Hardek. 12. januar 2024.	30
Slika 19: Tehtanje porabljene hrane in mase organizmov, Hardek. 19. januar 2024.	31
Slika 20: Merjenje količine izdihanega CO ₂ pri mokaerjih, Hardek. 19. januar 2024.	32
Slika 21: Merjenje količine izdihanega ogljikovega dioksida pri teličku, Miklavž pri Ormožu. 10. februar 2024.	32
Slika 22: Merjenje količine izdihanega ogljikovega dioksida pri kravi, Miklavž pri Ormožu. 10. februar 2024.	33
Slika 23: Potek merjenja izdihanega ogljikovega dioksida pri govedu. Miklavž pri Ormožu, 10. februar 2024.	33
Slika 24: Program Logger Pro, Hardek. 8. februar 2024.	34
Slika 25: Razvoj mokaerja. (Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.)	40

Slika 26: Gojenje mokaerjev doma, Dobrava. 10. oktober 2023.....	41
Slika 27: Izobraževalne posode, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.	41
Slika 28: Izobraževalna posoda z ličinkami mokaerjev, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.	42
Slika 29: Izobraževalna posoda z bubami in odraslimi mokaerji, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.....	42
Slika 30: Iztrebki mokaerjev, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.	42
Slika 31: Ličinke mokaerjev, pripravljene za pokušino, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.....	43
Slika 32: Pokušina posušenih ličink mokaerjev, Lenart v Slovenskih Goricah. 4. januar 2024.....	44
Slika 33: Razmerje med anketiranimi moškimi in ženskami.....	48
Slika 34: Število anketirancev iz posamezne statistične regije.....	49
Slika 35: Število anketiranih veganov oziroma vegetarijancev	49
Slika 36: Število anketirancev, ki redno uživajo dodatne beljakovine v obliki proteinov ali podobnega	50
Slika 37: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na spol.....	50
Slika 38: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na starostno skupino	51
Slika 39: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na statistično regijo, v kateri anketiranec živi	52
Slika 40: Razmerje med spoloma anketirancev v posameznih statističnih regijah	53
Slika 41: Podpora uvajanja žuželk v prehrani glede na odnos do uživanja mesa.....	53
Slika 43: Podpora ljudi pri uvajanju žuželk v prehrano.....	54
Slika 44: Zakaj anketiranci žuželk ne bi uživali?.....	55
Slika 45: Mnenje ljudi o uvajanju žuželk v prehrano po naštetih prednostih, ki jih imajo žuželke.....	56

POVZETEK

V svetu je vedno bolj odmevno uvajanje žuželk v prehrano, s čimer se srečujemo tudi v Sloveniji. A veliko ljudi ima do uvedbe žuželk v prehrano negativno mnenje, predvsem zaradi predsodkov. V raziskovalni nalogi sva se osredotočili na vprašanje: Ali ima uvajanje žuželk v prehrani podporo pri prebivalcih Slovenije?

Raziskave o podpori žuželk v prehrani ljudi so že potekale v sklopih raziskovalnih nalog, a so bili raziskovalci vedno osredotočeni le na svojo šolo, naju pa je zanimalo, kakšno je mnenje vseh Slovencev, ker le tako lahko dosežemo rezultate, ki bodo uporabni tudi v prihodnje, saj rezultatov primanjkuje oziroma jih pred izvedbo raziskovalne naloge še ni bilo v tako širokem obsegu.

Izvedli sva vseslovensko anketo, na katero je odgovorilo 2178 in v kateri sva iskali predvsem mnenje ljudi o žuželkah v prehrani, štiri intervjuje z različnimi slovenskimi rejci žuželk, intervju s predstavnico Nacionalnega inštituta za javno zdravje in dva eksperimenta – eksperiment primerjave gojenja mokaerjev (*Tenebrio molitor*) na različnih vrstah hrane in eksperiment merjenja količine izdihanega ogljikovega dioksida pri mokaerjih in pri govedu.

Ugotovili sva, da prebivalci Slovenije v večini žuželk ne bi poskusili, saj se je za ta odgovor v anketi odločilo skoraj 80 % anketirancev. Med tistimi, ki se za uživanje bi odločili, prevladujejo moški. Tudi slovenski rejci mokaerjev ne podpirajo uvedbe žuželk v prehrano, a želijo to tudi približati prebivalcem Slovenije, sicer pa se jih večina ukvarja z gojenjem mokaerjev za namene prehrane živali, predvsem perutnine ali pa za raziskovalne namene. Na NIJZ-ju se s tovrstno tematiko še niso podrobno ukvarjali, ampak menijo, da bodo pridobljeni podatki najine ankete koristni za spremembe na področju prehrane v Sloveniji. Z eksperimentom o izdihanem ogljikovem dioksidu pri mokaerjih in govedu sva potrdili podatke s spleta, da je v tovrstni primerjavi izdihan CO₂ pri mokaerjih zanemarljiv. Z eksperimentom gojenja mokaerjev v različnih krmilih pa sva odkrili načine, kako lahko s tem eksperimentom prideš do zanesljivih podatkov.

Glede na to, da uvedba žuželk v prehrano pri ljudeh ni dosegla podpore, bi žuželke kljub neodobravanju kot vira hrane ljudi vseeno lahko uporabili, zato sva se pozanimali o alternativnih rešitvah in dobili uporabne ideje, kjer bi žuželke lahko uporabili za predelavo odpadne hrane; v industriji bi jih lahko uporabili kot sestavni del embalaže, za kar so sicer potrebne še številne raziskave, predvsem pa je prihodnost žuželk v viru hrane za vzrejo živali.

Ključne besede: žuželke v prehrani, mokaerji, beljakovine, podpora Slovencev pri uvajanju žuželk v prehrano, gojenje mokaerjev, količina izdihanega CO₂ pri mokaerjih in pri govedu.

ABSTRACT

The introduction of insects into the diet is becoming increasingly popular worldwide, a trend also observed in Slovenia. However, many people have a negative opinion about incorporating insects into their diets, often due to prejudice. In our research paper, we focused on exploring whether there is support for introducing insects into the diet among the inhabitants of Slovenia.

Previous research on the acceptance of insects in human nutrition has primarily focused on specific research tasks, often limited to particular groups (usually researchers' schools). We aimed to capture the opinions of all Slovenians, believing that such comprehensive data would be valuable for the future endeavours, particularly given the scarcity of existing results or their limited scope before the implementation of our research.

We carried out a nationwide survey, primarily aiming at finding out public opinion regarding insects in the diet. Additionally, we conducted four interviews with various Slovenian insect breeders, and an interview a representative of the National Institute for Public Health. We also conducted two experiments: one comparing the culturing of mealworms (*Tenebrio molitor*) using different food sources and another comparing the amount of exhaled carbon dioxide in mealworms and cattle.

Our findings revealed that the majority of Slovenian inhabitants are unwilling to try insects, with nearly 80% of respondents indicating such reluctance in the survey. Additionally, we observed a predominance of men among those open to the idea. Interestingly, even Slovenian mealworm breeders showed hesitation towards the incorporation of insects into the human diet, preferring instead to focus on raising insects for animal feed, particularly poultry, or for research purposes. While the National Institute of Public Health has not extensively explored this topic, they expressed optimism regarding the utility of our survey data for informing potential changes in nutrition policy in Slovenia. Our experiments on exhaled carbon dioxide in mealworms and cattle confirmed existing internet data that in this kind of comparison the exhaled CO₂ in mealworms is negligible. Furthermore, our experiment involving the culturing of mealworms using different feeds yielded valuable insights into obtaining reliable data through such experiments.

Despite the lack of widespread support for incorporating insects into human diets, we explored alternative applications for insects. Our research yielded useful ideas, including their potential use in processing food waste, in industry as part of packaging materials (albeit requiring further research), and primarily as a future food source for animal feed.

Key words: insects in the diet, mealworm, proteins, support of Slovenians into incorporating insects into the diet, culturing mealworms, the amount of exhaled CO₂ in mealworms and cattle.

1 UVOD

V svetu je vedno bolj odmevno uvajanje žuželk v prehrano, s čimer se srečujemo tudi v Sloveniji. Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben, glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Ker sva bili velikokrat deležni negativnih mnenj o tej temi, sva se odločili, da narediva raziskovalno nalogo o podpori ljudi o uvajanju žuželk v prehrano. Bi bili ljudje pripravljeni uživati žuželke?

Žuželke v prehrani so ponekod po svetu že skorajda enakovredne ostalim virom beljakovin, v Evropski uniji pa se je ideja začela šele razvijati, zato spadajo v tako imenovano »novo živilo«, ki potrebuje dovoljenje za uvajanje na trg. Evropska komisija je od junija 2021 do danes izdala dovoljenja za trženje štirih različnih žuželk, zadnje junija 2023 in tako nekateri evropski ponudniki že ponujajo žuželke v prehrani. V Sloveniji še ideja ni razvita. Ali bi se jo sploh splačalo razviti in začeti uvajati žuželke na trg? Vsakozi naju je spremljalo le eno vprašanje: Ali ima uvajanje žuželk v prehrano podporo pri prebivalcih Slovenije? Odgovori na to vprašanje ne bi predstavljali le vira informacij za najino raziskovalno nalogo, ampak bi pripomogli tudi k razmisleku ponudnikov, ki se s tem vprašanjem morebiti že soočajo, a ne poznajo odgovora. Po proučevanju knjižne in spletne literature sva izvedli vseslovensko anketo, ki nama je s pomočjo več kot 2000 anketirancev ponudila reprezentativen vzorec nabora odgovorov med vsemi starostnimi skupinami po vsej Sloveniji. Anketo, ki je predstavljala ključno metodo do zaključkov raziskovalne naloge, sva podprli s 5 intervjuji in z 2 eksperimentoma. Tako sva z anketo in intervjuji pokrili področji sociologije in psihologije, katerih tema proučevanja so tudi predsodki, glavni krivci negativnih mnenj o uživanju žuželk. Poleg intervjujev pa sva z eksperimentoma pokrili še področje biologije, ki naju je usmerilo predvsem v proučevanje žuželk, kjer sva v ospredje postavili mokaarje (*Tenebrio molitor*), ki so v Sloveniji, med sicer zelo redkimi rejci žuželk, največkrat prva izbira. Tako sva v eksperimentu primerjave gojenja mokaarjev (*Tenebrio molitor*) ugotavljali, katero krmilo mokaarjem najbolj ustreza, v eksperimentu primerjave količin izdihanega CO₂ pri govedu in mokaarjih pa preverjali, ali so izpusti CO₂ pri gojenju mokaarjev (*Tenebrio molitor*) res skorajda zanemarljivi.

Naslov *Prleška gibanica z mletimi mokaarji* povezuje najino domačo pokrajino, Prlekijo in največkrat gojene žuželke v Sloveniji, mokaarje. Iz naslova je razvidno tudi glavno področje najine raziskovalne naloge, ki je uvajanje žuželk v prehrano ljudi.

Prleška gibanica z mletimi mokaarji ponuja vire znanja in veliko novih spoznanj, ki vas bodo ob branju raziskovalne naloge popeljali v svet neznanega, svet žuželk, prehrane in človeških odnosov ter tako prepletli nekaterim mogoče zelo različna področja biologije, sociologije in psihologije. Prleška gibanica z mletimi mokaarji je odraz trdega dela, veliko vloženega truda in energije, a največji dosežek so izkušnje in dokaz, da smo Slovenci pripravljeni pomagati vsakomur, četudi sta to le dve dijakinji 3. letnika gimnazije, ki potrebujeta le mnenje posameznikov.

1.1 Hipoteze

Skozi celotni proces izdelave raziskovalne naloge, naju je vodilo eno glavno vprašanje:

- Ali ima uvajanje žuželk v prehrani podporo pri prebivalcih Slovenije?

Na podlagi tega vprašanja sva izpeljali naslednje hipoteze:

H1: Večina ljudi ne bi izbrala živil, ki vsebujejo žuželke.

H2: Moški bi prej kot ženske poskusili živila, ki vsebujejo žuželke.

H3: Živila, ki vsebujejo žuželke, bi najprej poskusilo prebivalstvo v starostni skupini 30–49 let.

H4: Med posameznimi regijami v Sloveniji je opazna razlika glede deleža ljudi, ki odobrava žuželke kot alternativni vir beljakovin.

H5: Mokaarji (*Tenebrio molitor*) pri vzreji v ozračje izpustijo veliko manj CO₂ kot na primer govedo.

H6: Mokaarji najboljše uspevajo v pšenični moki in najslabše v celi pšenici.

H7: Bodoči ponudniki žuželk v prehrani menijo, da bi se ljudje odločili za uživanje žuželk.

H8: Strokovnjaki s področja javnega zdravja ne podpirajo ideje o uvedbi žuželk v prehrano.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Žuželke kot alternativni vir hrane

Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben, glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Pri gojenju skoraj ne potrebujejo vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje, kar pomeni manj kmetijskih obdelovalnih površin (Vantomme, 2015). Žuželke se lahko uporabi kot tržna rešitev za zmanjšanje živilskih odpadkov, katerih odstranjevanje iz proizvodnje je običajno povezano z visokimi stroški. Če bi podjetja te stranske proizvode pri proizvodnji živil brezplačno namenila za proizvodnjo žuželk, bi z vidika trajnostnega krožnega gospodarstva pomenilo dobiček za obe strani (Andreasson, 2023).

2.1.1 Žuželke, uporabljene v prehrani

Užitne žuželke so v zadnjih letih pridobile vse večje zanimanje kot živilski proizvod, saj predstavljajo alternativni vir beljakovin in mikrohranil (Colsani, 2023). Naraščajoče zanimanje za uživanje živil z visoko vsebnostjo beljakovin, vitaminov, aminokislin in mineralov usmerja rast trga obogatenih prigrizkov (Costa idr., 2020). Žuželke vsebujejo visoko kvalitetne beljakovine, maščobe, omega-3 in omega-6 maščobe, vlaknine, številne minerale, železo (trikrat več kot goveje meso) in kalcij (dvakrat več kot mleko). Užitne žuželke vsebujejo zelo visoke količine beljakovin velike biološke vrednosti, kar pomeni, da vsebujejo vse esencialne aminokisline, ki pa so pogoj pri določanju kvalitete beljakovinskih živil (Colsani, 2023). Črčki imajo v povprečju 205 gramov proteinov na kilogram, kar je le 50 gramov manj od govedine, kobilice pa 20 miligramov železa na 100 gramov, kar je 14 gramov več kot pri govedini (Žuželke – hrana prihodnosti, b. d.).

Za boljšo oceno tveganja in koristi uživanja žuželk je smiselno poznati hranilno vrednost ter kemično in mikrobiološko kontaminacijo posameznih žuželk (Colsani, 2023).

Ličinke moka (Tenebrio molitor)

Moka (Slika 1) so hrošči, ki so pogosto prisotni v žitnih skladiščih in še pogostejše v mlinih oziroma mlevskih proizvodih. Najdemo jih lahko tudi v domovih, kjer se v kuhinjah in shrambah nahajajo v različnih suhih prehrabnih izdelkih – izdelki iz žit, oreščki, ptičja hrana idr. (Žigon, 2022). Moka sodijo med sekundarne skladiščne škodljivce žit, kar pomeni, da se lahko prehranjujejo samo z že načetim, poškodovanim ali nalomljenim zrnjem. Posledično se pogosto pojavljajo skupaj s primarnimi škodljivci, ki poškodujejo zdravo zrnje in omogočajo prehranjevanje moka. Ti škodo povzročajo s prehranjevanjem na zrnju in njihovih ostankih ter s svojimi iztrebki, s katerimi onesnažijo žitno maso ter zmanjšujejo kakovost uskladiščenega pridelka. Žito se ob prisotnosti škodljivcev intenzivneje segreva in navlaži, s čemer se ustvarjajo pogoji za razvoj različnih plesni in povečanje vsebnosti mikotoksinov. Od moka so največkrat prisotne vrste: mali moka (*Tribolium confusum* Jacq.), rjavi moka (*Tribolium castaneum* Herb.) in veliki moka (*Tenebrio molitor* L.). Telo odraslih hroščev velikega moka je temno rjave do črne barve in lahko doseže dolžino do 2 cm. Ličinke so dolge 2,5 cm in več ter rumenkasto-bele barve. Razvojni krog velikega moka traja od 280 do 630 dni, odvisno od temperaturnih razmer. Običajno razvoj ličinke traja 3 do 4 mesece, lahko pa poteka tudi do 18 mesecev. Odrasli hrošči živijo do 3 mesece (Žigon, 2022).

Ličinke moka (*Tenebrio molitor*) imajo podobno hranilno vrednost kot običajni viri mesa. Vsebujejo 10,4 % maščob in 13,7 % beljakovin. Njihovi glavni maščobni kislini sta oleinska (37,8 %) in linolna (33,2

%). Rezultati raziskav so pokazali, da ličinke moka izpolnjujejo zahteve po vnosu esencialnih aminokislin v človeško telo (vse so bile nad 100 % dnevnega vnosa), z izjemo lizina. Ličinke so prav tako odličen vir mineralov, kot so fosfor, magnezij in cink (114 %, 109 do 128 % in 117 % nad RDI). Kljub nizkemu prispevku kalija in železa (16–17 % in 20 % RDI) je nižja vsebnost natrija prednost za zdravje ljudi, saj visok vnos zvišuje krvni tlak. Vrednosti živega srebra in svinca so pod mejo zaznavnosti, raven kadmija pa je 0,10 mg/kg (Costa idr., 2020). Energijski prispevki se gibljejo od 379 do 573 kcal/100 g. Če upoštevamo dnevno energijsko vrednost za odraslega 2000 kcal/dan, 100 gramov *T. molitor* zadosti približno četrtini dnevne potrebne energije (Alves, Cardoso, Linzmeier, Marcedo in Sanjinez-Argandoña, 2016).

Ličinke rumenega moka imajo sicer visoko bakterijsko obremenitev, vendar ne vsebujejo patogenih bakterij. Raziskave kažejo, da jim osemdnevno stradanje pri 5 °C zmanjša skupno število vseh mikroorganizmov, zlasti kvasovk in skupnih mezofilnih anaerobnih bakterij, ki tvorijo spore (Costa idr., 2020).



Slika 1: Ličinke moka (*Tenebrio molitor*). Hardek, 16. januar 2024.

Ličinke malega moka (*Alphitobius diaperinus*)

Ličinke malega moka (Slika 2) se v 3 do 5 dneh razvijejo iz jajčec, ki jih lahko samice odložijo tudi do 400 na površino poškodovanih ali mletih zrn. Telo ličink je črvaste oblike, dolgo okoli 6 mm, rumenkasto-bele barve in prekrito z voščeno prevleko. Optimalne temperature za razvoj moka so okoli 30 °C, pri relativni zračni vlagi višji od 70 %. Življenjska doba odraslih hroščev, odvisna od okolijskih razmer, traja do 3 mesece (Žigon, 2022).

Ličinke malega moka (*Alphitobius dia perinus*) v prahu (LP) (10 ali 30 % nadomestilo za pšenično moko) se uporabljajo za beljakovinsko in mineralno obogatitev hrustljavih prigrizkov (prepečenca). V raziskavah so ovrednotili tehnološke, mikrobiološke, hranilne in senzorične lastnosti ojačanega prepečenca. Pri 30 % zamenjavi pšenične moka za ličinke malega moka v prahu, se vsebnost beljakovin v prepečencu poveča do 99,3 %; poleg tega se opazno poveča vsebnost esencialnih aminokislin, pri čemer je obogatitev histidina dosegla do 129,1 % v prepečencu s 30 % zamenjavo. Vključitev LP je privedla do obogatitve skoraj vseh pomembnih mineralov, zlasti železo, fosfor in cink, pri čemer cink kaže odstotke obogatitve do 300 % v prepečencu s 30 % nadomestitvijo LP (Rincolini idr., 2020).



Slika 2: Ličinke malega mokaarja (*Alphitobius diaperinus*). (<https://www.dti.dk/specialists/insects-3-research-and-development/38908>)

Kobilice selivke (*Locusta migratoria*)

Kobilice selivke (Slika 3) so ene izmed užitnih žuželk, ki se večinoma uporabljajo za prehrano v mnogih državah (Munir Salama, 2020). Že v Svetem pismu je zapisano: "Vse krilate živalce, ki hodijo po štirih, so za vas gnusoba. Vendar pa smete od vseh krilatih živalc, ki hodijo po štirih, jesti tiste, ki imajo nad nožicami še nogi, s katerima lahko skačejo po zemlji. Od teh smete jesti kobilico selivko po njenih vrstah, poševnolice, dolgoroge in kratkoroge kobilice. Vse druge krilate živalce, ki hodijo po štirih, so za vas gnusoba." 3 Mz 11:20-23 SSP. Po tem lahko sklepamo, da so kobilice selivke že dolgo del človeške prehrane (Svetopisemska družba Slovenije, 2020). Za kobilice selivke je značilno, da se selijo v rojih in uničujejo pridelek (Burnie, 2010). Kobilice običajno letijo z vetrom s hitrostjo približno 15 do 20 kilometrov na uro. Roji lahko v enem dnevu prepotujejo od 5 do 130 km ali več (Jakobs, b. d.). Roji so različni in odvisni od vremenskih razmer. Včasih lahko roj sestavlja kar 50 milijard živali. Če jim zmanjka hrane, odletijo drugam. Ko se usedejo na pridelek, ni mogoče narediti tako rekoč ničesar, da bi jih pregnali, zato lahko povzročijo ogromno škodo (Burnie, 2010). Kobilice selivke se pojavljajo po vsej Afriki, Aziji, Avstraliji in Novi Zelandiji, včasih so bile pogoste tudi v Evropi, zdaj pa se pojavljajo vse bolj redko. Odrasla kobilica lahko zaužije lastno težo (nekaj gramov) sveže hrane na dan (Jakobs, b. d.).

Študije so pokazale, da telo *Locusta migratoria* vsebuje znatno koncentracijo beljakovin, mononasičenih in večkrat nasičenih maščobnih kislin, vlaknin, vitaminov in mineralov ter lahko zagotovi človeku potrebne kalorije, ki so podobne tradicionalni hrani, kot so govedina, piščanec in svinjina. Poleg tega telo kobilice vsebuje biološko aktivne spojine, kot so hitin, retinol, vitamin D, vitamin B12, vrsto karotenoidov in antioksidantnih peptidov, ki lahko človeka ščitijo pred številnimi boleznimi, kot so kronične ledvične in nevrodegenerativne motnje, kardiovaskularne bolezni, diabetes in težave s kožo. Poleg tega je bilo ugotovljeno, da ima suha snov *Locusta migratoria* antioksidativno delovanje proti oksidativnemu stresu prek sposobnosti keliranja kovinskih ionov, pri čemer ima največjo kelacijsko sposobnost pri bakrovih ionih (Munir Salama, 2020). Keliranje je kemična reakcija, pri kateri se z dodatkom kelatorjev v želodcu tvorijo netopne soli nezaželenih kovin oziroma njihovega presežka, ki se ne morejo absorbirati v črevesju in se zato izločijo iz telesa (Kaj pomeni kelirati, b. d.). Raziskovalci so dokazali, da se hranilna sestava in sestavine bioaktivnih spojin v telesu kobilic razlikujejo glede na prehrano in razvojne stopnje žuželk (Munir Salama, 2020).



Slika 3: Kobilica selivka (*Locusta migratoria*). (https://e-insects.wageningenacademic.com/locusta_migratoria)

Hišni črički (*Acheta domestica*)

Hišni črček (Slika 4) je običajno sive ali rjavkaste barve in zraste od 16 do 21 milimetrov v dolžino. Samci in samice so videti podobni, vendar imajo samice na zadnjem delu telesa nekakšno iglo, dolgo približno 12 milimetrov. Hišni črček je vsejed. Črčki v divjini uživajo rože, liste, sadje, trave in druge žuželke (vključno z mrtvimi pripadniki svoje vrste). V ujetništvu pa se jih lahko hrani s sadjem (npr. jabolka, pomaranče, banane), zelenjavo (npr. krompir, korenje, buče, listnata zelenjava) in različnimi žiti (npr. ovseni kosmiči, koruzni zдроб, kuhani koruzni storži, lucerna, pšenični kalčki, riževi kosmiči). Hišni črčki potrebujejo dva do tri mesece, da zaključijo svoj življenjski cikel pri 26 do 32 °C. Nimajo posebne faze prezimovanja, lahko pa preživijo hladno vreme v stavbah in okoli njih ter na odlagališčih, kjer jih lahko ohranja toplota zaradi fermentacije (*Acheta domestica*, b. d.). So žuželke z nepopolno preobrazbo, kar pomeni, da so mladi osebki zelo podobni odraslim, le da so manjši in brez kril (Masaki in Walker, 1989).

Eden glavnih razlogov, ki je Evropsko komisijo prepričal, da odobri uvedbo razmaščenega prahu hišnega črčka (*Acheta domestica*) v živilih, je hranilna vrednost črčka. Črčke sestavlja 60–70 % beljakovin, v primerjavi z govedino veliko več, delež beljakovin govejega mesa je približno 30 %. Črčki predstavljajo bogat vir vitaminov B kompleksa, predvsem B12 ter mineralov, v največji meri železa, cinka, magnezija, natrija, kalija in kalcija (Colsani, 2023).



Slika 4: Hišni črček (*Acheta domestica*). (<https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/crickets/adomest.html>)

Črna vojaška muha (*Hermetia illucens*)

Ličinke črne vojaške muhe (Slika 5) so razkrojevalci, zato so pomemben člen pri razgradnji organskih substratov in vračanju hranil v tla. Tako ličinke kot odrasle žuželke črne vojaške muhe ne spadajo med škodljivce, pa tudi ne med vektorje oziroma prenašalce bolezni. Ličinke črne vojaške muhe predstavljajo alternativni vir beljakovin za ribogojstvo, krmo za živali, hrano za hišne živali in prehrano ljudi. Ličinke jedo prašiči, ribe, kuščarji, želve, hrčki pa tudi psi (Ličinke črne vojaške muhe, 2023). Predstavljajo popoln vir hrane predvsem za plazilce, saj so bogate s hranili za optimalno zdravje, rast in razvoj plazilcev, vsebujejo ustrezno količino beljakovin, maščob, vode ter razmerje fosforja in kalcija, ki zadošča življenju plazilcev (Zakaj so ličinke črne vojaške muhe tako dobre za plazilce?, 2023). Ta žuželka pa je ena redkih vrst žuželk, odobrenih za krmo v ribogojstvu v EU (Ličinke črne vojaške muhe, 2023).



Slika 5: Ličinka črne vojaške muhe (*Hermetia illucens*). (https://e-insects.wageningenacademic.com/hermetia_illucens)

Črna vojaška muha (Slika 6) spada v družino *Stratiomyidae*. Izvira iz Združenih držav Amerike, v Sloveniji pa so jo prvič opazili leta 2009. Odrasla črna vojaška muha je običajno velika od 8 do 15 milimetrov. Ima robustno, črno ali temno sivo telo, sestavljene oči in temna, prosojna krila. Samica črne vojaške muhe v hlevski gnoj, kompost ali mrhovino odloži med 600 in 800 jajčec. Jajčeca so majhna in bela, ovalne oblike z gladko površino, nahajajo pa se v skupkih, običajno pritrjena na podlago, na kateri se bodo kasneje razvijale ličinke. Ko se ličinke izležejo, se zelo hitro razvijejo v mušje črve, ki so zelo energijsko bogati, zato jih lahko uporabljamo kot vir hrane. Mušji črvi, ki so hranilno bogati in imajo visoko vsebnost beljakovin, so postali zanimiva alternativa tradicionalni živalski krmi. Vsebujejo tudi pomembne aminokisline, ki so bistvene za zdravje živali. Velikokrat odrasle žuželke črnih vojaških muh uporabljajo za reciklažo ostankov hrane iz restavracij, gospodinjstev in industrije, saj kot razkrojevalci pomagajo zmanjšati količino odpadkov na odlagališčih in prispevajo k bolj trajnostnemu ravnanju z odpadki. Tako kot moka tudi iztrebki mušjih črvov služijo kot gnojilo imenovano frass, ki je bogato s hranili in se zato uporablja v kmetijstvu in vrtnarstvu za spodbujanje rasti rastlin in izboljšanje plodnosti tal. Se pa muhe uporabljajo tudi v biotehnoloških raziskavah za čiščenje okolja, raziskave genetike in uporabo v medicinskih in farmacevtskih raziskavah (Črna vojaška muha, 2023). Pri gojenju črne vojaške muhe, ki je v naravi prisotna v Ameriki, so to vrsto odkrili kot močno invazivno vrsto, saj so jo našli naseljeno v gnezdih čmrljev (Grad in Toplak, 2018).



Slika 6: Črna vojaška muha (*Hermetia illucens*). (<https://hermetiabioscience.com/page/hermetia-illucens-the-black-soldier-fly>)

2.2 Žuželke kot (ne)onesnaževalci

Žuželke so okoljsko bolj doprinosne, v primerjavi z govedom in drugimi viri beljakovin. Pri gojenju ne potrebujejo vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka. Ker je to povezano predvsem z dihanjem, bo v nadaljevanju najprej predstavljeno dihanje žuželk in goveda, kasneje pa toplogredni plini in povezava žuželk z njimi.

