

IZDELOVANJE BELJAKOVINSKEGA KRUHA IZ LIČINK TENEBRIO MOLITOR

BIOLOGIJA

Raziskovalna naloga

Andreja Vidmar,
4. letnik ŽPT

Mentorica: Petra Mole

2022

BIC Ljubljana, Živilska šola

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE.....	2
II KAZALO SLIK	4
III KAZALO TABEL	5
IV KAZALO GRAFOV	6
V KAZALO PRILOG	7
Povzetek	9
1. UVOD	11
1.1 Hipoteze	12
1.2 Metode dela	13
2. TEORETIČNI DEL	14
2.1 Veliki moka	14
2.1.1 Jajčeca moka	14
2.1.2 Ličinka	15
2.1.3 Buba	15
2.1.4 Odrasel hrošč	15
2.2 Uvedba moka v prehrano	16
2.2.1 Izvedbena uredba komisije (EU) 2021/882	17
2.3 Primerjava virov beljakovin moka in govejega mesa	20
2.3.1 Hranilna vrednost	20
2.3.2 Ekološke prednosti gojenja moka	22
3. OD MOKARJEV DO MOKE	25
3.1 Metodologija	25
3.1.1 Vzreja moka	25
3.1.2 Tehnološki postopek pridobivanja moke iz ličink moka	28
3.1.3 Vsebnost surovih beljakovin – analiza po Kjeldahlu	30
3.1.4 Izolacija mikroorganizmov iz trdega vzorca moke iz moka	30
3.1.5 Tehnološki postopek peke kruha iz moke moka in pšeničnega kruha iz moke tipa 500	36
3.1.6 Senzorična ocena beljakovinskega kruha z moko moka	40
3.1.7 Hranilna vrednost kruha	43
3.1.8 Izračun stroškov za izdelavo kruha iz moke iz moka	44
3.2 REZULTATI	45
3.2.1 Rezultati analize spletne ankete	45
4. RAZPRAVA	52
5. ZAKLJUČEK	54
6. VIRI IN LITERATURA	56

7. PRILOGE	58
------------------	----

II KAZALO SLIK

Slika 1: Popolna preobrazba hrošča mokařja	14
Slika 2: Ličinka hrošča mokařja.....	15
Slika 3: Odrasel hrošč <i>Tenebrio molitor</i>	16
Slika 4: Ličinke mokařja <i>Tenebrio molitor</i>	16
Slika 5: Proizvodnja toplogrednih plinov pri proizvodnji mokařjev, mleka, svinjine, perutnine in govedine (Vries & de Boer, 2010)	23
Slika 6: Primerjava porabe energije pri proizvodnji mokařjev, mleka, svinjine, perutnine in govedine (Vries & de Boer, 2010)	23
Slika 7: Poraba prostora za gojenje mokařjev in ostalih virov beljakovin (Vries & de Boer, 2010)	24
Slika 8: Sestavljanje okvirja in pritrdjevanje mrežice na okvir	27
Slika 9: Postavitev lesenega okvirja z mrežico v plastično posodo in dokončen prostor za gojenje mokařjev.....	28
Slika 10: Dodajanje ovsenih kosmičev in nastanitev hroščev mokařjev in dodajanje koščkov banan in grozdja kot vir hrane in vode za hrošče mokařje.....	26
Slika 11: Sejanje mokařjev čez cedilo in tehtanje mokařjev pred zamrzovanjem.....	28
Slika 12: Razporejene ličinke mokařjev na pladnju in tehtanje posušenih mokařjev.....	29
Slika 13: Posušene ličinke mokařjev in drobljenje ličink mokařjev v terilnici s pestilom....	29
Slika 14: Zdrobljene posušene ličinke mokařjev in moka/prah ličink mokařjev.....	29
Slika 15: Priprava petrijevih plošč pred dodajanjem gojišča.....	31
Slika 16: Resuspendirani vzorec domačih mokařjev in mešanje vzorca z magnetnim mešalom.....	34
Slika 17: Epruvete s fiziološko raztopino in vzorec, zmešan s fiziološko raztopino.....	34
Slika 18: Sterilno redčenje suspenzije mokařjev in prenašanje suspenzije na gojišča.....	35
Slika 19: Sterilizacija spatule in razmazovanje vzorca ter inkubacija gojišč	35
Slika 20: Tehtanje surovin z digitalno tehtnico	38
Slika 21: Mešanje surovin obeh vrst kruha in testo iz moke iz mokařjev (na levi) in testo iz moke tipa 500 (na desni)	38
Slika 22: Oblikovanje testa.....	38
Slika 23: Oblikovano testo iz moke iz mokařjev pred in po vzhajanju.....	39
Slika 24: Peka kruha v večetažni peči	39
Slika 25: Prerez pečenega in ohlajenega kruha	39

III KAZALO TABEL

Tabela 1: Specifikacija hranilnih snovi in drugih snovi v ličinkah mokařja	18
Tabela 2: Vsebnost težkih kovin v ličinkah mokařja	19
Tabela 3: Mikotoksini, zaznani v ličinkah mokařja (lasten po: Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)	19
Tabela 4: Mikrobiološka merila za ličinke mokařjev (lasten po: Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)	20
Tabela 5: Primerjava hranilne vrednosti ličink mokařjev in govejega mesa na 100 g (lasten po: Payne, Scarborough, Rayner, Nonaka, 2015)	20
Tabela 6: Primerjava količine mineralov in vitaminov v ličinkah mokařja in govejega mesa na 100 g (lasten po: Payne, Scarborough, Rayner, Nonaka, 2015)	21
Tabela 7: Ocena belega kruha – profesorji	40
Tabela 8: Ocena kruha iz mokařjev – profesorji	41
Tabela 9: Ocena belega kruha – dijaki	41
Tabela 10: Ocena kruha iz mokařjev – dijaki	42
Tabela 11: Hranilna vrednost belega kruha	43
Tabela 12: Hranilna vrednost kruha iz mokařjev	43
Tabela 13: Izračun stroškov kruha z mokařjem	44

IV KAZALO GRAFOV

Graf 1: Spol anketirancev	45
Graf 2: Starost anketirancev	45
Graf 3: Povprečna dnevna količina zaužitega mesa dnevno	46
Graf 4: Najpogosteje uživana vrsta mesa.....	46
Graf 5: Pogostost uživanja mesa	47
Graf 6: Uživanje ličink mokařja.....	48
Graf 7: Pripravljenosti ljudi za zamenjavo mesa kot beljakovinskega vira z mokařji	48
Graf 8: Pripravljenost ljudi za uživanje mokařjev v obliki prahu/moke.....	49
Graf 9: Zmanjšanje svetovnih problemov z mokařji.....	49
Graf 10: Strinjanje ljudi z trditvami o mokařjih	50

V KAZALO PRILOG

Priloga 1: Količina surovih beljakovin v enem gramu vzorca ličink mokařev	58
Priloga 2: Senzorična ocenjevalna tabela kruha iz mokařev	59
Priloga 3: Senzorična ocenjevalna tabela za pšenični kruh	60

Zahvala

Rada bi se iz srca zahvalila moji mentorici, profesorici Petri Mole, za vse strokovne nasvete, hitro odzivnost, pomoč v mikrobiološkem laboratoriju in potrpežljivost pri nastajanju projektne naloge. Brez Vas bi mi projektna naloga težko zares uspela. Vaša spodbuda in prijaznost sta mi v težkih trenutkih vlili upanje in motivacijo za pisanje projektne naloge in nadaljnja raziskovanja. Hvala za Vašo podporo.

Posebno bi se rada zahvalila profesorju Mišu Kolarju in ostalim osebam v pekarski delavnici za lep sprejem in vso pomoč ter porabljen čas za izdelavo kruha. Najlepša hvala tudi profesorici Maji Vehar za slovnični pregled naloge.

Zahvaljujem se profesorici Mojci Korošec z Biotehniške fakultete v Ljubljani in znan. sod. dr. Gabrijeli Tavčar Kalcher z Veterinarske fakultete v Ljubljani za svetovanje in možnost sodelovanja.

Zahvalila bi se rada tudi vsem ostalim profesorjem, sošolcem, sošolkam in drugim dijakom Živilske šole, ki so sodelovali pri senzoričnem ocenjevanju kruha.

Hvala tudi vsem, ki ste sodelovali v anketnem vprašalniku in mi omogočili nastajanje projektne naloge.

Hvala moji družini za vse spodbudne besede in podporo.

Povzetek

Ličinke mokaarjev predstavljajo prve insekte, ki so bili v Evropi z letom 2021 odobreni kot novo živilo, primerno za prehrano ljudi. Ličinke mokaarjev imajo izjemno hranilno vrednost. V primerjavi z živinorejo je gojenje mokaarjev veliko bolj prijazno do okolja. Z novim alternativnim beljakovinskim virom bi lahko zmanjšali porabo čiste pitne vode, količino toplogrednih plinov, svetovno lakoto, hkrati pa bi poskrbeli za manjšo količino zavržene organske hrane. Namen dela je bilo ugotoviti količino beljakovin v ličinkah mokaarjev (*Tenebrio molitor*), njihov okus in zahtevnost vzreje. Moka iz ličink sem dobila z vzrejo, zamrzovanjem, sušenjem in mletjem ličink mokaarjev. Za indirektno določanje beljakovin v vzorcu mokaarjev sem uporabila Kjeldahlovo metodo. V vzorcu 1 grama ličink najdemo 50,4 % beljakovin. Z izolacijo mikroorganizmov iz moka iz mokaarjev sem preverila varnost moka za konzumiranje. Eksperimentalno delo je bilo izvedeno v dveh ponovitvah. Po rezultatih mikrobioloških analiz moka ni vsebovala patogenih mikroorganizmov in je bila primerna za nadaljnjo uporabo v živilih. Sledila je izdelava kruha iz moka ličink mokaarjev. Kruh so senzorično ocenili profesorji, strokovnjaki živilstva in prehrane, in dijaki Živilske šole. Okus kruha z ličinkami je spominjal na oreške in rženi kruh. Kruh je bil všeč 96 % ljudem. Izračun hranilne vrednosti je potrdil, da je kruh z dodatkom ličink energijsko, beljakovinsko in maščobno bogatejši kot navaden pšenični kruh.

Ključne besede: mokaarji, *Tenebrio molitor*, moka iz mokaarjev, ličinke mokaarjev

Summary

Mealworms (lat: "*Tenebrio molitor*") are the first insects that were approved in Europe in 2021 as sustainable source of edible protein, suitable for human consumption. Besides their nutritional value, mealworm farming is much more sustainable and environmentally friendly than livestock farming which is currently the major cause of environmental degradation. With mealworms as a new food alternative, we could reduce the consumption of drinking water, the amount of greenhouse gases and global hunger. The purpose of the research is to determine the mealworm larvae protein value, their taste and difficulty of their breeding. With the aim of answering those three hypotheses, we first prepared the mealworm flour.

The process of preparing it consists of four phases: (1) breeding;(2) freezing; (3) drying and (4) grinding mealworm larvae.

The experimental research was carried out in three parts. First, we used Kjeldah method for the quantitative determination of nitrogen contained in mealworms. The results showed that the sample of 1 gram mealworm powder (flour) contained 50.4 % of protein. Second, we used the isolating microbiology technique to determine the safety of flour for human consumption. In order to get more validated results, we repeated the whole process once more. The last step of the isolating microbiology technique was to check the quality of flour. According to the results of the microbiological analysis, the flour did not contain pathogenic microorganisms and was suitable for further use. We then prepared the first loaf of bread made out of the mealworm flour. The bread was sensory assessed by professors and students. Most of the testers expressed that bread reminded them of nuts and rye bread. Out of 32 people interviewed, 96% (30.7) liked the taste, because of the great texture and specific taste. The calculation of the nutritional value confirmed, that bread with the addition of mealworm larvae is richer in energy, protein and fat than the ordinary bread made out of wheat flour.

Key words: mealworm ("lat. *Tenebrio molitor*), bread, mealworm flour, protein

1. UVOD

Hrana je ključnega pomena za našo rast in pravilno delovanje vseh telesnih funkcij, služi nam kot vir energije, hkrati pa vpliva tudi na nivo hormonov. Da v telesu ohranjamo ravnovesje, moramo uživati ustrezno količino tako rastlinskih kot živalskih virov hranil. Dolgo časa sem opazovala, kako se jaz, moja družina, znanci, sošolci in ljudje na splošno prehranjujemo. Opazila sem, da je meso praktično vsak dan glavna vsebina krožnika. Tako sem dobila idejo za naslov projektne naloge. Sama dobro vem, da je meso dober vir beljakovin, ki so za telo nujno potrebne. Zavedam pa se tudi, kako dolga je pot in kakšni so vplivi na okolje, da meso pristane na našem krožniku. Zato sem začela premišljevali, kako in s čim bi lahko nadomestili beljakovine živalskega izvora. Dobila sem idejo o gojenju ličink hrošča mokarja (lat. *Tenebrio molitor*), ki jih je leta 2021 Evropska komisija odobrila za uporabo v človeški prehrani in prehrabnih izdelkih. Za izdelavo te projektne naloge sem se odločila predvsem zato, da bi ljudem približala prednosti, ki jih zajema vzreja ličink mokarjev primerjavi z živinorejsko panogo. Na svetu se število ljudi močno povečuje, kar povzroča stisko z bivalnimi površinami in lakoto. Za živinorejo so potrebne ogromne kmetijske površine, količine vode, hrane in denarja. Prav tako reja govedi, perutnine, prašičev, konjev in ostalih rejnih živali za primerno mesnatost in starost terja veliko več časa. Posledice živinoreje so krčenje deževnih gozdov, onesnaževanje ozračja in vode, pomankanje pitne vode, spremembe ekosistema in biotske raznovrstnosti, ki se odvijajo od same krme živine do končnega produkta. Gojenje ličink in žuželk bi nam tako pomagalo pri soočanju z vsemi okolijskimi problemi, hkrati pa bi z njimi lahko rešili tudi problem zavržene hrane in drugih organskih odpadkov.

V teoretičnemu delu sem se odločila opisati hrošča mokarja, njegov življenjski cikel, razmnoževanje in potek gojenja ličink mokarjev. Predstavila bom tudi zakonodajno ureditev prodaje ličink mokarjev za prehrano ljudi, opisala hranilno vrednost in tehnološki postopek pridobivanja moke iz mokarjev.

Ker sem želela svojo teorijo podkrepiti tudi s praktičnim delom, sem se odločila, da se lotim gojenja mokarjev. Pri tem sem natančno opazovala porabo vode in hrane, hitrost razmnoževanja in povprečno število jajčec hrošča mokarja. Ker sem se osredotočila predvsem na hranilno vrednost beljakovin, sem se odločila narediti

analizo vsebnosti beljakovin v moki iz mokařev. Moko sem uspela dobiti s sušenjem in mletjem liĉink mokařev, starih 2,5 meseca. Za pridobitev informacij o koliĉini beljakovin sem moko analizirala s Kjeldahovo analizo za doloĉitev beljakovin. Analize sem opravila na Veterinarski fakulteti v Ljubljani.

Zdi se mi, da bi mi s projektno nalogo, utemeljenimi dejstvi in praktiĉnimi podkrepitvami uspela pribliŹati ljudem liĉinke mokařev kot boljšo alternativo mesu. Znano je, da so ŹuŹelke Źe milijone let zanesljiv vir hrane za ljudi Srednje in JuŹne Amerike, Afrike, Azije, Avstralije in Nove Zelandije. Nasprotno se ljudem, ki Źivijo predvsem v Evropi, Kanadi, Severni Ameriki in drugih drŹavah, zdi prehranjevanje z ŹuŹelkami nekaj spornega in neetiĉnega. Sodobna stigmatizacija uŹivanja ŹuŹelk izvira iz zapletene kolonialne zgodovine, v kateri je uŹivanje ŹuŹelk veljalo za nekaj, kar poĉnejo le »necivilizirani« ljudje. Te percepcije obstajajo Źe danes. Naše tradicije in ideje so zakoreninjene in velikokrat si ne upamo stopiti iz »cone udobja«, da bi poskusili nekaj novega. Źelim si, da bi s svojo projektno nalogo prepriĉala ljudi, da so ŹuŹelke (ki jih lahko uporabimo v razliĉnih oblikah, npr. moka), boljša in bolj trajnostna izbira beljakovin za prehranjevanje naraŹajoĉe populacije ljudi.

1.1 Hipoteze

Da bi nalogo laŹje izvedla, sem si zadala nekaj hipotez, ki so me usmerjale pri predvidevanju rezultatov in naĉrtovanju teoretiĉnega in praktiĉnega dela. Postavila sem si sledeĉe hipoteze:

1. Za uspešno gojenje liĉink mokařev bodo potrebne manjše koliĉine vode, hrane in prostora kot pri govedoreji.
2. Kruh iz moke iz liĉink mokařev bom lahko na podlagi koliĉine beljakovin poimenovala beljakovinski kruh.
3. Kruh iz moke iz liĉink mokařev bo prijetnega okusa in bo ljudem všeĉ.
4. Liĉinke mokařev bodo vsebovale veĉjo vsebnost beljakovin kot meso goveda.
5. Veĉina anketiranih ljudi se bo strinjala, da so liĉinke mokařev v obliki moke primerne za prehrano ljudi.
6. TehnoloŹki postopek in izdelava moke ter kruha iz liĉink mokařev bosta hitra in enostavna.

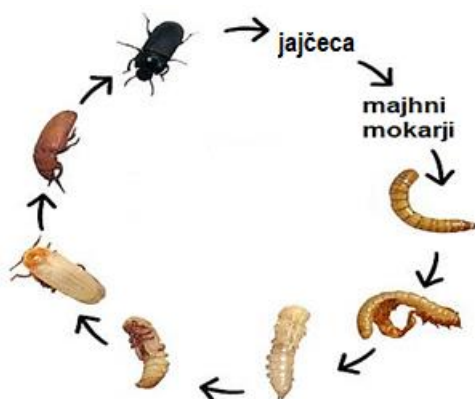
1.2 Metode dela

Z gojenjem mokařev sem řelela izvedeti, kakřna temperatura, vlaga in hrana jim najbolj ustreza za optimalno razmnořevanje. Z razmnořevanjem mokařev sem opazovala celoten řivljenjski cikel hrořća mokařja in si zapisovala řasovni razvoj vsake faze. Pri tem sem pazila, da sem strogo ločevala odrasle hrořće, ličinke in bube. Pri postopku izdelave moka iz ličink mokařev sem si beleřila teřo posamezne količine řivih mokařev ter posuřenih in pasteriziranih ličink mokařev. Posuřene mokaře sem nato zdrobila v prah po tehnolořkem postopku za pridobivanje moka iz mokařev. Moko sem analizirala na Veterinarski fakulteti v Ljubljani. Iz moka iz ličink mokařev sem spekla kruh in ga senzorično primerjala s kruhom iz moka tipa 500. Izračunala sem posamezno hranilno vrednost obeh vrst kruha in jo zapisala v obliki tabele. Z analizo sem dobila podatke o vsebnosti beljakovin v moki iz mokařev. Za zaključek pa sem opravila ře kratko anketo, sestavljeno iz vprařanj o količini zauřitega mesa in pripravljenosti zamenjave mesa z izdelki iz mokařev. Vse podatke iz ankete sem analizirala ter rezultate grafično predstavila in opisala.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Veliki mokař

Veliki mokař ali *Tenebrio molitor* je vrsta temnega hrošča, ki ga prepoznamo po črni ali temno rjavi barvi. Telo odraslega hrošča lahko doseže dolžino 2 cm ter je podolgovate in valjaste oblike. Najbolj primerna temperatura za razvoj hrošča mokařja se giblje 25–30 °C pri relativni 70 % zračni vlaži. Celoten ciklus razvoja traja eno leto, lahko tudi dve. Mokařji so vsejedi in veliki škodljivci. Najdemo jih lahko v vseh prehranjevalnih obratih, saj se hranijo z mlevskimi izdelki, organskimi odpadki, zelenjavo, sadjem in mesnimi proizvodi. Veliki mokař doživi popolno metamorfozo oziroma popolno preobrazbo, kar pomeni, da se razvija skozi štiri življenjske faze, od jajčeca, ličinke in bube do odraslega hrošča. Razvijanje vsake faze je seveda odvisno od temperature, relativne vlažnosti, hrane, vode in drugih okolijskih dejavnikov.



Slika 3: Popolna preobrazba hrošča mokařja

2.1.1 Jajčeca mokařjev

Prva faza razmnoževanja mokařjev je odlaganje jajčec. Razmnoževanje poteka tako, da samec hrošča osvaja samico, ki jo prepoznamo po daljšem zadku in večji velikosti. Ko jo osvoji, pride do parjenja. Samec sprosti semenčico v spolni trakt samice. Po nekaj dneh, ko samica najde primerno podlago in se vanjo zakoplje, odloži okoli 500 jajčec. Jajčeca so drobna, ovalne oblike in bele barve. Pogosto so zaradi prahu in drugih nečistoč videti rumene barve. Proces oploditve in odlaganja jajčec običajno traja od 1 do 2 tedna.

2.1.2 Ličinka

Druga faza razvoja je faza ličinke, ki lahko traja od 8 do 10 tednov. Na začetku so ličinke s prostim očesom zelo težko vidne, saj so velike okoli 3 mm. Odrasle ličinke pa zrastejo tudi od 2 do 3 cm. V tem obdobju so ličinke mokařev rumene in zlatorjave barve ter imajo šest nog. Ličinke mokařev imajo trd eksoskelet, ki se ga med fazami rasti znebijo in odvržejo. Ličinko, ki se je nedavno levila, prepoznamo po nekoliko svetlejši barvi in mehkelem telesu. Preden se ličinke mokařev razvijejo v bube, gredo čez približno 20 levitev. V obdobju levitve so podvržene dehidraciji, zato je izjemno pomembno, da je vlažnost zadostna in imajo na voljo dovolj mokre hrane.



Slika 4: Ličinka hrošča mokařja

2.1.3 Buba

Obdobje bube v dobrih razmerah traja le en teden. Buba je neaktivna, na začetku je rumenkaste barve, ki se počasi spreminja v rjavo barvo. V tem obdobju se bube ne prehranjujejo. Pomembno je, da imajo zagotovljeno primerno visoko temperaturo.

2.1.4 Odrasel hrošč

Zadnja faza v življenjskem ciklu mokařev je faza odraslega hrošča. Na začetku so hrošči bele barve in imajo mehek eksoskelet. Ko zunanja lupina hrošča postane trda, spremeni tudi barvo – najprej postane rjava, nato pa črna. Odrasel hrošč ima 6 nog in trda krila, s katerimi sicer ne mora leteti. Hrošči se začnejo pariti in razmnoževati po približno enem oz. dveh tednih odraslega življenja.



Slika 5: Odrasel hrošč *Tenebrio molitor*

2.2 Uvedba mokařev v prehrano

V zadnjih nekaj letih je gojenje ųuųelk pritegnilo veliko pozornost znanosti, saj ųuųelke veljajo za alternativni in trajnostni vir hranil za ųivali in ljudi. Med najbolj obetavnimi vrstami ųuųelk za industrijsko uporabo in obseųno komercialno proizvodnjo je rumeni mokař *Tenebrio molitor*. Razlog za zanimanje in vzrejo prav hroųųev mokařev se skriva v njihovi visoki vsebnosti visoko kakovostnih



Slika 6: Liųinke mokařa *Tenebrio molitor*

beljakovin, esencialnih aminokislin, maųųob in mineralov. Zaradi svoje hranilne vrednosti se liųinke mokařa (*Tenebrio molitor*) pogosto uporabljajo kot krma za hiųne ljubljenske (npr. plazilce in ptice), bile pa so tudi uspeųno ocenjene kot sestavina krme za praųiųe in perutnino ter umetne prehrane za mnoųiųno vzrejo koristnih organizmov, kot je plenilski hroųų *Coleomegilla maculata* De Geer, ki spada v druųino pikapolonic, njegovo sploųno ime pa je pikasti oz. roųnati hroųų ali hroųų z dvanajstimi pikami. Pred kratkim je bil hroųų mokař vkljuųen na seznam vrst ųuųelk, ki jih je dovoljeno uporabljati v ribji krmi, in sicer v Avstriji, Belgiji, ųpaniji, Franciji, Nemųiji, Grųiji, Italiji, na Nizozemskem itd. V zahodnih druųavah pa je vedno bolj priljubljeno tudi vkljuųevanje mokařev v prehrano ljudi. Ta nedavni razvoj je znatno okrepil industrijo reje ųuųelk v Evropi, za katero se priųakuje, da bo v prihodnjih letih ųe rasla. (Rumbos, T. Karapanagiotidis, Mente, Psoufakis, G. Athanassiou, 2020)

Kljub dobri hranilni vrednosti in drugim lastnostim žuželk pa obstajajo nekatera tveganja, povezana z njihovim uživanjem, kot so kemične in mikrobiološke nevarnosti. Kemične nevarnosti so povezane predvsem z okoljem, v katerem rastejo, kontaminacijo krme ali razvojem toksinov v določeni razvojni fazi. Mikrobiološke nevarnosti so povezane s pogoji vzreje in mikrobioto žuželk. Patogene bakterije in virusi žuželk so za človeka neškodljivi zaradi filogenetskih razlik med žuželkami in ljudmi. Čeprav se po FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations – Medvladna organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo) pričakuje, da imajo žuželke nizko tveganje za okužbe z zoonozami, so lahko še vedno nosilci številnih bakterij in virusov, ki so škodljivi za človeka, in zato veljajo posebna pravila in postopki. (Rumbos, T. Karapanagiotidis, Mente, Psafakis, G. Athanassiou, 2020)

2.2.1 Izvedbena uredba komisije (EU) 2021/882

Evropska komisija je z objavo Izvedbene uredbe komisije (EU) 2021/882 v Uradnem listu Evropske unije razglasila, da z dnem 22. 6. 2020 odobrava, da se dajejo na trg posušene ličinke mokařja *Tenebrio molitor*, in sicer kot novo živilo v skladu z Uredbo (EU) 2015/2283 Evropskega parlamenta in Sveta. V uredbi je zapisano, da je bilo v ličinkah mokařja na podlagi različnih študij zaznano, da lahko povzročajo različne prehranske alergije:

»Agencija je v navedenem mnenju na podlagi omejenih objavljenih dokazov o prehranski alergiji, povezani z žuželkami, zlasti iz dveh študij pri ljudeh, v katerih so bile skupno štiri sumljive alergijske reakcije pripisane posušnim ličinkam *Tenebrio molitor*, in ene študije pri živalih, ugotovila, da uživanje tega novega živila lahko sproži preobčutljivost na beljakovine mokařja in tropomiozin iz drugih virov, kot so raki in pršice.« (Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

Za odobreno novo živilo iz posušenih ličink mokařja *Tenebrio molitor* je bilo opredeljeno:

»Novo živilo so celi, toplotno posušeni mokařji, bodisi celi (blanširane, v pečici sušene ličinke) ali v obliki praška (blanširane, pečici sušene in zmlete ličinke). Izraz 'mokař' se nanaša na ličinko *Tenebrio molitor*, ki je vrsta žuželk iz družine Tenebrionidae (črničci). Za prehrano ljudi so namenjeni celi mokařji, brez

odstranjenih delov. Pred toplotnim sušenjem je potrebno najmanj 24-urno obdobje postenja, da ličinke lahko izpraznijo prebavila.« (Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

Pri tem je Evropska komisija določila, da se moka v prahu ali cele ličinke lahko uporabi v beljakovinskih proizvodih, keksih, jedeh na osnovi metuljnic in proizvodih na osnovi testenin. Najvišja dovoljena raven novega živila je 10 g na 100 g. Odobritev je začela veljati 22. 6. 2021. Specifikacija novega živila mora ustrezati pogojem, predstavljenim v spodnji tabeli. (Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

Tabela 1: Specifikacija hranilnih snovi in drugih snovi v ličinkah moka

IME HRANILNE SNOVI/SNOVI	KOLIČINA
pepel (% m/m)	3,5–4,5
vлага (% m/m)	1–8
surove beljakovine (% m/m)	56–61
*prebavljivi ogljikovi hidrati (% m/m)	1–6
maščobe (% m/m)	25–30
od tega nasičene maščobe (% m/m)	4–9
prehranske vlaknine (% m/m)	4–7
hitin (% m/m)	4–7

(% m/m): Masni odstotek koncentracije raztopine. % m/m se izračuna tako, da pogledamo, koliko gramov topljenca dobimo na 100 g raztopine. Če 100 g dane raztopine vsebuje 1 g topljenca, bo ta raztopina imela 1 % m/m koncentracijo. (Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

*Prebavljivi ogljikovi hidrati = 100 - (surove beljakovine + maščobe + prehranske vlaknine + pepel + vlaga). (Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

V dodani prilogi Izvedbene uredbe komisije (EU) 2021/882 so bile dodane specifikacije hranilnih snovi in vlage (tabela 1) za ličinke mokařev. Ličinke vsebujejo od 3,5 do 4,5 % m/m pepela in od 1 do 8 % m/m vlage. Surove beljakovine mokařa tako zavzemajo od 56 do 61 % m/m. Prebavljivih ogljikovih hidratov je od 1 do 6 % m/m. Maščob je od 25 do 30 % m/m, od tega nasičenih od 4 do 9 % m/m. Masni odstotek koncentrirane raztopine prehranskih vlaknin se giblje od 4 do 7 % m/m. Hitina pa prav tako vsebujejo od 4 do 7% m/m.