2.2.1 Dihanje

Dihanje sesalcev

Sesalci, kot je na primer govedo, dihamo z razvejanimi pljuči, v katera zrak izmenično vsesavamo in ga iz njih iztiskujemo. S širjenjem prsne votline med vdihom pljuča polnimo z zrakom, med izdihom pa jih s krčenjem prsne votline praznimo. Pri takšnem načinu ventilacije zrak ne potuje enosmerno, kot na primer pri ribah in pticah, zato ne omogoča tako učinkovite izmenjave plinov. Ker hkrati ne zamenjamo vsega zraka v pljučih, se vdihani zrak meša z zrakom, ki je ostal v pljučih in je v njem nižja koncentracija kisika. Vdihani zrak potuje po dihalni poti vse do pljučnih mešičkov. V stenah pljučnih mešičkov so drobne žile s tankimi stenami, ki jih od zraka v mešičkih loči izredno tanek epitel mešičkov. Med zrakom in krvjo v pljučnih mešičkih je pregrada iz zgolj dveh plasti celic, debela okoli dva mikrometra. Tako kratka razdalja med zrakom in krvjo omogoča hitro difuzijo dihalnih plinov (Belušič, Dolenc Koče, Turk, Vittori in Zalar, 2022b).

Dihanje žuželk

Žuželke so razvile dihala, ki omogočajo neposredno izmenjavo dihalnih plinov med celicami v njihovih tkivih in zrakom brez prenosa dihalnih plinov z obtočili. To jim omogoča omrežje cevastih vzdušnic ali trahej po celotnem telesu. Zrak prehaja med trahejami in zunanostjo skozi odprtine, imenovane dihalnice. V telesu se nato prenaša po razvejanem omrežju zračnih cevi vzdušnic. Te se cepijo v čedalje tanjše cevke, ki naposled vodijo pline neposredno do celic v žuželčjih tkivih. Šele tu se kisik raztaplja v tekočino in potuje do mitohondrijev z difuzijo, CO₂ pa vstopa v traheje in izhaja iz telesa. Sistem deluje, ker je difuzija plinov v zraku bistveno hitrejša, kot je v vodni raztopini (Belušič, Dolenc Koče, Turk, Vittori in Zalar, 2022a).

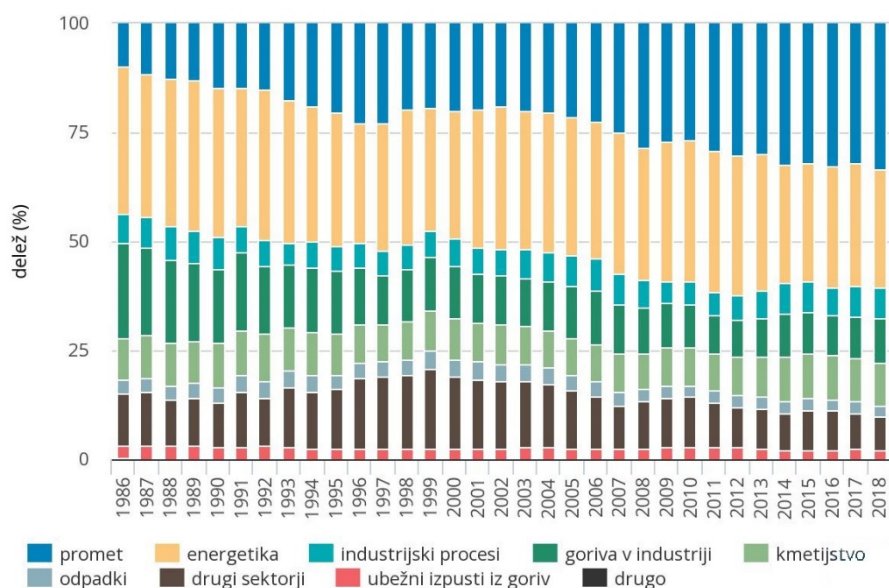
2.2.2 Toplogredni plini

Toplogredni plini so plini, ki povzročajo globalno segrevanje ozračja in vplivajo na svetovno podnebje. Prihaja do sprememb v vzorcih sneženja in padavin, dviga povprečnih temperatur in ekstremnih podnebnih dogodkov, kot so vročinski valovi in poplave (Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje, 2023).

Poznamo več različnih toplogrednih plinov. CO₂ v naravi nastaja z dihanjem živali in ljudi ter z razpadanjem biomase. V ozračje vstopa tudi z izgorevanjem fosilnih goriv in s kemičnimi reakcijami. Iz ozračja ga odstranjujejo rastline v procesu fotosinteze. Zato imajo gozdovi pomembno vlogo pri zajemanju ogljika. Metan je brezbarven plin, ki predstavlja glavnino zemeljskega plina. Njegovi izpusti nastajajo pri proizvodnji in transportu premoga, zemeljskega plina in nafte, pa tudi pri živinoreji in drugih kmetijskih praksah, pri rabi tal in pri razpadanju organskih odpadkov na odlagališčih komunalnih odpadkov. Leta 2021 je večina izpustov metana izvirala iz kmetijstva, gozdarstva in ribištva. Za nastajanje dušikovega oksida so odgovorni predvsem mikrobi s svojim delovanjem v tleh, uporaba gnojil, ki vsebujejo dušik, kurjenje lesa in kemična proizvodnja. Izpušča se pri kmetijskih in industrijskih dejavnostih ter pri rabi zemljišč, zgorevanju fosilnih goriv in trdnih odpadkov ter čiščenju odpadnih voda. V EU so kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo sektorji, ki so v letu 2021 povzročili največ izpustov dušikovega oksida. Fluorirani ogljikovodiki predstavljajo približno 90 % izpustov fluoriranih plinov. EU si prizadeva za njihovo postopno odpravo do leta 2050. Uporabljajo se predvsem za absorpcijo toplote v hladilnikih, zamrzovalnikih, klimatskih napravah in toplotnih črpalkah; kot potisni plin v razpršilnikih za astmo in tehničnih razpršilnikih aerosolov; sredstvo za pene in v gasilnih aparatih. Leta 2021 jih je bilo največ v sektorjih trgovine na debelo in drobno ter popravil motornih vozil in motornih koles. Perfluorogljikovodiki so umetne spojine, ki se pogosto uporabljajo v industrijskih proizvodnih procesih. Žveplov heksafluorid se pogosto uporablja za izolacijo električnih vodov. Dušikov trifluorid se v proizvodnih procesih uporablja kot "plin za čiščenje komor" za čiščenje neželenih nanosov na delih mikroprocesorjev in vezij med njihovo izdelavo (Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje, 2023).

V skupnem deležu izpustov TGP ima v Sloveniji največji prispevek CO₂ (v letu 2018 kar 82,8 %). CO₂ nastaja predvsem pri zgorevanju goriva in pa tudi pri industrijskih procesih, predvsem tistih, kjer kot surovino uporabljajo karbonate. Sledi metan (11,1 %), ki večinoma izvira iz odpadkov in kmetijstva, ter didušikov oksid (4,3 %), ki prav tako nastaja predvsem v kmetijstvu, opazni pa so tudi izpusti didušikovega oksida iz cestnega prometa. Izpusti F-plinov, med katere sodijo fluorirani ogljikovodiki (HFC), perfluorirani ogljikovodiki (PFC) in žveplov heksafluorid (SF₆), so zelo majhni, vendar zaradi visokega toplogrednega učinka njihov prispevek k segrevanju ozračja ni zanemarljiv (1,9 %) (TGP emisije in prehod v podnebno nevtralnost, b. d.).

Spodnji graf (Slika 7) prikazuje letne izpuste toplogrednih plinov glede na sektor dejavnosti v Sloveniji med letoma 1986 in 2018. Iz grafa je razvidno, da največ onesnaževanja povzroča promet, sledi mu energetika, ki z leti upada, prav tako upadajo izpusti v industrijskih procesih in onesnaževanje z gorivi v industriji. Temu sledijo izpusti v kmetijstvu, ki so do leta 1999 naraščali, nato pa začeli padati (Izpusti toplogrednih plinov, 2017).

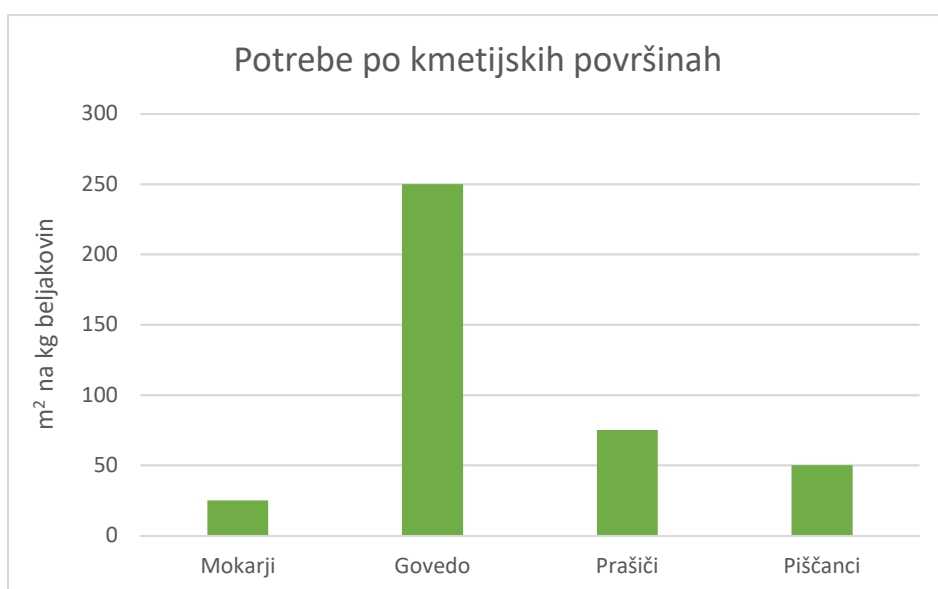


Slika 7: Letni izpusti toplogrednih plinov po sektorjih (delež), Slovenija, 1986–2018. (Izpusti toplogrednih plinov, 2017)

Žuželke in toplogredni plini

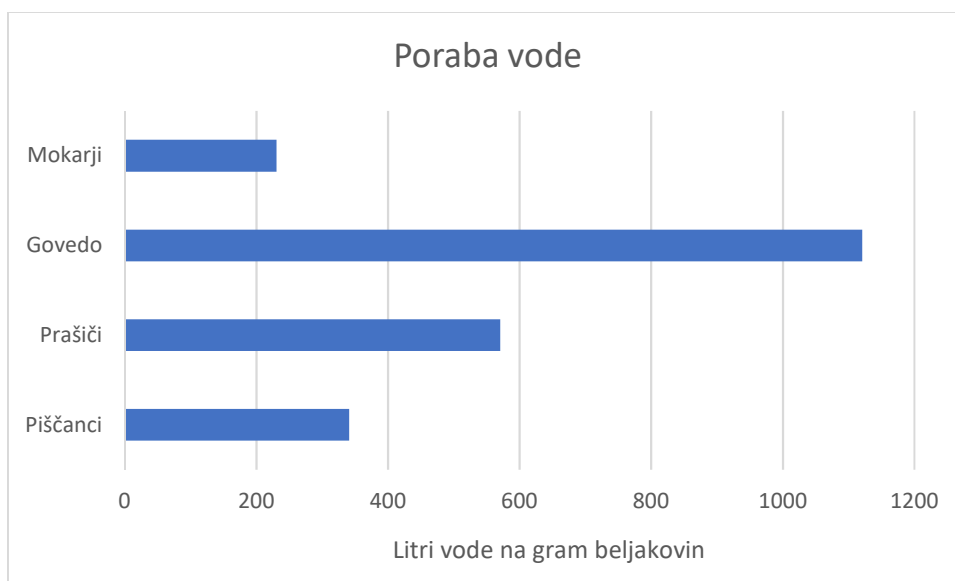
Kot je razvidno iz Slike 7, kmetijstvo ni med največjimi onesnaževalci, vendar je njegovo onesnaževanje veliko. Uvedba žuželk v prehrano bi lahko bila alternativna rešitev tudi z vidika zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017).

Žuželke, na primer moka (Tenebrio molitor), za gojenje potrebujejo veliko manj kmetijskih površin v primerjavi z govedom, prašiči in piščanci. Iz Slike 8 je razvidno, da za pridobitev enega kilograma beljakovin goveda potrebujemo 10-krat več prostora kot za kilogram beljakovin moka (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017).



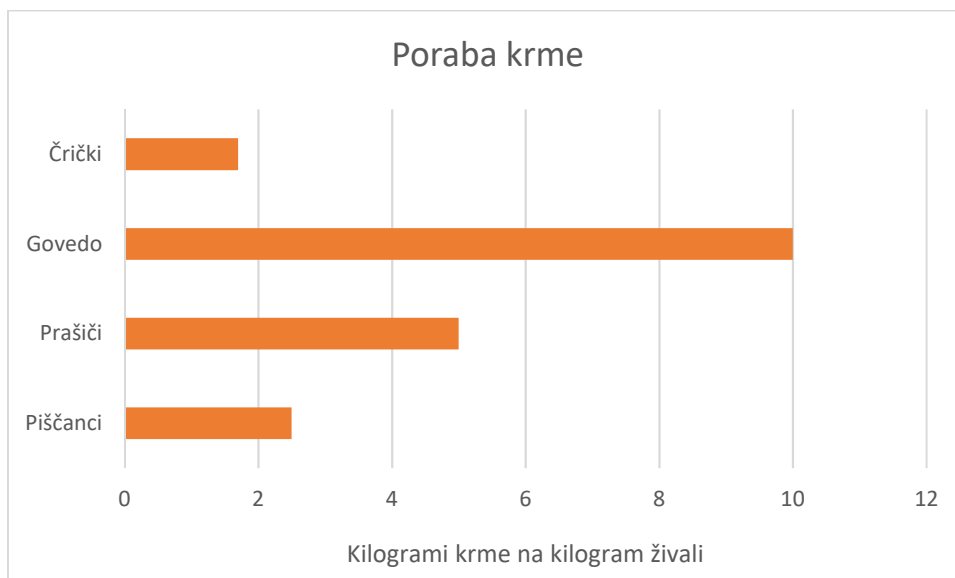
Slika 8: Potrebe po kmetijskih površinah za vzrejo posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)

Tudi pri porabi vode so mokaarji veliko bolj varčni kot ostale vrste. Porabo vode nam prikazuje Slika 9 (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017).



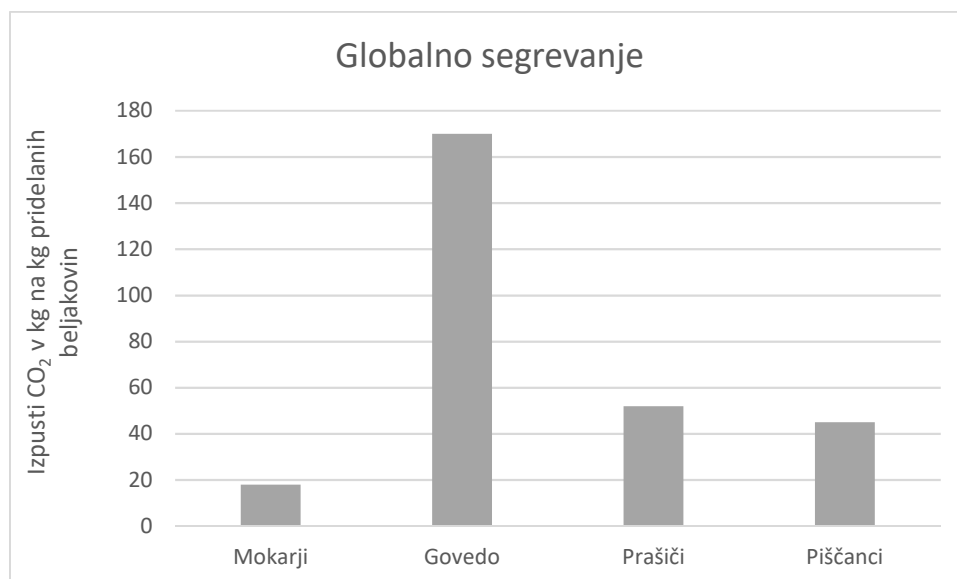
Slika 9: Poraba vode pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)

Za vzrejo mokaarjev potrebujemo tudi veliko manj krme, kar je razvidno iz Slike 10 (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017).



Slika 10: Poraba krme pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)

Pri gojenju mokaarjev se v ozračje izpusti veliko manj ogljikovega dioksida kot pri gojenju ostalih živali. Slika 11 prikazuje količino CO₂ v kilogramih, ki nastane na kilogram pridelanih beljakovin (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017).



Slika 11: Vpliv na globalno segrevanje pri vzreji posameznega tipa živali. (Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso, 2017)

2.3 Žuželke v prehrani

Začetek ideje o žužkah v prehrani sega v leto 1885, ko je britanski entomolog V. M. Holt objavil knjižico z naslovom: Zakaj ne bi jedli žužek. Takrat je knjižica predstavljala vir posmeha, danes pa mnoge organizacije, znanstveniki, zasebniki in mediji podpirajo idejo o uvajanju žužek za hrano prebivalstva in za prehrano domačih živali. Do leta 2050 bo ključni problem pridelati dovolj beljakovin za prehrano ljudi in domačih živali, največji problem pa predstavlja pričakovan porast potreb po živalskih beljakovinah, ki ga bo vedno težje obvladovati. Žuželke predstavljajo alternativni in zdravi vir hrane in krme, ki v primerjavi s pridelavo in predelavo drugih živali manj obremenjuje okolje, pri njihovem gojenju pa nastaja tudi manj toplogrednih plinov in amonijaka kot pri reji goveda in prašičev (Rincolini idr., 2020). Sodobna mesna industrija proizvede 20 % vseh toplogrednih plinov in porabi ogromne količine pitne vode. Žuželke vode ne potrebujejo, saj jo pridobijo iz zraka, ko je dovolj visoka zračna vlaga. Prav tako žuželke ne proizvajajo metana, njihov izpust CO₂ pa je zanemarljiv (Žuželke – hrana prihodnosti, b. d.). Poleg tega žuželke potrebujejo manj površin za pridelovanje. Žuželke lahko gojimo tudi na organskih odpadkih, zato bi lahko ogromne količine žit in soje, ki se sedaj uporabljajo za živalsko krmo, uporabili neposredno za človeško prehrano (Rincolini idr., 2020). Za kilogram žive mase žužek sta potrebna le 2 kilograma krme, medtem ko je za enako količino žive mase goveda potrebnih kar 7 kilogramov (Žuželke – hrana prihodnosti, b. d.).

Žuželke lahko gojimo ne samo v velikih obratih, temveč tudi na domačem dvorišču. Gojenje žužek lahko tudi revnejšim ljudem nudi dodatni vir hrane in zaslužka, če viške te proizvodnje prodajajo na lokalnih tržnicah, zato je pogosto družbeno sprejemljivejše in primernejše kot reja goveda, svinjine ali kokoši (Rincolini idr., 2020). Vedno več ljudi se zaveda, da so naravni viri omejeni. Gojenje žužek predstavlja dobro alternativo, saj vemo, da so žuželke najbolj razširjena vrsta na planetu (Žuželke – hrana prihodnosti, b. d.).

Evropska komisija je od junija 2021 do zdaj izdala že štiri dovoljenja za trženje različnih žuželk v prehrani na celotnem evropskem trgu, torej tudi v Sloveniji. Zadnja žuželka, ki je bila odobrena 5. januarja 2023, so hišni črčki (Zajec, 2023).

Trenutno je v Evropi v prehrani dovoljena uporaba sestavin iz naslednjih štirih žuželk (Vantomme, 2015):

- moka (*Tenebrio molitor*),
- kobilica (*Locusta migratoria*),
- hišni črček (*Acheta domesticus*),
- mali moka (*Alphitobius diaperinus*).

Žuželke bomo srečevali v številnih izdelkih. Hišne črčke bo mogoče zaslediti v obliki delno razmaščenega prahu v naslednjih izdelkih:

- kruh in štručke iz vseh vrst žit,
- krekerji in palčke,
- žitne ploščice,
- mešanice za pripravo pekovskih izdelkov,
- piškoti,
- izdelki iz testenin,
- omake,
- predelani izdelki iz krompirja,
- pice,
- sirotka v prahu,
- juhe in jušni koncentracije,
- prigrizki na osnovi koruzne moke,
- pivu podobne pijače,
- čokoladni izdelki,
- oreščki,
- mesni pripravki ...

Navedba žuželke kot sestavine, ki predstavlja malce drugačen, okusu povprečnega Evropejca zagotovo ne najbolj privlačen vir beljakovin, bo sicer obvezna tudi v predelanih živilih; vprašanje pa je, kakšna bo doslednost tovrstnega označevanja pri izdelkih, ki jih ne kupujemo v embalaži (Vantomme, 2015).

Evropska agencija za varnost hrane – EFSA je za vsako odobreno žuželko izdala mnenje o varnosti in na podlagi tega mnenja je Evropska komisija izdala izvedbene uredbe za dovoljenja trženja prej navedenih žuželk (Zajec, 2023).

2.3.1 Označevanje

Informacije o prehranskih izdelkih, ki bodo vsebovali žuželke, bodo morale biti javno dostopne in pregledne ter preverljive, nikakor ne skrite ali prikriti. Vsakemu potrošniku je namreč v skladu z veljavno regulativo treba omogočiti, da se sam odloči, ali bo posegal po takšnih prehranskih izdelkih ali ne (Vantomme, 2015). Označevanje živil, ki vsebujejo žuželke, mora biti v skladu tako z izvedbeno uredbo za žuželke kakor tudi z uredbo o informiranju potrošnika (Zajec, 2023). Pri označevanju veljajo pravila o označevanju predpakiranih in nepredpakiranih živil iz Uredbe (EU) 1169/2011 (Peterman, 2023). To je uredba, ki velja za vsa predpakirana živila in živila, dostavljena gostincem, restavracijam in institucijam javne prehrane (Zajec, 2023). Na izdelkih morata biti vidno označena oblika in ime žuželke (tudi v latinščini), podatek mora biti naveden v poudarjenem oziroma odebeljenem zapisu, kajti

žuželke, ki vsebujejo hitin in potencialno alergene beljakovine, so alergen. Zato mora biti, kot poudarjajo pri Zvezi potrošnikov Slovenije in Inštitutu za nutricionistiko, dodan tudi pripis, iz katerega je jasno razvidno, da ta sestavina lahko povzroči alergijske reakcije pri potrošnikih z znanimi alergijami na rake, izdelke iz rakov ter na pršice (Vantomme, 2015). Tudi v primeru, ko bodo žuželke dodane (kot sestavina) v predelana živila, kot so pekovski izdelki, slaščice, testenine in različni prigrizki v prašni obliki, bodo morale biti obvezno navedene med sestavinami.

Primeri označevanja (Zajec, 2023):

Kadar živilo vsebuje na primer posušene ličinke velikega mokaerja, mora biti ime živila: Posušeni veliki mokaer (*Tenebrio molitor* ličinka). V primeru, da je ličinka velikega mokaerja posušena in zmleta v moko ter dodana kot sestavina sestavljenega živila, se navedba napiše v seznam sestavin odebeljeno, saj gre za alergen: "**moka ličinke velikega mokaerja (*Tenebrio molitor*)**." Poleg seznama sestavin mora biti pri sestavinah, ki so alergeni, navedeno v drugačni pisavi ali odebeljeno: "**Ta sestavina lahko povzroči alergijske reakcije za potrošnike z znanimi alergijami na rake in njihove izdelke ter pršice.**"

2.3.2 Žuželke in oblike žuželk, dovoljene za prodajo v Evropski uniji

Izvedbene uredbe Evropske komisije jasno določajo, katere oblike točno določenih žuželk so dovoljene za uporabo (Zajec, 2023). Izvedbene uredbe za dovoljenje trženja žuželk temeljijo na mnenju o varnosti, ki ga je Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) izdala za vsako žuželko posebej (Vantomme, 2015). Izvedbena uredba za vsako žuželko določa tudi največjo količino, ki se sme dodati kot sestavina sestavljenega živila.

Trenutno je dovoljena uporaba naslednjih sestavin iz žuželk v naslednjih oblikah:

- predelane in posušene ličinke mokaerja (*Tenebrio molitor*),
- zamrznjene, posušene in v prah zmlete kobilice (*Locusta migratoria*),
- celi toplotno obdelani in zamrznjeni, posušeni in praškasti ter razmaščeni prah hišnih črčkov (*Acheta domesticus*) in
- zamrznjene, v obliki paste, posušene in v prahu ličinke malega mokaerja (*Alphitobius diaperinus*).

Za uporabo morajo žuželke biti usmrčene s toplotno obdelavo ali z zamrzovanjem, pred tem pa se morajo 24 ur postiti (Zajec, 2023).

Živila, ki temeljijo na žuželkah, odobrenih kot novo živilo, se lahko dajejo v promet po vsej EU, vendar je pred nakupom ali prodajo žuželke (na osnovi živil) v drugi državi članici potrebno pri pristojnih organih te države članice preveriti, kako se prehodni ukrepi uporabljajo v določeni državi (Peterman, 2023).

2.3.3 Zakonodaja in nadzor

Žuželke so novo živilo na evropskem trgu (Zajec, 2023), zato je treba pridobiti dovoljenje za „novo živilo“ na evropski ravni, preden se dovoli dajanje žuželk za prehrano ljudi na trg EU (Peterman, 2023). Izdaja dovoljenja je obvezna po Uredbi 2015/2283 o novih živilih. Celoten seznam vseh novih živil pa je tudi javno objavljen na straneh Evropske komisije (Zajec, 2023).

Nadzor nad vzrejo in čistostjo krme kot tudi predelavo izvajajo, tako kot pri vseh drugih živilih in hrani živalskega izvora, pristojne državne inšpekcijske službe. Vsak rejec živali (tudi žuželk) mora biti prijavljen na Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR), kjer dobi dovoljenje za

delovanje. Potrošniki pa z izbiro nakupa odločamo, ali se bodo živila iz žuželk pri nas prodajala ali ne (Zajec, 2023).

2.3.4 Legalizacija

Pridobitev dovoljenja za nova živila poteka po več stopnjah. Vloge za avtorizacijo odda operater (ali konzorcij operaterjev) Evropski komisiji preko sistema "e-predložitev". Komisija oceni veljavnost vloge, kar imenujemo faza validacije. Komisija predloži veljavne vloge Evropski agenciji za varnost hrane (EFSA) za nasvet. Če bo znanstveno mnenje EFSA ugodno, bo Komisija v sodelovanju z organi držav članic izdala dovoljenje. Zadevno novo živilo bo dodano na "seznam odobrenih novih živil Evropske unije" (Peterman, 2023).

2.3.5 Žuželke v prehrani po svetu

Žuželke v dnevni prehrani uživajo v več kot 100 državah sveta (Zajec, 2023). Več kot polovica svetovnega prebivalstva že uživa insekte kot relativno pogost del prehrane. Poznanih je približno 2000 vrst užitnih insektov, v Bangkoku na Tajskem uživajo približno 100 različnih vrst žuželk, zato Bangkok pogosto imenujemo tudi središče žužkojedstva. V Nigeriji, Zambiji in Zimbabve žuželke predstavljajo običajen del šolske prehrane. V prej naštetih državah žuželke predstavljajo enega izmed primarnih virov beljakovin.

Insektov se tam zaradi pomanjkanja ostalih virov beljakovin ne uživa, ampak določene vrste veljajo za iskane specialitete, ki se prodajajo po relativno visokih cenah v dragih restavracijah. Tipičen tak primer so t. i. escamoles oz. jajčeca mravelj, ki so uspešnica v Mehiki, Laosu in Kambodži (Kojić, 2021). V Evropi je uživanje žuželk manj priljubljeno kot na vzhodu, pa so vendar posamezne države članice, kot so Italija, Avstrija, Belgija, Danska, Finska, Nizozemska, Velika Britanija, Francija in Nemčija, že pred leti dovolile prodajo različnih oblik žuželk, a le na svojem ozemlju (Zajec, 2023).

V pizzeriji Mangiafuoco v Italiji ponujajo črčke na pici (R., 2023) in v solati Jiminy (Listino pizze, panini, insalate e bevande, b. d.), v podjetju Zirp pa lahko med drugim kupimo tudi slaščice, kot so čokolada, browniji in palačinke. ZIRP Insects je inovativno avstrijsko podjetje, ki je bilo ustanovljeno leta 2011. Podjetje se osredotoča na proizvodnjo užitnih žuželk, ustvarja že pripravljene jedi, ki jih lahko hitro in enostavno pripravimo (ZIRP Užitne žuželke, b. d.).

2.4 Gojenje žuželk v Sloveniji

V Sloveniji imamo kar nekaj podjetij, ki se ukvarjajo z gojenjem žuželk za različne namene.

2.4.1 ŽIPO Lenart d. o. o.

“Zaradi eksponentne rasti svetovnega prebivalstva (9 milijard do leta 2050) naj bi se v bližnji prihodnosti povpraševanje po beljakovinah živalskega izvora povečalo za do 70 %. Ena izmed alternativnih trajnostnih rešitev za pridobivanje novih beljakovin živalskega izvora za prehrano ljudi in (domačih) živali je reja žuželk,” so navedli v podjetju ŽIPO (Gojenje žuželk v raziskovalne namene, 2017).

V podjetju ŽIPO Lenart so se seznanili z aktualno problematiko pridobivanja beljakovin živalskega izvora in se tako že od začetka leta 2022 ukvarjajo z alternativnimi načini pridobivanja beljakovin z gojenjem žuželk (trenutno v raziskovalne namene). Veliko časa posvečajo vzpostavitvi varnega, kontroliranega in nadzorovanega gojitvenega okolja za žuželke, razvoju in testiranju optimalnih substratnih medijev za krmljenje žuželk in pridobivanju beljakovin iz žuželk za prehrano ljudi in za prehrano živali (Gojenje žuželk v raziskovalne namene, 2017).

V podjetju ŽIPO Lenart poleg pridelave poljščin in reje živine sušijo in predelujejo kmetijske pridelke in drugo agrobiomaso, pri čemer nastane veliko odpadnih surovin. Ker jih želijo koristno uporabiti, prav tako pa izrabiti organske ostanke iz živilske industrije, vidijo rešitev v množičnem gojenju žuželk. »Hrana, ki izvira iz stranskih proizvodov v kmetijstvu, proizvodnje in predelave hrane, je bila v preteklosti že testirana in je pokazala obetajoče rezultate pri reji žuželk, kot sta rumeni mokar in črna bojvniška muha. Pri ličinkah rumenega mokarja je bila med drugim preizkušena hrana, ki vsebuje ostanke moke oljne ogrščice, pšeničnih otrobov in sončnic ter sadje in korenje,« opisuje Mitja Krajnc, direktor podjetja. Ker pa sta razvoj in kakovost žuželk močno odvisna od vrste hrane, ki jim je ponujena, je treba za doseganje optimalnih rezultatov sestavi hrane nameniti več pozornosti. V podjetju zato že nekaj mesecev pri reji rumenega mokarja – tako ličink kot hroščev – preizkušajo različne mešanice hrane. Gre za substratne medije, ki vsebujejo ostanke iz kmetijske in živilske proizvodnje, med drugim zrnje koruze, pšenice in drugo agrobiomaso (Petkovšek Štakul, 2023).

2.4.2 Mokar, Tilen Zajec s. p.

Podjetje Mokar, Tilen Zajec s. p. je bilo ustanovljeno v drugi polovici leta 2022. Od takrat so uspeli zagotoviti optimalno vertikalno farmo/rejo mokarjev, proizvodni obrat ter strokovno in kvalitetno opremo.

Njihove storitve vključujejo pridelavo organskega gnojila – fras (100 % iztrebki ličink mokarjev) ter prodajo živih, sušenih in zamrznjenih mokarjev za krmo vseh vrst živali. V prihodnosti si želijo predstaviti tudi mokarje kot hrano za ljudi.

Fras – gnojilo

Gnojilo fras je pridobljeno iz iztrebkov mladih mokarjev in je popolnoma naravno, organsko gnojilo, brez dodatnih kemikalij. Je brez neprijetnega vonja, preprosto za uporabo, izgleda pa kot mivka (vmeša se ga v zemljo). Za zalivanje je potrebno narediti mešanico gnojila in vode. V primernem skladiščenju ima tudi neomejen rok uporabe.

Fras zbira in predelujejo na farmi mokastih črvov v podjetju Mokar, Tilen Zajec s. p. Mokarji so hranjeni izključno s pšeničnimi otrobi, korenjem in ovsenimi kosmiči. Gnojilo fras je eden najučinkovitejših organskih pospeševalnikov tal na trgu. Gnojilo izboljša ekosistem s hitrim sproščanjem mineralov iz hitre razgradnje, preprečuje kontakt s škodljivci, zaradi vsebovanja hitinskih ovojev mokarjev odganja škodljivce (tudi vrtno struno) in preprečuje bolezni rastlin. Prav tako gnojilo pospešuje rast rastlin, povečuje pridelek in poveča moč korenin rastlin. V raziskavah je bil ugotovljen tudi do 20 % večji pridelek v primerjavi z umetnimi gnojili. Fras obnavlja zemljo, saj mokarjevi iztrebki vsebujejo razne vitamine in minerale, ki so potrebni za obnavljanje rodovitnosti prsti, s tem pa omogoča kvalitetno rast rastlin že od samega začetka (Mokarji Zajec, Reja in FRASKO organsko gnojilo ter izboljševalec tal, 2023).

2.4.3 Alarvae

Alarvae je zagonsko podjetje iz okolice Polzele, ki želi razširiti uporabo alternativnih proteinov za uporabo v živalski krmi. Na domači strani spletne strani imajo zapisano: "Povpraševanje človeštva po beljakovinah je preveliko. Naše potrebe po trajnostnem razvoju morajo vključevati tudi alternativne proteine iz žuželk." Podjetje se ukvarja z gojenjem ličink in odraslih osebkov črne vojaške muhe. Te se uporabljajo za prehrano žužkojedih živali, kokoši, prašičev, rib, mačk in psov (Naša zgodba, 2023).

2.4.4 Davorin Tonkli

Eden začetnikov gojenja mokarjev v Sloveniji je Davorin Tonkli iz Šoštanja, ki je po izobrazbi strojnik, lastnik grafičnega podjetja in je po obisku Azije prišel na idejo, da bi preizkusil še gojenje mokarjev.

Tonkli je farne mokaerjev videl v Vietnamu, kjer sta skupaj s prijateljem ustanovila podjetje za pridelavo kokosovega olja, vendar sta to dejavnost opustila. V Vietnamu mokaerje uporabljajo predvsem za pridelavo rib, na Kitajskem pa kot dodatno krmo za prašiče in piščance. Seznanil se je tudi z gojenjem črne muhe, ki ima še več beljakovin kot mokaerji, vendar se za gojenje teh ni odločil, saj je gojenje precej smrdeče. Tonkli je ustvaril blagovno znamko Futuraverdum ali Zelena prihodnost (Povše Tašič, 2022a), registriral je rejo žuželk in začel s tako imenovanim sobnim gojenjem ličink mokaerjev v nekaj pladnjih, ko je EU odobrila njihovo uporabo, pa je prešel na »kontejnersko gojenje« (Mlinar, 2023). Najprej je imel manjši zabojnik, kasneje mu je dodal še večji 12-metrski zabojnik in danes skupaj predstavljata eno prvih farm mokaerjev v Sloveniji (Povše Tašič, 2022a). V tem posebnem izoliranem zabojniku, s stalno temperaturo 27 °C in od 65 do 70 % vlago, ima približno 300 pladnjev, na vsakem od njih pa goji od osem do devet tisoč ličink (Rašl, 2022). V prihodnosti bi gospod Tonkli želel znanje in izkušnje gojenja mokaerjev predati na kmete in razviti poslovni model kontejnerskega gojenja za samooskrbo kmetov, ki bi ličinke mokaerjev uporabljali kot krmo za živali (Mlinar, 2023). Zabojnik bi skupaj s kolonijo mokaerjev in celotno opremo ter s predajo znanja prodal po sistemu »na ključ«. Kmetje bi tako lahko pripravljali kakovostno beljakovinsko, za živino dodatno, za kokoši pa osnovno krmo v zabojniku na svojem dvorišču (Povše Tašič, 2022a). Tonkli je prav tako mnenja, da imajo žuželke velik potencial kot hrana prihodnosti. V sodelovanju z nekaterimi gostinci se je že lotil preizkušanja mokaerjev v kulinariki (Povše Tašič, 2022b), vendar vidi največjo oviro pri zelo močnih predsodkih ljudi, ki bi jih morali odpraviti, da bi žuželke postale del naših prehranjevalnih navad (Kocijančič, 2021).

2.5 Predsodki

Avtorja svetovne uspešnice na področju znanosti o prehrani, oče in sin Campbell, v delu z naslovom Kitajska študija, opevata pomembnost beljakovin, ki so »bistvenega pomena«, kot je prevod grške besede proteios. M. Autret, ki ga navajata kot vplivnega moža FAO, mednarodne organizacije za prehrano in kmetijstvo, je mnenja, da bi morali »vsa sredstva znanosti in razpoložljive tehnologije usmeriti v odkrivanje nove, beljakovinsko bogate hrane« (T. C. Campbell in T. M. Campbell II., 1934). Rešitev so zagotovo žuželke, a bo potrebno mnogo časa, da jih ljudje sprejmejo kot alternativni vir beljakovin. Če pomislimo na razloge, zakaj se ne bi odločili za uživanje žuželk, verjetno vsi takoj pomislimo, da to ni del naše prehrane, da žuželke niso bile in ne bodo namenjene viru hrane za človeka, da to ni »normalno«, a gre le za predsodek, ki smo ga izoblikovali o žuželah.

Ker so predsodki zelo kompleksni z vidikov oblikovanja, izražanja in delovanja, so se v 20. stoletju v okviru različnih socialnopsiholoških teorij razvila različna pojmovanja tako stereotipov kot tudi predsodkov (Mikolič, 2008). »Predsodek je negativen, odklonilen odnos do koga ali česa, neodvisen od izkustva,« navajajo v spletnem portalu fran.si. (Ahačič, 2023). Prvi jih je poimenoval Limmppmann v svoji študiji Public Opinion, leta 1922 (M. Ule, 1999). V življenju velikokrat oblikujemo sodbe, ki lahko postanejo predsodki, če jih navkljub vplivu novega spoznanja ne moremo opustiti. Predsodki delujejo na robu zavesti posameznikov, torej so bolj povezani z našim nezavednim kot zavednim (M. Ule, 1999) in hitro postanejo avtomatizirani (Golob, 2004). Na nastanek predsodkov vpliva posameznik s svojo nezavedno in zavestno oblikovano osebnostno strukturo, strukturo svojih stališč in vedenjskih strategij ali pa družba s svojimi specifičnimi kulturno-zgodovinskimi razvojnimi značilnostmi in specifičnimi mehanizmi oblikovanja družbene moči. Predsodki se razlikujejo glede na kulturo, so sestavni del kulture neke družbene skupnosti, ki se v različnih pojavnih oblikah lahko prenašajo iz roda v rod (Mikolič, 2008). Zato ni nič nenavadnega, da so v vzhodnih državah uživanja žuželk navajeni, pri nas na zahodu pa to velja za nekaj »nenormalnega«.

Večina ljudi ob misli na uživanje žuželk pomisli na gnus. Gnus je opisoval že Charles Darwin, ki pravi, da je gnus tisto, kar žali okus. Gnus lahko vzbudijo stvari nenavadnega videza, vonj ali značaj naše hrane (Darwin, 2006). Gnus je eden od osnovnih, preprostih čustev, ki služijo varovanju organizma pred zaužitjem potencialno škodljive snovi ter tako omogoča izogibanje boleznim, insektom, odpadnim materialom in drugim dejavnikom, ki lahko porušijo naravni red (David, B. in Olatunji, B.O., 2011). Darwin (2006) je v svojem delu *The Expression of the Emotions in Man and Animals* zapisal: »Nekoč se je na Ognjeni zemlji domačin s prstom dotaknil hladnega konzerviranega mesa, ki sem ga jedel v našem bivaku, in s preprosto gesto izrazil skrajni gnus do njegove mehкости; jaz pa sem čutil neomajen gnus do tega, da se je moje hrane dotaknil goli divjak, četudi njegove roke niso bile videti umazane. Madež juhe na človekovi bradi je videti gnusen, četudi sama juha seveda sploh ni gnusna. Domnevam, da to izhaja iz naše močne asociacije med videzom hrane, ne glede na okoliščine in predstavo o njenem zaužitju.«

Predsodki imajo tri komponente, in sicer kognitivno, čustveno ali evaluativno in konativno ali dinamično komponento (Balent, Dugodnik, Gungl, Horvat, Podbevšek in Podobnik, 2020/21). Kognitivna komponenta predsodkov predstavlja nedokončane, posplošene teorije, ki se kažejo v ustvarjanju nepreverjenih informacij in govoric, ki so lahko spontane ali pa zavestno organizirane. V primeru uživanja žuželk kognitivna komponenta predstavlja na primer teorijo, da žuželke niso del naše prehrane. V razvoju predsodkov, tudi do žuželk, so pomembni predvsem kognitivni procesi generalizacije, kjer nečemu pripišemo določeno tipično lastnost, diferenciacije, kjer nečemu pripišemo neko lastnost, ki je drugačna od nečesa znanega, identifikacije, kjer gre za enačenje nečesa, kar ni nujno enako, in pa vrednotenje, kjer nečemu priredimo vrednostne sodbe. Konativna ali dinamična komponenta vsebuje pripravljenost za določeno ravnanje do tistega, kamor so usmerjeni predsodki, na primer da žuželk ne bomo uživali, čustvena komponenta pa vsebuje pripravljenost za negativna in

pozitivna čustva in vrednotenje v zvezi s predsodki, kot so na primer negativna mnenja in neodobravanje žuželk v prehrani (Golob, 2004).

Kako pa bi predsodki vplivali na izbiro žuželk v prehrani Slovencev? Raziskava inštituta Mediana dokazuje, da ima večina prebivalcev Slovenije s preizkušanjem novih stvari pozitivno izkušnjo, pa vendar ne mara tveganj in ima rada preverjene stvari ter nerada spreminja svoje ustaljene navade (Marko, 2020).

Zato verjetno ni napačno mnenje Britanca Todda Daltona (2011), ki se ukvarja s prodajo žuželk in pravi: "Ljudje ne bodo kar naenkrat začeli jesti žuželk, zato ker se je EU odločila, da bo preiskala to področje. Bilo bi dobro, če bi se to zgodilo. Naše prehranjevalne navade se ne bodo spremenile do takrat, dokler ne bodo izginili predsodki glede žuželk."

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 Materiali in metode

Raziskovalna naloga proučuje tematiko, ki je v slovenski kulturi nova in izjemno aktualna. Del informacij za interpretacijo rezultatov sva črpali iz spletnega gradiva, splošne podatke, kot so podatki o hranilih, beljakovinah, žuželkah itd., pa sva podprli s knjižnimi viri. Uvajanje žuželk v prehrano ljudi je preplet sociološke, psihološke in biološke tematike, kar je vodilo v izbiro različnih metod pridobivanja podatkov.

3.1.1 Gojenje mokaerjev na različnih vrstah hrane

Ker sva nalogo uvrstili tako v področje sociologije in psihologije kot biologije, sva izvedli eksperiment. Izhajali sva iz že omenjenih dejstev, ki sva jih želeli preveriti:

- da žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben,
- da je povpraševanje po beljakovinah vse večje,
- da pri gojenju potrebujejo le majhen vir vode,
- da so izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka,
- da za gojenje potrebujejo manj prostora.

Da za gojenje zavzamejo manj prostora, kot ostale živali, ki nam predstavljajo vire beljakovin, sva dokazali z gojenjem mokaerjev, ki sva jih gojili z namenom primerjave življenja mokaerjev na različnih vrstah hrane.

Namen gojenja mokaerjev na različnih vrstah hrane je bil ugotoviti, pod katerimi pogoji mokaerji najhitreje uspevajo oziroma se razmnožujejo. Skozi eksperiment so naju zanimale le razlike v razvijanju mokaerjev na različnih vrstah hrane, ostali pogoji so bili pri vseh skupinah enaki.

Potrebščine

Naslednje slike prikazujejo potrebščine, ki sva jih potrebovali pri eksperimentu.



Slika 12: Tehnica, Hardek. 12. januar 2024.



Slika 13: Gojilni kozarci, Hardek. 12. januar 2024.



Slika 14: Mrežice in elastike, s katerimi sva prekrili steklenice, Hardek. 12. januar 2024.

Potek eksperimenta

Pred eksperimentom sva izbrali hrano, ki jo bova dodajali molarjem. Odločili sva se za hrano od zrnja do kruha in tako izbrali célo nepoškodovano pšenično zrnje, katerega molarji praviloma ne bi uživali, saj se prehranjujejo zgolj na že načetem, poškodovanem in nalomljenem zrnju (Žigon, 2022). Dodajali sva pšenične otrobe, mleto pšenico, mleto koruzo, pšenično moko in bel kruh. Kot kontrolno skupino sva uporabili mešanico vseh krmil. Tako sva pripravili šest gojilnih kozarcev, v katere sva dodali različno hrano. Delali sva v treh paralelkah (skupaj torej 18 gojilnih kozarcev + 1 kozarec, ki je predstavljal kontrolno skupino). Pri tehtanju porabljene hrane in izračunu prirastka sva uporabili povprečje treh paralelk poskusa.

V steklenico sva najprej natehtali hrano (Slika 15) in vsako steklenico označili (Slika 16).



Slika 15: Tehtanje hrane, Hardek. 12. januar 2024.



Slika 16: Gojilne posode s hrano in ličinkami mokaarjev, Hardek. 12. januar 2024.

Nato sva v vsako steklenico dodali 10 enako razvitih ličink mokaarjev ter jih pokrili z mrežico in elastiko. Postavili sva jih na sobno temperaturo ob radiatorju (Slika 17), da sva zagotovili toploto, in jih pokrili s časopisnim papirjem (Slika 18), saj jim najbolj ustreza tema (Abelho, Costa in Ribeiro, 2018).



Slika 17: Gojilne posode sva hranili ob radiatorju, Hardek. 12. januar 2024.



Slika 18: Gojilne posode v temi, Hardek. 12. januar 2024.

Po enem tednu sva pregledali živali in njihove razvojne stadije, jih tehtali (Slika 19) in podatke zapisali v tabelo.



Slika 19: Tehtanje porabljene hrane in mase organizmov, Hardek. 19. januar 2024.

Ker se je zelo veliko ličink spremenilo v bube, sva po prvem merjenju ponovno nastavili poskus, s tem da sva iskali čim manjše ličinke. Za vir vode, ki ga mokaerji potrebujejo za preživetje (Andreasson, 2023), sva poskus ponovili z isto nastavljenim poskusom, le da sva v vsako gojilno posodo dodali še 5,00 gramov naribanega korenja. Posode sva pokrili z mrežico in elastikami.

Podatke o masi hrane in masi posameznih 10 osebkov sva vpisovali v tabelo (Priloga F).

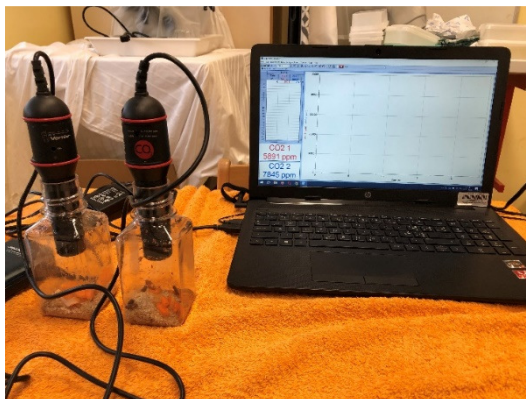
Na koncu sva izračunali povprečje porabljene hrane in prirasti mokaerjev iz vseh treh eksperimentalnih skupin in vseh treh merjenj (Priloga G).

3.1.2 Merjenje količine izdihanega CO₂ pri mokaerjih

Ker je ena od velikih prednosti gojenja mokaerjev pred gojenjem goveda tudi zanemarljiv izpust ogljikovega dioksida med gojenjem, sva to želeli dokazati. Zato sva pripravili poskus, v katerem sva s pomočjo senzorja za CO₂ Vernier Lab pro in z računalniškim programom Logger Pro 3.10.1. merili količine izdihanega CO₂ pri govedu in mokaerjih, ki sva jih na koncu primerjali.

Za merjenje količine izdihanega ogljikovega dioksida sva torej uporabili senzor za CO₂ (Vernier Lab pro), ki sva ga povezali s prenosnim računalnikom in računalniškim program Logger Pro 3.10.1. V prvo merilno posodo sva dodali 34,16 g ličink mokaerjev, v drugo pa 20,38 g odraslih žuželk, kar je prikazano na Sliki 20. Podatke sva odčitali po 24 urah, in sicer je računalnik odčital meritev vsako uro. Podatke sva zbrali v tabeli, ki jo lahko najdete pri rezultatih (Tabela 3). Za primerjavo z govedom sva vzeli meritev po eni minuti in tako sva količino izdihanega CO₂ tako pri ličinkah in odraslih mokaerjih preračunali na kilogram telesne mase po naslednji formuli:

$$\text{izpust CO}_2 \text{ na kilogram telesne mase} = \frac{\text{povprečni izpust CO}_2 \text{ v 1 minuti (ppm)}}{\text{masa osebkov (kg)}}$$



Slika 20: Merjenje količine izdihanega CO₂ pri molarjih, Hardek. 19. januar 2024.

3.1.3 Merjenje količine izdihanega CO₂ pri govedu

Pridobljene rezultate sva želeli primerjati z izdihanim zrakom goveda. Pri tem nama je na pomoč priskočila gospa laborantka Helena Kolarič. Izvedli smo podoben eksperiment, le da smo ogljikov dioksid namesto v zato pripravljenih posodah, vidnih na Sliki 20 zgoraj, merili s pomočjo plastičnih vrečk, ki smo jih dali govedu na gobec. Poskus smo izvedli na dveh teletih (Slika 21), telici in kravi (Slika 22).



Slika 21: Merjenje količine izdihanega ogljikovega dioksida pri telčku, Miklavž pri Ormožu. 10. februar 2024.

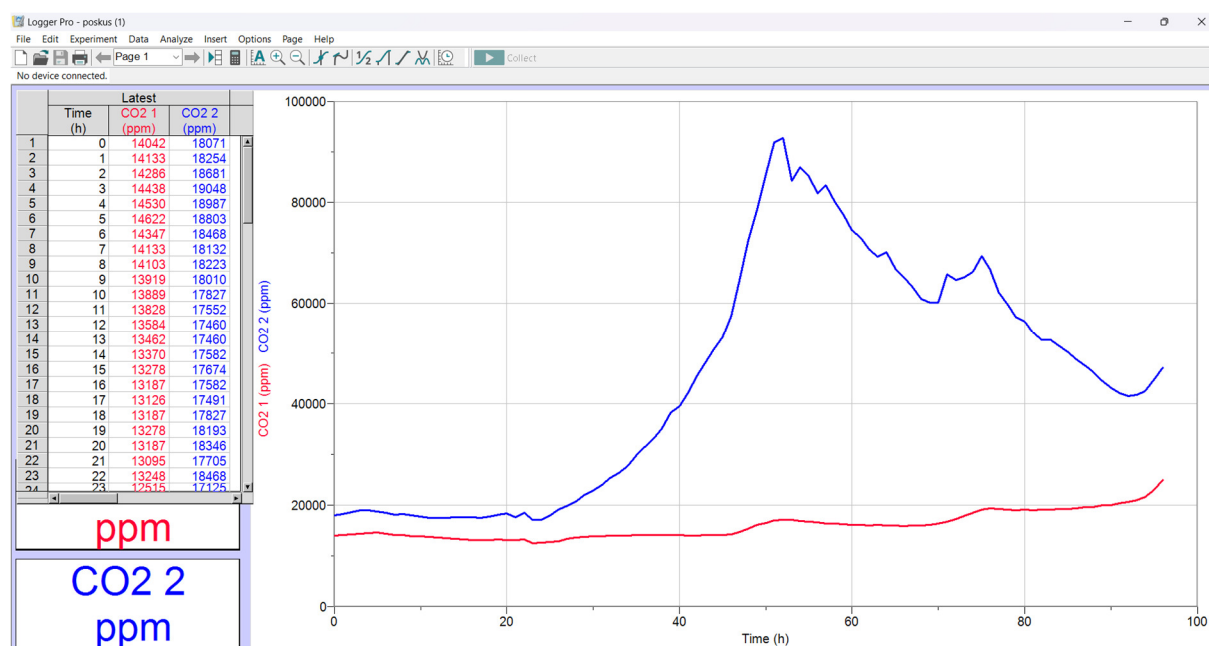


Slika 22: Merjenje količine izdihanega ogljikovega dioksida pri kravi, Miklavž pri Ormožu. 10. februar 2024.

Pri vsaki živali smo izvedli dve ponovitvi. Živali smo privezali in eno minuto zbirali izdihan zrak živali v vrečko ($V=5\text{ L}$). Potem sva v vrečko namestili senzor za CO_2 (Vernier Lab pro) (Slika 23), ki smo ga povezali s prenosnim računalnikom in računalniškim programom Logger Pro 3.10.1. ter izmerili količino CO_2 (Slika 24). Dlje časa ni bilo mogoče držati živali pri miru. Pri izvajanju tega poskusa ni bila ranjena nobena žival, saj se zavedava, da je z živalmi potrebno ravnati v skladu z etičnimi načeli.



Slika 23: Potek merjenja izdihanega ogljikovega dioksida pri govedu. Miklavž pri Ormožu, 10. februar 2024.



Slika 24: Program Logger Pro, Hardek. 8. februar 2024.

Živali smo nato premerili s trakom za merjenje govedi (proizvajalec Kamer) za prvimi nogami in s traka odčitati približno oceno teže živih živali (kg). Izračunali smo povprečje mas vseh poskusnih živali.

Za primerjavo z mokaerji sva količino izdihanega CO₂ pri govedu preračunali na kilogram telesne mase po naslednji formuli:

$$\text{izpust CO}_2 \text{ na kilogram telesne mase} = \frac{\text{povprečni izpust v 1 minuti (ppm)}}{\text{masa osebkov (kg)}}$$

3.1.4 Intervju

Za to metodo raziskovanja sva se odločili, da bi dogradili teoretični del raziskovalne naloge, predvsem poglavja o življenju, gojenju in predelavi določenih vrst žuželk ter da bi izvedli mnenja strokovnjakov iz področja javnega zdravja. Ker sva raziskovali podporo uvajanja žuželk v prehrano pri ljudeh, so naju zanimala mnenja in načrti slovenskih podjetij, predvsem mnenje o uvajanju žuželk v prehrano ljudi; ali bi bili pripravljeni začeti gojiti žuželke v namene človeške prehrane ali mislijo, da bi uvajanje sploh doseglo podporo. Osredotočili sva se na tri slovenska podjetja, ki gojijo žuželke, in sicer ŽIPO Lenart d. o. o., ki se ukvarja z gojenjem mokaerjev v raziskovalne namene in ki sva ga tudi obiskali, Mokaer, Tilen Zajec s. p., ki se ukvarja s pridelavo organskega gnojila iz iztrebkov mokaerjev, podjetje Alarvae, kjer gojijo ličinke in odrasle žuželke črne bojvniške muhe za krmila plazilcev, kokoši, psov in drugih živali. Kontaktirali pa sva tudi gospoda Davorina Tonklija, ki začelja s projektom izdelave kontejnerjev, v katerih bi kmetje gojili mokaerje.

Ker žuželke vsebujejo veliko mikroorganizmov, zlasti kvasovke in skupne mezofilne anaerobne bakterije, ki tvorijo spore (Costa idr., 2020), naju je zanimalo mnenje strokovnjakov s področja javnega zdravja o podpori o uvajanju žuželk v prehrano, zato sva izvedli intervju s strokovnjakinjo za prehrano iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ).

Z vsemi intervjuvanci sva najprej vzpostavili stik in jim dali možnost za odgovarjanje na vprašanja, ki so nama jih nato posredovali nazaj.

3.1.5 Anketa

Cilj najine raziskovalne naloge je bilo ugotoviti, ali ljudje podpirajo uvajanje žuželk v prehrano. Zato sva izvedli anketo, v kateri sva poleg splošne odločitve, ali žuželke v prehrani podpirajo ali ne, raziskovali razlike v podpori uvajanja med moškimi in ženskami, prebivalci različnih statističnih regij, različnimi starostnimi skupinami, tistimi, ki mesa ne uživajo, in tistimi, ki ga, tistimi, pri katerih so potrebe po beljakovinah večje, saj redno uživajo prehranska dopolnila v obliki beljakovin (proteine). Zanimal pa naju je tudi razlog, zakaj žuželk ne bi uživali in ali bi po poučitvi o pomembnih prednostih žuželk spremenili svoje mnenje. Anketo sva preko spletnega portala 1ka izvedli po celi Sloveniji med vsemi starostnimi skupinami in dosegli reprezentativen vzorec odgovorov, ki bo uporaben tudi v druge namene, ne le namene najine raziskovalne naloge. V portalu 1ka sva anketo najprej izdelali in jo preko družbenih omrežij posredovali vedno širšemu krogu ljudi, saj se je z delitvami dostop do ankete vedno bolj širil. Ker sva potrebovali odgovore tudi iz regij, v katerih poznanstev nisva imeli, sva se najprej obrnili na profesorje, ki so anketo posredovali vsem šolam, s katerimi so v preteklosti sodelovali, v največji meri pa sva končno število odgovorov, ki je bilo presenetljivo veliko, zagotovili s pomočjo gasilskih društev. Ker sva sami članici Prostovoljnega gasilskega društva Hardek in veva, da so gasilci vedno pripravljeni priskočiti na pomoč, sva vedeli, da se nanje lahko zaneseva in zato preko e-pošte (naslovi se nahajajo na spletni strani gasilec.net, uradni spletni strani Gasilske zveze Slovenije) vzpostavili stik z vsemi gasilskimi zvezami in prostovoljnimi gasilskimi društvi iz regij, od koder so nama primanjkovali podatki. Na koncu pa sva se obrnili še na podjetja, ki so navedena na spletnih seznamih podjetij posameznih občin in imajo dostop do e-pošte in tako prosili podjetnike, da anketo posredujejo med svoje sodelavce, sorodnike, znance in prijatelje po vsej Sloveniji. Anketa je bila dostopna od 22. septembra 2023 do 4. januarja 2024. Na anketo je odgovorilo 2178 anketirancev.

4 REZULTATI

4.1 Gojenje mokaarjev na različnih vrstah hrane

Namen gojenja mokaarjev na različnih vrstah hrane je bil ugotoviti, pod katerimi pogoji mokaarji najhitreje uspevajo. Skozi eksperiment so naju zanimale le razlike v razvijanju mokaarjev pri različnih vrstah hrane, ostali pogoji so bili pri vseh skupinah enaki. Rezultati so prikazani v Tabeli 1 in Tabeli 2.

Tabela 1: Prirast osebkov na različnih vrstah hrane ter število osebkov po posameznih stadijih, ki so se razvili po enem tednu gojenja.