Tabela 2: Vsebnost težkih kovin v ličinkah mokařa

VSEBNOST TEŽKIH KOVIN
svinec: ≤ 0,075 mg/kg
kadmij: ≤ 0,1 mg/kg

Mokařji vsebujejo težke kovine, kot sta svinec in kadmij (tabela 2). Svinec je strupena kovina, ki v večjih količinah povzroča akutne in kronične bolezni (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2018). Nahaja se tako v živilih rastlinskega kot tudi živalskega izvora. Ličinke mokařa vsebujejo 0,075 mg/kg ali manj svinca, kar je še vedno zelo malo v primerjavi s tunino, za katero pravilnik določa, da maksimalna vrednost svinca lahko znaša 0,3 mg/kg. (Muratovič, 2018)

Poleg svinca mokařji vsebujejo tudi 0,1 mg/kg ali manj kadmija. Kadmij je prav tako strupena kovina, ki lahko povzroči okvaro ledvic, motnjo v metabolizmu in osteoporozo. Povprečne vsebnosti kadmija v rastlinah so pod 0,1 mg/kg. Več kadmija (od 0,2 do 2 mg/kg) se nahaja v gobah, oljnih semenih in kakavovih zrnih, največje koncentracije so bile najdene v morskih algah, ribah in morskih sadežih. (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2018)

Tabela 3: Mikotoksini, zaznani v ličinkah mokařa (lasten po: Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

MIKOTOKSINI
aflatoksini (vsota B1, B2, G1, G2): ≤ 4 µg/kg
aflatoksin B1: ≤ 2 µg/kg
deoksinivalenol: ≤ 200 µg/kg
ohratoksin A: ≤ 1 µg/kg

Mikotoksini (tabela 3) so nizkomolekularni sekundarni presnovki, ki jih proizvajajo določene vrste plesni in povzročajo toksične odzive v človeškem telesu. (Bennett in Klich, 2003)

Tabela 4: Mikrobiološka merila za ličinke mokařev (lasten po: Uradni list Evropske unije, Von der Leyen, 2021)

MIKROBIOLOŠKA MERILA
skupno število aerobnih mikroorganizmov na ploščah: ≤ 105 CFU/g
kvasovke in plesni: ≤ 100 CFU/g
<i>Escherichia coli</i> : ≤ 50 CFU/g
<i>Salmonella</i> spp.: odsotnost v 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> : odsotnost v 25 g
sulfit reducirajoči anaerobi: ≤ 30 CFU/g
<i>Bacillus cereus</i> (domnevno): ≤ 100 CFU/g
<i>Enterobacteriaceae</i> (domnevno): < 10 CFU/g
koagulaza pozitivni stafilokoki: ≤ 100 CFU/g

CFU: kolonijske enote

2.3 Primerjava virov beljakovin mokařev in govejega mesa

2.3.1 Hranilna vrednost

Hranilna vrednost ličink mokařev je odvisna od hrane, substrata in načina priprave. Ličinke mokařev lahko nizkoenergijsko hrano pretvorijo v živila z visoko hranilno vrednostjo. So odličen vir vseh esencijalnih aminokislin, ki jih človeško telo ne more sintetizirati. Vsebujejo veliko večkrat nenasičenih maščobnih kislin (linolna in α -linolenska maščobna kislina). Hranilna vrednost ličink mokařev je podobna ribam in mesu.

Tabela 5: Primerjava hranilne vrednosti ličink mokařev in govejega mesa na 100 g (lasten po: Payne, Scarborough, Rayner, Nonaka, 2015)

NA 100 GRAMOV	LIČINKE MOKARJEV	GOVEJE MESO
ENERGIJSKA VREDNOST (Kcal)	510	250
BELJAKOVINE (g)	54,1	26

MAŠČOBE (g) OD TEGA NASIČENE	29,2 7,1	15 6
---	-------------	---------

Iz tabele 5 je razvidna velika razlika v energijski vrednosti ličink mokaarjev in govejega mesa. Ličinke mokaarja vsebujejo 510 kcal zaradi velike količine maščob (29,2 g). V primerjavi z govejim mesom vsebujejo razmeroma malo nasičenih maščob (7,1 g). Goveje meso glede na manjšo količino celotnih maščob (15 g) vsebujejo večjo količino nasičenih maščob (6 g). Ličinke mokaarja vsebujejo kar dvakrat več beljakovin kot goveje meso.

Tabela 6: Primerjava količine mineralov in vitaminov v ličinkah mokaarja in govejega mesa na 100 g (lasten po: Payne, Scarborough, Rayner, Nonaka, 2015)

NA 100 GRAMOV	LIČINKE MOKARJA	GOVEJE MESO
NATRIJ (mg)	53,7	60
KALCIJ (mg)	42,9	5
ŽELEZO (mg)	1,87	1,95
JOD (mg)	0,017	10
VITAMIN C (mg)	1,2	0
TIAMIN (mg)	0,24	0,08
VITAMIN A (mg)	9,59	0
RIBOFLAVIN (mg)	0,81	0,23
NIACIN (mg)	4,07	4,7

Iz tabele 6 je razvidna predvsem velika razlika v količini kalcija v ličinkah mokaarja (42,9 mg/100 g) in vitamina A (9,59 mg/100 g) v primerjavi z govejim mesom, ki vsebuje majhno količino kalcija (5 mg/100 g), vitamina A pa v njem ni moč zaznati. Količina natrija je v govejem mesu še vedno večja (60 mg/100 g) kot v ličinkah mokaarja (53,7 mg/100 g). Količino vitamina C je v govedini nemogoče zaznati, riboflavina in tiamina pa le v majhnih vrednostih (0,23 mg/100 g in 0,08 mg/100 g). Vitamina C v mokaarjih je 1,2 mg/100 g, riboflavina 0,81 mg/100 g, in tiamina 0,24 mg/100 g. Večja koncentracija joda se nahaja v govejem mesu (10 mg/100 g), medtem ko je koncentracija joda v ličinkah mokaarja skoraj zanemarljiva (0,017 mg/100 g).

2.3.2 Ekološke prednosti gojenja mokařjev

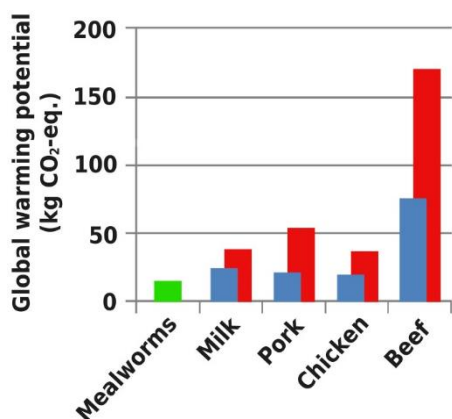
Človeška populacija se bo do leta 2050 povečala s 7,2 na 9,6 milijarde. To pomeni 33-odstotno povečanje prebivalstva. Z večanjem prebivalstva se bo v istem času posledično povečalo tudi povpraševanje po kmetijskih proizvodih, in sicer za približno 70 %. Živinorejska industrija je vir širokega spektra vplivov na okolje. Najpomembnejše so podnebne spremembe. Večina emisij, povezanih z živinorejo, je v obliki ogljikovega dioksida (CO₂), dušikovega oksida (N₂O), metana (CH₄) in amonijaka (NH₃). Živinoreja proizvaja skoraj 64 % skupnih emisij amonijaka, kar seveda prispeva h kislemu dežju in zakisanju ekosistemov. Prav tako je živinoreja močan vir emisij metana, saj prispeva 30–40 % emisij metana po vsem svetu. Kmetije za rejo živine pokrivajo že eno tretjino kopnega in več kot dve tretjini njenih kmetijskih zemljišč. (Dopelt, Radon, Davidovitch, 2019)

Zaradi vse večjega povpraševanja po živalskih proizvodih in pomanjkanja zemlje je živinoreja postala glavni vzrok za krčenje gozdov in njihovo spreminjanje v pašnike. Približno 40 % pobranih pridelkov na svetu se uporablja kot hrana za živali. Če bi torej vzeli polovico pridelkov, ki se uporabljajo kot krma, bi lahko nahranili vse stradajoče populacije po vsem svetu in rešili problem svetovne lakote. Ogromno krčenje gozdov med drugim vodi v izumrtje živali. (Dopelt, Radon, Davidovitch, 2019)

Pridelava živalskih izdelkov sodi med največje kmetijske vzroke za onesnaževanje vode. Onesnaževanje vode povzročajo živalski iztrebki, antibiotiki in hormoni ter gnojila in pesticidi, ki se uporabljajo pri pridelavi krme. Poleg tega živinorejska industrija proizvaja velike količine odpadkov (Dopelt, Radon, Davidovitch, 2019). Zaradi vseh negativnih posledic, ki jih ima živinoreja neposredno na okolje, moramo začeti z iskanjem novih rešitev oziroma zavedno zmanjšati konzumiranje govejega mesa.

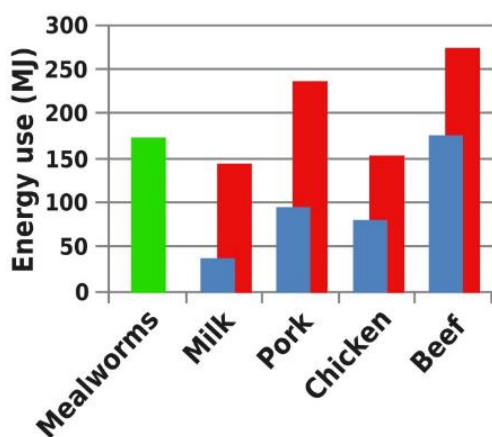
V primerjavi z živinorejo je potrebno za gojenje mokařjev 2000 litrov vode manj, prav tako porabijo manj kot 20 % površin, potrebnih za proizvodnjo enake količine užitnih govejih beljakovin. Medtem ko živina potrebuje velike površine kmetijskih zemljišč in polj, mokaři potrebujejo vidno manjše površine. Prav tako je življenjski cikel mokařjev ekstremno hitrejši. Z gojenjem mokařjev lahko rešimo težave z organskimi

odpadki in zavrženo hrano. Proizvodnji postopek od živega mokaarja do posušenega mokaarja je prav tako bistveno hitrejši kot pri proizvodnji mesa in mesnih izdelkov. (Frank, 2018) Težava je v tem, da je potrebno ekonomsko izvedljivost šele doseči. Celoten sistem gojenja mokaarjev je namreč potrebno mehanizirati, saj prehranska industrija potrebuje tone in ne kilogramov. (van Huis, 2013)



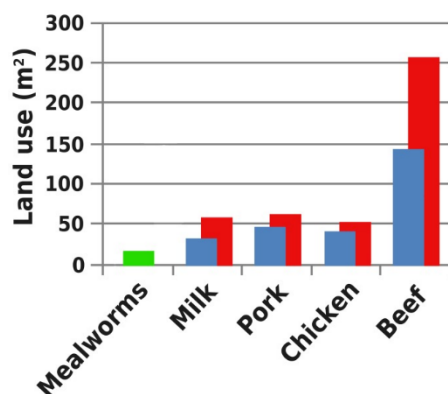
Potencial globalnega segrevanja pri proizvodnji enega kilograma užitnih beljakovin. Največja količina je označena z rdečo barvo, najmanjša pa z modro barvo. (Vries & de Boer, 2010)

Slika 7: Proizvodnja toplogrednih plinov pri proizvodnji mokaarjev, mleka, svinjine, perutnine in govedine (Vries & de Boer, 2010)



Poraba energije pri proizvodnji enega kilograma užitnih beljakovin. Največja količina je označena z rdečo barvo, najmanjša pa z modro barvo. (Vries & de Boer, 2010)

Slika 8: Primerjava porabe energije pri proizvodnji mokaarjev, mleka, svinjine, perutnine in govedine (Vries & de Boer, 2010)



Poraba zemljišč pri proizvodnji enega kilograma užitnih beljakovin. Največja poraba je označena z rdečo, najmanjša pa z modro barvo. (Vries & de Boer, 2010)

Slika 9: Poraba prostora za gojenje molarjev in ostalih virov beljakovin (Vries & de Boer, 2010)

3. OD MOKARJEV DO MOKE

3.1 Metodologija

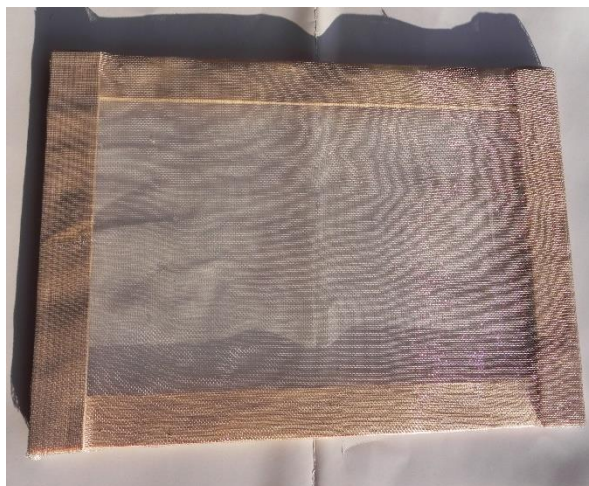
Za zbiranje in utemeljevanje informacij v moji projektni nalogi sem izbrala več metod zbiranja podatkov. Podatke o pogostnosti uživanja mesa in specifične vrste mesa ter pripravljenosti ljudi, da bi se prehranjevali z ličinkami mokaarja, sem uspela pridobiti z metodo spraševanja. Poleg te metode sem uporabila tudi metodo poizkusa ali eksperimenta. Z opazovanjem in stalnim zapisovanjem podatkov vzgoje hroščev *Tenebrio molitor* sem uspela pridobiti informacije o hitrosti razmnoževanja hroščev mokaarjev in količini zaužite hrane. S kemijsko analizo določevanja skupnih aminokislin sem pridobila podatke o odstotnem deležu beljakovin v enem gramu moka iz ličink. S pomočjo mikrobioloških analiz, izolacij mikroorganizmov iz trdega vzorca, sem lahko določila primernost uživanja doma vzrejenih ličink. Senzorično obdelavo podatkov peke pšeničnega kruha z dodano vrednostjo beljakovin ličink mokaarja sem primerjala z uradnim kriterijem za ocenjevanje kruha. Na podlagi opisnih komentarjev senzoričnega ocenjevanja kruha z dodatkom mokaarjev sem lahko sklepala o kakovosti in vsečnosti oblike, strukture, prožnosti, vonja in videza kruha.