Krmilo	Porabljena hrana (%)	Prirast 10 osebkov mokaarjev (%)	PRVI MOKARJI		
			Število osebkov po posameznih stadijih		
Cela pšenica	2,32	5,85	Buba: 10	Buba: 10	Buba: 9 Ličinka: 1
Pšenični otrobi	3,38	5,35	Buba: 10	Buba: 10	Buba: 8 Ličinka: 2
Mleta pšenica	1,65	5,64	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 9 Ličinka: 1
Mleta koruza	2,57	4,86	Buba: 10	Buba: 8 Ličinka: 2	Buba: 8 Ličinka: 1 Mrtva ličinka: 1
Pšenična moka	3,68	6,01	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 6 Ličinka: 3 Mrtva ličinka: 1
Kruh	-0,04	6,88	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 8 Ličinka: 2	Buba: 9 Ličinka: 1

Tabela 2: Prirast osebkov na različnih vrstah hrane ter število osebkov po posameznih stadijih, ki so se razvili po enem tednu gojenja z dodanim virom vode (korenjem).

Krmilo	Porabljena hrana (%)	Prirast 10 osebkov moka (moka)	DRUGI MOKARJI		
			Število osebkov po posameznih stadijih		
Cela pšenica	6,92	1,34	Buba: 3 Ličinka: 6 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 4 Ličinka: 6
Pšenični otrobi	13,59	3,13	Buba: 3 Ličinka: 7	Buba: 5 Ličinka: 5	Buba: 10
Mleta pšenica	7,55	1,76	Buba: 2 Ličinka: 8	Buba: 5 Ličinka: 5	Buba: 7 Ličinka: 2 Mrtva ličinka: 1
Mleta koruza	6,87	-27,08	Buba: 4 Ličinka: 5 Mrtva ličinka: 1	Buba: 5 Ličinka: 4 Mrtva ličinka: 1	Buba: 7 Ličinka: 3
Pšenična moka	11,09	6,10	Buba: 5 Ličinka: 4 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 3 Mrtva ličinka: 1	Buba: 7 Ličinka: 3
Kruh	12,22	7,96	Buba: 1 Ličinka: 8 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 6 Ličinka: 4

4.2 Merjenje količine izdihanega CO₂ pri moka in govedu

Količino izločenega CO₂ pri ličinkah in odraslih žuželkah, ki smo jih merili 24 ur, sva prikazali v Tabeli 3. Za lažjo primerjavo z govedom je prikazanih le prvih 60 sekund merjenja, podatke celotnih 24 ur najdete v Prilogi H. Iz dobljenih podatkov sva izračunali povprečno količino izdihanega CO₂. Ta je bila pri ličinkah 15973,73 ppm oziroma 15,97 mLCO₂ / L izdihanega zraka. Pri odraslih žuželkah je bila večja, in sicer 45000,51 ppm oziroma 45,01 mLCO₂ / L izdihanega zraka.

Podatki meritev količine izdihanega CO₂ pri mokaerjih po 60 sekundah so prikazani v Tabeli 3.

Tabela 3: Meritve količine izdihanega CO₂ pri mokaerjih.

	Ličinke mokaerjev	Odrasle žuželke
Masa živali (kg)	0,03416	0,02038
Izmerjene količine izločenega CO ₂ (ppm) po 60 sekundah	14042	18071
Izpust CO ₂ na kilogram telesne mase (ppm)	422,13	886,70

4.2.1 Merjenje količine izdihanega CO₂ pri govedu

Podatki meritev količine izdihanega CO₂ so prikazani v Tabeli 4.

Tabela 4: Meritve količine izdihanega CO₂ pri govedu.

	Masa živali							
Masa živali (kg)	224		648		76		82	
	1. merjenje	2. merjenje	1. merjenje	2. merjenje	1. merjenje	2. merjenje	1. merjenje	2. merjenje
Po 60 sekundah	48626,5	23962,2	44719,3	36119,4	32448,0	21764,4	25061,0	34066,0
Povprečje izmerjene količine izločenega CO ₂ (ppm)	36294,3		40419,3		27106,2		29563,5	
Izpust CO ₂ na kilogram telesne mase (ppm)	162,02		62,37		356,66		360,53	

4.3 Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.

Podjetje ŽIPO Lenart d. o. o. je podjetje, ki se ukvarja z gojenjem rumenega mokaerja (*Tenebrio molitor* L.), kar je povedala tudi gospa Nataša Imenšek v intervjuju. V intervjujih z vsemi slovenskimi podjetji sva se osredotočili predvsem na postopek gojenja in pridelave žuželk, mnenje o uvajanju žuželk v prehrano ljudi in na dejavnosti, s katerimi se podjetja ukvarjajo.

Gospa Imenšek je najprej predstavila vzrejo mokaerjev od pridobivanja ličink pa vse do pripravljanja mokaerjev na trg ali potrošnjo. Izpostavila je težave, s katerimi se morebiti srečujejo. Poudarila je, da se z gojenjem rumenega mokaerja trenutno ukvarjajo v raziskovalne namene, kar predstavlja relativno novo področje v Sloveniji, medtem ko je tudi že drugod v Evropi ta dejavnost bolj razširjena. V intervjuju je podrobno opisala vse faze gojenja mokaerjev in pogoje, v katerih najbolje uspevajo. Vzreja ličink se začne z vzpostavitvijo »matične jate«, najprej nabavijo jajčeca, ličinke ali hrošče in nato začnejo z gojenjem. Cikel poteka tako, da odrasli hrošči po parjenju izležejo jajčeca, iz katerih se razvijejo ličinke. Ko ličinke zrastejo do optimalne velikosti, se zabubijo (iz njih nastane buba), ki se po nekaj dneh razvije v mladega svetlo rumeno ali svetlo rjavo obarvanega hrošča. Ta postaja z vsakim dnem bolj temne

barve. Po nekaj dneh postane hrošč skoraj črne barve in takrat se začne pariti. Hrošči nato izležejo jajčeca in cikel se ponovi. Moka živi do tri mesece, nato odmrejo. Čas med posameznimi stadiji (jajčeca, ličinka, buba ...) je odvisen od mikroklimatskih in higienskih pogojev, ki jih vzpostavimo. Moki najbolj ustreza temperatura okrog 27–28 °C in vlažnost zraka višja od 40 %. Ličinke in hrošči se lahko prehranjujejo s skoraj vsem, najbolj pa jim ustrezajo pšenični otrobi, ovseni kosmiči in vir vlage (korenje). Kot vir vlage se lahko uporabi tudi drugo sadje ali zelenjava, vendar se pojavi težava pri obstojnosti (gnitje), zato so bili najbolj optimalni rezultati doseženi pri uporabi korenja. Številne raziskave so potrdile, da bi se lahko moka prehranjevali tudi s pivovarskimi ostanki, ostanki sadja in zelenjave iz trgovskih verig in gostiln (to je trenutno zaradi zakonodaje v Sloveniji prepovedano, razen če se gojijo moka za ribogojstvo), kmetijskimi pridelki (žiti, silažami ...) in ostanki iz proizvodnje/predelave živilsko predelovalne industrije (olupi, ovoji, razne moka ...). Čas trajanja posameznega cikla je odvisen tudi od vrste hrane. Moka (hrošče) v podjetju ŽIPO naselijo na za to pripravljene pladnje z zračnim pokrovom in mrežo namesto dna, pod katero je »pravo« polno dno. V pladenj nasujejo hrano, tako da skupaj z moki ne presežejo debeline 2 do 3 cm. Hroščem ustreza tema. Hrana, predvsem otrobi in kosmiči, jim služijo tudi kot življenjski prostor in substrat za premikanje. Zaželeno je, da imajo pladnji pokrove ali vsaj gladke stene, saj hrošči zelo dobro plezajo in bi se lahko zadrževali višje ter tako naselili na neželenih mestih.

Pri vzreji žuželk je po mnenju predstavnice podjetja ŽIPO pomembno, da so razvojni stadiji (jajčeca, ličinke, bube ...) med seboj ločeni, saj so hrošči moka lahko vir hrane ličink. Pomembno je tudi, da pri ločevanju stadijev jajčeca ločujemo po dnevih. Vsa en dan stara jajčeca so ločena od dva dni starih jajčec in tako naprej. Ker se iz jajčec nato razvijejo ličinke, imajo tako tudi ličinke ločene po starosti. Obdobje, ko se iz jajčeca razvije optimalno velika ličinka, je dolgo tudi do 4 mesece. Če bi imeli jajčeca ali ličinke po starosti združene, nastane veliko več ročnega dela (fizično ločevanje že razvitih ličink za uporabo od tistih, ki še potrebujejo vzrejo). Gojenje ličink v manjšem obsegu zahteva namreč zelo veliko ročnega dela (sortiranje, ločevanje, krmljenje, pranje ...), saj je obstoječa digitalizirana tehnologija postopkov za gojenje ličink (LivinFrams, Buhler, Insectengineers ...) zelo draga in trenutno na voljo samo za večje sisteme (npr. poraba minimalno 10.000 ton vhodne surovine na leto). Imenškova pa poudarja, da za raziskovalne namene potrebujejo občutno manjše količine.

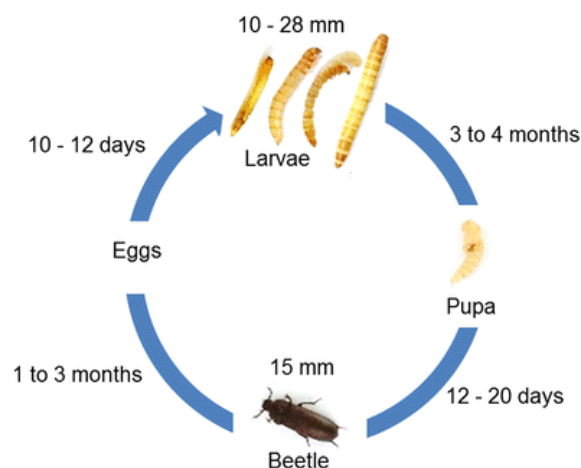
Optimalno gostoto naselitve ličink je potrebno vzpostaviti s testiranjem, saj je tudi ta odvisna od hrane in pogojev, ki jih lahko zagotovimo. Stranski proizvod ličink so iztrebki, imenovani fras, ki se lahko uporablja kot gnojilo.

Pladnje, v katerih so hrošči ali ličinke, je potrebno po zaključku gojenja in naselitvi novih »živali« umiti, tudi razkužiti.

Pri gojenju se lahko pojavijo težave. V kolikor ni vzpostavljeno spremljanje pogojev in ne vemo, kakšna temperatura in vlaga, se rast in razvoj živali ne odvijata v skladu s pričakovanju (npr. veliko počasneje). Hkrati morajo biti pogoji seveda ustrezni. Določena hrana povzroči počasnejšo rast kot druga. Pride tudi do pojava bolezni. Gojenje v manjšem obsegu pa se sooča z obilico ročnega dela. Če ni vzpostavljen »datumski red« in jajčeca/ličinke niso ločena po starosti, je zmeda še veliko večja. V megasistemi je tega manj, saj tehnologija omogoča vse: od spremljanja razmer, doziranja hrane, spremljanja razvoja ličink, tehtanja ličink, sortiranja itd.

Če gre za gojenje v večjem obsegu, lahko pride do težav pri zagotavljanju hrane, saj mora biti ta dnevno na razpolago.

Gospa Imenšek je dodala še fotografijo, ki prikazuje stadije razvoja moka (Slika 25).



Slika 25: Razvoj mokaarja. (Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.)

Ker se podjetje ukvarja z gojenjem mokaarjev v raziskovalne namene, so naju zanimali glavni cilji raziskav in kako raziskave sploh potekajo.

Imenškova je izpostavila, da je namen raziskav predvsem najti način, kako mokaarje uporabiti kot predelovalce odpadnih surovin v bogate vire beljakovin. Zato ugotavljajo, s katero krmo lahko dosežejo visoko kakovost ličink, ki predstavlja predvsem hiter razvoj in ugodno kemijsko sestavo, ekonomsko učinkovitost in hkrati poskrbijo, da se velike zaloge zavrženih surovin in hrane iz industrije, trgovin in kmetijstva pretvorijo v visoko kakovostno hrano ali krmo. Podala je primer, kjer mokaarji porabijo odpadno zelenjavo in sadje iz predelovalne industrije, pri tem pa nastane hrana z visoko vsebnostjo beljakovin. Gospa Imenšek nama je zaupala tudi postopek raziskav. V pladnje naselijo enako število enako starih mokaarjev in jih hranijo z različnimi krmnimi mešanici. Pri tem beležijo začetno maso mokaarjev (ličink) in njihovo maso vsakih 7 dni. Tehtajo tudi količino pokrmjene hrane, spremljajo količino ostanka, primerjajo rast in razvoj ličink pri eni ali drugi hrani. Vse podatke beležijo in nato primerjajo. Nekaj ličink pustijo, da se zabubijo in razvijejo v hrošče za namen pridobivanja jajčec.

Zanimalo naju je mnenje o uvajanju žuželk v prehrano ljudi in ideje o rešitvah, kako jih porabiti na drugačne načine.

Imenškova je izpostavila pomembne prednosti žuželk, ki za gojenje potrebujejo veliko manj prostora, krme, vode in energije kot druge živali, ki jih gojimo za pridobivanje beljakovinske hrane, zato je mnenja, da je gojenje žuželk ena izmed dejavnosti prihodnosti in, kot pravi, rešitev obstoječega potrošniškega sistema, v katerem že čutimo pritisk – pomanjkanje hrane na eni strani in preveč zavržene hrane na drugi strani. Poudarila je, da številni narodi že dolgo uporabljajo žuželke kot vir hrane, a so značilne bolj za vzhod kot zahod. Gospa Imenšek je mnenja, da si pri nas potrošniki velikokrat pod besedno zvezo žuželke v prehrani predstavljajo, da gre za prehranjevanje z živimi žuželkami ali z žuželkami v obliki, kjer je njihova zgradba še v celoti vidna (pečene, zamrznjene ...), a je izpostavila, da ni nujno, da žuželke jemo nepredelane. Tako kot ostale vire beljakovin, lahko predelamo tudi žuželke in njihovo moko vključimo v testenine, kruh, pice, peciva in podobne jedi. Ker so žuželke bogate z beljakovinami, jih lahko s pridom uporabimo za krmo živali, kar je pravzaprav popolnoma naravno, saj žuželke že tisočletja predstavljajo naravno hrano domačih živali, kot je perutnina. Povedala je, da je potrošnikom potrebno žuželke in njihovo vrednost ter vpliv na okolje predstaviti z malimi koraki.

Gospa Nataša Imenšek je poleg uporabe žuželk za predelavo odpadne hrane predstavila zanimivo idejo o uporabi žuželk v industriji kot sestavni del embalaže, za kar so po njenem mnenju potrebne še številne raziskave.

4.3.1 Obisk podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.

Da bi поблиžje spoznali proces gojenja mokaerjev, sva mokaerje gojili tudi doma (Slika 26), a ker gojenje mokaerjev v namene prehranjevanja zahteva čisto drugačne pogoje in količino, sva se odločili, da obiščeva eno izmed slovenskih podjetij, ki se ukvarja z gojenjem mokaerjev.



Slika 26: Gojenje mokaerjev doma, Dobrava. 10. oktober 2023.

Tako sva se v četrtek, 11. 1. 2024, skupaj z mentorico in gospo laborantko Heleno, odpravili v podjetje ŽIPO Lenart d. o. o., ki se ukvarja z gojenjem mokaerjev v raziskovalne namene.

Gospa Nataša Imenšek, ki je tudi odgovarjala na vprašanja intervjuja, nas je toplo sprejela in nam predstavila njihovo delo. Izvedeli sva, da žuželka poje vse in da hrana, ki jo damo žuželkam, vpliva na čas cikla razvoja žuželke, hitrost prirasta in pa seveda sestavo. V podjetju ŽIPO trenutno nimajo precejšnje količine mokaerjev, gojijo pa jih v tako imenovanih »livin farms«, izobraževalnih posodah (Slika 27), ki so jih pridobili iz istoimenskega podjetja na Dunaju, kjer so si ogledali tudi gojišča črnih vojaških muh. Ideja za gojenje mokaerjev je prišla od sorodnikov in raznih sejmov, kjer so začeli promovirati žuželke, ki zaradi horizontalnega gojenja potrebujejo veliko manj prostora, doprinesejo pa z veliko vrednostjo beljakovin in manjšimi izpusti toplogrednih plinov, njihova pomembna prednost pa je tudi, da lahko zavrženo hrano porabimo kot hrano mokaerjev. Zakonodaja sicer ne dovoljuje, da bi gostinske ostanke porabili kot vir hrane žuželk, lahko pa uporabimo vse ostanke pri pripravi hrane.



Slika 27: Izobraževalne posode, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.

Podjetje ŽIPO ima trenutno dve izobraževalni posodi. V eni so ličinke (Slika 28), druga pa je sestavljena iz treh delov (Slika 29). V zgornjem, najmanjšem prostoru so bube, v prostoru okrog njega so na novo izleženi mokaerji, stari dan ali dva, ki so še svetlo rjavi, spodaj v največjem delu pa so odrasli mokaerji, ki tam preživijo vse tri mesece svojega življenja. Posode z ličinkami in mokaerji imajo na dnu neke vrste sito in se nahajajo v največji posodi, kjer najdemo iztrebke in jajčeca (Slika 30) (iz njih podjetje Mokaer,

Tilen Zajec s. p. izdeluje organsko gnojilo fras). Mokaerji za gojenje ne potrebujejo urejenega prezračevanja, v primerjavi s črno vojaško muho, ki povzroča večje izpuste amonijaka, zato ima zelo neprijeten vonj. Mokaerji sicer imajo značilen vonj, a sprejemljiv, količina amonijaka, ki ga proizvedejo, pa je odvisna od hrane, ki jo jejo.



Slika 28: Izobraževalna posoda z ličinkami mokaerjev, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.



Slika 29: Izobraževalna posoda z bubami in odraslimi mokaerji, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.



Slika 30: Iztrebki mokaerjev, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.

Ker sva bili na obisku v podjetju ŽIPO ravno v fazi eksperimenta primerjave gojenja mokaarjev, sva povprašali po pogojih. Gospa Nataša je povedala, da mokaarji po njihovih testiranjih najbolj uspevajo pri temperaturi višji od 25 °C in vlagi višji od 60 %. Mokaarje so poskušali gojiti na treh različnih krmilih, in sicer na mešanici kokoši, mešanici zelenjave, koruzne silaže, vitaminov in mineralov in pa na korenčku ter pšeničnih otrobih. Hrano so testirali tako, da so v vsako življenjsko okolje dali po 100 malih ličink mokaarjev in jih na dva do tri dni tehtali. Rezultati so se sicer pokazali komaj po 7 dneh. Mokaarji so bili zelo zadovoljni na mešanici za kokoši, a so se odločili za uporabo pšeničnih otrobov in korenčka, tej mešanici pa dodajo tudi nekaj ovsenih kosmičev. Mokaarje hranijo dva do trikrat na teden, saj predvsem ličinke do takrat pojedjo vse, ostanejo le ovseni kosmiči.

Zanimalo nas je, kako se izdelava mokaarjev. Gospa Nataša nam je povedala, da se mokaarji vedno dajo za nekaj časa v vrelo vodo, krop in nato se lahko zmeljejo. Poudarila je tudi visoko beljakovinsko vsebnost mokaarjev, ki vsebujejo od 40 % pa vse do 60 % beljakovin.

V prihodnosti v podjetju želijo preizkusiti kot vir hrane mokaarjev hrano, ki ostaja v trgovskih centrih, predvsem sadje, ki velja za hitro pokvarljivo. Želijo se avtomatizirati in razširiti ter začeti z industrijsko proizvodnjo mokaarjev. H gojenju mokaarjev za ljudi se jim ne mudi, saj je treba ljudem to področje najprej bolj približati.

Dobili pa sva tudi enkratno priložnost – poskusiti mokaarje. Davorin Tonkli iz okolice Šoštanja ima kontejner, v katerem goji mokaarje, predvsem za kokoši, nekaj primerkov pa je izdelal tudi za znance in tako so jih prejeli v podjetje ŽIPO. Poskusili sva ličinke mokaarjev, ki jih je Tonkli skuhal v kropu in začinil, ene s kajenskim poprom in druge s soljo (Slika 31). Slika 32 je dokaz, da je vredno vsaj kdaj pa kdaj iti iz cone udobja in poskusiti nekaj novega.



Slika 31: Ličinke mokaarjev, pripravljene za pokušino, Lenart pri Slovenskih Goricah. 11. januar 2024.



Slika 32: Pokušina posušenih ličink mokaerjev, Lenart v Slovenskih Goricah. 4. januar 2024.

4.4 Intervju z gospo Ireno iz podjetja Mokaer, Tilen Zajec s.p.

Tako kot podjetje ŽIPO Lenart d. o. o. je podjetje Mokaer, Tilen Zajec s. p. slovensko podjetje, ki se ukvarja z gojenjem mokaerjev, le da mokaerjev ne gojijo v raziskovalne namene, ampak za pridobivanje organskega gnojila in prodajo živih mokaerjev. Intervju sva opravili z gospo Ireno. Povedala nama je, da mokaer skozi razvoj preide čez 4 faze. Najprej je jajčece, nato črv, ki je v bistvu ličinka s štirimi nogami pri glavi, nato buba in na koncu hrošč. Kot je poudarila, se hrošče dobi z vzrejo ličinke, ki pa se razvije iz jajčec. Te ličinke tudi prodajajo. Gospa Irena je zatrdila, da se kot profesionalni rejci ne srečujejo s težavami, saj mokaerje gojijo v strogo kontroliranem okolju, je pa izpostavila, da so imeli težave z birokracijo, saj so prvo in edino podjetje v Sloveniji, ki se ukvarja z gojenjem mokaerjev v namene prodaje.

Pozanimali sva se o delovanju podjetja. Zaradi birokracije in pogojev ter ločenih obratov, ki jih za vzpostavitev obratov sušenja mokaerjev zahteva Ministrstvo za kmetijstvo oz. UVHVVR, se podjetje ukvarja s prodajo izključno živih mokaerjev, pa še to le v primeru, da stranka želi male količine, saj je njihov glavni cilj povečati kapaciteto reje, zato si prodaje mokaerjev v tem trenutku ne morejo privoščiti. Po dolgotrajni birokraciji in izpolnitvi vseh pogojev, ki jih je zahteval UVHVVR, jim je v aprilu leta 2023 uspelo odpreti obrat za proizvodnjo organskih gnojil in izboljševalcev tal. Tako so vzpostavili novo blagovno znamko Frasko 4v1, ki je tudi njihov najbolj prodajani artikel in navdušuje kupce, da se vrnejo. S prodajo zgolj mokaerjev in gnojil ni mogoče preživeti, zato so odprli EKO trgovino v Valburgi, kjer poleg lastnega gnojila prodajajo sadike, semena in kozmetiko drugih proizvajalcev. V podjetju delujejo na načine, ki povzročajo čim manjši ogljični odtis, poleg tega pa vse reciklirajo in ponovno uporabijo. Podjetje se promovira na različnih sejmišnih in eko tržnicah, imajo svojo spletno stran in profil na portalu Facebook, a gospa meni, da jim brez drugih podjetij, društev in organizacij ne bi uspelo. Njihovi kupci so predvsem posamezniki z eko kmetovanjem in biodinamiko, ki so izobraženi v tej smeri in dobro vedo, kaj želijo.

Ker sva na spletni strani podjetja zasledili, da si v prihodnosti želijo mokaerje predstaviti kot hrano za ljudi in ker je ravno to glavna tema najine raziskovalne naloge, sva se pozanimali o njihovem mnenju: ali bi žuželke dosegle podporo pri ljudeh in ali jih kot podjetje odobravajo. Gospa Irena je potrdila, da žuželke nameravajo uvesti, a ne takoj, saj imajo toliko drugega dela, da o tem ne razmišljajo. Predstavnica podjetja je mnenja, da dokler imajo ljudje po večini bogato izbiro druge hrane, Evropa ni trg za prehrano žuželk. Dodala je, da se vedno najde odstotek ljudi, ki bi si žuželke žele poskusiti, a meni, da gre tukaj zgolj za butično prodajo, s katero je nemogoče preživeti. Priznala je, da sama žuželk ne bi jedla, je pa povedala, da direktor podjetja predsodka o uživanju žuželk nima in jih je že poskusil. Gospa je mnenja, da žuželke niso tako dobrega okusa, da bi jih ljudje vsakodnevno uživali. Če je prihodnost v beljakovinski moki kot dodatku prehrani, je cena moka previsoka, s tem tudi cena

produkta in bi tako bilo kupce zelo težko najti. Intervju je bil zaključen z mislijo: »Dajmo času čas in videli bomo, kam nas bodo peljala pota.«

4.5 Intervju s podjetjem Alarvae

Podjetje Alarvae je mlado podjetje, ki se ukvarja z gojenjem ličink in odraslih osebkov črne vojaške muhe. Na intervju je odgovarjal gospod Žiga Meh. Povedal je, da je idejni vodja projekta sodelavec Tadej, ki jim je predstavil žuželke kot vir beljakovin za uporabo v prehrani in po raziskovanju so prišli do spoznanja, da je v Evropi to že kar rastoča panoga, v Sloveniji pa še nepoznana. Zavedajo se, da je vzreja ličink zelo prijazna okolju za razliko od pridobivanja rastlinskih beljakovin (npr. soja), poleg tega pa lahko za hrano ličink uporabimo organske odpadke, ki jih zavržemo. Ker ostala slovenska podjetja, ki se ukvarjajo z gojenjem žuželk, gojijo mokaerje, naju je zanimalo, zakaj so v podjetju Alarvae izbrali črno vojaško muho. Gospod Meh je izpostavil, da ima črna vojaška muha hitrejši življenjski cikel kot mokaerji, je pa tudi najlažja za vzrejo.

Gospod Meh meni, da podjetje nima konkurence, saj od leta 2022, ko se je zaprlo podjetje Larvero, v Sloveniji ne najdemo nobenega podjetja, ki se ukvarja z gojenjem črnih vojaških muh. V podjetju pridelajo veliko več ličink od ostalih, dosegli pa so tudi nadstandardno velikost oziroma teže ličink in skrajšali čas, da to težo dosežejo. Običajno to traja 14 do 15 dni, njihovo podjetje pa to doseže v 12 dneh.

S prodajo so začeli v letu 2023 in zaradi pomanjkanja marketinških izkušenj njihov začetek ni optimalen, ker se sproti učijo. Z lansiranjem spletne trgovine je prodaja poskočila in se dobro nadaljuje. Njihovi kupci so predvsem živalski vrtovi in lastniki kokoši, drugih ptic in eksotičnih živali.

Ker so za optimizacijo pogojev in proizvodnjo potrebovali več kot leto dni, v podjetju podrobnosti o gojenju in predelavi niso bili pripravljeni razkriti. So pa povedali, da ličinke hranijo s pivskimi tropini, ob čemer poskrbijo za idealne pogoje. Ko ličinke postanejo dovolj velike, jih ločijo od ostankov, katere prodajajo kot gnojilo. Del živih ličink obdržijo in prodajo kupcem, drugi del pa posušijo in ga prodajo posebej ali v mešanici za kokoši.

Povprašali sva še o mnenju o uvajanju žuželk v prehrano ljudi in g. Meh je zatrdil, da v tem ne vidi problema, saj ljudje ličinke in insekte uporabljajo kot vir hrane po vsem svetu, meni pa, da je to le dodatna možnost. Velikokrat se zgodi, da ljudje mislijo, da so prisiljeni uživati, kar jim dajo le na izbiro in tako bo trajalo precej dolgo, da bi premagali vse predsodke in stereotipe. V podjetju ne načrtujejo gojenja žuželk v namene prehrane ljudi, saj imajo med rejci perutnine veliko potrošnikov, njihovo število pa se bo še povečevalo, saj bodo z večanjem števila prebivalcev naraščale tudi potrebe po beljakovinah, ki bi jih v njihovem primeru predstavljala perutnina in druge živali.

4.6 Intervju z gospodom Davorinom Tonklijem

Davorin Tonkli prihaja iz okolice Šoštanja in se ukvarja z gojenjem mokaerjev v kontejnerju (zabojniku). Je eden prvih, ki se je v Sloveniji začel ukvarjati z gojenjem mokaerjev. Za to se je odločil po obisku Vietnama. Pravi, da so bile v Aziji že nekdaj ličinke vir beljakovin v vsakodnevni prehrani. V zadnjem obdobju pa so se Azijci tej prehrani izogibali, ker so se zgledovali po "zahodu". Trenutno v Aziji gojijo ličinke zgolj za krmo živali. Za gojenje žuželk se je odločil, ker stremi vedno k nečemu drugačnemu. Pred leti je imel sicer v Vietnamu podjetje za pridelavo kokosovega olja, a ideja na trgu še ni bila znana. Mokaerje goji v kontejnerju (FRIGO kontejner), ker so praktični in priročni, cenovno ugodni, ne povzročajo problemov s premikanjem, poleg tega pa zanje ni potrebno pridobiti gradbenega

dovoljenja. V prihodnosti bi opremljene kontejnerje želel prodajati rejcem, ki bi mokaarje gojili predvsem za krmo piščancev.

V podjetju ŽIPO Lenart d. o. o. sva poskusili ličinke mokaarjev in ugotovili, da ni tako slabo. A če bi jih še kdaj uživali, bi uživali zmlete, zato naju je zanimalo, o kakšnih proizvodih razmišlja g. Tonkli. Povedal je, da bodo za široko potrošnjo mokaarji v obliki moke oziroma proteinskega praška. Tako bodo lahko najbolj uporabni za takšne in drugačne jedi. Sicer pa je v telefonskem pogovoru dodal, da nima namena prodajati ličink, ampak le izobraževati o njihovi uporabnosti, gojenju in podobnem.