3.1.1 Vzreja mokaarjev

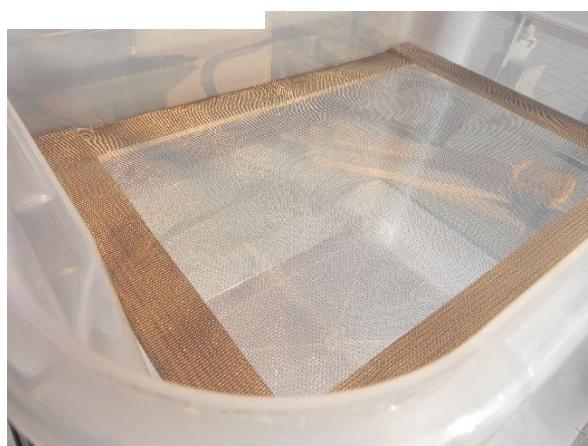
Hrošče mokaarje sem kupila na spletnem portalu Bolha.si, saj je znano, da imajo hrošči iz trgovin za male živali zmanjšano spolno slo zaradi nenehnega sorodstvenega razmnoževanja. Za vzrejo mokaarjev sem potrebovala dve plastični posodi z različnima globinama, tako da sem lahko eno posodo namestila v drugo. Posodi z manjšo globino sem s tapetniškim nožem izrezala dno v obliki pravokotnika. Nato sem sestavila lesen okvir v obliki pravokotnika. Na sestavljen pravokotni leseni okvir sem nato pritrdila kovinsko mrežico z odprtini 2 x 4 mm. Nato sem leseni okvir z mrežico vstavila v posodo z izrezanim dnom. V posodo z večjo globino sem dala pšenično moko tipa 500, še pred tem pa sem vanjo s pomočjo segretega žeblija naredila luknjice za dovod zraka. V to posodo bodo skozi kovinsko mrežo padala jajčeca mokaarjev in se samodejno ločevala. V posodo z manjšo globino (z mrežico) sem potresla rahlo zmlete ovsene kosmiče. Ta posoda

je predstavljala habitat za razmnoževanje, rast in prehranjevanje hroščev mokařev. S tem sistemom sem zagotavljala strogo ločevanje odraslih hroščev, jajčec in ličink mokařev. Ličinke sem premestila v terarij, kjer sem jih gojila posebej na mešanici moka in ovsenih kosmičev. Za prehrano mokařev sem uporabila domačo zelenjavo, sadje in druge organske odpadke. Za hidracijo hroščev sem poskrbela s prehrano. Hroščem sem zagotovila ustrezno 65-odstotno vlago, temperaturo (25 °C) in svetlobo (rahlo svetel prostor).

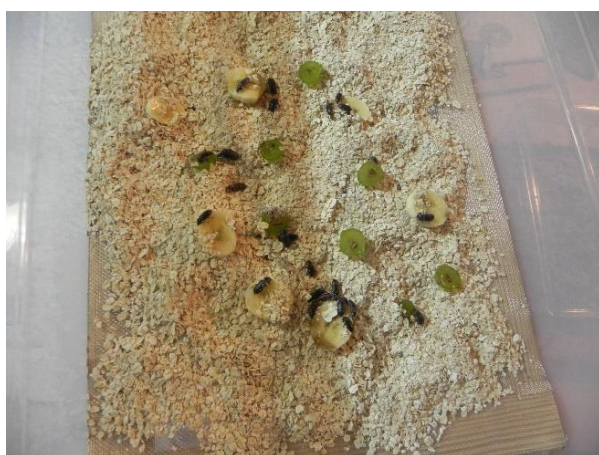
Postopek izdelave gojitvenega prostora:



Slika 10: Sestavljanje okvirja in pritrdjevanje mrežice na okvir



Slika 9: Postavitev lesenega okvirja z mrežico v plastično posodo in dokončen prostor za gojenje mokařev



Slika 10: Dodajanje ovsenih kosmičev in nastanitev hroščev mokařev in dodajanje koščkov banan in grozdja kot vir hrane in vode za hrošče mokaře

3.1.2 Tehnološki postopek pridobivanja moke iz ličink mokařev

Moko oziroma prah sem pridobila tako, da sem določeno količino mokařev najprej presejala in jih ločila v zaprto posodo, kjer sem jih pustila 24 ur. Nato sem ličinke mokařev zamrznila na temperaturo - 18 °C. Po najmanj dveh urah sem zmrznjene mokaře razporedila po pladnju, obloženim s papirjem za peko. Ličinke mokařev sem razporedila po celotni velikosti pladnja, tako da se med seboj niso dotikale. Nato sem ličinke sterilizirala in sušila 30 minut v pečici, segreti na 135 °C. Med sušenjem so ličinke postale od temno rjave do zlate barve. Ko so se ličinke posušile, sem jih pustila, da so se počasi ohlajale. Posušene ličinke mokařev sem zdrobila v terilnici, dokler nisem dobila prahu oz. moki podobne konsistence. Te moke nisem uporabila za izdelovanje kruha, saj ličinke niso bile analizirane za prisotnost patogenih mikroorganizmov in drugih mogočih strupenih snovi.



Slika 11: Sejanje mokařev čez cedilo in tehtanje mokařev pred zamrzovanjem



Slika 12: Razporejene ličinke mokarjev na pladnju in tehtanje posušenih mokarjev



Slika 13: Posušene ličinke mokarjev in drobljenje ličink mokarjev v terilnici s pestilom



Slika 14: Zdrobljene posušene ličinke mokarjev in moka/prah ličink mokarjev

3.1.3 Vsebnost surovih beljakovin – analiza po Kjeldahlu

Ker moja projektna naloga temelji predvsem na primerjavi beljakovin mesa z beljakovinami ličink mokaarjev, sem želela izvedeti, kakšen odstotek surovih beljakovin je prisoten v enem gramu ličink, ki sem jih vzgojila. Odločila sem se, da opravi indirektno metodo določanja aminokislin – analiza po Kjeldahlu. Ker na naši šoli nisem imela možnosti, da bi opravila te specifične analize, sem vzorec za analizo odnesla na Veterinarsko fakulteto v Ljubljani (priloga 1).

Analiza po Kjeldhalu temelji na določevanju vsebnosti dušika tako v organskih kot tudi anorganskih snoveh. Metoda poteka tako, da vsebino vzorca z žveplovo (VI) kislino segrejemo na visoko temperaturo (360–410 °C). S pomočjo kisline in katalizatorja beljakovine oksidirajo v amonijev sulfat (VI). Ko se barva vzorca spremeni v svetlo zeleno, vemo, da je oksidacija končana.

3.1.4 Izolacija mikroorganizmov iz trdega vzorca moka iz mokaarjev

Za izolacijo mikroorganizmov iz trdega vzorca moka iz mokaarjev sem se odločila, da bi preverila njihovo prisotnost in primerjala različne bakterije v moki iz doma vzgojenih mokaarjev in kupljenih mokaarjev. Uporabila sem metodo resuspendiranja in cepljenja na gojišče. To metodo sem izbrala, saj sem trdi vzorec (moko iz mokaarjev) najprej morala resuspendirati v fiziološki raztopini. Za izolacijo mikroorganizmov iz moka iz mokaarjev sem najprej pripravila hranilne podlage oziroma gojišča, na katerih se mikroorganizmi prehranjujejo in dobijo vodo. Pripravila sem osnovno trdo gojišče s hranljivim agarjem.

Za pripravo hranljivega gojišča sem potrebovala:

- erlenmajerico,
- merilni valj,
- avtomatsko tehtnico,
- stekleno palčko za mešanje,
- plinski gorilnik, mrežico in stojalo,
- krpo,
- osem petrijevih plošč,
- hranljivi agar,
- destilirano vodo,

- oprijemalne škarje.

Tehnika dela za pripravo hranljivih podlag za mikroorganizme je potekala aseptično (15-centimeterski radij gorilnika). Najprej sem petrijevke označila z imenom, priimkom, razredom, datumom, imenom vzorca in številom razredčitve. Nato sem se lotila računanja količine dehidriranega gojišča in količine destilirane vode za osem petrijevih plošč. Količino potrebnega dehidriranega gojišča (2,76 g) sem natehtala v erlenmajerico, v katero sem nato dodala 120 ml destilirane vode. Erlenmajerico z destilirano vodo in dehidriranim gojiščem sem segrevala nad plamenom plinskega gorilnika. Pri tem sem raztopino ves čas mešala s stekleno palčko. Ko je raztopina začela vreti in je postala bistra, brez koščkov trdih delcev, sem plamen gorilnika zmanjšala in pustila vreti še nadaljnjih pet minut. Po petih minutah sem erlenmajerico s stojala aseptično odstranila s pomočjo oprijemalnih škarij. Erlenmajerico z vročim raztopljenim gojiščem sem ovila v krpo. Preden sem gojišče zliła v petrijevo ploščo sem rob erlenmajerice preventivno potegnila skozi ogenj. Nato sem petrijevo ploščo odprla pod kotom 45° in vanjo previdno vlila okoli 15 ml gojišča. Pri tem sem pazila, da ne bi nastali mehurčki. Petrijevo ploščo sem zatem zaprla in jo previdno premikala v krožnih gibih, da se je gojišče enakomerno porazdelilo. Nato sem počakala, da se je gojišče strdilo in ohladilo.



Slika 15: Priprava petrijevih plošč pred dodajanjem gojišča

Izračun količine destilirane vode za 8 petrijevih plošč:

1 petrijevka 15 ml destilirane vode

p = petrijevka

8 petrijev x ml destilirane vode

dv = destilirana voda

$$1p \cdot X = 8p \cdot 15 \text{ ml (dv)}$$

$$X = 120 : 1p$$

$$X = 120 \text{ ml destilirane vode}$$

Izračun količine dehidriranega gojišča za 8 petrijevih plošč:

1000 ml destilirane vode.....23 g hranljivega agarja

ha = hranljivi agar

120 ml destilirane vode.....X g hranljivega agarja

$$1000 \text{ ml (dv)} \cdot X = 23 \text{ g (ha)} \cdot 120 \text{ ml (dv)}$$

$$X = 2760 : 1000 \text{ g (ha)}$$

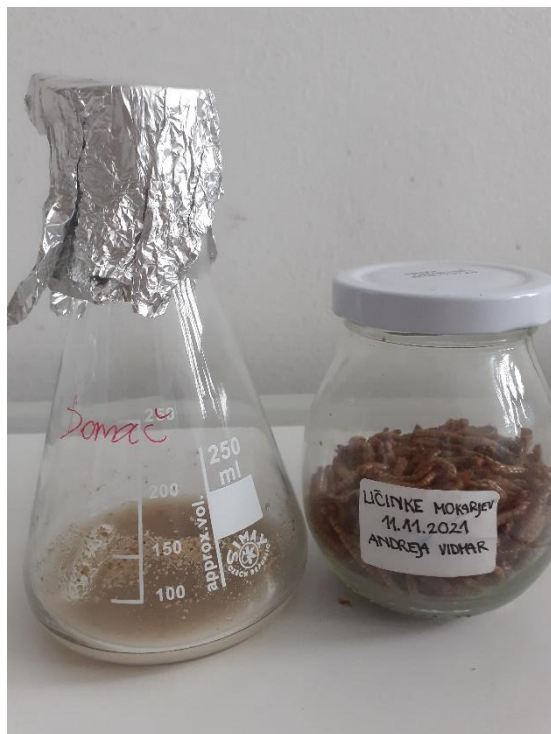
$$X = 2,76 \text{ g (ha)}$$

Za izolacijo mikroorganizmov iz trdnega vzorca sem potrebovala:

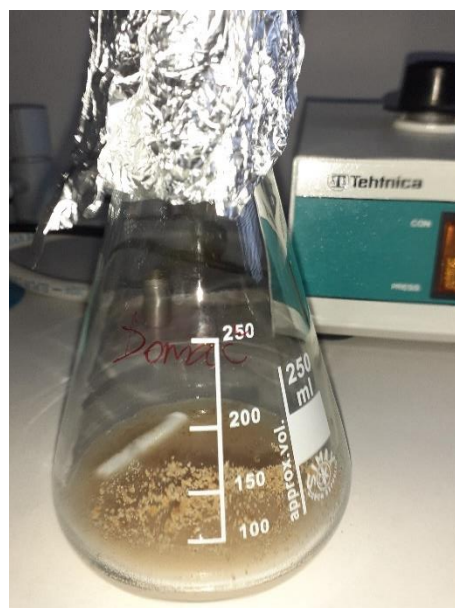
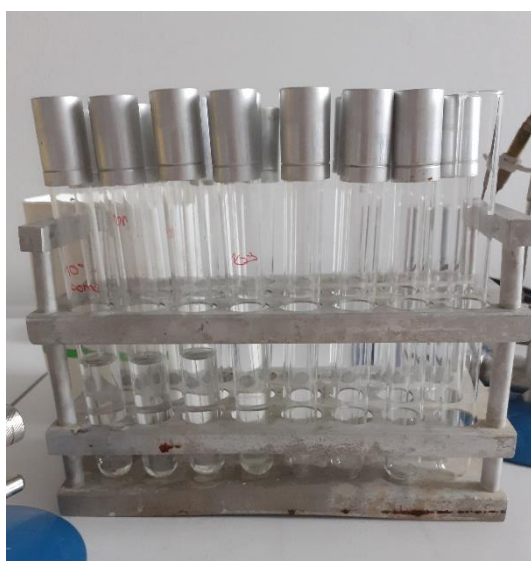
- petrijeve plošče s predhodno pripravljenim gojiščem (hranljivi agar),
- erlenmajerico,
- fiziološko raztopino,
- sterilne epruvete,
- mešalnik z magnetom,
- spatulo,
- čašo z etanolom,
- polavtomatske pipete,
- tipse,
- tehtnico,
- terilnico s pestilom,
- aluminijasto folijo.