Trenutno ima v kontejnerju okrog 100 pladnjev ličink, ker jih pozimi večinoma potroši, saj vsako zimo odpotuje. Ličinke za prehrano trenutno pripravlja zgolj kot poskus, zato jih je izdelal v zelo malih količinah, saj zakonodaja prodaje še ne omogoča, jih pa je poskusil uporabiti namesto moke v sladici, a trenutno je dovoljeno dodati le 10 % živalskih beljakovin žuželk.

Strinja se, da so predsodki prisotni zaradi oblike in »gomazenja« ličink. Glede na njegove izkušnje otroci nimajo nobenih predsodkov do žuželk, prav tako ne 25 % odraslih. Meni pa, da kdor koli je žuželke poskusil, je bil zadovoljen z njihovim okusom.

Njegova želja je, da bi znanje in izkušnje gojenja mokaarjev predal na kmete in razvil poslovni model kontejnerskega gojenja za samooskrbo kmetov, ki bi ličinke mokaarjev uporabljali kot krmo za živali. Za začetek takšnega posla je potreben začetni kapital oziroma sredstva za zagon. To je povsem nova zadeva in je v začetni fazi komercialno zelo vprašljiva, zato izvedbo posla še niso začeli, saj čakajo na razpis za sredstva, s katerimi bi lahko izpeljali »pilotni projekt«.

Podjetniško življenje čez nekaj let vidi predvsem v tem poslu bolj kot nekdo, ki bi lahko prodajal KNOW-HOW.

4.7 Intervju z gospo Urško Blaznik iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje

Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ) je osrednja nacionalna ustanova, katere glavni namen je proučevanje, varovanje in zviševanje ravni zdravja prebivalstva Republike Slovenije. Ker žuželke vsebujejo veliko mikroorganizmov, zlasti kvasovke in skupne mezofilne anaerobne bakterije, ki tvorijo spore (Costa idr., 2020), naju je zanimalo mnenje strokovnjakov iz področja javnega zdravja o podpori o uvajanju žuželk v prehrano, zato sva izvedli intervju. Na intervju je odgovarjala gospa Urška Blaznik.

Najprej naju je zanimalo mnenje strokovnjakinje o uvedbi žuželk v prehrano. Gospa Blaznik je izpostavila, da kljub številni lakoti, ki nas je spremljala skozi zgodovino, nikoli nismo posegli po žuželkah kot viru hrane oziroma beljakovin, se pa strinja, da so in bodo potrebe po alternativnih virih hrane zaradi naraščanja števila prebivalstva vedno večje. Meni, da žuželke lahko postanejo del naše prehrane le, če se z ustrezno promocijo ljudem dokaže, da je uživanje varno, kar dosežejo s presojo varnosti, ki je osnova za dovoljenje, ki ga pred trženjem morajo pridobiti t. i. nova živila. Se pa sprašuje, kako dolgo bi želja po vključevanju žuželk v prehrano trajala.

Glede na to, da žuželke vsebujejo veliko mikroorganizmov, zlasti kvasovke in skupne mezofilne anaerobne bakterije, ki tvorijo spore (Costa idr., 2020), naju je zanimalo mnenje gospe Blaznik o vplivu teh informacij na odločitve ljudi o uvajanju žuželk v prehrano in ali vseeno podpira idejo o uvajanju žuželk v prehrano. Blaznikova je s podatki Eurobarometra iz leta 2022, ki dokazuje, da Slovencev še ne skrbi vpliv pridelave hrane na okolje in podnebje, podprla mnenje, da zmanjšanje negativnih vplivov na okolje pri gojenju žuželk v primerjavi s tradicionalnimi viri beljakovin ne bi prepričalo ljudi, da bi izbrali žuželke kot vir hrane. Pravi pa, da smo bolj kot na vpliv pridelave na okolje in podnebje, pozorni na ostanke pesticidov, prisotnosti veterinarskih zdravil, mikroplastike in bakterij ter kvasovk, pri čemer

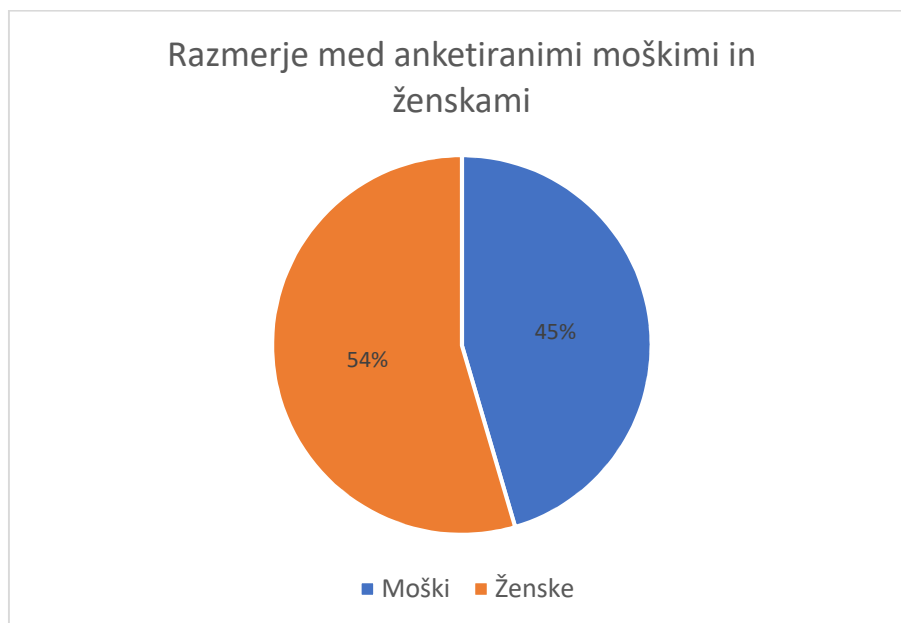
se v zaskrbljenosti nahajamo nad povprečjem Evropske unije, kar pa bi po njenem mnenju lahko vplivalo na odločitev ljudi o uvajanju žuželk v prehrano. Strokovnjakinja je zatrdila, da NIJZ ni odgovoren za določanje primernosti in morebiti neprimernosti uživanja žuželk, saj je njihovo poslanstvo le skrb za varno in uravnoteženo prehrano ljudi. Poudarila je, da uživanje žuželk in izdelkov iz njih lahko povzroči alergijske reakcije tistim, ki so alergični na rake, mehkužce in pršice, zato zaradi Uredb Evropske komisije, ki dovoljujejo dajanje na trg oblike žuželk za namene prehrane ljudi, živila, ki vsebujejo različne oblike žuželk, potrebujejo izjavo, da lahko te sestavine povzročijo alergijske reakcije pri potrošnikih z znanimi alergijami na rake, mehkužce in proizvode iz njih ter na pršice.

Če bi v Sloveniji začeli z uvajanjem žuželk v prehrano, bi potrebovali nekoga, ki bi to spodbujal. Blaznikova je poudarila, da so za promocijo zadolženi proizvajalci sami, dodala pa je, da trenutno v Sloveniji kot zamenjavo za meso na prvo mesto postavljajo rastlinske nadomestke in ne nadomestkov iz žuželk. Gospa Blaznik je potrdila, da žuželke zaznamuje analitsko visoka vsebnost beljakovin, a meni, da je lahko dejanska razpoložljiva raven beljakovin pri nekaterih razvojnih oblikah žuželk precejšnja, saj jih sestavlja tudi prisotna snov hitin, glavna sestavina zunanjega skeleta žuželk, presnova hitina pa je pri ljudeh omejena, potrebno ga je presnoviti s pomočjo encimov hitina in drugih podobnih encimov, zato žuželke dojemamo kot prehranske vlaknine.

Na vprašanje ali meni, da se splača začeti uvajati izdelke z žuželkami na trg kot vir beljakovin v prehrani ljudi, je Blaznikova odgovorila, da še nimamo podatkov o podpori uživanja žuželk pri ljudeh, kar nama je dalo potrditev, da je anketa, ki sva jo izvedli, ena ključnih metod, in glede na to da sva dobili reprezentativen vzorec odgovorov, bo uporabna ne samo sedaj, v raziskovalni nalogi, ampak tudi v prihodnje, ko bo prišlo do trenutka, ko se bodo proizvajalci ali strokovnjaki odločali, če je žuželke vredno uvesti na trg. Strokovnjakinja je ugotovila, da število proizvajalcev žuželk narašča, z njimi pa tudi ponudba in prodaja. Dodala je tudi, da je poleg že odobrenih vrst v postopku odobritve še osem prehranskih izdelkov iz žuželk, a poudarja, da je kljub promociji ki relativno hitro navduši ljudi, za trajno uvrstitev žuželk v vsakodnevno prehrano potrebna družbena sprejemljivost žuželk, boljši okus in cenovna dostopnost.

4.8 Anketa o podpori žuželk v prehrani

Z anketo sva odgovorili na najino glavno vprašanje, ki naju je vodilo skozi izdelavo raziskovalne naloge: Ali ima uvajanje žuželk v prehrano podporo pri prebivalcih Slovenije? Anketo sva izvedli s pomočjo spletnega programa 1ka po celotni Sloveniji in tako dobili reprezentativen vzorec, saj je na anketo odgovorilo več kot 2000 (natančno 2178) prebivalcev Slovenije. Med anketiranimi je bilo 991 moških in 1187 žensk. Njuno razmerje je prikazano na spodnjem grafu (Slika 33).



Slika 33: Razmerje med anketiranimi moškimi in ženskami

Ker sva želeli dobiti odgovore iz celotne Slovenije, sva preverjali tudi število odgovorov po posameznih statističnih regijah (Slika 34). Največ odgovorov sva dobili iz domače Podravske statistične regije, najmanj pa iz najmanjše Zasavske statistične regije.



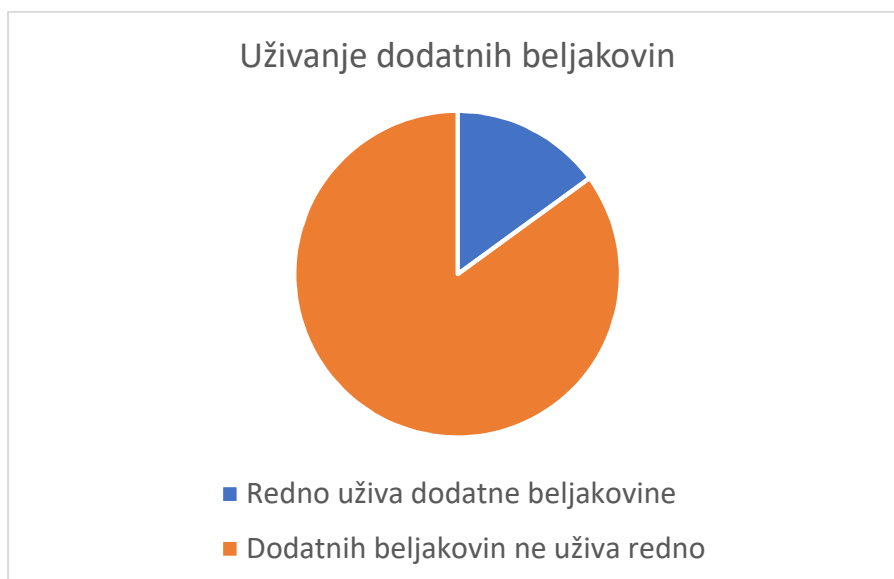
Slika 34: Število anketirancev iz posamezne statistične regije

Zanimalo naju je tudi, koliko anketirancev je veganov ali vegetarijancev. Iz spodnjega grafa (Slika 35) je razvidno, da je med tistimi, ki so anketo izpolnili, 3 % veganov oziroma vegetarijancev.



Slika 35: Število anketiranih veganov oziroma vegetarijancev

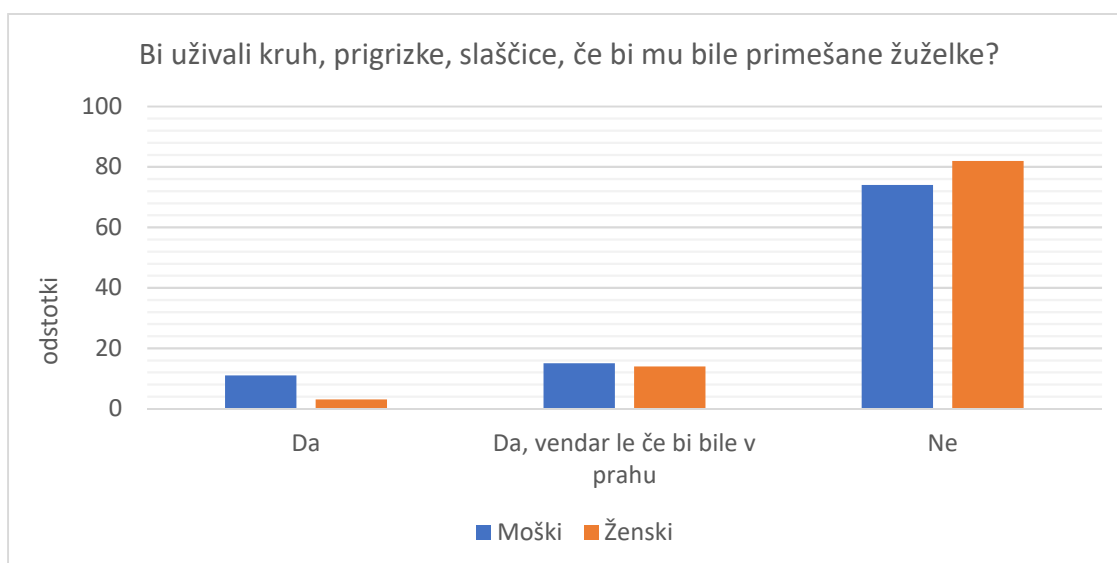
Prav tako sva ugotavljali, koliko anketirancev redno uživa dodatne beljakovine v obliki proteinov ali česa podobnega. Dodatne beljakovine uživa 15 % anketirancev, kar je razvidno na naslednjem grafu (Slika 36).



Slika 36: Število anketirancev, ki redno uživajo dodatne beljakovine v obliki proteinov ali podobnega

Najbolj pomembno vprašanje v najini anketi je bilo, ali bi anketiranci uživali kruh, prigrizke in slaščice, či bi mu bile primešane žuželke.

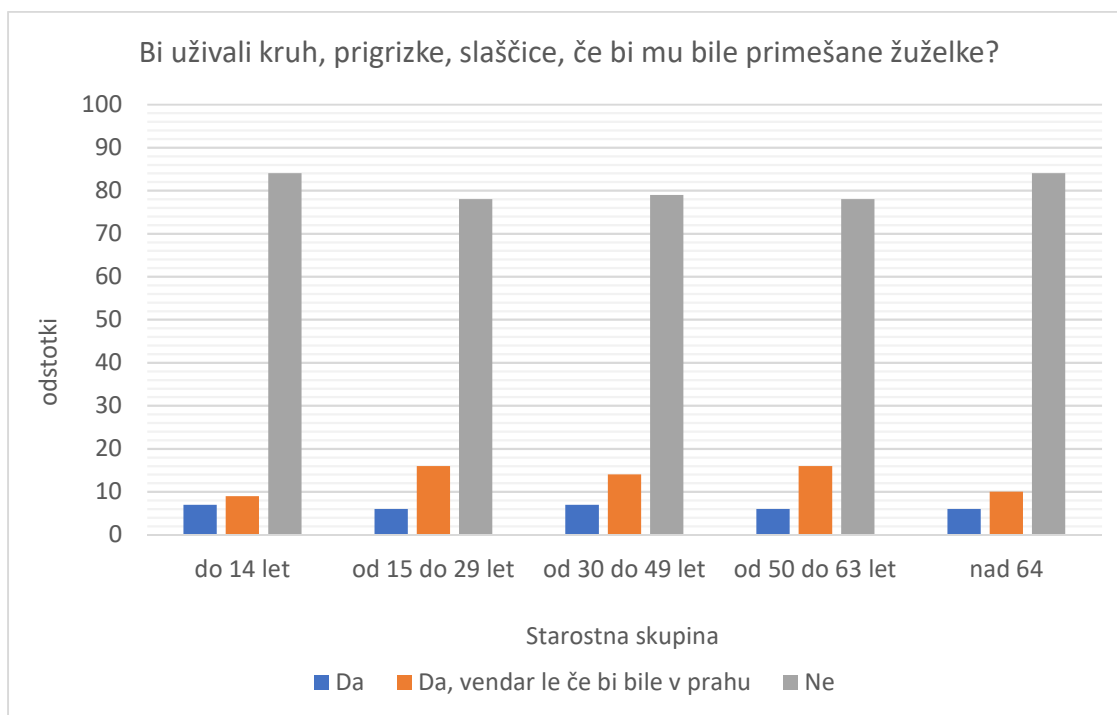
Spodnji graf (Slika 37) prikazuje, v kolikšni meri so pripravljeni ljudje uživati žuželke glede na spol. Razvidno je, da bi se za uživanje kruha, prigrizkov in slaščic s primešanimi žuželkami, v večji meri odločili moški. 11 % moških bi uživalo primešane žuželke, 15 % bi jih uživalo primešane v prahu, 74 % pa se za takšna živila ne bi odločilo. Takšnih žensk, ki bi uživale žuželke, je 3 %, v prahu bi jih uživalo 14 %, za uživanje pa se ne bi odločilo 82 % žensk.



Slika 37: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na spol

V naslednjem grafu (Slika 38) je prikazana pripravljenost do uživanja žuželk glede na starostno skupino anketirancev. V največji meri bi se za uživanje v vseh oblikah odločili anketiranci med 30. in 49. letom

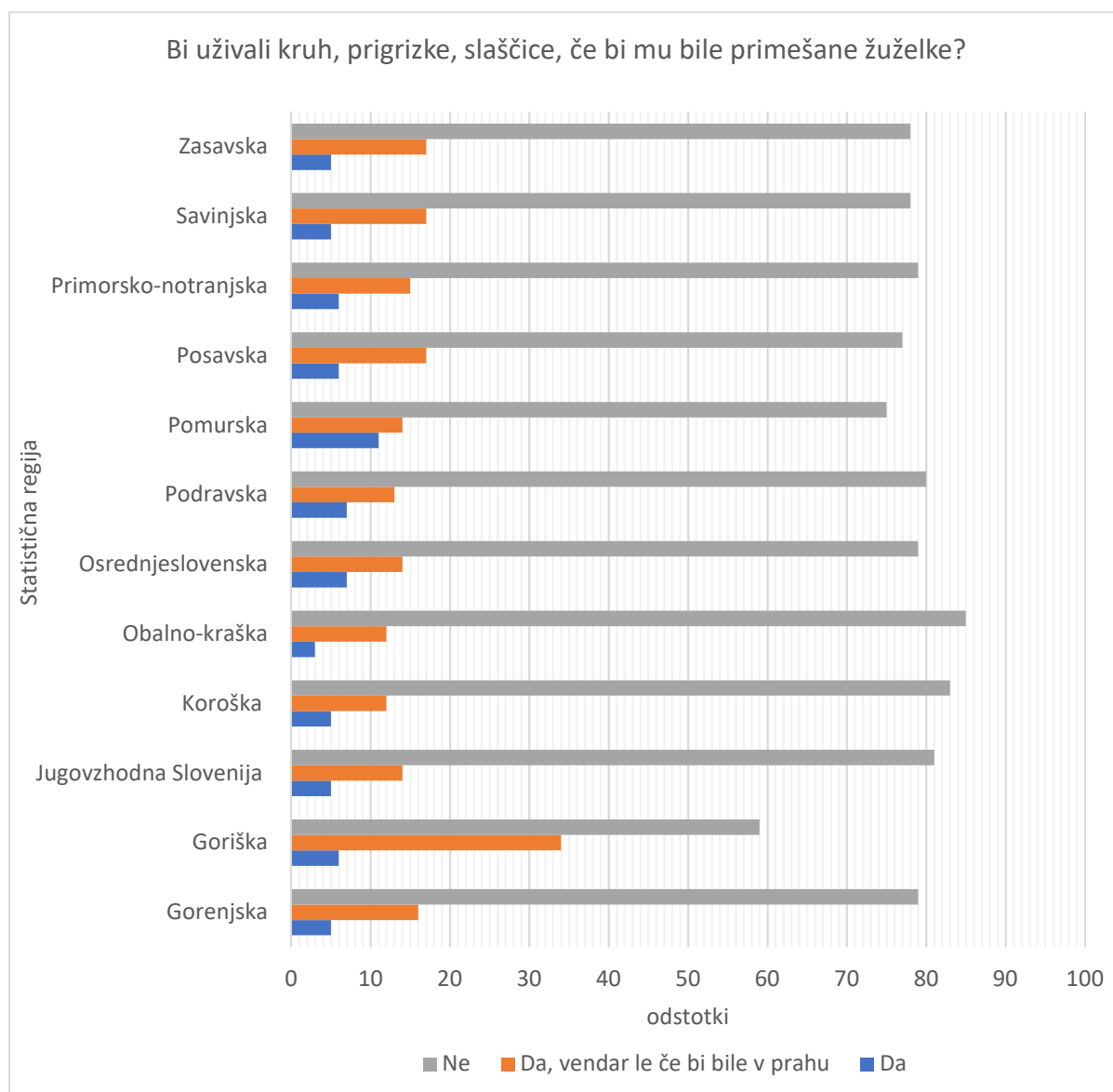
starosti ter anketiranci stari do 14 let. Mlete žuželke bi uživali anketiranci v starostni skupini od 15 do 29 let in od 50 do 63 let, ki imajo, sodeč po odstotkih v odgovorih, popolnoma enako mnenje o uživanju žuželk. Največ takšnih, ki žuželk ne bi uživali, pa je v starostni skupini do 14 ter nad 64 let.



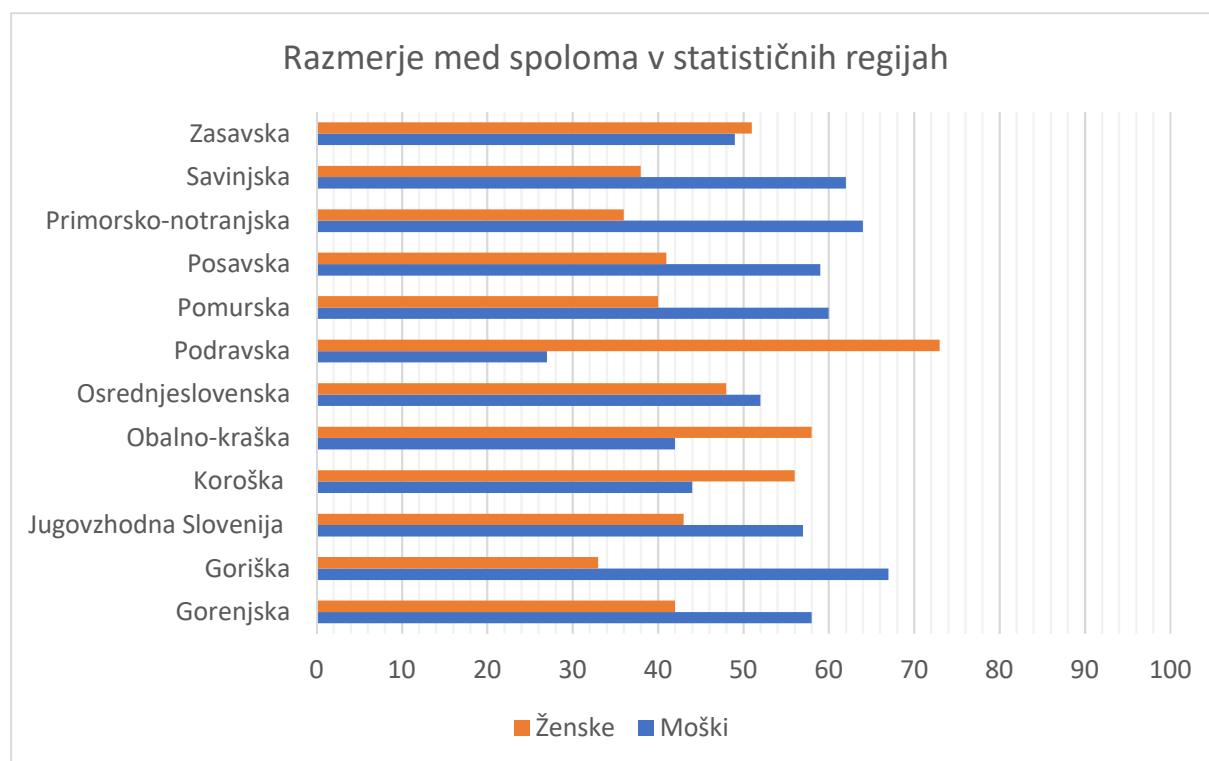
Slika 38: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na starostno skupino

Pri ugotavljanju, iz katere regije prihaja največ ljudi, ki so pripravljeni uživati žuželke, moramo upoštevati tudi graf, ki nam pove, koliko odgovorov v posamezni regiji so prispevale ženske in koliko moški (Slika 40). Saj se, kot je razvidno iz Slike 37, moški v večji meri odločajo za uživanje žuželk kot ženske. Iz spodnjega grafa (Slika 39) je razvidno, da bi cele žuželke v največji meri uživali v Pomurski regiji, vendar je, če pogledamo spodnji graf (Slika 40), v Pomurski statistični regiji na anketo odgovorilo veliko več moških kot žensk, zato ta podatek ni preveč zanesljiv. Podobno je tudi v Goriški regiji, ki ima največ kandidatov za uživanje mletih žuželk, vendar je tudi v tej regiji na anketo odgovorilo znatno več moških kot žensk. Nasprotno pa vidimo v Obalno-kraški regiji, v kateri prevladujejo ljudje, ki jim ni do uživanja žuželk, a na anketo je odgovorilo več žensk kot moških.

Iz tega smo torej ugotovili, da podporo uvajanja žuželk v prehrano glede na statistično regijo, v kateri posameznik živi, ne moremo upoštevati, saj na to vpliva preveč drugih dejavnikov, med njimi je najbolj izrazit spol.

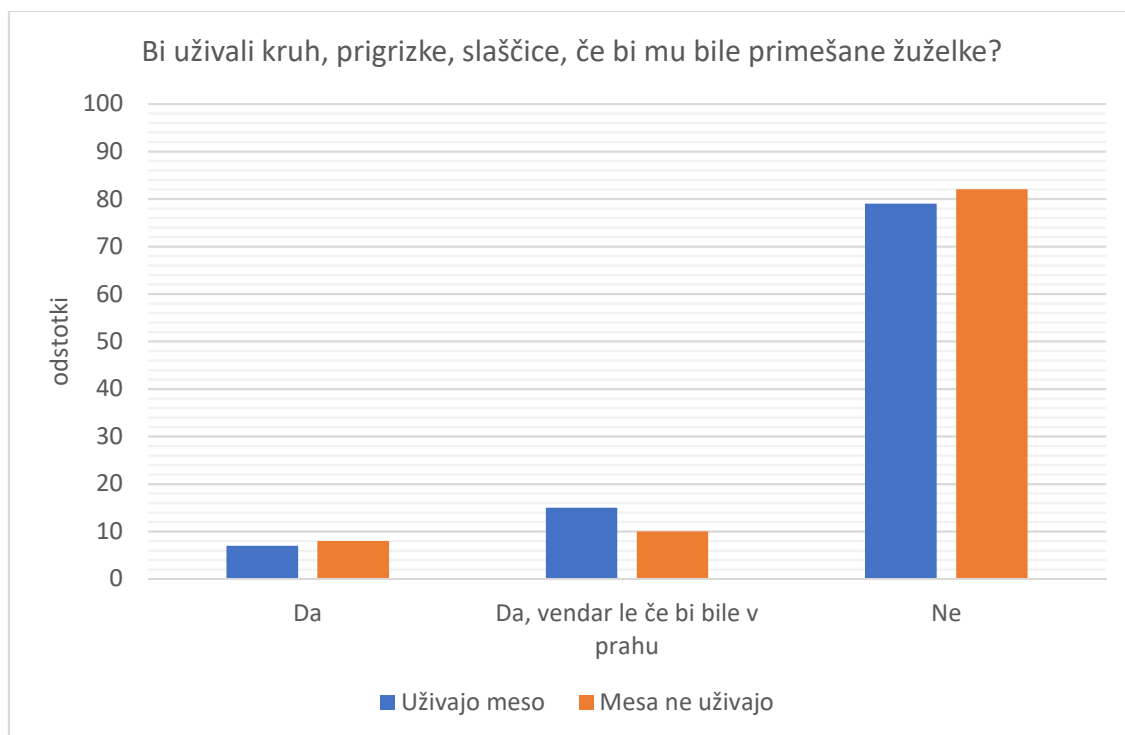


Slika 39: Podpora uvajanja žuželk v prehrano glede na statistično regijo, v kateri anketiranec živi



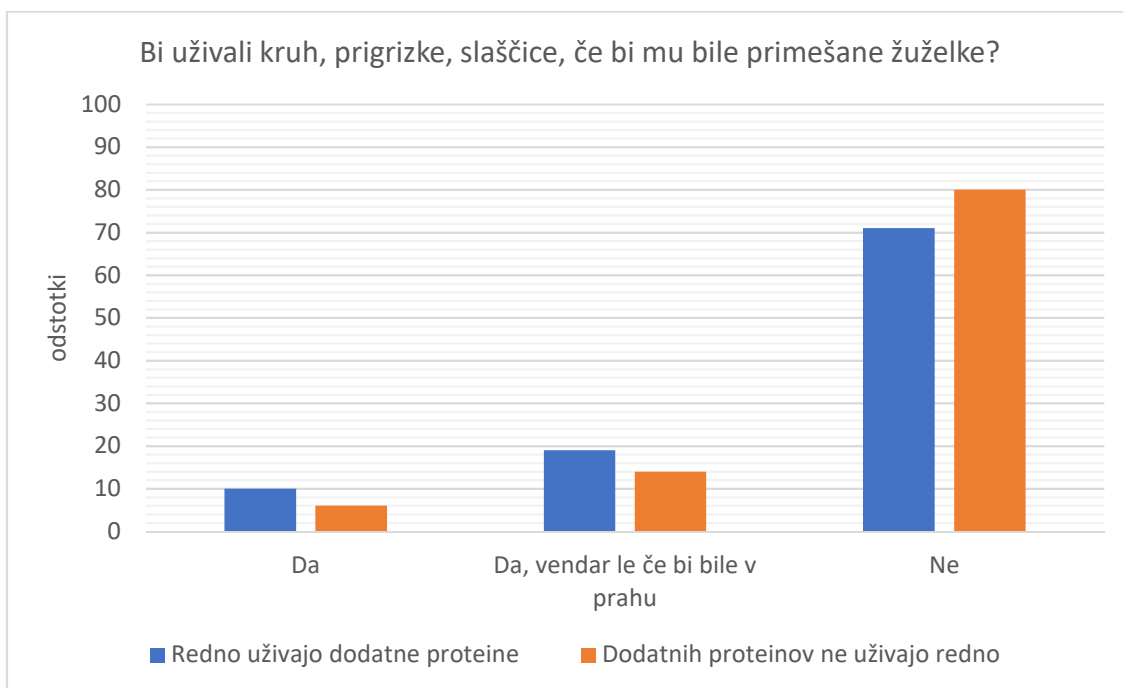
Slika 40: Razmerje med spoloma anketirancev v posameznih statističnih regijah

Glede na to, da so žuželke živalska vrsta, je bilo smiselno preveriti tudi, kakšen je odziv vegetarijancev in veganov na uvajanje žuželk v prehrano. Iz spodnjega grafa (Slika 41) je razvidno, da odgovori vegetarijancev in veganov prevladujejo tako pri podpori uvajanja žuželk v prehrano, kot pri zavračanju, tisti, ki meso uživajo, so dosegli večino le pri uživanju žuželk v prahu.