Za izolacijo mikroorganizmov iz trdnega vzorca sem najprej natehtala en gram vzorca mokaerjev in jih zdrobila v terilnici s pestilom. Vzorec sem sterilno prenesla v erlenmajerico in vanjo s polavtomatsko pipeto dodala 20 ml sterilne fiziološke raztopine. V erlenmajerico sem nato dala magnet in jo pokrila z aluminijasto folijo, da vsebina ostane sterilna. Erlenmajerico sem postavila na magnetno mešalo in pustila, da se raztopina dobro premeša. V tem času sem pripravila epruvete z 9 ml fiziološke raztopine. Ko se je suspenzija dobro premešala, sem s polavtomatsko pipeto 1 ml suspenzije prenesla v 1. epruveto. Pri tem sem pazila, da sem zajela čim manj trdih delcev. Prvo epruveto sem zmešala in iz nje prenesla 1 ml suspenzije v 2. epruveto. Drugo epruveto sem prav tako zmešala. Iz 2. epruvete sem ponovno prenesla 1 ml vzorca v 3. epruveto in jo zmešala. Pri prenašanju 1 ml suspenzije v vsako epruveto, sem pazila, da sem za vsako razredčitev vzela nov sterilni tips in preprečila nenatančnost oz. kontaminacijo vzorcev. Ko sem končala z razredčitvami, sem se lotila prenašanja in razmazovanja suspenzije na gojišča. Vsako razredčitev sem nanese na dve petrijevi plošči. Na gojišča sem sterilno prenesla 0,1 ml razredčene suspenzije. Suspenzijo sem nato s spatulo, ki sem jo pomočila v alkohol in sterilizirala nad plamenom ognja razmazala. Pri razmazovanju sem pazila, da je bila spatula dovolj ohlajena, kar sem preverila ob robu gojišča. Ko sem končala z delom, sem petrijeve plošče zavila v aluminijasto folijo in nanjo napisala ustrezne podatke. Gojišča sem 48 ur inkubirala pri 37 °C. Petrijeve plošče

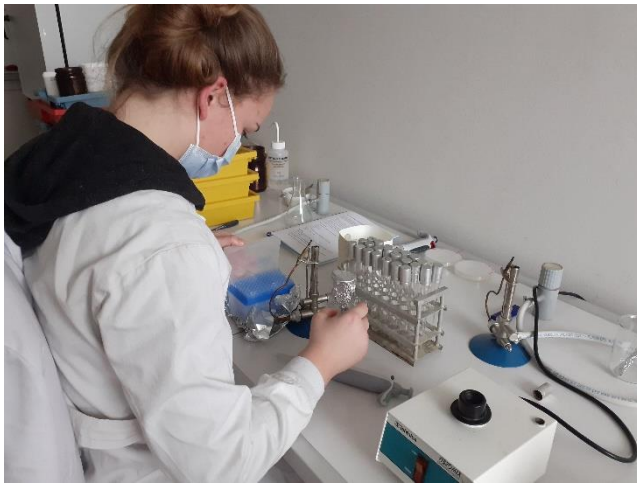
sem pustila obrnjene s pokrovom navzgor, da suspenzija ne bi pokapljala pokrova. Po 48 urah sem narobe obrnjene petrijeve plošče (zaradi kondenza) prestavila v hladilnik.



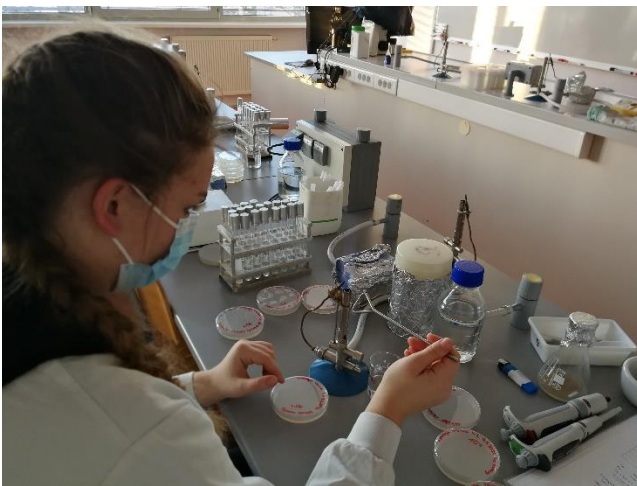
Slika 16: Resuspendirani vzorec domačih mokrjev in mešanje vzorca z magnetnim mešalom



Slika 11: Epruvete s fiziološko raztopino in vzorec, zmešan s fiziološko raztopino



Slika 18: Sterilno redčenje suspenzije mokarjev in prenašanje suspenzije na gojišča



Slika 19: Sterilizacija spatule in razmazovanje vzorca ter inkubacija gojišč (spodnja slika)



3.1.5 Tehnološki postopek peke kruha iz moke mokařev in pšeničnega kruha iz moke tipa 500

Po pravilniku je kruh pekovski izdelek, izdelan z mesenjem, oblikovanjem, vzhajanjem in peko testa, zameščenega iz krušnih ali nekrušnih žit in vode oziroma druge ustrezne tekočine, pekovskega kvasa ali drugega sredstva za vzhajanje, dovoljenih aditivov ter drugih surovin, ki ustrezajo predpisani minimalni kakovosti. Glede na vrsto uporabljenih surovin in način izdelave se kruh po pravilniku deli na:

1. pšenični kruh,
2. rženi kruh,
3. kruh iz drugih krušnih žit,
4. mešani kruh,
5. kruh posebnih vrst.

Odločila sem se, da poleg kruha z dodano moko iz mokařev naredim še kruh iz pšenične moke tipa 500. S pomočjo pšeničnega kruha sem lahko primerjala razlike med senzoričnimi parametri in všečnostjo kruha preizkuševalcem. Tehnološki postopek izdelave kruha je bil za oba kruha enak. Razlikovala sta se le v količini pšenične bele moke – kruh z dodano moko iz mokařev je vseboval 900 g bele pšenične moke in 100 g moke iz mokařev, beli kruh pa je vseboval 1000 g bele pšenične moke. Kot je bilo omenjeno že predhodno, je najvišja dovoljena raven količine dodane moke iz mokařev ali celih mokařev le 10 g na 100 g živila.

Sestavine za izdelavo kruha z dodano moko iz mokařev:

- 900 g pšenične bele moke,
- 100 g moke iz mokařev,
- 30 g svežega kvasa,
- 20 g soli,
- 10 g sladkorja,
- 0,7 l mlačne vode.

Sestavine za izdelavo kruha iz pšenične moke tipa 500:

- 1000 g pšenične bele moke,
- 30 g svežega kvasa,
- 20 g soli,
- 10 g sladkorja,
- 0,7 l mlačne vode.

Tehnološki postopek izdelave kruha:

Najprej sem potrebne surovine natehtala na digitalni tehtnici in dodala potrebno količino vode. Nato je sledilo mešanje sestavin v mešalniku s spiralastim mešalom, ki je potekalo toliko časa, da sem dobila popolnoma homogeno testo. Sledilo je 15-minutno vzhajanje testa. Po vzhajanju sem obe vrsti testa razdelila na pet 320-gramskih kosov. Kose testa sem oblikovala s strojem za valjanje testa tako, da sem dobila enako dolge in debele podolgovate kose. Nato sem vsak kos zavila v spiralni par, tako da sem dobila dva kosa testa iz moke iz mokaarjev in dva iz navadne bele moke. Ker mi je pri obeh vrstah testa ostal en kos testa, sem naredila še hlebček, narejen iz testa iz moke iz mokaarjev in navadne bele moke. Napravljene hlebčke sem postavila v pripravljene modele za kruh. Po končnem oblikovanju je sledilo 30-minutno vzhajanje v vzhajalni komori. Sledilo je 60-minutno pečenje pri 200 °C, in sicer do lepe zlatorjave barve.



Slika 20: Tehtanje surovin z digitalno tehtnico



Slika 21: Mešanje surovin obeh vrst kruha in testo iz moke iz molarjev (na levi) in testo iz moke tipa 500 (na desni)



Slika 22: Oblikovanje testa



Slika 23: Oblikovano testo iz moke iz mokařev pred in po vzhajanju



Slika 12: Peka kruha v veĉetaŹni peĉi



Slika 25: Prerez peĉenega in ohlajenega kruha

3.1.6 Senzorična ocena beljakovinskega kruha z moko mokaarjev

Pri senzoričnem ocenjevanju kruha je sodelovalo 12 profesorjev in 20 dijakov Živilske šole (BIC Ljubljana). Senzorične ocene so bile zelo različne. Senzorični ocenjevalni list (priloga 2) je bil sestavljen iz dveh delov – ocenjevanje navadnega belega kruha in kruha z mokaarji. Ocenjevalna tabela je vsebovala ocenjevalni kriterij, možne točke, ki jih lahko doseže kruh, dosežne točke okušenega kruha in neobvezni opisni komentar. Ocenjevalni kriterij za določitev točk sem prevzela in priredila po Uradnem sistemu ocenjevanja kruha Žitne skupnosti. Točkovni sistem je bil že predhodno prirejen na največ 20 možnih točk. Poleg ocenjevalne tabele so morali okuševalci ogovoriti še na vprašanji, ali jim je bil kruh všeč in zakaj. Izračunala sem povprečne ocene profesorjev in dijakov in jih predstavila v spodnjih preglednicah.

Povprečne ocene profesorjev:

Kruh iz bele pšenične moka:

Tabela 7: Ocena belega kruha – profesorji

Ocenjevalni kriterij	Možne točke	Povprečna ocena doseženih točk
Oblika in videz	1	1
Izgled in lastnosti skorje	2	1,9
Izgled sredice	4	3,9
Struktura in prožnost	4	3,9
Vonj in okus	9	8,6
Skupno število točk	20	19,3

Kruh iz pšenične bele moka je bil vsem profesorjem zelo všeč. Zdel se jim je okusen, ker jim je bil okus znan in je imel kruh značilen vonj po pšenici. Povprečno skupno doseženo število točk je bilo 19,3 od 20. Kruh je zgubil točke pri izgledu in lastnostih skorje, saj je bila barva rahlo neenakomerna. Sredica je bila prav tako rahlo neenakomerne konsistence in lepljive teksture. Večini profesorjev je bil kruh okusen, točke je zgubil zaradi pomanjkanja soli.

Kruh iz moke iz mokařev:

Tabela 8: Ocena kruha iz mokařev – profesorji

Ocenjevalni kriterij	Mořne točke	Povprečna ocena doseženih točk
Oblika in videz	1	1
Izgled in lastnosti skorje	2	2
Izgled sredice	4	4
Struktura in prořnost	4	4
Vonj in okus	9	8
Skupno řtevilo točk	20	19

Po mnenju profesorjev je imel kruh z dodano moko iz mokařev ustrezno obliko in videz. Skorja je izgledala lepo zapečena in ravno prav hrustljava. Sredica je bila mehka in lepe konsistence, struktura je bila gladka in brez grudic. Vsem profesorjem je bil kruh iz moke iz mokařev všeč. Točko je zgubil le zaradi specifičnega okusa. Mnenje profesorjev je bilo, da je okus kruha nekoliko grenak in močan. Nekaterim okus ni bil všeč, saj so zaznali okus po řarkem in kislem. Nekateri so v vonju in okusu zaznali kvas. Nekaterim profesorjem je bil okus kruha zelo všeč, saj so v njem zaznali oreške, kar bi se lahko odlično prilegalo različnim namazom.

Povprečne ocene diřakov:

Kruh iz bele pšenične moke:

Tabela 9: Ocena belega kruha – diřaki

Ocenjevalni kriterij	Mořne točke	Povprečna ocena doseženih točk
Oblika in videz	1	1
Izgled in lastnosti skorje	2	2
Izgled sredice	4	4
Struktura in prořnost	4	4
Vonj in okus	9	8,1
Skupno řtevilo točk	20	19,1

Večini dijakov je bil pšenični kruh všeč, saj je imel značilen videz, ravno prav zapečeno skorjo, lepo mehko sredico in prožnost ter značilen pšenični vonj in rahlo sladkast okus.

Kruh iz moke iz mokařjev:

Tabela 10: Ocena kruha iz mokařjev – dijaki

Ocenjevalni kriterij	Mořne točke	Povprečna ocena doseęženih točk
Oblika in videz	1	1
Izgled in lastnosti skorje	2	1,9
Izgled sredice	4	3,7
Struktura in prožnost	4	3,7
Vonj in okus	9	7,7
Skupno řtevilu točk	20	18

Vsi dijaki, razen enega, so obkroęili, da jim je bil kruh z mokařji všeč. Oblika in videz sta se jim zdela značilna. Bili so mnenja, da je skorja lepo zapečena in ravno prav hrustljava. Sredica je bila mehka in ni bila zbita. Opazili so, da sta tako sredica kot tudi skorja nekoliko temnejše barve, kar spominja na polbeli kruh. Kruh se jim je zdel zanimiv, nenavaden in drugačen, okus jih je spominjal na okus řženega kruha. Diak, ki mu kruh ni bil všeč, je bil mnenja, da ima kruh premočan okus in vonj.

3.1.7 Hranilna vrednost kruha

Moj namen uporabe moke iz mokařev pri peki kruha je bil predvsem, da se prvotne senzorične značilnosti kruha ne spremenijo tako zelo. Bistvenega pomena je bilo, da se spremeni predvsem hranilna vrednost običajnega kruha, zato sem glede na uporabljene surovine izračunala hranilno vrednost obeh vrst kruha.

Tabela 11: Hranilna vrednost belega kruha

Pšenični beli kruh	Na 100 g
Energijska vrednost	348 kcal
Maščobe	1,3 g
- Od tega nasičene maščobe	0,2 g
Ogljikovi hidrati	73 g
- Od tega sladkorji	1,2 g
Beljakovine	11 g
Sol	2,1 g

Tabela 12: Hranilna vrednost kruha iz moke mokařev

Kruh z mokaři	Na 100 g
Energijska vrednost	362 kcal
Maščobe	4 g
- Od tega nasičene maščobe	0,8 g
Ogljikovi hidrati	67 g
- Od tega sladkorji	1,3 g
Beljakovine	15 g
Sol	1,9 g

Ugotovila sem, da se beljakovinska vrednost kruha z mokaři močno zviša. Poleg beljakovin se zviša tudi delež maščob. Kruh z mokaři vsebuje kar 15 gramov beljakovin, kar pomeni, da bi se lahko primerjal z ostalimi tako imenovanimi beljakovinskimi kruhi, ki jih lahko najdemo na tržišču. Uredba (ES) št. 1924/2006 Evropskega parlamenta o prehranskih in zdravstvenih trditvah na živilih namreč določa: »Trditev, da je živilo vir beljakovin, in katera koli trditev s podobnim pomenom za potrošnika, je dopustna samo, kadar vsaj 12 % energijske vrednosti živila zagotavljajo beljakovine.«

3.1.8 Izračun stroškov za izdelavo kruha iz moka iz mokaerjev

Izračunala sem stroške porabljenih surovin, elektrike in dela ter jih vnesla v preglednico. Tako sem lahko ugotovila, kakšna bi bila okvirna cena posameznega izdelka.

Stroški surovin in izdelave kruha				
Ime izdelka: Beljakovinski kruh z moko ličink mokaerjev				
Zaporedna številka	Vrsta surovine	Cena surovine/kos	Količina porabljene surovine	Cena porabljene surovine
1.	Moka tip 500 (1000 g)	0,55 €	900 g	0,50 €
2.	Moka mokaerjev (125 g)	19,99 €	100 g	15,99 €
3.	Sveži kvas (500 g)	1,67 €	30 g	0,40 €
4.	Sol (1000 g)	0,50 €	20 g	0,01 €
5.	Sladkor (1000 g)	0,89 €	10 g	0,0089 €
Električna energija/uro				0,50 €
Delo				1 h = 10 €
Skupni stroški				37,90 €
Teža izdelka				1560 g
Prodajna teža izdelka				500 g
Cena izdelka				9,3 €

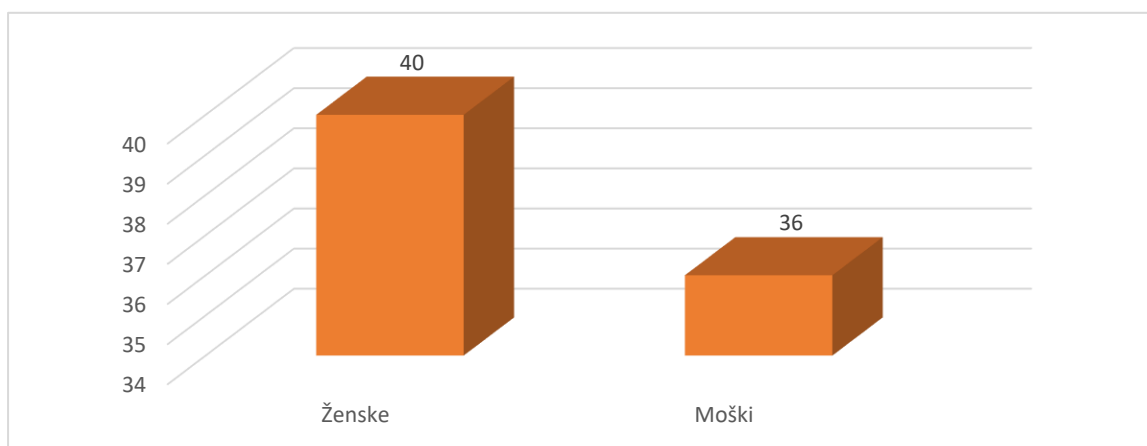
Tabela 13: Izračun stroškov kruha z moko iz mokaerjev

3.2 REZULTATI

3.2.1 Rezultati analize spletne ankete

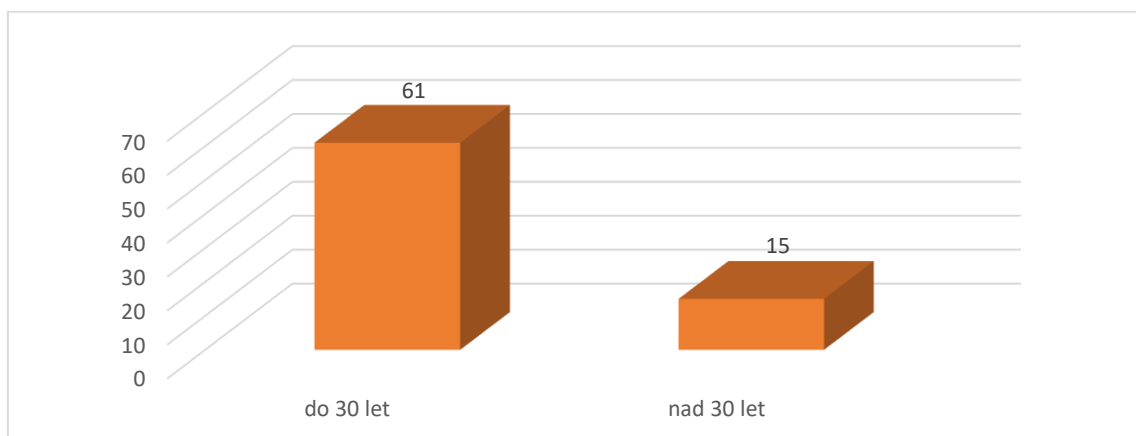
Anketirala sem 76 ljudi, od tega 40 žensk in 36 moških. Anketa je vsebovala 10 kratkih vprašanj. Udeleženci spletne ankete so ostali anonimni. Podatke sem zbirala s pomočjo spletnih omrežij Instagram in Facebook. Zbrane anketne odgovore sem nato uredila v programu Excel in jih prikazala v obliki grafov.

Vprašanje 1: Označite spol.



Graf 1: Spol anketirancev

Vprašanje 2: V katero starostno skupino spadate?



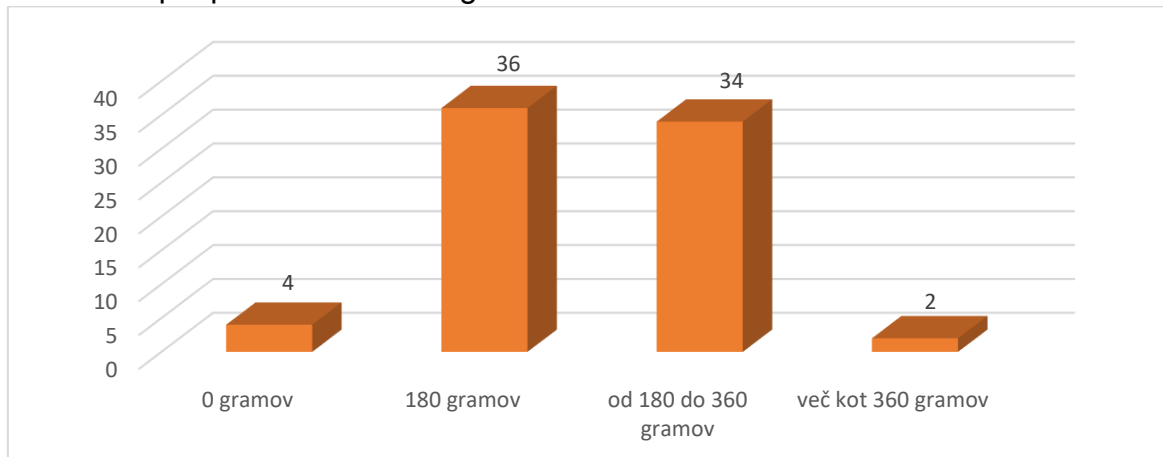
Graf 2: Starost anketirancev

Več kot polovica, 61 udeležencev, je bila stara 30 let ali manj. Ostali udeleženci so bili starejši od 30 let. S pomočjo podatkov o starosti udeležencev sem lahko predvidevala rezultate pri nekaterih vprašanjih. Kot je iz grafa razvidno, so bili

anketiranci predstavniki mlajše populacije. Slednja je bolj odprta za odkrivanje in sprejemanje novih okusov, jedi in kultur.

Vprašanje 3: Koliko mesa povprečno zaužijete na dan?

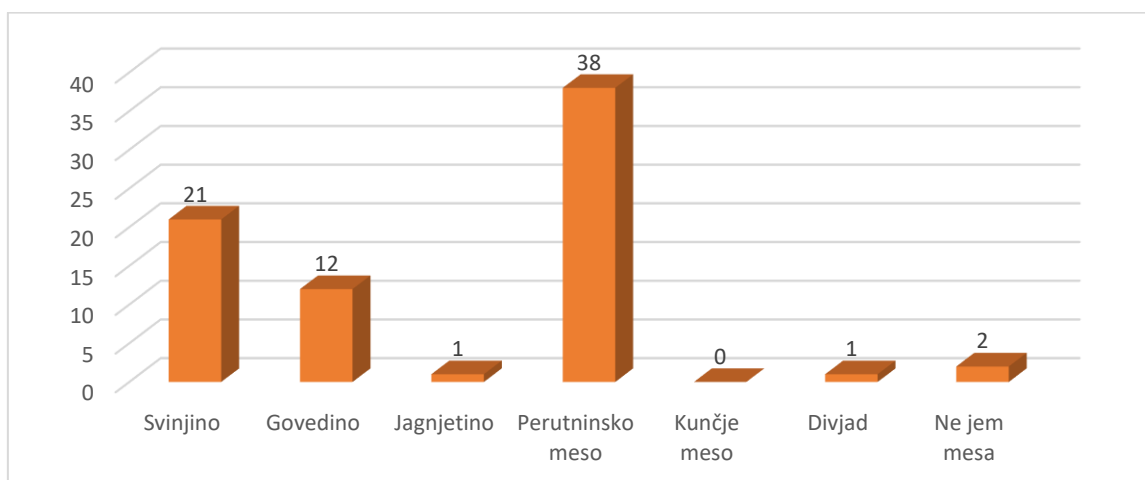
En zrezek povprečno tehta 180 gramov.



Graf 3: Povprečna dnevna količina zaužitega mesa dnevno

Pri tretjem vprašanju sem pri anketirancih želela ugotoviti povprečno dnevno količino zaužitega mesa. En zrezek povprečno tehta 180 g. Štirje udeleženci ne uživajo mesa oziroma ga uživajo v minimalnih količinah (manj kot 180 g). Približno en zrezek na dan zaužije 36 udeležencev, dva zrezka na dan zaužije 34 udeležencev. Na krožnikih dveh anketirancev pa se na dan povprečno znajde več kot 360 g mesa.

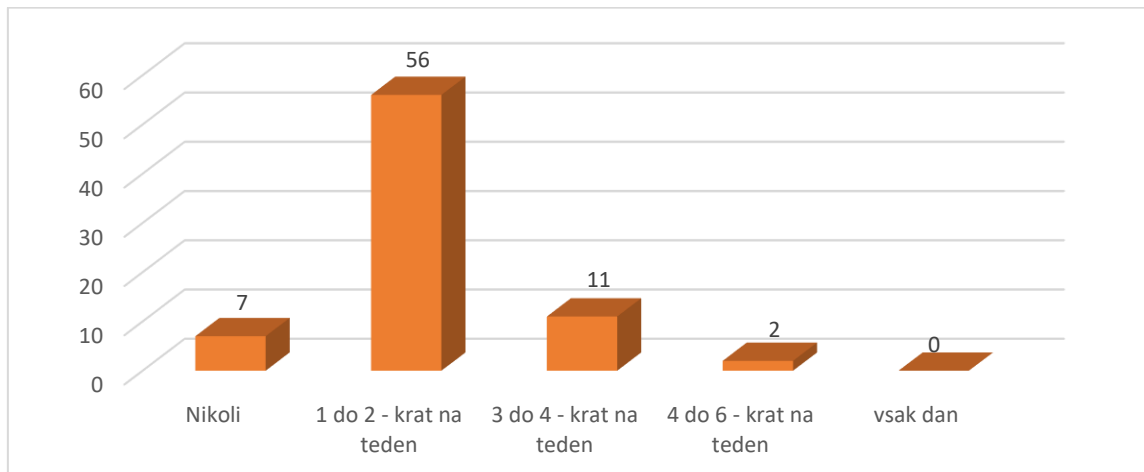
Vprašanje 4: Katero vrsto mesa največkrat uživate?



Graf 4: Najpogostejše uživana vrsta mesa

Iz grafa je razvidno, da polovica udeležencev najpogosteje uživa perutnino, sledi ji svinjina (21 anketirancev). Govedino najpogosteje uživa 12 ljudi. Divjačino in jagnjetino uživata le dva anketiranca. Kunčje meso pa se je izkazalo za najmanj pogost vir beljakovin na krožnikih anketirancev, saj zanj ni glasoval nihče. Dva udeleženca ne uživata mesa.

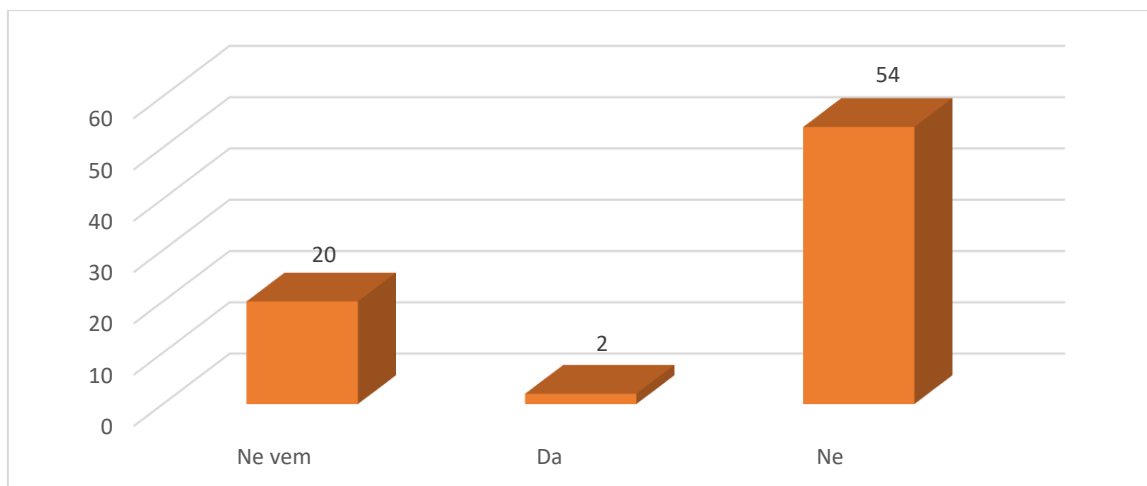
Vprašanje 5: Kako pogosto uživate goveje meso?



Graf 5: Pogostost uživanja mesa

S petim vprašanjem sem želela ugotoviti, kako pogosto anketiranci uživajo goveje meso. Po rezultatih študij je proizvodnja govejega mesa največji onesnaževalec, proizvajalec toplogrednih plinov in porabnik pitne vode. Ugotovila sem, da 9 % udeležencev ne je govejega mesa. Največ udeležencev (kar 74 %) goveje meso uživa le od 1- do 2-krat tedensko. Enajst udeležencev, kar je 14 %, uživa goveje meso od 3- do 4-krat tedensko. Več kot 4-krat tedensko uživata goveje meso le dva anketiranca (4 %). Nihče od udeležencev ankete ne uživa govedine vsak dan.

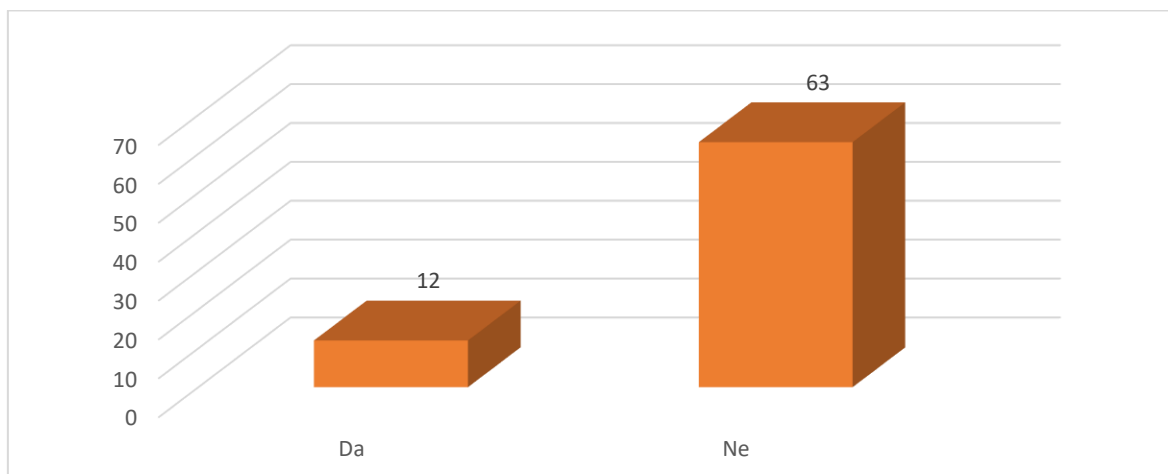
Vprašanje 6: Ste že kdaj poskusili ličinke mokařja v kateremkoli prehranskem izdelku?