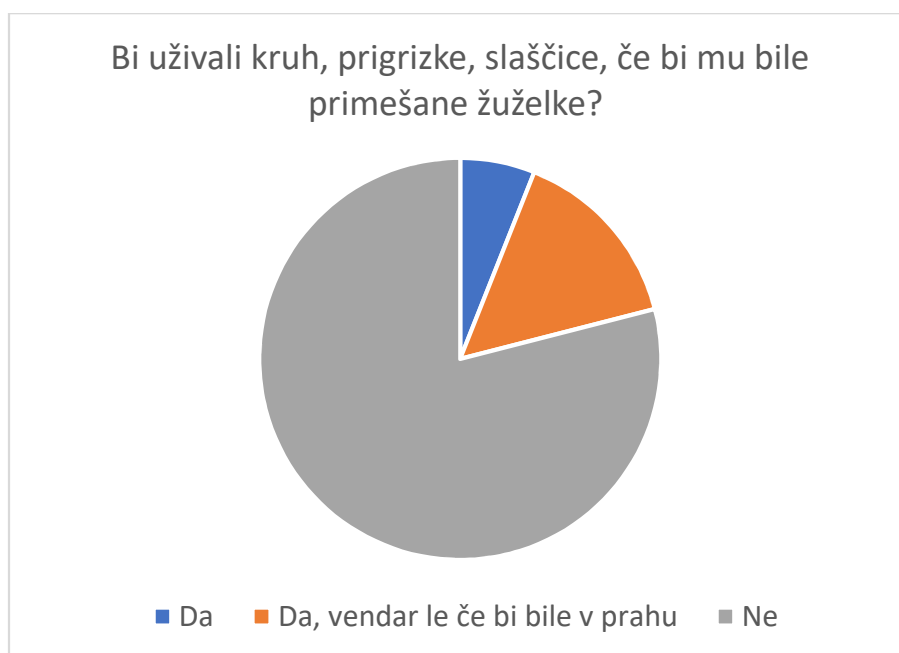
Slika 41: Podpora uvajanja žuželk v prehrani glede na odnos do uživanja mesa

Ker imajo žuželke zelo visoko vsebnost beljakovin, kar je njihov poglavitni razlog za začetek uvajanja v prehrano ljudi, sva preverili, kaj menijo o uvajanju tisti, ki redno uživajo dodatne beljakovine v obliki proteinov ali česa podobnega, in tisti, ki slednjega ne uživajo. Spodnji graf (Slika 42) prikazuje, da so uvajanje žuželk v prehrano v večji meri podprli tisti, ki dodatne beljakovine redno uživajo.



Slika 42: Podpora uvajanja žuželk v prehrani glede na to ali posameznik redno uživa dodatne beljakovine v obliki proteinov ali podobnega

V splošnem lahko vidimo, da uvajanje žuželk v prehrano ni doživelo podpore pri ljudeh, saj se je 79 % ljudi odločilo, da žuželk ne bi uživali, tudi če bi bile zmlete v prahu. V prahu bi jih poskusilo 15 %, cele žuželke pa bi uživalo le 6 % anketirancev. Slednji podatki so prikazani na spodnjem grafu (Slika 43).



Slika 423: Podpora ljudi pri uvajanju žuželk v prehrano

Razlog, da ljudje žuželk ne bi uživali, je predvsem ta, ker se jim zdi uživanje ogabno, iz spodnjega grafa (Slika 44) je razvidno, da to meni 83 % ljudi. 2 % ljudi žuželk ne bi uživalo, ker so vegani oziroma vegetarijanci, 4 % pa zato, ker se pri tem muči preveč živali, saj se za hrano porabi zelo veliko žuželk. 11 % ljudi ima drugačne razloge.



Slika 434: Zakaj anketiranci žuželk ne bi uživali?

Večina ostalih, ki se s podanimi odgovori niso strinjali, žuželk v prehrani ne podpirajo, ker imajo raje klasično prehrano, ki smo je vajeni že od nekdaj. Na tako prehrano niso navajeni, saj želijo tradicionalen način prehranjevanja, ki je enak našim prednikom. Radi imajo stare prehranjevalne navade. Takšnega mnenja je 38 anketirancev.

36 anketirancev pa meni, da za uvajanje žuželk v prehrano še ni potrebe. Nekateri od njih so mnenja, da v Sloveniji lahko pridelamo dovolj kvalitetne hrane, ker imamo veliko druge lokalne, pestre, zdrave in sezonske hrane, s katero lahko nadomestimo dodajanje žuželk. Drugi menijo, da imamo na voljo dovolj drugih beljakovin, nekateri pa pravijo, da tudi rastlinska hrana sama po sebi vsebuje dovolj hranilnih vrednosti ter da beljakovine lahko pridobijo tudi iz drugih rastlinskih virov, zato je uvajanje žuželk v prehrano nepotrebno.

Nekajkrat (8) pa se je pojavil tudi odgovor, da bi žuželke uživali, če ne bi bilo drugega: v boju za preživetje, v krizi in ekstremnih situacijah, ko druge hrane ne bi bilo na voljo.

7 anketirancev meni, da žuželk ne bi uživali zaradi predsodkov. Nekateri so mnenja, da bi žuželke morali poskusiti in se nato odločiti, če jih bodo uživali ali ne. Nekateri imajo za tako odločitev premalo informacij, saj ne poznajo vpliva uživanja hitina ali se lahko pojavijo alergijske reakcije ali ne poznajo posledic uživanja za organizem ali pa menijo, da je to strupeno.

Na koncu sva tistim, ki se niso odločili za uživanje žuželk, podali nekaj podatkov, ki predstavljajo prednost uvajanja žuželk v prehrano: »Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Pri gojenju potrebujejo le majhno količino vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje.« Zanimalo naju je, ali bodo ti podatki spremenili njihovo mnenje, kar se je zgodilo pri 7 % anketirancev. Preostalih 93 % pa kljub vsem prednostim žuželk ne bi uživalo (Slika 45).



Slika 445: Mnenje ljudi o uvajanju žuželk v prehrano po naštetih prednostih, ki jih imajo žuželke

5 RAZPRAVA

5.1 Gojenje mokaerjev

Ker sva nalogo uvrstili tudi v področje biologije, sva izvedli eksperiment, s katerim sva želeli ugotoviti, v kateri hrani mokaerji najbolje uspevajo. Izhajali sva iz podatkov iz literature, da žuželke pri gojenju ne potrebujejo vode (Abelho idr., 2018) in da potrebujejo malo prostora za gojenje, zato sva vse te podatke želeli preveriti.

Da za gojenje zavzamejo manj prostora kot ostale živali, ki nam predstavljajo vire beljakovin, sva dokazali z gojenjem mokaerjev v gojilnih posodah. Mokaerje sva en teden gojili brez vode, s čimer sva podprli tudi dejstvo, da za gojenje vode ne potrebujejo vsaj za nekaj časa. Vendar so se ličinke že po enem tednu preobrazile v bube, kar pomeni z vidika gojenja mokaerjev za namen gojenja ličink, problem. Namreč za vir beljakovin v prehrani se uporabljajo le ličinke mokaerjev in ne stadij bube ali odrasle žuželke (Dimatteo, Errico, Moliterni, Sangiorgio, Spagnoletta, in Verardi, 2022). Vendar podatki iz literature navajajo, da mokaerji za uspešen razvoj potrebujejo vsaj majhen vir vode (Laggar Andreasson, 2023), kar bi bilo potrebno preveriti s poskusom, ki bi trajal dlje časa.

Glede na to, da sva mokaerjem pri gojenju nudili dovolj toplote (Abelho idr., 2018), bi najin poskus v prihodnje lahko nadgradili tudi s povečano vlago v prostoru, kajti raziskava, ki sta jo opravila Andersen in Johnsen (2021) kaže, da sta se masa in dolžina ličink povečevali z relativno vlažnostjo: ličinke, vzrejene pri 84 % relativni vlažnosti so bile 1,96-krat težje in 1,31-krat daljše od ličink, vzrejenih pri 43 %. Zato bi za industrijskega množičnega proizvajalca ličink mokaerja uporaba blizu optimalne 84 % verjetno povzročila povečano velikost ličink za uporabo in hitrejšo stopnjo rasti, kar bi na koncu privedlo do višjega donosa.

Za vzrejo mokaerjev v večjih količinah je pomembno, da vemo, katera krma mokaerjem najbolj ustreza, torej katere krme med rastjo največ porabijo in imajo posledično največjo prirast oziroma povečavo telesne mase ličink. Na to temo sva postavili hipotezo, **da mokaerji najbolje uspevajo v pšeničnih otrobih in najslabše v celi pšenici**, kot navaja Žigon (2022). Za preverjanje te hipoteze sva izvedli poskus z vzrejo mokaerjev na različnih vrstah hrane. Rezultati, predstavljeni v Tabeli 2, kažejo, da je sicer največji prirast mase mokaerjev v pšenični moki, ampak tam se je razvilo tudi največ bub. Z vidika uporabnosti mokaerjev v stadiju ličink in če primerjamo samo različno obdelano pšenico, predlagava, da se uporabijo pšenični otrobi, kljub temu da so se v enem primeru ravno iz otrobov razvile vse bube. Rezultati so primerljivi s pregledom literature, ki ga ponujajo Dimattelo idr. (2022), kjer se je na pšeničnih otrobih zmanjšala količina ličink po 4–5 tednih in narasla po 7. tednu. Stadijev ličink in bub je bilo več, prav tako tudi bub, medtem ko je bila masa bub večja od mase ličink. Hipotezo lahko le delno potrdimo, saj rezultati gojenja v celi pšenici kažejo, da so se tudi tu mokaerji preobrazili v bube, poleg tega sva našli tudi mrtve ličinke. Razlog za propad ličink je lahko v pomanjkanju določenih hranil, zajedavcev ipd., vsekakor se na to temo odpirajo nova poglavja za raziskovanje.

Za nadaljnje raziskave v tej smeri predlagava tudi dlje časa trajajoč poskus pri različnih vrstah hrane, kjer bi se živali imele čas prilagoditi razmeram in hrani. Raziskovalcem pa predlagava tudi, da za eksperiment izberejo čim manjše ličinke, ki tekom eksperimenta ne bodo spremenila svojega razvojnega stadija, kot se je zgodilo v najinem primeru.

5.2 Merjenje količine izdihanega CO₂ pri mokaerjih in pri govedu

Podatek, da so izpusti CO₂ pri gojenju mokaerjev zanemarljivi, sva preizkušali s poskusom, pri katerem sva primerjali količine izdihanega CO₂ pri govedu in mokaerjih. Meritev CO₂ pri mokaerjih je bila res manjša, kot pri govedu, vendar je bil izdih po preračunu na 1 kilogram telesne mase goveda in mokaerjev, pri mokaerjih večji kot pri govedu. Odrasle žuželke mokaerjev, ki so v morebitni masovni proizvodnji ličink za tržne namene, ključne za nadaljnje razmnoževanje, so tako izločile celo do dvakrat več CO₂ na kilogram telesne mase kot pa teliček goveda. Lahko pa pri primerjavi upoštevamo tudi podatek, da goveje meso vsebuje le okoli 18-22 % beljakovin, mokaerji pa kar 40-60 %.

Zavedava se, da so rezultati pri govedu precej okvirni, saj je pri merjenju količine izdihanega CO₂ lahko prišlo do napak pri merjenju, ker plastična vrečka mogoče ni dobro tesnila, nekaj zraka se je izgubilo pri vstavljanju senzorja, pa tudi volumen ni bil tako natančno določen kot pri žuželkah. Pri mokaerjih je tek napak manj, oziroma jih sploh ni, saj sva za merjenje uporabljali temu namenjene merilne posode, ki so dobro tesnile in so imele natančno določen volumen. V eksperimentu sva merili le količino izdihanega CO₂, ker merilnika za izdihan metan nisva imeli na voljo. Če se bodo raziskave v tej smeri še odvijale, kar bo glede na potrebe po beljakovinah za pričakovati, bo potrebno izvesti tudi eksperimente izdihane količine metana.

Pri poskusu na obeh živalih je bilo upoštevano etično ravnanje z živalmi.

Ker sva želeli potrditi dejstvo, da **žuželke pri vzreji v ozračje izpustijo veliko manj CO₂, kot na primer govedo**, sva si oblikovali tudi takšno **H5** in izvedli poskus primerjave količine izdihanega CO₂ pri mokaerjih in pri govedu. To hipotezo bova pustili ne ovrednoteno, saj so bile meritve preveč okvirne, še posebej pri govedu. Predlagava, da se raziskave v tej smeri še izvedejo, saj so ti podatki zelo pomembni, če želimo uporabljati mokaerje v večjih količinah, ne le za prehrano ljudi, ampak predvsem za krmo živali.

5.3 Intervjuji

Zanimalo naju je mnenje bodočih ponudnikov žuželk v prehrano o podpori ljudi, zato sva si zastavili hipotezo, ki pravi da **bodoči ponudniki žuželk v prehrani menijo, da bi se ljudje odločili za uživanje žuželk**. Bodoči ponudniki so mnenja, da je gojenje žuželk ena izmed dejavnosti prihodnosti in rešitev obstoječega potrošniškega sistema, v katerem že čutimo pritisk – pomanjkanje hrane na eni strani in preveč zavržene hrane na drugi strani, a si pri nas potrošniki velikokrat pod besedno zvezo žuželke v prehrani predstavljajo, da gre za prehranjevanje z živimi žuželkami ali z žuželkami v obliki, kjer je njihova zgradba še v celoti vidna (pečene, zamrznjene ...). V vseh odgovorih je bil razviden problem predsodkov. Ljudje mislijo, da so prisiljeni uživati, kar jim dajo le na izbiro in tako bo trajalo precej dolgo, da bi premagali vse predsodke in stereotipe. Intervjuvanci so izpostavili tudi problem trga. Pravijo, da žuželke niso tako dobrega okusa, da bi jih ljudje vsakodnevno zauživali, in da če je prihodnost v beljakovinski moki kot dodatku prehrani, je cena moka previsoka, s tem tudi cena produkta in bi tako bilo kupce zelo težko najti. Kljub razmišljanju o možnostih v prihodnosti zatrjujejo, da dokler imajo ljudje po večini bogato izbiro druge hrane, Evropa ni trg za prehrano žuželk. Vedno se najde odstotek ljudi, ki bi si žuželke želel poskusiti, a tukaj gre zgolj za butično prodajo, s katero je nemogoče preživeti. Večinoma so ponudniki bolj pripravljeni gojiti moka v namene živalske krme in razmišljajo v smeri, da se bo število rejcev perutnine in drugih živali povečevalo, ker bodo z večanjem števila prebivalcev naraščale tudi potrebe po beljakovinah. Presenetilo pa naju je, da nekateri izmed intervjuvancev (vsaj ena), žuželk ne bi jedli. Na podlagi navedenih podatkov morava **H7** zavreči, saj tudi ponudniki menijo, da ljudje ne bi izbrali žuželk kot vira hrane. Žuželke vidijo le kot dobro, a žal neizvedljivo rešitev.

Kot zadnjo sva si postavili hipotezo, da **strokovnjaki s področja javnega zdravja ne podpirajo ideje o uvedbi žuželk v prehrano**. Po intervjuju z gospo Urško Blaznik iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) sva izvedeli dejstvo, da kljub številni lakoti, ki nas je spremljala skozi zgodovino, nikoli nismo posegli po žuželkah kot viru hrane oziroma beljakovin. Strokovnjakinja je mnenja, da žuželke lahko postanejo del naše prehrane le, če se z ustrezno promocijo ljudem dokaže, da je uživanje varno, za uživanje pa bodo potrebni tudi družbena sprejemljivost žuželk, boljši okus in cenovna dostopnost. Poudarili bi radi tudi, da še nimamo podatkov o podpori uživanja žuželk pri ljudeh, kar nama je dalo potrditev, da je anketa, ki sva jo izvedli, ena ključnih metod raziskave. Glede na to, da sva dobili reprezentativni vzorec odgovorov, je ta raziskava aktualna tudi za proizvajalce ali strokovnjake, ki se bodo odločali, če je žuželke vredno uvesti na trg. Tudi zadnjo hipotezo (**H8**) lahko potrdimo.

5.4 Anketa

Skozi raziskavo naju je vodilo eno glavno raziskovalno vprašanje: Ali ima uvajanje žuželk v prehrano podporo pri prebivalcih Slovenije?. Tudi večino hipotez sva dokazovali s pomočjo ankete.

Anketa je bila izvedena med prebivalci celotne Slovenije, sodelovalo je kar 2178 ljudi. S pomočjo rezultatov ankete lahko **potrdimo H1**, ki pravi, da **večina ljudi ne bi izbrala živila, ki vsebujejo žuželke**. V anketi se je 79 % ljudi odločilo, da žuželk ne bi uživali, tudi če bi bile zmlete v prah. V prahu bi jih poskusilo 15 %, cele žuželke pa bi uživalo le 6 % anketirancev.

Zanimala naju je tudi razlika v podpori uvajanja žuželk v prehrano med moškimi in ženskami, zato sva si postavili hipotezo, da **bi moški prej kot ženske poskusili živila, ki vsebujejo žuželke**. S pomočjo ankete sva dobili podatke, da bi se za uživanje kruha, prigrizkov in slaščic, s primešanimi žužkami, v večji meri res odločili moški. 11 % moških bi uživalo primešane žuželke, 15 % bi jih uživalo primešane v prahu, 74 % pa se za takšna živila ne bi odločilo. Takšnih žensk, ki bi uživale žuželke, je 3 %, v prahu bi jih uživalo 14 %, za uživanje pa se ne bi odločilo 82 % žensk. Zato lahko **H2 potrdimo**.

V anketi sva prav tako ugotavljali pripravljenost do uživanja žuželk glede na starostno skupino, v katero sodijo anketiranci. V največji meri bi se za uživanje v vseh oblikah odločili anketiranci med 30 in 49 letom starosti ter anketiranci stari do 14 let. Mlete žuželke bi uživali anketiranci v starostni skupini od 15 do 29 let in od 50 do 63 let, ki imajo glede uvajanja žuželk popolnoma enako mnenje. Največ takšnih, ki žuželk ne bi uživali, pa je v starostni skupini do 14 ter nad 64 let. **H3, ki pravi, da bi živila, ki vsebujejo žuželke, najprej poskusilo prebivalstvo v starostni skupini 30–49 let**, lahko na nek način **potrdimo**, saj je starostna skupina od 30 do 39 let res tista, ki bi se zraven starostne skupine do 14 let prva odločila za uživanje žuželk, tudi če ne bi bile zmlete v prah.

Razlog, da ljudje žuželk ne bi uživali, je predvsem ta, ker se jim zdi uživanje ogabno, iz Grafa 44 je razvidno, da to meni 83 % ljudi. 2 % ljudi žuželk ne bi uživalo, ker so vegani oziroma vegetarijanci, 4 % pa zato, ker se pri tem muči preveč živati, saj se za hrano porabi zelo veliko žuželk. 11 % ljudi nasprotuje uživanju zaradi drugih razlogov.

Pri ugotavljanju, iz katere regije prihaja največ ljudi, ki so pripravljeni uživati žuželke, moramo upoštevati podatke o številu odgovorov, ki so jih v posamezni regiji prispevale ženske ali moški. Odgovori so pokazali, da se za uživanje žuželk v večji meri odločajo moški kot ženske. Iz ankete sva tako dobili podatek, da bi cele žuželke v največji meri uživali v Pomurski regiji, vendar je na anketo v Pomurski statistični regiji odgovorilo veliko več moških kot žensk, zato ta podatek ni preveč zanesljiv. Podobno je tudi v Goriški regiji, ki ima največ kandidatov za uživanje mletih žuželk, vendar je tudi v tej regiji na anketo odgovorilo znatno več moških kot žensk. Nasprotno pa vidimo v Obalno-kraški regiji, v kateri prevladujejo ljudje, ki jim ni do uživanja žuželk in v kateri je na anketo odgovorilo več žensk kot moških. Iz tega smo torej ugotovili, da podporo uvajanja žuželk v prehrano glede na statistično regijo, v kateri posameznik živi, ne moremo upoštevati, saj na to vpliva preveč drugih dejavnikov, med njimi je najbolj izrazit spol. Zato naslednje hipoteze **H4, ki pravi, da je med posameznimi regijami v Sloveniji opazna razlika glede deleža ljudi, ki odobrava žuželke kot alternativni vir beljakovin**, ne moremo ne **potrditi in ne ovreči**, saj zato nimamo dovolj zanesljivih podatkov.

6 ZAKLJUČEK

Skozi celotno raziskovalno nalogo naju je spremljalo dejstvo, da je v svetu vedno bolj odmevno uvajanje žuželk v prehrano, s čimer se srečujemo tudi v Sloveniji. Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Pri gojenju ne potrebujejo vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje.

Raziskave v tej smeri so že potekale, a kot je potrdila tudi intervjuvanka iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje, podatkov o podpori žuželk v prehrano ljudi iz celotne Slovenije še nismo imeli in tako sva z anketo pripomogli k olajšanju odločitev proizvajalcev in strokovnjakov, ko se bo začela ideja o žuželkah v prehrani širiti in nadgrajevati.

Uporabili sva različne raziskovalne metode, izmed katerih so nekatere zajele sociološki, druge pa biološki del raziskovalne naloge in tako prišli do zanimivih rezultatov, ki so nama približali svet žuželk, rejcev žuželk, svet prehrane in predsodkov.

S pomočjo ankete, ki sva jo izvedli preko spletnega portala 1ka, sva izvedeli, da bi se za uživanje kruha, prigrizkov in slaščic s primešanimi žuželkami v večji meri odločili moški. Podatek nama je bil zelo zanimiv, saj kljub vedno večji enakovrednosti, ki prinaša vedno bolj enak način življenja moških in žensk, načina razmišljanja oziroma odnosa do predsodkov in hrane še nismo uravnali. Tako lahko dokažemo, da smo si moški in ženske še vedno zelo različni in le skupaj lahko dosežemo celost našega planeta. V največji meri bi se za uživanje v vseh oblikah odločili anketiranci med 30 in 49 letom starosti ter anketiranci stari do 14 let. Največ takih, ki žuželk ne bi uživali, pa je v starostni skupini do 14 ter nad 64 let. Če izvezemo starostno skupino do 14 let, ki je zastopana v obeh odgovorih, lahko ugotovimo, da je delovno aktivna družba najbolj odprta in dobrodošla za spremembe. Žuželk pa ne bi uživalo največ starejših ljudi, ki zaradi vpliva tradicionalne družbe, iz katere prihajajo, spremembe negativno vrednotijo.

Z eksperimentoma sva pokrili biološki del raziskovalne naloge. Soočili sva se z ljudmi in živalmi in sva spoznali, koliko lažje je pokriti družboslovne raziskave kot naravoslovne. Ljudje so vedno pripravljeni pomagati, razumejo, povejo, živali pa rastejo, žuželke se razvijajo, zabubljajo in ob eksperimentih nikoli ne veš, kakšen bo izid. Z eksperimentom primerjave količine izdihanega ogljikovega dioksida pri mokaerjih in govedu sva potrdili dejstvo, da mokaerji med vzrejo proizvedejo manjše količine CO₂ kot govedo, a vseeno so naju presenetile večje vrednosti CO₂, kot sva jih pričakovali. Kot smernico za nadaljnje raziskave bi pri tem radi dodali, da bi za rezultate izdihanega CO₂ pri govedu bilo potrebno izvesti meritev s senzorjem, ki je sposoben zaznati tudi večje količine CO₂, saj naš senzor ni tako zmogljiv in zaradi prevelikih vrednosti ni vidnih točnih podatkov. Ker govedo proizvede tudi velike količine metana, bi bila kot ideja za prihodnje dobra primerjava izdihanega metana, česar midve nisva mogli narediti, ker na šoli nimamo senzorjev. Ker je velika prednost žuželk v mali količini izdihanega ogljikovega dioksida, bi bile raziskave v tej smeri potrebne, saj bi pripomogle k skrbi za čistejše okolje.

Eksperiment, s katerim sva želeli določiti vrsto hrane, ki najbolj ustreza mokaerjem, da se njihova telesna masa najhitreje povečuje, je razvil zelo dobro idejo za vse, ki se ukvarjajo z gojenjem mokaerjev. Tako bi lahko dobili največje možne količine mokaerjev s čim manj porabljenih hrane, vendar morajo pri izvedbi upoštevati, da za eksperiment izberejo čim manjše ličinke, ki tekom eksperimenta ne bodo spremenile svojega razvojnega stadija, kot se je zgodilo v našem primeru. Ker nisva imeli na voljo dovolj majhnih ličink, sva med vsemi izbrali najmanjše, vendar so bile kljub temu prevelike in so tekom eksperimenta, pred tehtanjem spremenile svoj razvojni stadij. Številne so se zabubile in tako stagnirale ali pa se celo spremenile v odrasle osebk, ki so opazno lažji kot ličinke. Kljub neuspelemu eksperimentu sva se iz

njega veliko naučili, predvsem o tem, da se pri delu z živalmi ničesar ne da v naprej predvideti in da moraš biti pri pripravi eksperimenta pozoren na številne dejavnike, ki lahko vplivajo na sam potek.

Iz intervjujev sva izvedeli pomembne alternativne rešitve, ki bi lahko koristno nadomestile uvedbo žuželk v prehrano ljudi, ki med ljudmi ni dosegla podpore. Žuželke bi lahko v največji meri uporabljali za krmo živali in tako nadomestili potrebe po krmi, ki bodo naraščale zaradi naraščanja števila prebivalcev in s tem naraščanja potrebe po beljakovinah. Glavna prednost žuželk, ki bi jo morali čim bolj produktivno izkoristiti, je v tem, da jih lahko uporabimo za predelavo odpadne hrane na eni strani in kot vir hrane na drugi strani ter tako sklenemo cikel. Žuželke pa bi lahko uporabili tudi v industriji kot sestavni del embalaže, a ta ideja terja še veliko raziskav.

Žuželke v prehrani so zelo aktualna tema, ki skriva še mnogo neraziskanega, neodkrita. Žuželke so bitja, ki kljub svojemu neprijetnemu videzu skrivajo veliko prednosti, ki bi lahko, če bi jih dovolj dobro spoznali, predstavljale prelom v hitrem, spreminjajočem se okolju z vedno večjim številom prebivalcev. A največji problem, ki je vedno povod za vse ostale probleme, je človek, ki s svojo trmo in z vztrajnostjo ostaja na starih tirnicah, v coni svojega udobja in le stežka sprejme ideje, ki so lahko celo revolucionarne. Žuželke lahko predstavljajo rešitev, a podpore pri ljudeh niso dosegle. Nekateri ponudniki si želijo začeti nove posle, kjer bi jim dobiček predstavljala ta revolucionarna bitja. A anketa je pokazala, da podpornikov ne bodo imeli. Ljudje so zatrdili, da kljub spremembam raje ostajajo pri tradicionalni hrani. Bodo ponudniki vseeno uvedli žuželke na trg?