Graf 6: Uživanje ličink mokaarjev

Iz grafa je razvidno, da 54 ljudi še ni poskusilo ličink mokaarjev, 20 jih ne ve oziroma se ne spomni, da bi jih poskusili, le dva udeleženca pa sta že poskusila ličinke mokaarjev.

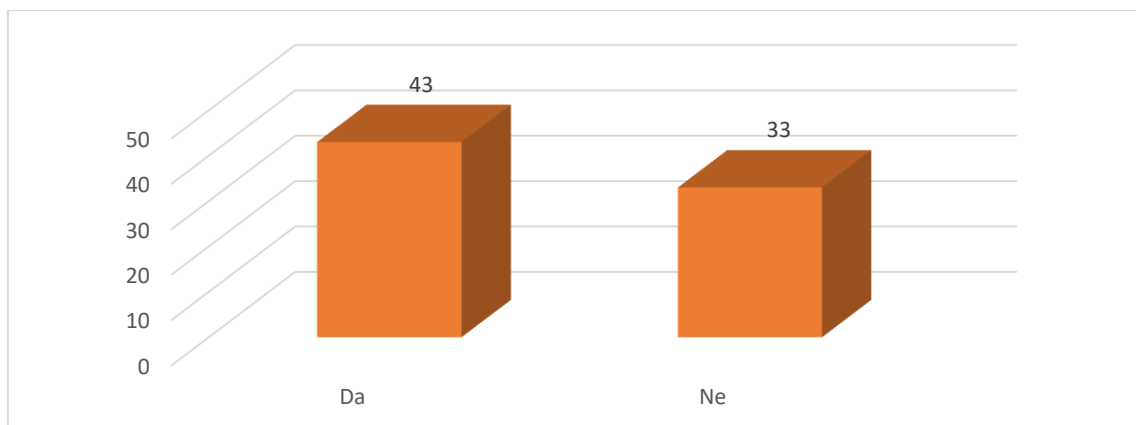
Vprašanje 7: Ali bi bili pripravljeni mesni vir beljakovin zamenjati za beljakovine iz ličink mokaarjev in jih uživati kot samostojni obrok – posušene ličinke?



Graf 7: Pripravljenosti ljudi za zamenjavo mesa kot beljakovinskega vira z mokaarji

Iz grafa je razvidno, da celih posušenih ličink mokaarjev ne bi uživalo 63 ljudi, kar sem pričakovala, saj ličinke na prvi pogled ne izgledajo okusne oz. privlačne. Kot del vsakodnevne prehrane bi ličinke mokaarjev uživalo 12 ljudi. Rezultat je presenetljiv, saj nisem pričakovala tako visoke pripravljenosti ljudi, da bi uživali cele ličinke.

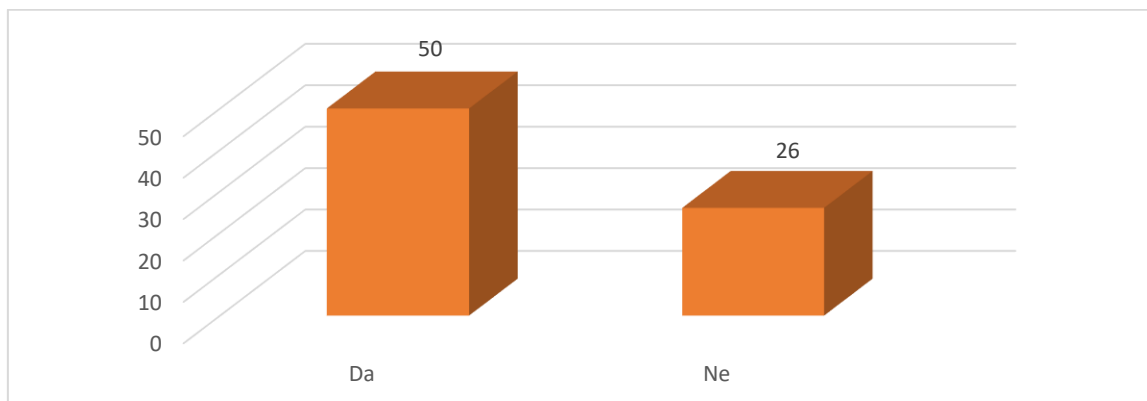
Vprašanje 8: Ali bi bili pripravljeni uživati ličinke mokaarjev v obliki moka? Moka iz mokaarjev je odlična sestavina, ki jo lahko uporabimo pri peki slaščic, kruha in drugih pekovskih izdelkov.



Graf 8: Pripravljenost ljudi za uživanje mokarjev v obliki prahu/moke

Moka iz mokarjev v pekovskih in slaščičarskih izdelkih ter drugih jedeh bi bila, kot je razvidno iz grafa, odlična alternativa običajnim beljakovinskim virom. Kar 43 ljudi bi uživalo mokarje kot beljakovinski vir, če bi bili v obliki prahu. 33 ljudi pa jih kljub drugačni obliki še vedno ne bi uživalo.

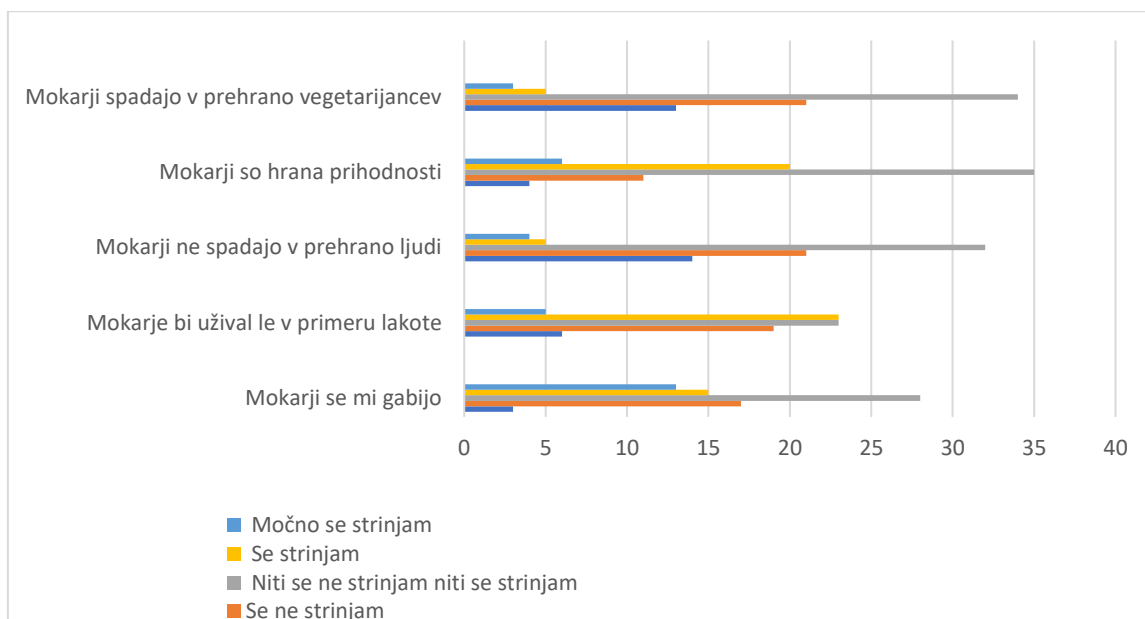
Vprašanje 9: Se vam zdi, da bi lahko s pridelavo ličink mokarjev zmanjšali nekatere svetovne probleme, kot so lakota, pomankanje pitne vode, onesnaževanje?



Graf 9: Zmanjšanje svetovnih problemov z mokarji

Želela sem ugotoviti, kakšno število udeležencev se zaveda prednosti ličink kot alternative drugim vrstam mesa. Ugotovila sem, da se 50 ljudi strinja s trditvijo, da so ličinke lahko rešitev številnih svetovnih problemov. Kljub temu jih, kot je razvidno iz prejšnjih grafov, še vedno ne bi uživali. Ostali anketiranci so mnenja, da žuželke niso rešitev za probleme sodobnega časa.

Vprašanje 10: Označite vaše strinjanje s trditvami.



Graf 10: Strinjanje ljudi z trditvami o mokarjih

Zadnje vprašanje je bilo sestavljeno iz trditev, udeleženci pa so morali označiti strinjanje z njimi. Na voljo so imeli, da se s trditvijo močno strinjajo, strinjajo, niti ne strinjajo niti strinjajo, ne strinjajo ali močno ne strinjajo. Pri vseh trditvah je bil po pričakovanjih najbolj pogost nevtralen odgovor (niti se ne strinjam niti se strinjam).

S prvo trditvijo, da mokarji spadajo v prehrano vegetarijancev, se ni strinjalo več kot 28 anketirancev. Zanimivo je, da se je 20 ljudi s to trditvijo strinjalo. Tako različna, kot so mnenja anketiranih ljudi, so tudi mnenja znanstvenikov. Po raziskavah švedske skupine naj bi ličinke in črvi imeli razvit sistem za zaznavanje bolečine. Vendar naj bi po mnenju drugih znanstvenikov ličinke mokaerjev imele preprost živčni sistem, ki pa nima sposobnosti obdelave čustvenih informacij, zato naj ne bi doživljale trpljenja. Torej lahko predvidevamo, da bi se ljudje, ki so se za vegetarijanstvo odločili zaradi etike, z njimi vseeno prehranjevali.

Kljub temu pa se je z drugo trditvijo, da so mokarji hrana prihodnosti, 26 ljudi strinjalo oziroma močno strinjalo, 15 ljudi pa se s to trditvijo ni strinjalo. S temi odgovori sem ugotovila, da je možnost vzgoje mokaerjev za prehrano ljudi majhna, vendar ni nemogoča.

S trditvijo, da mokarji ne spadajo v prehrano ljudi, se ni strinjalo kar 35 udeležencev, strinjalo pa se je le 9 anketirancev. Ta rezultat je presenetljiv, saj se večina ljudi ne

strinja, da mokaerji ne spadajo v prehrano ljudi, ličink pa, kot je to razvidno iz prejšnjih vprašanj ankete, ne bi želeli vključiti v vsakodnevne obroke.

Zanimalo me je, koliko ljudi niti v najhujšem primeru ne bi želelo uživati ličink. Izbrala sem primer lakote. Številске razlike med odgovori strinjanja in nestrinjanja so bile izjemno majhne. Ličinke mokaerjev se kljub lakoti ne bi znašle na krožnikih 25 ljudi, 28 ljudi pa bi v najhujših razmerah jedlo tudi mokaerje. S preprosto zadnjo trditvijo sem želela ugotoviti splošno mnenje skupine anketirancev. Tudi pri tej trditvi so bili odgovori zelo različni. Uspela sem ugotoviti, da veliko ljudi še nima določenega mnenja o uporabi žuželk (hroščev in ličink) za prehranske namene. Zdi se, da je informacij in novic o tem še vedno premalo, da bi si o tem lahko ustvarili stališče. Iz grafa je razvidno, da se mokaerji gabiyo 20 ljudem, 28 ljudi je nevtralnih, ostalim udeležencem pa se mokaerji ne gabiyo.

4. RAZPRAVA

Prva hipoteza, da bodo za uspešno gojenje ličink mokařev potrebne manjše količine vode, hrane in prostora kot za govedorejo, delno drži. Hrošče mokaře sem hranila z organskimi odpadki, kot so solata, krompir, grozdje, korenje itd. S hrano sem jim priskrbela tudi vodo, tako da jim dodatne vode nisem dajala. Za gojitveni prostor sem potrebovala tri večje zaboje. Zaboje, kjer sem gojila odrasle hrošče, je bil dolg 54,8 cm, širok 38,4 cm in visok 18,9 cm. Zaboje, v katerega so padala jajčeca, je bil dolg 54,8 cm, širok 38,4 cm in visok 42,2 cm. Zaboje, kamor sem dala mokaře v fazi ličink, je bil dolg 37,6 cm, širok 26 cm in visok 18,9 cm. Na mesec sem za gojenje porabila 3 kg moke, za kar sem odštela 1,65 €. Hranila sem jih samo z odpadki, sadjem in zelenjavo, ki smo jo pridelali doma. Mokaře bi lahko v poletnih mesecih gojila v rastlinjaku, paziti bi morala le na količino svetlobe. Mokaře sem gojila v sobi s pečjo, da je bila temperatura stalno približno 25 °C. Mokaři lahko preživijo tudi na nižji temperaturi, če imajo na voljo prostor, kamor se lahko skrijejo (npr. škatla za jajca). Povzamem lahko, da sem z enomesečnim gojenjem mokařev pridelala 200 g suhih ličink, kar je glede na velikost gojitvenega prostora odličen rezultat. Za vzrejo in predelavo 1 kg govejega mesa potrebujemo približno 15 415 litrov vode in 7 kg žita. Da bi se lahko popolnoma strinjala s hipotezo bi morala preračunati tudi stroške, ki jih porabimo za 1 kg suhih mokařev. V stroške bi morala vključiti elektriko in hrano. Pri velikem številu hroščev bi jo verjetno morala kupovati. V Sloveniji se letno zavrže okoli 140 000 ton hrane. Odpadna organska hrana bi bila popolna hrana za mokaře.

Druga hipoteza, da bom lahko kruh iz moke iz ličink mokařev na podlagi vsebovane količine beljakovin poimenovala beljakovinski kruh, drži. Kruh z moko iz mokařev, ki sem ga spekla, je vseboval 15 g beljakovin na 100 g. To pomeni, da beljakovine predstavljajo 15 % hranilne vrednosti. Posledično se to živilo lahko na trgu naslavlja kot beljakovinski kruh.

Tretja hipoteza, da bo kruh iz moke iz ličink mokařev prijetnega okusa in bo ljudem všeč, drži. Kruh iz moke iz ličink mokařev je bil namreč všeč 96 % vseh udeležencev senzorične analize. Po mnenju okuševalcev je bil lepe oblike, teksture in barve. Okus je večino ljudi spominjal na orehe, nekaterim se je okus zdel podoben rženemu kruhu. Veliko ljudi okusa po mokařih ni znalo opisati oz. ga ni zaznalo. Nekateri okuševalci so bili mnenja, da ima kruh okus po kislem in žarkem. Te

napake se lahko zlahka odpravi z uravnavanjem količine moke iz mokaarjev ali zamenjavo ponudnika mokaarjev (različni proizvajalci imajo različno okusne surovine). Veliko ljudi bi kruh lahko jedlo vsak dan oz. bi ga lahko zamenjali za polbeli kruh ali druge vrste kruha.