7 VIRI IN LITERATURA

Abelho, M., Costa, R. in Ribeiro N. (1. oktober 2018). A Review of the Scientific Literature for Optimal Conditions for Mass Rearing *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomological Science*, 53(4), 434–454. Pridobljeno s <https://meridian.allenpress.com/jes/article/53/4/434/134520/A-Review-of-the-Scientific-Literature-for-Optimal>

Acheta domesticus. (b. d.) Na Inaturalist. Pridobljeno 2. avgusta 2023 s <https://www.inaturalist.org/taxa/133220-Acheta-domesticus>

Ahačič, K. (2023). Predsodek. Pridobljeno 6. januarja 2024 s <https://fran.si/133/sskj2-slovar-slovenskega-knjiznega-jezika-2/4517402/predsodek?View=1&Query=predsodek>

Alves, A. V., Cardoso, C. A. L., Linzmeier, A. M., Macedo, M. L. R. in Sanjinez-Argandoña, E. J. (2016) Food Value of Mealworm Grown on *Acrocomia aculeata* Pulp Flour. *PLoS ONE* 11(3), e0151275. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151275>

Andersen, J. L. in Johnsen, S. (12. februar 2021) The effect of relative humidity on the survival and growth rate of the yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, Linnaeus 1758). *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(3), 311–318. Pridobljeno s <https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.3920/JIFF2020.0068?role=tab>

Aquilanti, L., Cardinali, F., Garofalo, C., Milanović, V., Osimani, A., Sabbatini, R., ... Rincolini, A. (2020) Lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus*) powder as a novel baking ingredient for manufacturing high-protein, mineral-dense snacks. *Food Research International*, 131, 109031. Pridobljeno s <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920300569>

Balent, I., Dugodnik Š., Gungl B., Horvat L., Podbevšek T. in Podobnik E. (2020/21). Predsodki in diskriminacija [PDF] Pridobljeno 8. januar 2024 s [Predsodki-in-diskriminacija.pdf](#)

Bandarra, N. M., Batista, I., Costa, S., Lourenço, H., Pedro, S., Pires, C., ... Teixeira, B. (2020). Evaluation of *Tenebrio molitor* larvae as an alternative food source. *NFS Journal*, 21, 57–64. Pridobljeno s <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352364620300225>

B., A. (2011). EU: raziskava o prehranjevanju žuželk. Pridobljeno 8. januarja 2024 s https://www.zurnal24.si/svet/eu-raziskava-o-prehranjevanju-zuzelk-134158#google_vignette

Burnie, D. (2010). Ilustrirana enciklopedija živali (2. natis). Tržič: Učila International.

Campbell, T. C. in Campbell, T. M. II. (1934). *The China Study*. Maribor: SITIS, d.o.o.

Črna vojaška muha. (2023) Na Alarvae. Pridobljeno 28. decembra 2023 s <https://alarvae.com/blogs/osnovni-podatki/crna-vojaska-muha>

Danes na jedilniku: žuželke in umetno meso. (2017) Na Večer. Pridobljeno 29. decembra 2023 s <https://vecer.com/prosti-cas/danes-na-jedilniku-zuzelke-in-umetno-meso-6294724?fbclid=IwAR2sC4uGxgCjKOCbtKm9TDNO8VSji99qDboBwN2GPufVoa6BEKlFKbg-fLQ>

Darwin, C. (2006) Darwinov gnus. V W. I. Miller, *Anatomija gnusa* (str. 15–46). Ljubljana: Studia humanitatis.

Dimatteo, S., Errico, S., Moliterni, S., Sangiorgio, P., Spagnoletta, A. in Verardi A. (2022) Valorisation of agri-food waste and mealworms rearing residues for improving the sustainability of *Tenebrio molitor* industrial production. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(5), 509–524.

Dolenc, D. (2019). Organska kemija. Ljubljana: prof. dr. Jurij Svete.

dr. Belušič, G., dr. Dolenc Koce J., dr. Turk M., dr. Vittori M. in dr. Zalar P. (2022a). Tipi dihal. V dr. I. Tomažič in dr. T. Vidic (ur.), *Biologija 2: O zgradbi in delovanju organizmov: Učbenik za biologijo v gimnazijah in srednjih strokovnih šolah* (str. 115–118). Ljubljana: Mladinska knjiga Založba.

dr. Belušič, G., dr. Dolenc Koce J., dr. Turk M., dr. Vittori M. in dr. Zalar P. (2022b). Zgradba in delovanje človeških dihal. V dr. I. Tomažič in dr. T. Vidic (ur.), *Biologija 2: O zgradbi in delovanju organizmov: Učbenik za biologijo v gimnazijah in srednjih strokovnih šolah* (str. 118–120). Ljubljana: Mladinska knjiga Založba.

Gojenje žuželk v raziskovalne namene. (2017) Na ŽIPO. Pridobljeno 2. avgusta 2023 s <https://www.zipo.si/dejavnosti-podjetja/#1679909309003-d8c69f20-13e2>

Golob, A. (2004). Predsodki med mladimi [PDF] Pridobljeno 8. januarja 2024 s [file:///C:/Users/Uporabnik/Downloads/predsodki%20\(2\).PDF](file:///C:/Users/Uporabnik/Downloads/predsodki%20(2).PDF)

Grad, J. in Topak I. (Junij 2018). Žuželke, muha *Hermetia illucens* in virusi kot možni škodljivci čmrljem. *Acta Entomologica Slovenica* Ljubljana, 26(1), 29–40.

Insects for human consumption. (27. april 2022) Na Fasfc. Pridobljeno 21. julija 2023 s <https://www.fasfc.be/foodthemesnovel-food/insects-human-consumption>

Izpusti toplogrednih plinov. (2017) Na ARSO Okolje, kazalci okolja. 29. decembra 2023 s <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-toplogrednih-plinov-7>

Janja, S. (31. januar 2023) V moki za testo za slovensko potico od zdaj tudi vietnamski črički. Pridobljeno 21. julija 2023 s <https://demokracija.si/fokus/v-moki-za-testo-za-slovensko-potico-od-zdaj-tudi-vietnamski-cricket/> (21. 07. 2023)

Jakobs, C. (b. d.) *Locusta migratoria*. Pridobljeno 2. avgusta 2023 s <https://i5k.nal.usda.gov/locusta-migratoria>

Kaj pomeni kelirati. (b. d.) Na *Zdravje in bolezni*. Pridobljeno 19. februarja 2024 s <http://sl.265health.com/conditions-treatments/poisoning/1014045456.html>

Kocijančič, G. (2021). Sušifikacija žuželk. Pridobljeno 13. januarja 2024 s <https://www.mladina.si/207369/susifikacija-zuzelk/>

Kojić, N. (2021) So insekti novo (super)živilo? Pridobljeno 29. januarja 2024 s https://www.feel-good.si/so-insekti-novo-superzivilo/?fbclid=IwAR0NYny5J4smJoP3BrZYoe3vy7hRfxJvaM_zanoZoAevAGgbJHuE28patlc

Kornhauser, A. (1996). Organska kemija III. Ljubljana: DZS.

Laggar Andreasson, A. (2023). *Effect of different food by-products on Tenebrio molitor growth and development in an industrial environment* [PDF]. Pridobljeno 19. februarja 2024 s <https://stud.epsilon.slu.se/19252/1/laggarandreasson-a-20230712.pdf>

Ličinke črne vojaške muhe. (2023) Na Alarvae. Pridobljeno 28. decembra 2023 s <https://alarvae.com/blogs/osnovni-podatki/licinke-crne-vojaske-muhe>

Lipovšek, S. (2013). Moč prehrane v športu: kako s prehrano in prehranskimi dopolnili doseči svoj največji potencial in zmogljivost. Ljubljana: Samala.

Listino pizze, panini, insalate e bevande (b. d.) Na Pizzeria Mangiafuoco. Pridobljeno 29. avgusta 2023 s <http://www.triestepizza.it/le-pizze/>

Mag. Dietet. Colsani, M. (27. februar 2023) Hranilna Vrednost Žuželk. Pridobljeno 21. julija 2023 s <https://www.aequilibriumvitae.com/sl/hranilna-vrednost-zuzelk/>

Masaki, S. in Walker, T. J. (1989). Natural History. V F. Huber, W. Loher in T. E. Moore (ur.), *Cricket behaviour and neurobiology* (str. 1–42). Ithaca: Cornell University Press.

Mikolič, V. (2008). *Diskurzivna narava stereotipov in predsodkov ter soočanje z njimi v sodobni demokratični družbi* [PDF]. Pridobljeno 29. januarja 2024 s <https://www.jezikinslovstvo.com/pdf/2008-01-Razprave-VesnaMikolic.pdf>

Mlinar, K. (2023). Kdaj bomo Slovenci v prehrano uvedli ličinke? Pridobljeno 13. januarja 2024 s <https://siol.net/novice/slovenija/kdaj-bomo-slovenci-v-prehrano-uvedli-licinke-601101>

Mokarji Zajec, Reja in FRASKO organsko gnojilo ter izboljševalec tal. (2023) Na Minimum. Pridobljeno 2. avgusta 2023 s <https://www.minimum.si/mokarjizajec/>

Munir Salama, S. (11. januar 2020) Nutrient Composition and Bioactive Components of the Migratory Locust (*Locusta migratoria*). Pridobljeno 21. julija 2023 s https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-32952-5_16

Naša zgodba. (2023) Na Alarvae. Pridobljeno 28. decembra 2023 s <https://alarvae.com/pages/nasa-zgodba>

Opredelitev olajšane difuzije, princip, primeri. (22. januar 2022) Pridobljeno 28. julija 2023 s https://microbiologynote.com/sl/primeri-na-%C4%8Dela-definicije-olaj%C5%A1ane-difuzije/?utm_content=cmp-true

Peterman, M. (26. januar 2023) Žuželke v prehrani: kaj je dobro vedeti? Pridobljeno 21. julija 2023 s <https://www.zps.si/nasveti-in-vodniki/zuzelke-v-prehrani-kaj-je-dobro-vedeti-2023-01-26>

Petkovšek Štakul, J. (2023) To je podjetje, ki vstopa na področje vzreje žuželk za prehrano. Pridobljeno 2. avgust 2023 s <https://agrobiznis.finance.si/9011746/To-je-podjetje-ki-vstopa-na-podrocje-vzreje-zuzelk-za-prehrano>

Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje. (2023) Na Novice, Evropski parlament. Pridobljeno 29. decembra 2023 s <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20230316STO77629/podnebne-spremembe-toplogredni-plini-ki-povzrocajo-globalno-segrevanje>

Povše Tašič, B. (2022a). Bi zabochnik z ličinkami »na ključ«? Pridobljeno 13. januarja 2024 s <https://agrobiznis.finance.si/agro-hi-tech/bi-zabochnik-z-licinkami-na-kljuc/a/8998268>

Povše Tašič, B. (2022b). Med ponudniki Hi-tech natečaja 2022. Pridobljeno 13. januarja 2024 s <https://agrobiznis.finance.si/agro-hi-tech/med-ponudniki-hi-tech-natecaja-2022/a/9006233>

Rašl, N. (2022) "V Franciji gradijo največjo vertikalno farmo ličink na svetu". Pridobljeno 13. januarja 2024 s <https://prvi.rtvsl.si/podcast/petek-brez-pravila/173251155/174849303>

R., M. (2023) Pica prihodnosti v Trstu: na njej so popečeni črički, stane pa 15 evrov. Pridobljeno 29. avgusta 2023 s <https://n1info.si/magazin/pica-prihodnosti-v-trstu-na-njej-so-popecen-cricketi-stane-pa-15-evrov/>

Svetopisemska družba Slovenije. (2020). Sveto pismo Stare in Nove zaveze: Slovenski standardni prevod (18. natis). Ljubljana: Svetopisemska družba Slovenije.

TGP emisije in prehod v podnebno nevtralnost. (b. d.) Na Climatehub. Pridobljeno 29. decembra 2023 s <https://www.climatehub.si/podnebnne-spremembe/podnebnne-spremembe-v-sloveniji/tgp-emisije-in-prehod-v-podnebnno-nevtralnost/>

Ule, M. (1999). Predsodki in diskriminacije: izbrane socialno-psihološke študije. Ljubljana: Znanstveno in publicistično središče.

Vantomme, P. (2015) Žuželke, svetovno pomembni vir živalskih beljakovin. Proteus, 9, (10/77), 391–398. Pridobljeno s <https://www.proteus.si/wp-content/uploads/2015/01/proteus-maj-junij-2015za-net.pdf>

Webster-Gandy, J. (2013) Uravnotežena prehrana. Ljubljana: eBesede d.o.o.

Zajec, D. (30. januar 2023) Kako bomo vedeli, kateri prehranski izdelki bodo v prihodnje tudi v Sloveniji »obogateni« z beljakovinskimi dodatki iz (za zdaj štirih) žuželk? Pridobljeno 21. julija 2023 s <https://www.zdravstveniportal.si/zdravo-zivljenje/prehrana/957/zuzelke-v-hrani>

Zakaj so ličinke črne vojaške muhe tako dobre za plazilce? (2023) Na Alarvae. Pridobljeno 28. decembra 2023 s <https://alarvae.com/blogs/teraristika/zakaj-so-licinke-crne-vojaske-muhe-tako-dobre-za-plazilce>

ZIRP Užitne žuželke (b. d.) Na Vitalabo. Pridobljeno 29. avgusta 2023 s <https://www.vitalabo.com/zirp-insects>

Žigon, P. (2022) Mokaarji. Pridobljeno 2. avgusta 2023 s <https://www.ivr.si/skodljivec/mokaarji/>

Žuželke – hrana prihodnosti. (b. d.) Na Mestomladih.si. Pridobljeno 31. julija 2023 s <https://www.mestomladih.si/studentski-podiplomski/clanki/zuzelke-hrana-prihodnosti/>

7.1 Viri slik

[fotografija črne vojaške muhe]. Pridobljeno 19. februarja 2024 s <https://hermetiabioscience.com/page/hermetia-illucens-the-black-soldier-fly>

[fotografija hišnega črčka]. Pridobljeno 19. februarja 2024 s <https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/crickets/adomest.html>

[fotografija kobilice selivke]. Pridobljeno 30. decembra 2023 s https://e-insects.wageningenacademic.com/locusta_migratoria

[fotografija ličinke črne vojaške muhe]. Pridobljeno 19. februarja 2024 s https://e-insects.wageningenacademic.com/hermetia_illucens

[fotografija ličink malega moka]. Pridobljeno 19. februarja 2024 s <https://www.dti.dk/specialists/insects-3-research-and-development/38908>

[fotografija ličink moka]. Pridobljeno 30. decembra 2023 s <https://novice.svet24.si/clanek/novice/svet/60917155b9521/bo-licinke-velike-moka-kmalu-na-nasih-kroznikih>

[Razvoj moka]. Pridobljeno 6. septembra 2023 iz intervjuja z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o.

8 PRILOGE

Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o. (PRILOGA A)

Intervju z gospo Ireno iz podjetja Moka, Tilen Zajec s. p. (PRILOGA B)

Intervju z gospodom Žigom Mehom iz podjetja Alarvae (PRILOGA C)

Intervju z gospodom Davorinom Tonklijem (PRILOGA Č)

Intervju z gospo Urško Blaznik iz nacionalnega inštituta za javno zdravje (PRILOGA D)

Anketa o podpori žuželk v prehrani (PRILOGA E)

Tabela z meritvami pri eksperimentu – primerjava gojenja moka
na različnih vrstah hrane (PRILOGA F)

Tabela o prirasti moka in porabi posameznih krmil (PRILOGA G)

Tabela o količini izdihanega CO₂ pri moka v 24 urah (PRILOGA H)

Intervju z gospo Natašo Imenšek iz podjetja ŽIPO Lenart d. o. o. (PRILOGA A)

1. Vaše podjetje se ukvarja z gojenjem mokaerjev. Zanima me, kako poteka vzreja mokaerjev od pridobivanja ličink pa vse do pripravljanja mokaerjev za na trg ali potrošnje. Se pri gojenju srečujete s kakšnimi težavami?

Z gojenjem rumenega mokaerja (*Tenebrio molitor* L.) se trenutno ukvarjamo v raziskovalne namene. Gre za relativno novo področje v Sloveniji, medtem ko je v tujini (tudi že v Evropi) ta dejavnost že bolj razširjena.

Vzreja ličink se začne z vzpostavitvijo »matične jate« - nabaviti je potrebno jajčeca, ličinke ali hrošče, da lahko začnete z gojenjem. Cikel poteka tako, da odrasli hrošči po parjenju izležejo jajčeca, iz katerih se razvijejo ličinke. Ko ličinke zrastejo do optimalne velikosti, se zabubijo (iz njih nastane buba), ki se po nekaj dneh razvije v mladega, svetlo rumeno ali svetlo rjavo obarvanega hrošča. Ta postaja z vsakim dnem bolj temne barve. Po nekaj dneh postane hrošč skoraj črne barve in se začne tudi pariti. Hrošči nato izležejo jajčeca in cikel se ponovi. Hrošči živijo do tri mesece, nato odmrejo. Čas med posameznimi stadiji (jajčeca, ličinka, buba ...) je odvisen od mikroklimatskih in higienskih pogojev, ki jih vzpostavite. Mokaerjem najbolj ustreza temperatura okrog 27–28 °C in vlažnost zraka, višja od 40 %. Ličinke in hrošči se lahko prehranjujejo s skoraj vsem, najbolj pa jim ustrezajo pšenični otrobi, ovseni kosmiči in vir vlage (korenje). Kot vir vlage se lahko uporabi tudi drugo sadje ali zelenjava, vendar se pojavi težava pri obstojnosti (gnitje), zato so bili najbolj optimalni rezultati doseženi pri uporabi korenja. Številne raziskave so potrdile, da bi se lahko mokaerji prehranjevali tudi s pivovarskimi ostanki, ostanki sadja in zelenjave iz trgovskih verig in gostiln (to je trenutno zaradi zakonodaje v Sloveniji prepovedano, razen, če se gojijo mokaerji za ribogojstvo), kmetijskimi pridelki (žiti, silažami ...) in ostanki iz proizvodnje/predelave živilsko predelovalne industrije (olupi, ovoji, razne moke ...). Čas trajanja posameznega cikla je odvisen tudi od vrste hrane.

Mokaerje (hrošče) se naseli na za to pripravljene pladnje z zračnim pokrovom in mrežo namesto dna, pod katero je »pravo« polno dno. V pladenj nasujemo hrano, vse skupaj (hrošči + hrana) naj ne bo globoko več kot 2 do 3 cm. Hroščem ustreza tema. Hrana, predvsem otrobi in kosmiči, jim služijo tudi kot življenjski prostor in substrat za premikanje. Zaželeno je, da imajo pladnji pokrove ali vsaj gladke stene, saj hrošči zelo dobro plezajo in bi se lahko zadrževali višje in naselili na neželenih mestih.

Pri vzreji žuželk je pomembno, da so razvojni stadiji (jajčeca, ličinke, bube ...) med seboj ločeni, saj v nasprotnem npr. ličinke jedo hrošče ... Pomembno je tudi, da zbirate jajčeca ločeno po dnevih. Torej, vsa en dan stara jajčeca so ločena od dva dni starih jajčec itn. Ker se iz jajčec nato razvijejo ličinke, je pomembno, da imamo kasneje po starosti ločene tudi ličinke. Čas od jajčeca do popolnoma razvite (optimalno velike) ličinke je tudi do 4 mesece. Če bi imeli jajčeca ali ličinke po starosti združene, nastane veliko več ročnega dela (fizično ločevanje že razvitih ličink za uporabo od tistih, ki še potrebujejo vzrejo). Gojenje ličink v manjšem obsegu zahteva namreč zelo veliko ročnega dela (sortiranje, ločevanje, krmljenje, pranje ...), saj je obstoječa digitalizirana tehnologija postopkov za gojenje ličink (LivinFrams, Buhler, Insectengineers ...) zelo draga in trenutno na voljo samo za večje sisteme (npr. poraba minimalno 10.000 ton vhodne surovine na leto). Za raziskovalne namene govorimo o občutno manjših količinah.

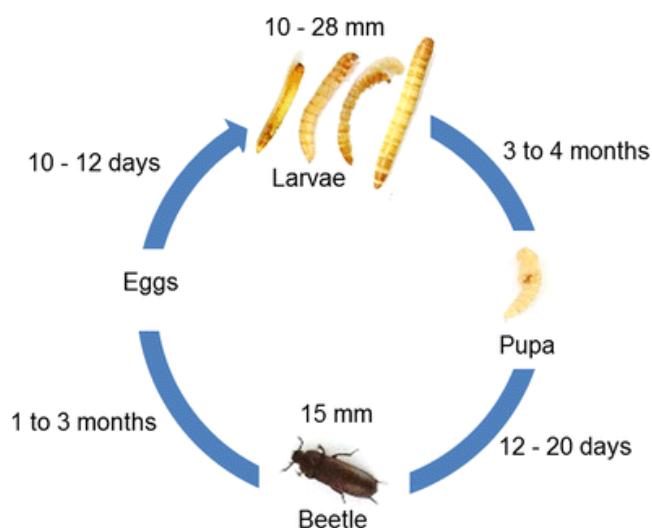
Optimalno gostoto naselitve ličink je potrebno vzpostaviti s testiranjem, saj je tudi ta odvisna od hrane in pogojev, ki jih lahko zagotovite. Stranski proizvod ličink so iztrebki, imenovani fras, ki se lahko uporablja kot gnojilo (poglejte Organic Nutrients na spletu).

Pladnje, v katerih so hrošči ali ličinke, je potrebno po zaključku gojenja in naselitvi novih »živali« umiti, tudi razkužiti.

Pri gojenju se lahko pojavijo težave. V kolikor ni vzpostavljeno spremljanje pogojev in ne vemo, kakšna sta temperatura in vlaga, se rast in razvoj živali ne odvijata v skladu s pričakovanji (npr. veliko počasneje). Hkrati morajo biti pogoji seveda ustrezni. Določena hrana povzroči počasnejšo rast kot druga. Pride tudi do pojava bolezni. Gojenje v manjšem obsegu pa se sooča, kot že rečeno, z obilico ročnega dela. Če ni vzpostavljen »datumski red« in jajčeca/ličinke niso ločene po starosti, je zmeda še veliko večja. V megasistemi je tega manj, saj tehnologija omogoča vse, od spremljanja razmer, doziranja hrane, spremljanja razvoja ličink, tehtanja ličink, sortiranja ...

Če gre za gojenje v večjem obsegu, lahko pride do težav pri zagotavljanju hrane, saj mora biti ta na razpolago dnevno.

Ker sami kaj gojimo moka v raziskovalne namene in jih ne tržimo, vam žal veliko informacij o trženju ne moremo posredovati. Morda le to – trži/proda se lahko žive ličinke, posušene ličinke, predelane ličinke (beljakovinska moka ali olja). Pri vsem je potrebno zadostiti zakonodaji. Morda bi vam lahko kaj več o tem povedale osebe, ki gojijo žuželke v Sloveniji (Davorin Tonkli ...)



2. Vaše podjetje se ukvarja z gojenjem moka predvsem v raziskovalne namene. Kaj so glavni cilji vaših raziskav? Kako raziskave potekajo?

Glavni cilji naših raziskav so ugotoviti, katera hrana/krma je tista, s katero lahko še vedno dosežemo visoko kakovost (hiter razvoj, ugodna kemijska sestava) ličink in ekonomsko učinkovitost, hkrati pa poskrbimo, da se velike zaloge zavrženih surovin in hrane iz industrije, trgovin in kmetijstva pretvorijo v visoko kakovostno hrano ali krmo (ličinke moka so zelo dober vir beljakovin). Primer: moka porabijo odpadno zelenjavo in sadje iz predelovalne industrije, pri tem pa nastane hrana z visoko vsebnostjo beljakovin.

Raziskave potekajo tako, da naselimo enako število enako starih moka (ličink) v pladnje in jih hranimo z različnimi krmnimi mešanici. Pri tem skrbno beležimo začetno maso moka (ličink) in njihovo maso vsakih 7 dni. Tehtamo tudi količino pokrmjene hrane, spremljamo količino ostanka, primerjamo rast in razvoj ličink pri eni ali drugi hrani ... Vse podatke beležimo in nato primerjamo. Nekaj ličink pustimo, da se zabubijo in razvijejo v hrošče za namen pridobivanja jajčec.

3. Kakšno je vaše osebno mnenje o uvajanju žuželk v prehrano ljudi? Mislite, da bodo ljudje podprli to idejo? Če ideja ne bo podprta, imate mogoče kakšno drugo rešitev, kako uporabiti moka in druge žuželke?

Žuželke porabijo veliko manj prostora (vertikalno gojenje), krme, vode in energije kot druge živali, ki jih gojimo za pridobivanje beljakovinske hrane (mesa), zato smatramo, da gre za dejavnost prihodnosti in rešitev obstoječega potrošniškega sistema, v katerem že čutimo pritisk - pomanjkanje hrane na eni strani in preveč zavržene hrane na drugi strani. Številne populacije že desetletja uporabljajo žuželke v prehrani, tako da sama ideja ni nova, je pa manj nesprejemljiva v zahodnem delu sveta kot v vzhodnem. Pri nas si potrošniki velikokrat pod besedno zvezo žuželke v prehrani predstavljajo, da gre za prehranjevanje z živimi žužkami ali z žužkami v obliki, kjer je njihova zgradba še v celoti vidna (pečene, zamrznjene ...). V naši zahodni kulturi je to nekoliko odvračalno, saj to sega izven naših navad, tradicije. Če govorimo o prehranjevanju s svinjino, vemo vsi, da je takšno meso pred uživanjem predelano v tolikšni meri, da pri obroku ni duha in sluha o prašiču. Podobno je pri žužkah. Res da jih lahko uživamo tudi nepredelane, a obstaja veliko možnosti, kjer lahko predelane (fino zmlete kot moka) žuželke vključimo npr. v testenine, moka za kruh, pice, peciva ... Ker so žuželke bogate z beljakovinami, jih lahko s pridom uporabimo za krmo za živali, kar je pravzaprav popolnoma naravno. Če si samo predstavljate domače piščance, ki se na dvorišču prehranjujejo s črvi in raznimi žužkami. Žuželke predstavljajo naravno hrano teh domačih živali že tisočletja ... Skratka, potrošnikom je potrebno z majhnimi koraki približati žuželke in njihovo vrednost ter vpliv na okolje.

V kolikor ideja o vključitvi žuželk v prehrano ljudi ne bo sprejeta, lahko žuželke uporabimo v prvi vrsti za predelavo vse odpadne hrane, kasneje pa v kakšni drugi industriji (kot sestavni del embalaže ipd.). Seveda se potrebne še številne raziskave.

Intervju z gospo Ireno iz podjetja Mokaar, Tilan Zajec s. p. (PRILOGA B)

1. Vaše podjetje se ukvarja z gojenjem mokaarjev. Zanima me, kako poteka vzreja mokaarjev od pridobivanja ličink pa vse do pripravljanja mokaarjev za na trg. Se pri gojenju srečujete s kakšnimi težavami?

Mokaar (mi imamo *Tenebrio Molitor*) ima v grobem 4 faze: jajčece, črv (ki se mu samo tako reče, drugače pa je to ličinka s 4 nogami pri glavi), buba in končna faza, hrošč. Jajčeca se torej pridobiva z vzrejo ličinke. Te ličinke tudi prodajamo. Ker imamo profesionalno rejo v strogo kontroliranem okolju, se pri gojenju ne srečujemo s težavami. Smo pa imeli veliko dolgotrajnih težav z birokracijo, še posebej zato ker smo prvi in edini v Sloveniji. Orali smo ledino z urejanjem in priglasitvami ...

2. Vaše storitve vključujejo pridelavo izključno organskega gnojila – frasa ter prodajo živih, sušenih in zamrznjenih mokaarjev za krmo vseh vrst živali. Ali ste na trgu uspešni? Najdete kupce? Ali so kupci posamezniki, kmetje ali mogoče kakšna podjetja? Katera storitev vam gre najboljše v promet?

Ker želimo povečati kapaciteto reje, ta trenutek nismo ravno najbolj naklonjeni prodaji živih mokaarjev. Seveda, če stranka hoče kupiti žive mokaarje v manjših količinah jih prodamo (imeli smo tudi že povpraševanje za 300 ali več kg, po izjemno nizki odkupni ceni in se seveda za to nismo odločili). Za sušenje mokaarjev pa Ministrstvo za kmetijstvo oz. UVHVVR zahteva spet nore pogoje in ločene obrate, poleg tega je količina sušenih mokaarjev precej nižja od žive teže tako, da se nam to ta trenutek sploh ne splača in nimamo niti časa o tem razmišljati in se s tem ukvarjati. Za prodajanje krme za živali zopet potrebuješ dovoljenja in ločene obrate ... Tako da ne prodajamo niti krme. Prodajamo žive mokaarje in pika - za kaj jih stranke potrebujejo, nas ne zanima.

Smo pa po dolgotrajni birokraciji in 1000 in enim pogojem UVHVVR v aprilu uspeli zadostiti vsem zahtevam in dobili odobritev obrata za proizvodnjo organskih gnojil in izboljševalcev tal. Tako imamo lastno blagovno znamko Frasko 4v1. Se prodaja kar dobro, vendar s tem ne moreš preživeti. Tako se vključujemo v vse dejavnosti povezane s tem. V oktobru smo npr. odpri še lastno EKO trgovino v Valburgi, kjer poleg našega Fraska 4v1, prodajamo še eko semena in sadike slovenskega podjetja Amarant, eko semena Reinsaat ter eko/bio kozmetiko Tiamo in čistila Biolu in Biopuro, podjetja Ekovek. Želimo delovati s čim manjšim ogljičnim odtisom in smo zero waste podjetje - vse porecikiramo in ponovno uporabimo. Udeležujemo se vseh možnih večjih sejmov, kot je Agra (tam smo bili v sodelovanju z ZDEKS-om (Zveza Društev Ekoloških Kmetov Slovenije), na Biodinamiki in Kmetijskem sejmu Komenda v sodelovanju s edino slovensko eko semensko hišo Amarant, obiščemo pa tudi manjše eko tržnice v naši bližini. Trenutno glede na letni čas, smo stalno prisotni le na Mavški in Stražiški tržnici. Našo ponudbo kupci najdejo tudi v Oskrbovalnici (Oskrbovalnica.si). Brez sodelovanja z drugimi podjetji, društvi in organizacijami je obstoj mogoče celo nemogoč. Veliko smo prisotni tudi na socialnem omrežju Facebook, na lastni spletni strani in na [SAMOOSKRBA za prehransko VARNOST in nacionalno SUVERENOST](https://www.facebook.com/groups/515078455185931) (<https://www.facebook.com/groups/515078455185931>). Skratka, zelo veliko delamo (velikokrat tudi po več kot 12 ur na dan) in počasi se to obrestuje. Saj vsi vemo za staro reklo: "Brez dela ni jela"... Naši kupci so v veliki meri posamezniki ozaveščeni z eko kmetovanjem in biodinamiko, ki so izobraženi v tej smeri in dobro vedo, kaj želijo. Naš najboljše prodajani artikel je seveda Frasko 4v1. Kupci so zadovoljni in imamo že 'povratnike'.