Drži tudi četrta hipoteza, da bodo ličinke mokaarjev vsebovale večjo vsebnost beljakovin kot goveje meso. Glede na hranilno vrednost ličinke hroščev mokaarjev vsebujejo 54,1 g beljakovin na 100 g. Goveje meso pa vsebuje 26 g beljakovin na 100 gramov.

Peta hipoteza, da se bo večina anketiranih ljudi strinjala, da so ličinke mokaarjev v obliki moke primerne za prehrano ljudi, drži. Na vprašanje, ali bi konzumirali ličinke mokaarjev v obliki moke, je 43 ljudi odgovorilo pritrdilno, 33 pa jih ličink v obliki moke ne bi uživalo. Ker se je s trditvijo strinjalo približno 57 % ljudi, lahko rečemo, da tudi to predvidevanje drži.

Delno sem potrdila šesto hipotezo, da bo tehnološki postopek ter izdelava moke in kruha iz mokaarjev hiter in enostaven. Izdelava same surovine za kruh mi je vzela veliko več časa, kot mi jo je vzela izdelava kruha. Na začetku sem želela izdelati kruh iz doma vzrejenih mokaarjev. Ličinke sem vsak dan ločevala in opazovala. Ker so se hrošči neenakomerno razmnoževali, sem morala poskrbeti, da niso ličinke prešle v drugo razvojno fazo. Zato sem jih morala zamrzovati sproti po 5 gramov, da sem lahko v enem mesecu dobila približno 200 g posušenih mokaarjev. Na koncu sem se vseeno odločila za kruh iz moke iz kupljenih mokaarjev. Mokaarjev nisem zdrobila s pestilom, vendar s kavnim mlinčkom. Postopek je potekal hitreje, prav tako pa je bila moka lepše konsistence. Pri peki kruha ni bilo nobenih težav. Kruh se je mesil zelo lepo. Postopek izdelave in peke kruha z moko iz mokaarjev je potekal enako kot za katerikoli drug kruh.

5. ZAKLJUČEK

V svoji raziskovalni nalogi sem ugotavljala, kaj točno nas še vedno ovira, da ne uživamo žuželk, kot so mokaerji. Je to njihov okus? Je to njihov izgled? Je vzreja mokaerjev finančno nemogoča in neizvedljiva? Ali je ta tema še vedno tako tuja in neznana? S temi vprašanji sem se lotila raziskovanja čisto od začetka. Po prebiranju literature, raziskovanju po internetu in ogledu dokumentarnih oddaj sem kmalu ugotovila, da vzreja mokaerjev vendarle ni tako zelo neizvedljiva. Ko sem postavila vzrejno postajo mokaerjev, je kmalu moj strah, da hrošči ne bodo preživeli, izginil. Na začetku sem ločila 30 hroščev mokaerjev in opazovala njihovo naraščanje. Moj cilj je bil, da lahko natančno določim trajanje vsake življenjske faze hrošča *Tenebrio molitor* in tako tudi ugotovim povprečno število jajčec na posameznega hrošča. Jajčeca so bila zelo majhna, zato je bilo moje opazovanje in analiziranje razmnoževanja nepopolno in nenatančno. Hrošči so se po treh tednih začeli neustavljivo razmnoževati in takrat me ni bilo več strah, ali bodo hrošči preživeli, vendar kaj bom z njimi, če zanje ne bom imela dovolj prostora. Odločila sem se, da raziskujem naprej. Našla sem dve rešitvi. Hrošče mokaerje lahko uporabim za prehrano domačih kokoši, lahko pa jih uporabim v prehrani ljudi. Seveda sem se odločila, da preizkusim njihov okus. Po enem mesecu vzreje mokaerjev sem imela že dovolj ličink, da sem iz njih lahko naredila kruh v skladu s beljakom. Na začetku mi je bila misel na »ubijanje« ličink neprijetna. Po poglobljenem preučevanju procesa sušenja mokaerjev sem razumela, da je postopek veliko bolj human, kot je na primer zakol goveda ali prašičev, pri kateri se »včasih« zgodi, da žival ni bila pravilno oz. zadostno omamljena ali usmrčena. Vmesna faza zamrzovanja ličink mi je zagotavljala, da je bila njihova smrt hitra in ni bila mučna. Tudi začetni dvomi, da bodo stroški hrane za ličinke in hrošče zelo visoki, so se izkazali za nepotrebne. Hroščem sem vsak dan (čeprav ne bi bilo potrebno) zamenjala hrano. Jedli so vse – od jabolčnih ogrizkov, pretečene moke, zdroba in suhega kruha do regrata in mandarin. Če ne bi imeli dovolj hrane, bi lahko prišlo do situacije, ko bi se začeli prehranjevati z lastnimi jajčeci. To je bilo pri moji vzrejni postaji skorajda nemogoče, saj so se jajčeca zaradi mrežice avtomatsko ločevala. Pri iskanju informacij sem našla tudi podatek, da so iztrebki mokaerjev lahko odlično organsko gnojilo za rastline, kar je dodatna prednost vzreje mokaerjev. Z mokaerji bi tako lahko vzpostavili popoln ekosistem. Zatakne se pri potrošnikih in kupcih, kar pa bi lahko rešili z

dodatnim oglaševanjem žuželk v prehrani ljudi, raznimi degustacijami in s ponudbo in uporabo žuželk v obliki moke. Kljub rezultatom ankete, da se večina ljudi ne bi prehranjevala z ličinkami, so rezultati senzoričnega dela pokazali ravno nasprotno. Okušanje ličink mokaarjev bi bila morda še bolj uspešno, če bi namesto kruha izdelala slaščičarsko pecivo in ljudem ne bi povedala, da vsebuje odličen beljakovinski dodatek. Vseeno pa se mi zdi, da ljudje postajamo čedalje bolj odprti za nove stvari in bomo kmalu tudi zvedno – ne samo v spanju in pri uživanju žitnih izdelkov s pomotoma zdrobljenimi žuželkami – pripravljeni uživati celo žuželke. Ker smo ljudje estetska bitja in jemo z očmi, ni dvoma, da hrane, ki izgleda lepo, ne bi pojedli.

6. VIRI IN LITERATURA

- Bordiean, A. (2020, June 7). *Will Yellow Mealworm Become a Source of Safe Proteins for Europe?* MDPI. Pridobljeno 11. novembra 2021 s strani <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/6/233/htm>.
- Bort, S., Dale, A., Bort, S., Dale, A., & Bort, S. (2018, September 6). MIT Solve | An Unexpected Way to Nourish Communities. MIT SOLVE. Pridobljeno 11. novembra 2021 s strani <https://solve.mit.edu/articles/mealworms-an-unexpected-way-to-nourish-communities-around-the-world>.
- Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. (2017, January 1). ScienceDirect. Pridobljeno 13. novembra 2021 s strani <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209631730027X>.
- Dreyer, M. (2021, October 7). Environmental life cycle assessment of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) production for human consumption in Austria – a comparison of mealworm and broiler as protein source. SpringerLink. Pridobljeno 2. decembra 2021 s strani https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-021-01980-4?error=cookies_not_supported&code=33ba5777-22ab-4f91-abb3-be30563df989#Abs1.
- European Food Safety Authority. (2021, January 13). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. Pridobljeno 3. decembra 2021 s strani <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6343>
- Evaluation of *Tenebrio molitor* larvae as an alternative food source. (2020, November 1). ScienceDirect. Pridobljeno 3. decembra, 2021 s strani <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352364620300225>.
- Grau, T., Vilcinskis, A., & Joop, G. (2017a, September 1). Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. De Gruyter. Pridobljeno 11. novembra, 2021 s strani <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/znc-2017-0033/html>
- L_2021194SL.01001601.xml. (2021, June 2). IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) 2021/882. Pridobljeno 21. novembra 2021 s strani <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32021R0882:SL:HTML#d1e289-16-1>.
- Mealworms Life Cycle. Biology Wise. Pridobljeno 22. novembra 2021 s strani <https://biologywise.com/mealworms-life-cycle>.
- Mealworms. Pacific Insects. Pridobljeno 6. decembra 2021 s strani <https://pacificinsects.com/mealworms-1/>. Magazine, S. (2012, December 19). The Sustainable Meat of the Future:

- Mealworms. Smithsonian Magazine. Pridobljeno 22. decembra 2021 s strani <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-sustainable-meat-of-the-future-mealworms-168571999/>.
- Meat, Methane, and Mealworms – The Environment in Action. (2017, March 23). MEAT, METHANE, AND MEALWORMS. Pridobljeno 25. novembra 2021 s strani <https://sites.psu.edu/efcivic/2017/03/23/meat-methane-and-mealworms/>
- Muratović, K. (2018, April 15). The content of heavy metals in tuna meat. CORE. Pridobljeno 21. novembra 2021 s strani <https://core.ac.uk/display/154794100>.
- NCBI - WWW Error Blocked Diagnostic. (2015, September 16). The National Center for Biotechnology Information. Pridobljeno 14. novembra 2021 s strani <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4781901/#t1-fn1>.
- Ravzanaadii, N. (2012). *Nutritional Value of Mealworm, Tenebrio molitor as Food Source -International Journal of Industrial Entomology | Korea Science*. Nutritional Value of Mealworm, Tenebrio molitor as Food Source. Pridobljeno 9. septembra 2021 s strani <http://koreascience.or.kr/article/JAKO201229765635707.page>.
- Rumbos, C., I. (2020a, July 8). *Evaluation of various commodities for the development of the yellow mealworm, Tenebrio molitor*. Nature. Pridobljeno 21. novembra 2021 s strani https://www.nature.com/articles/s41598-020-67363-1?error=cookies_not_supported&code=3233416f-e1c2-4d58-b7a3-5f42ddd95a1f#article-comments.
- View all posts by University Press of Florida. (2018, July 18). *The Evidence for Insect Eating in Human Evolution*. The Florida Bookshelf. Pridobljeno 22. decembra 2021, from <https://floridapress.blog/2018/07/18/the-evidence-for-insect-eating-in-human-evolution/>.

7. PRILOGE

Priloga 1: Količina surovih beljakovin v enem gramu vzorca ličink mokařjev

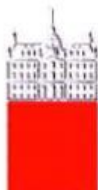
Inštitut za varno hrano, krmo in okolje
Enota za okolje, prehrano, dobrobit in higieno
živali

Univerza
v Ljubljani

Veterinarska
fakulteta

Gerbičeva 60
1000 Ljubljana, Slovenija
Telefon: (01) 4779-100
Telefax: (01) 283-22-43
dekanat@vf.uni-lj.si

BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER -
ŽIVILSKA ŠOLA



Številka poročila: **VF-21/48541**
EOPDHZ-21/ 698

POROČILO O PRESKUŠANJU

Datum: 23.11.2021

Naročnik: BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER - ŽIVILSKA ŠOLA

Vzorec odvezel: Andreja Vidmar

Datum odvzema: 11.11.2021

Datum zaključka preiskav: 23.11.2021

Datum sprejema: 12.11.2021

Oznaka spremnega dopisa: 12.11.2021

Vzorci so bili pregledani in so ustrezali kriterijem za sprejem.

Podatki, ki jih je zagotovil odjemalec, so razvidni iz spremnega dopisa, ki je priloga tega poročila.

K	Vzorec / Parameter	Rezultat	Enota	Metoda	Op.	Začetek / konec preiskave
LIČINKE MOKARJEV - PRAH/MOKA, 11.11.2021						
	Surove beljakovine	50,4	%	Uredba Komisije (ES) št. 152/2009		23.11.2021

21. *K. P. ~ V. a.*
izr. prof. dr. Breda Jakovac Strajn
Vodja enote



G. Tavčar Kalcher
znaj. sod. dr. Gabrijela Tavčar Kalcher
Predstojnica inštituta

Poslano:

- Arhiv

Priloge:

1. Spremeni dopis z oznako: 12.11.2021

SENZORIČNO OCENJEVANJE
PŠENIČNI KRUH Z DODANO BELJAKOVINSKO VREDNOSTJO MOKE
LIČINK MOKARJEV
Andreja Vidmar 4. Ž

Moka mokaarjev je narejena iz toplotno posušenih in zmletih ličink hrošča mokaarja (*Tenebrio molitor*). Moka ličink mokaarjev je izjemno bogata z aminokislinami, nenasičenimi maščobnimi kislinami, vitamini in minerali. Ličinke mokaarjev so tako odličen dodatek beljakovin, hkrati pa dodajo jedem prijeten oreškast okus, ki spominja na pistacije in lešnike. Najvišja dovoljena raven moka mokaarjev je 10 g / 100 g živila.

Moka mokaarjev je lahko problematična za ljudi z alergijskimi reakcijami na pršice, rake, mehkužce ali školjke.

OCENJEVALNA TABELA:

Ocenjevalni kriterij	Možne točke	Dosežene točke	Opisni komentar (npr. okus po orehih, mehka struktura, rjave barve, vonj po karameli...)
Oblika in videz	1		
Izgled in lastnosti skorje	2		
Izgled sredice	4		
Struktura in prožnost	4		
Vonj in okus	9		
Skupno doseženo število točk	20		

(Preglednica prirejena po: Uradnem sistemu ocenjevanja kruha Žitne skupnosti, prirejen za 20 točkovni sistem; <https://www.eurospin.si/wp-content/uploads/pravilnik-BF.pdf>, dostopno 13. 1. 2022)

Ali ti je bil kruh všeč? DA NE

Zakaj da oz. zakaj ne? _____

Priloga 3: Senzorična ocenjevalna tabela za pšenični kruh

**SENZORIČNO OCENJEVANJE
PŠENIČNI KRUH**

OCENJEVALNA TABELA:

Ocenjevalni kriterij	Možne točke	Dosežene točke	Opisni komentar (npr. okus po orehih, mehka struktura, rjave barve, vonj po karameli...)
Oblika in videz	1		
Izgled in lastnosti skorje	2		
Izgled sredice	4		
Struktura in prožnost	4		
Vonj in okus	9		
Skupno doseženo število točk	20		

(Preglednica prirejena po: Uradnem sistemu ocenjevanja kruha Žitne skupnosti, prirejen za 20 točkovni sistem; <https://www.eurospin.si/wp-content/uploads/pravilnik-BF.pdf>, dostopno 13. 1. 2022)

Ali ti je bil kruh všeč? DA NE

Zakaj da oz. zakaj ne? _____