3. Na vaši spletni strani imate zapisano, da si želite v prihodnosti mokaarje predstaviti kot hrano za ljudi. Kako nameravate to storiti? Mislite, da bodo žuželke v prehrani imele podporo pri ljudeh? Jih vi odobravate?

Enkrat v prihodnosti ... Trenutno imamo toliko drugega dela, da o tem ne razmišljamo. Evropa/Evropejci ni trg za prehrano žuželk, vsaj dokler imajo ljudje po večini bogato izbiro druge hrane.

Seveda, vedno se najde odstotek ljudi, ki bi to želel poskusiti, ampak mislim da gre tu za butično prodajo, s katero je nemogoče preživeti. Jaz osebno ne bi jedla žuželk, naš direktor pa teh predsodkov nima in jih je že poizkusil. Ni pa to nekaj vau, kar bi ljudje z veseljem vsakodnevno zobali. Mogoče je prihodnost v beljakovinski moki kot dodatku prehrani, vendar v tem ne vidim nobene računice ... proizvodnja te moka je predraga, s tem je cena produkta čisto previsoka, torej kdo bo kupoval take izdelke? Naj zaključim, dajmo času čas in videli bomo kam nas bodo peljala pota.

Intervju z gospodom Žigom Mehom iz podjetja Alarvae (PRILOGA C)

1. Ste mlado, perspektivno podjetje, ki se ukvarja z gojenjem ličink in odraslih osebkov črne vojaške muhe. Kako ste se odločili za tako podjetje in za to vrsto žuželke?

Idejni vodja tega projekta je definitivno Tadej. On nas je zbral skupaj in predstavil projekt. Ostali trije smo vedeli nekaj malega o žuželah in uporabi teh v prehrani, ampak ne veliko. Skupaj smo potem raziskovali in ugotovili, da je v Evropi to že kar rastoča panoga, hkrati pa nepoznana pri nas. Poleg tega smo ugotovili, da je vzreja ličink zelo prijazna okolju za razliko od pridobivanja rastlinskih beljakovin (npr. soja). Zraven pa lahko za hrano ličink uporabimo organske odpadke, ki jih zavržemo. Ko smo potegnili črto na koncu, smo ugotovili, da je to zelo perspektivna ideja. Črna vojaška muha pa zato, ker je najlažja za vzrejo in ker ima zelo hiter življenjski cikel (za razliko od mokaerjev).

2. Z gojenjem žuželk za prehrano živali se ukvarjajo še druga podjetja v Sloveniji. Kaj so vaše prednosti, ki bi jih izpostavili?

Kolikor vem(o) se pri nas nobeno podjetje ne ukvarja z vzrejo ličink. So posamezniki, ki vzrejajo mokaerje in eden vzreja ličinke črne vojaške muhe. Bilo je podjetje Larvero, ki pa je zaprlo vrata leta 2022. Tako da težko rečem, kaj nas loči od konkurence, ker je praktično ni. Kar lahko rečem je, da mi pridelamo veliko več ličink od ostalih in dosegli smo nadstandardno velikost oz. težo ličink. Prav tako smo skrajšali čas ličink, da dosežejo največjo težo. Običajno to traja okrog 14/15 dni, mi to sedaj dosežemo že po 12 dneh.

3. S prodajo ste začeli v letošnjem letu (2023). Ste uspešni pri prodaji? Kdo so vaše večinske stranke? Prodajate na debelo ali na drobno?

Težko rečem, ali smo uspešni. Seveda bi si vsi želeli, da bi prodali še več kot sedaj. Na žalost nihče od nas nima kakšnih marketinških izkušenj, zato naš začetek seveda ni optimalen, ker se sproti učimo. Lahko pa rečem, da je prodaja z lansiranjem naše spletne trgovine kar poskočila in se dobro nadaljuje. Večinoma kupujejo našo hrano živalski vrtovi in lastniki kokoši, ptic ter nekoliko bolj eksotičnih živali. Imamo cenik za oboje.

4. Kako poteka gojenje in predelava črnih vojaških muh? Nama lahko prosim zaupate postopek?

Podrobnosti vam ne morem razkriti, ker smo porabili več kot leto, da smo optimizirali pogoje in proizvodnjo. Lahko vam povem, da ličinke hranimo s pivskimi tropini. Ob tem poskrbimo za idealne pogoje, da ličinkam nič ne manjka. Ko te postanejo dovolj velike, jih ločimo iz ostankov. Ti ostanki so odlično gnojilo, ki ga tudi prodajamo. Del živih ličink obdržimo in jih prodamo kupcem, drugi del pa posušimo. Suhe ličinke prodajamo posebej ali pa v mešanici za kokoši.

5. Raziskujete podporo uvajanja žuželk v prehrano ljudi, saj je povpraševanje po beljakovinah vedno večje, žuželke pa predstavljajo pomemben vir beljakovin, pri gojenju potrebujejo le majhen vir vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje. Kakšno je vaše osebno mnenje o uvajanju žuželk v prehrano ljudi? Mislite, da bodo ljudje podprli to idejo? Če ideja ne bo podprta, imate mogoče še kakšno drugo rešitev, kako uporabiti žuželke?

Jaz v tem ne vidim nobenega problema. Ljudje po vsem svetu jedo ličinke in insekte. To je samo dodatna opcija, če nekdo to želi. Pri nas bo to trajalo ekstremno dolgo po mojem mnenju. Nihče nikogar ne sili, da bi moral jesti insekte pa ljudje že paničarijo, v kaj vse jih drugi silijo. Trenutno nimamo planov, da bi pridelovali ličinke za hrano za ljudi. Že samo pri nas imamo ogromno število

rejcev perutnine in reja perutnine oz. vseh živali se bo samo še povečevala, ker se bodo potrebe po beljakovinah, z naraščanjem števila prebivalcev, samo večale.

Intervju z gospodom Davorinom Tonklijem (PRILOGA Č)

Ste eden izmed prvih, ki se je v Sloveniji začel ukvarjati z gojenjem mokaerjev. Za to ste se odločili po obisku Vietnama. Kakšna je bila vaša izkušnja v Aziji in kaj ste iz nje odnesli?

V Aziji so bile že nekdanje ličinke vir beljakovin v vsakodnevni prehrani. V zadnjem obdobju so se Azijci izogibali tej prehrani, ker so se zgedovali po "zahodu". Trenutno se v Aziji goji ličinke v večini za krmo živali.

Ste strojnik, imate podjetje, ki se ukvarja z grafičnim oblikovanjem, pa vseeno ste se odločili še za gojenje mokaerjev. Kaj vas je pritegnilo?

Že pred leti sem imel v Vietnamu podjetje za pridelavo kokosovega olja, vendar smo bili še malo zgodnji za resni trg, sedaj poznajo to vsi, 25 let nazaj pa malo kdo. Tako je tudi nastala ideja o nečem novem ... in glej, pojavili so se mokaerji ... vedno stremim k nečemu "drugačnemu".

Mokaerje gojite v kontejnerju. Kako ste prišli na to idejo?

Na to idejo, da jih gojim v kontejnerju (FRIGO kontejner) je prišlo iz čisto praktičnega razloga ... kontejner je rabljen in je poceni, ne rabiš gradbenega dovoljenja, je premična zadeva ... skratka zelo priročno in praktično ... je pa tudi ideja da bi te kontejnerje izdelovali in jih takšne opremljene prodajali rejcem – kmetom, da bi ti lahko bili samozadostni (predvsem za krmo piščancev) ...

Na obisku v podjetju ŽIPO Lenart d. o. o. sva dobili enkratno priložnost poskusiti vaše ličinke mokaerjev. Ko sva se opogumili, sva ugotovili, da ni tako slabo, a če bi jih še kdaj uživali, bi uživali zmlete. Razmišljate o kakšnih proizvodih iz mokaerjev za prehrano ljudi? V kakšnih količinah bi jo proizvajali, če bi se za to odločili?

Vsekakor za široko potrošnjo bodo mokaerji v obliki moka oz. proteinskega praška ... potem pa lahko to moko mešate oz. izdelujete karkoli ... tukaj potem je nebo meja idej ...

V enem izmed intervjujev ste povedali, da bi žuželke v prehrano ljudi bilo precej težko uvesti, predvsem zaradi predsodkov. Katera se vam zdi največja prednost mokaerjev kot vira hrane? Kakšen bi bil po vašem mnenju najboljši način, kako približati žuželke ljudem?

Predsodki so seveda zaradi oblike in "gomazenja" ličink ... Glede na moje izkušnje ... otroci nimajo nobenih predsodkov ... in prav tako ne nekje 25 % odraslih ... ampak še nihče ki jih je poskusil ni rekel da niso dobri ...

Vaša želja je bila, da bi znanje in izkušnje gojenja mokaerjev predali na kmete in razvili poslovni model kontejnerskega gojenja za samooskrbo kmetov, ki bi ličinke mokaerjev uporabljali kot krmo za živali. Ste s tem poslom že začeli? Kmetje podpirajo to idejo?

Za začetek takšnega posla je potreben nek začetni kapital oz. sredstva za zagon ... in ker je to povsem nova zadeva, je v začetni fazi komercialno zelo vprašljiva ... zato čakamo na kakšen razpis za kakšna sredstva, da bi lahko izpeljali kakšen takšen pilotni projekt ...

Kaj je vaša vizija, vaš cilj, kako si predstavljate vaše podjetniško življenje čez nekaj let?

Predvsem se vidim sam v tem poslu bolj kot nekdo, ki bi lahko prodajal KNOW-HOW ...

Intervju z gospo Urško Blaznik iz nacionalnega inštituta za javno zdravje (PRILOGA D)

V svetu postaja vse bolj popularna ideja o uvedbi žuželk v prehrano. Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben, glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Pri gojenju potrebujejo zelo majhen vir vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje. Kakšno je vaše mnenje o uvedbi žuželk v prehrano?

Žuželke niso bile del naše tradicionalne prehrane, ne glede na številne lakote, ki smo jim bili priča v zgodovini. Vendar je po drugi strani res, da na svetu še ni bilo tako številne populacije ljudi, zato bo treba posegati po alternativnih virih prehrane. Žuželke in njihovi deli bi zato lahko postali del naše prehrane pod pogojem, da bi bilo njihovo uživanje varno in da bi jih ljudje sprejeli. Vsak dan opažamo, da se z načrtno promocijo relativno hitro prepriča ljudi, da pričnejo z uživanjem določenih izdelkov, vprašanje pa je, kako dolgo traja začetna vnema. Glede varnosti imamo na področju živil precej strogo zakonodajo, ki žuželke uvršča med t.i. nova živila, za katera je pred trženjem potrebno pridobiti dovoljenje, ki temelji na presoji varnosti.

Glede na to, da žuželke vsebujejo veliko mikroorganizmov, zlasti kvasovke in skupne mezofilne anaerobne bakterije, ki tvorijo spore, kako bi po vašem mnenju to vplivalo na odločitev ljudi o uvajanju žuželk v prehrano? Ali vi vseeno podpirate to idejo?

Glede na podatke Eurobarometra iz leta 2022 https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/eurobarometer22/country-factsheets/eb972_factsheet_si_si.pdf prebivalci Slovenije (še) nismo pretirano zaskrbljeni glede vpliva pridelave hrane na okolje in podnebje (samo 11 % je takih), zato vpliv na okolje pri gojenju žuželk v primerjavi s tradicionalno živinorejo ne bo argument, ki bo zelo prepričljiv. Prebivalci Slovenije pa smo zelo zaskrbljeni glede ostankov pesticidov, prisotnosti veterinarskih zdravil, mikroplastike in gensko spremenjenih organizmov, bistveno bolj v primerjavi s povprečjem EU, zato bi prisotnost bakterij in kvasovk, ne glede na to, da bi obstajali mehanizmi za njihovo uničenje, predstavljali pomemben vidik pri odločanju glede uživanja žuželk.

Na NIJZ se ne opredeljujemo glede primernosti ali neprimernosti uživanja žuželk. Za nas je ključno, da je hrana, ki je na voljo ljudem, varna za njihovo zdravje in predstavlja del uravnotežene prehrane. Uživanje žuželk in izdelkov iz njih lahko povzroči tudi alergijske reakcije pri osebah, ki so alergične na rake, mehkužce in pršice. Z izvedbenimi Uredbami Evropske komisije, ki dovoljujejo dajanje na trg oblike žuželk za namene prehrane ljudi, je določeno, da mora vsako živilo, ki vsebuje različne oblike žuželk, vsebovati izjavo, da lahko ta sestavina povzroči alergijske reakcije pri potrošnikih z znanimi alergijami na rake, mehkužce in proizvode iz njih ter na pršice.

Če bi v Sloveniji začeli z uvajanjem žuželk v prehrano, bi potrebovali nekoga, ki bi to spodbujal. Kaj se vam zdi največja prednost žuželk kot vira beljakovin?

Za promocijo uživanja žuželk bi najbrž v veliki meri poskrbeli proizvajalci sami. 12 korakov zdravega prehranjevanja, ki jih v Sloveniji trenutno uporabljamo kot smernice zdravega prehranjevanja, sicer priporočajo uživanje rastlinskih zamenjav za meso (npr. stročnic).

Izdelki iz žuželk imajo resnično analitsko visoko vsebnost beljakovin, čeprav je lahko dejanska razpoložljiva raven beljakovin pri nekaterih razvojnih oblikah žuželk precenjena, saj jih sestavlja tudi prisotna snov hitin, glavna sestavina zunanega skeleta žuželk. Presnova hitina pri ljudeh pa je omejena, zato jih dojemamo kot prehranske vlaknine. Skupaj z drugimi sesalci hitin v manjšem obsegu presnovimo s pomočjo encimov hitina in drugih podobnih encimov.

Kakšno podporo ima po vašem mnenju uvajanje žuželk v prehrano med ljudmi? Bi bili ljudje pripravljeni zauživati takšno hrano? Mislite, da bi imelo večjo podporo pri športnikih in ljudeh, ki želijo shujšati ali dobiti mišično maso? Mislite da se splača začeti uvajati tovrstne izdelke na trg?

Na ta vprašanja težko odgovorimo, ker še nimamo podatkov o podpori uživanja žuželk pri ljudeh. Vendar očitno število proizvajalcev narašča, s tem najbrž tudi ponudba in prodaja. Poleg že odobrenih vrst je v postopku odobritve še osem prehranskih izdelkov iz žuželk. Kot smo že omenili, se z načrtno promocijo ljudi relativno hitro navduši, vendar je za trajno uvrstitev na vsakodnevno prehrano treba nekaj več. Žuželke bodo morale postati družbeno sprejemljive, dovolj okusne ter cenovno ugodne. Z različnimi modeliranjmi uspešnosti na trgu se na NIJZ ne ukvarjamo.

Anketa o podpori žuželk v prehrani (PRILOGA E)

Pozdravljeni!

Sva Ana in Jana, dijakinji Gimnazije Ormož. Opažava, da vse večkrat postaja glavna tema pogovora uvedba žuželk v prehrani, zato sva se odločili, da narediva raziskavo o podpori uvajanja žuželk v prehrano pri ljudeh.

Naprošava vas, da rešite kratko anketo ter anketo **posredujete** tudi med svoje **prijatelje, sorodnike in znance**, da dobimo odgovore iz **čim večjega dela Slovenije**.

Anketa ima **6 (ali 8) zelo kratkih vprašanj**, tako da vas iskreno naprošava, da si vzamete minuto, ki bo nama prinesla veliko uporabnih informacij.

Za sodelovanje se vam iskreno zahvaljujemo.

Ana in Jana

1. Spol:
 - a. Moški
 - b. Ženski
2. Starostna skupina:
 - a. do 14 let
 - b. od 15 do 29 let
 - c. od 30 do 49 let
 - d. od 50 do 63 let
 - e. nad 64 let
3. Iz katere regije prihajate?
 - a. Gorenjska
 - b. Goriška
 - c. Jugovzhodna Slovenija
 - d. Koroška
 - e. Obalno-kraška
 - f. Osrednjeslovenska
 - g. Podravska
 - h. Pomurska
 - i. Posavska
 - j. Primorsko-notranjska
 - k. Savinjska
 - l. Zasavska
4. Ali ste vegan/vegetarijanec?
 - a. Da
 - b. Ne
5. Ali redno uživate dodatne beljakovine v obliki proteinov ali česa podobnega?
 - a. Da
 - b. Ne
6. Bi uživali kruh, prigrizke, slaščice, če bi mu bile primešane žuželke?
 - a. Da
 - b. Da, vendar le če bi bile v prahu
 - c. Ne
 - 6.1. (Če označijo ne) Zakaj ne?
 - a. Sem vegetarijanec/vegan
 - b. Zdi se mi ogabno
 - c. Preveč mučenja živali (veliko žuželk)
 - d. Drugo:
 - 6.2. (Če označijo ne) Žuželke predstavljajo alternativni vir hrane, ki je zelo pomemben, glede na to, da je povpraševanje po beljakovinah vse večje. Pri

gojenju potrebujejo le majhen vir vode, izpusti CO₂ pri gojenju so zanemarljivi, prav tako pa se v zrak sprošča manj toplogrednih plinov in amonijaka, pa še manj prostora potrebujejo za gojenje. So naštetih podatki spremenili vaše mnenje o uživanju žuželk?

- a. Da
- b. Ne

Tabela z meritvami pri eksperimentu – primerjava gojenja moka na različnih vrstah hrane (PRILOGA F)

		Eksperimentalna skupina						Kontrolna skupina	
		1		2		3			
	Krmilo	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)
Nastavljanje poskusa: 4. 1. 2024	Cela pšenica	60,03	1,74 (10x ličinka)	62,78	1,79 (10x ličinka)	59,21	1,42 (10x ličinka)	7,85	1,72
	Pšenični otrobi	29,51	1,75 (10x ličinka)	28,40	1,63 (10x ličinka)	29,64	1,66 (10x ličinka)	4,63	
	Mleta pšenica	60,76	1,75 (10x ličinka)	61,83	1,64 (10x ličinka)	60,64	1,57 (10x ličinka)	11,73	
	Mleta koruza	69,79	1,79 (10x ličinka)	69,51	1,61 (10x ličinka)	68,53	1,53 (10x ličinka)	10,92	
	Pšenična moka	47,68	1,72 (10x ličinka)	52,14	1,74 (10x ličinka)	47,20	1,69 (10x ličinka)	7,69	
	Kruh	28,81	1,71 (10x ličinka)	32,76	1,67 (10x ličinka)	26,66	1,70 (10x ličinka)	4,49	
	Skupna masa krmil kontrolne skupine: 47,31								
Merjenje: 11. 1. 2024	Cela pšenica	58,48	1,63 (10x buba)	61,26	1,69 (10x buba)	58,04	1,34(1x ličinka 9x buba)	46,33	1,62 (10x buba)
	Pšenični otrobi	28,32	1,64 (10x buba)	27,59	1,54 (10x buba)	28,68	1,59 (2x ličinka 8x buba)		
	Mleta pšenica	59,67	1,65 (1x mrtva ličinka 9x buba)	60,86	1,55 (4x ličinka 6x buba)	59,67	1,48 (1x ličinka 9x buba)		
	Mleta koruza	67,77	1,70 (10x buba)	67,88	1,54 (2x ličinka 8x buba)	66,82	1,45 (1x ličinka 8x buba 1x mrtva ličinka)		
	Pšenična moka	45,96	1,72 (1x mrtva ličinka 9x buba)	50,36	1,59 (4x ličinka 6x buba)	45,28	1,53 (3x ličinka 6x buba 1x mrtva ličinka)		
	Kruh	28,81	1,55 (1x mrtva ličinka 9x buba)	32,80	1,57 (2x ličinka 8x buba)	26,66	1,61 (1x ličinka 9x buba)		

		Eksperimentalna skupina						Kontrolna skupina	
		1		2		3			
	Krmilo	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)	Masa krmila (g)	Masa 10 osebkov moka (g)
Nastavljanje poskusa: 11. 1. 2024	Cela pšenica	58,48	1,57 (10x ličinka)	61,26	1,58 (10x ličinka)	58,04	1,31 (10x ličinka)	46,33	1,60 (10x ličinka)
	Pšenični otrobi	28,32	1,53 (10x ličinka)	27,59	1,69 (10x ličinka)	28,68	1,24 (10x ličinka)		
	Mleta pšenica	59,67	1,51 (10x ličinka)	60,86	1,75 (10x ličinka)	59,67	1,28 (10x ličinka)		
	Mleta koruza	67,77	1,57 (10x ličinka)	67,88	1,73 (10x ličinka)	66,82	1,61 (10x ličinka)		
	Pšenična moka	45,96	1,83 (10x ličinka)	50,36	1,26 (10x ličinka)	45,28	1,33 (10x ličinka)		
	Kruh	28,81	1,57 (10x ličinka)	32,80	1,57 (10x ličinka)	26,66	1,13 (10x ličinka)		
V vsako steklenico sva dodali 5 g korenja									
Prvo merjenje: 18. 1. 2024	Cela pšenica	58,78	1,58 (6x ličinka 3x buba 1x mrtva ličinka)	61,64	1,54 (4x ličinka 6x buba)	59,01	1,40 (6x ličinka 4x buba)	46,43	1,67 (5x ličinka 5x buba)
	Pšenični otrobi	28,79	1,60 (7x ličinka 3x buba)	28,10	1,61 (5x ličinka 5x buba)	29,16	1,39 (10x buba)		
	Mleta pšenica	59,95	1,51 (8x ličinka 2x buba)	60,92	1,65 (5x ličinka 5x buba)	59,59	1,46 (2x ličinka 7x buba 1x mrtva ličinka)		
	Mleta koruza	67,53	1,44 (5x ličinka 4x buba 1x mrtva ličinka)	68,07	0,44 (4x ličinka 5x buba 1x mrtva ličinka)	66,91	1,70 (3x ličinka 7x buba)		
	Pšenična moka	44,85	1,65 (4x ličinka 5x buba 1x mrtva ličinka)	49,88	1,42 (3x ličinka 6x buba 1x mrtva ličinka)	44,50	1,62 (3x ličinka 7x buba)		
	Kruh	29,37	1,55 (8x ličinka 1x mrtva ličinka 1x buba)	33,39	1,56 (4x ličinka 6x buba)	27,89	1,50 (4x ličinka 6x buba)		

V vsako steklenico sva dodali 5 g korenja									
Drugo merjenje: 25. 1. 2024	Cela pšenica	59,77	1,49 (3x ličinka 4x buba 1x žuželka 2x mrtva ličinka)	61,96	1,43 (1x ličinka 3x buba 4x žuželka 2x mrtva ličinka)	59,15	1,38 (3x ličinka 5x buba 1x žuželka 1x mrtva ličinka)	46,38	1,69 (3x ličinka 3x buba 2x žuželka 2x mrtva buba)
	Pšenični otrobi	29,10	1,62 (3x ličinka 6x buba 1x žuželka)	28,49	1,65 (2x ličinka 6x buba 2x žuželka)	29,87	1,36 (9x buba 1x žuželka)		
	Mleta pšenica	59,98	1,46 (1x ličinka 9x buba)	60,81	1,56 (1x ličinka 6x buba 2x žuželka 1x mrtva ličinka)	59,77	1,37 (1x ličinka 3x buba 4x žuželka 2x mrtva ličinka)		
	Mleta koruza	67,71	1,51 (1x ličinka 4x buba 3x žuželka 2x mrtva ličinka)	67,86	1,54 (7x buba 1x žuželka 2x mrtva ličinka)	67,23	1,66 (1x ličinka 8x buba 1x žuželka)		
	Pšenična moka	44,87	1,63 (7x buba 1x žuželka 2x mrtva ličinka)	49,86	1,48 (1x ličinka 5x buba 2x žuželka 2x mrtva ličinka)	43,73	1,71 (2x ličinka 6x buba 2x žuželka)		
	Kruh	29,72	1,58 (4x ličinka 5x buba 1x mrtva ličinka)	33,70	1,62 (3x ličinka 7x buba)	28,47	1,47 (3x ličinka 7x buba)		

Tabela o prirasti moka in porabi posameznih krmil (PRILOGA G)

Krmilo	PRVI MOKARJI PRVO MERJENJE				
	Porabljena hrana (%)	Prirast 10 osebkov moka (%)	Število osebkov po posameznih stadijih		
Cela pšenica	2,32941435	5,858585859	Buba: 10	Buba: 10	Buba: 9 Ličinka: 1
Pšenični otrobi	3,380925186	5,357142857	Buba: 10	Buba: 10	Buba: 8 Ličinka: 2
Mleta pšenica	1,653659335	5,64516129	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 9 Ličinka: 1
Mleta koruza	2,579030939	4,868154158	Buba: 10	Buba: 8 Ličinka: 2	Buba: 8 Ličinka: 1 Mrtva ličinka: 1
Pšenična moka	3,686573255	6,019417476	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 6 Ličinka: 3 Mrtva ličinka: 1
Kruh	-0,045336053	6,88976378	Buba: 9 Mrtva ličinka: 1	Buba: 8 Ličinka: 2	Buba: 9 Ličinka: 1

DRUGI MOKARJI PRVO MERJENJE					
Krmilo	Porabljena hrana (%)	Prirast 10 osebkov moka (%)	Število osebkov po posameznih stadijih		
Cela pšenica	6,924992219	1,34529148	Buba: 3 Ličinka: 6 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 4 Ličinka: 6
Pšenični otrobi	13,59574254	3,139013453	Buba: 3 Ličinka: 7	Buba: 5 Ličinka: 5	Buba: 10
Mleta pšenica	7,551229508	1,762114537	Buba: 2 Ličinka: 8	Buba: 5 Ličinka: 5	Buba: 7 Ličinka: 2 Mrtva ličinka: 1
Mleta koruza	6,879109762	-27,08757637	Buba: 4 Ličinka: 5 Mrtva ličinka: 1	Buba: 5 Ličinka: 4 Mrtva ličinka: 1	Buba: 7 Ličinka: 3
Pšenična moka	11,09195402	6,108597285	Buba: 5 Ličinka: 4 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 3 Mrtva ličinka: 1	Buba: 7 Ličinka: 3
Kruh	12,22039314	7,962529274	Buba: 1 Ličinka: 8 Mrtva ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 4	Buba: 6 Ličinka: 4

DRUGI MOKARJI DRUGO MERJENJE					
Krmilo	Porabljena hrana (%)	Prirast 10 osebkov moka (%)	Število osebkov po posameznih stadijih		
Cela pšenica	6,969089132	-4,867256637	Buba: 4 Ličinka: 3 Žuželka: 1 Mrtva ličinka: 2	Buba: 3 Ličinka: 1 Žuželka: 4 Mrtva ličinka: 2	Buba: 5 Ličinka: 3 Žuželka: 1 Mrtva ličinka: 1
Pšenični otrobi	13,44878773	0,652173913	Buba: 6 Ličinka: 3 Žuželka: 1	Buba: 6 Ličinka: 2 Žuželka: 2	Buba: 9 Žuželka: 1
Mleta pšenica	7,623043078	-4,978354978	Buba: 9 Ličinka: 1	Buba: 6 Ličinka: 1 Žuželka: 2 Mrtva ličinka: 1	Buba: 3 Ličinka: 1 Žuželka: 4 Mrtva ličinka: 2
Mleta koruza	6,762907453	31,56424581	Buba: 4 Ličinka: 1 Žuželka: 3 Mrtva ličinka: 2	Buba: 7 Žuželka: 1 Mrtva ličinka: 2	Buba: 8 Ličinka: 1 Žuželka: 1
Pšenična moka	10,22498865	2,771855011	Buba: 7 Žuželka: 1 Mrtva ličinka: 2	Buba: 5 Ličinka: 1 Žuželka: 2 Mrtva ličinka: 2	Buba: 6 Ličinka: 2 Žuželka: 2
Kruh	13,0241363	1,301518438	Buba: 5 Ličinka: 4 Mrtva ličinka: 1	Buba: 7 Ličinka: 3	Buba: 7 Ličinka: 3

Tabela o količini izdihanega CO₂ pri moka

Čas (h)	CO ₂ ličinke (ppm)	CO ₂ odrasle žuželke (ppm)
0	14041,53	18070,83
1	14133,1	18253,98
2	14285,73	18681,33
3	14438,35	19047,63
4	14529,93	18986,58
5	14621,5	18803,43
6	14346,78	18467,65
7	14133,1	18131,88
8	14102,58	18223,45
9	13919,43	18009,78
10	13888,9	17826,63
11	13827,85	17551,9
12	13583,65	17460,33
13	13461,55	17460,33
14	13369,98	17582,43
15	13278,4	17674
16	13186,83	17582,43
17	13125,78	17490,85
18	13186,83	17826,63
19	13278,4	18192,93
20	13186,83	18345,55
21	13095,25	17704,53
22	13247,88	18467,65
23	12515,28	17124,55
24	12667,9	17124,55