

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Nikola J. Đukić

**UTICAJ OSOBINA USKLADIŠTENIH  
BILJNIH SIROVINA I PROIZVODA NA  
RAZVIĆE I PONAŠANJE  
KESTENJASTOG BRAŠNARA  
*TRIBOLIUM CASTANEUM* (HERBST)  
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)**

doktorska disertacija

Beograd, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Nikola J. Đukić

**THE EFFECT OF PRIMARY AND  
PROCESSED PLANT PRODUCTS ON  
RED FLOUR BEETLE *TRIBOLIUM  
CASTANEUM* (HERBST)  
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)  
DEVELOPMENT AND BEHAVIOUR**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
BEOGRAD-ZEMUN

**Mentor:**

Dr Anđa Radonjić, docent  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

**Drugi mentor:**

Dr Goran Andrić, naučni saradnik  
Institut za pesticide i zaštitu životne sredine u Beogradu

**Članovi Komisije**

Dr Radoslava Spasić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Dr Petar Kljajić, naučni savetnik  
Institut za pesticide i zaštitu životne sredine u Beogradu

Dr Jovanka Lević, naučni savetnik  
Institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu

Datum odbrane doktorske disertacije:

*Istraživanja u okviru ove disertacije su finansirana iz sredstava projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije pod nazivom: „Istraživanje savremenih biotehnoloških postupaka u proizvodnji hrane za životinje u cilju povećanja konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti hrane“, III-046012.*

*Želeo bih da iskažem veliku zahvalnost svom mentoru dr Goranu Andriću, na velikoj pomoći i želji da mi u svakom trenutku pomogne svojim stručnim savetima.*

*Zahvalnost dugujem i prof. dr Radoslavi Spasić i dr Petru Kljajiću na veoma korisnim i stručnim savetima prilikom pisanja radova i disertacije.*

*Zahvaljujem se svim kolegicama i kolegama sa Katedre za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu na fer i kolegijalnom odnosu, a posebno kolegici Marini Dervišević na velikoj moralnoj podršci.*

*Zahvaljujem se i kolegama sa Katedre za pesticide Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu na dostupnosti njihovih laboratorija za moje eksperimente.*

*Zahvaljujem se kolegama sa Instituta za Ekologiju, Švedskog poljoprivrednog Univerziteta u Upsali na prijatnom druženju i analizama koje su uradili za mene.*

*Veliku zahvalnost dugujem svim kolegama sa Instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu na velikoj ljubaznosti i pomoći, a posebno kolegama dr Đuri Vukmiroviću i dr Radmilu Čoloviću na stručnim savetima iz oblasti tehnologije hrane za životinje.*

*Svim srcem se zahvaljujem svojoj porodici na безусловnoj podršci i ljubavi koju su mi pružali svih ovih godina, a posebno sestri Jovani na velikoj pomoći prilikom izvođenja eksperimenata i pisanja doktorske disertacije.*

*Najveću zahvalnost dugujem svojoj mentorki dr Anđi Radonjić i vodi projekta dr Jovanki Lević, na tome što su od početka verovala u mene i što su mi bile velika podrška, motivacija i inspiracija tokom svih ovih godina, nadam se da ću im se ovom disertacijom bar malim delom odužiti za sve ono što su učinile za mene.*

*Autor*

## Uticaj osobina uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na razviće i ponašanje kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)

### Rezime

*Tribolium castaneum* (Herbst) jedna je od najštetnijih vrsta skladišnih insekata. Svake godine širom sveta nanosi velike ekonomske štete u industriji hrane za domaće životinje, hraneći se velikim brojem sirovina i proizvoda ove industrije.

U eksperimentima je korišćeno 9 različitih biljnih sirovina i proizvoda (supstrata) podeljenih u 3 grupe: supstrati bogati proteinima (suncokretova sačma, sojino brašno i kukuruzni gluten), supstrati bogati ugljenim hidratima (pšenične mekinje, prekrupa i kukuruzno stočno brašno) i gotove smeše (hrana za svinje i koke nosilje), dok je kao kontrola korišćen standardni supstrat za laboratorijsko gajenje *T. castaneum* (brašno + 5% pivskog kvasca). U prvom eksperimentu je na 50g testiranih supstrata ispitan uticaj početne gustine populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata sa neodređenim odnosom polova na: prvi dan pojave, dužinu trajanja perioda eklozije, brojnost i masu potomaka. U drugom eksperimentu na 10g testiranih supstrata ispitan je uticaj početne gustine populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata određenih polova na dužinu trajanja stadijuma jajeta, larve, lutke, ukupnu dužinu ciklusa razvića, prvi dan pojave imaga, dužinu perioda eklozije, brojnost potomaka, prosečnu produktivnost ženke i masu potomaka. Nakon razvića potomaka (10 parova/10 g supstrata), urađena je analiza sadržaja proteina i skroba u supstratima pomoću Kjeldahl aparature i polarimetra kako bi se upoređio hemijski sastav supstrata pre i nakon ishrane insekata. Podaci su statistički obrađeni višefaktorijskom analizom varijanse za ponovljena merenja i jednofaktorijskom analizom varijanse, a srednje vrednosti poređene Fisher's LSD testom.

Pomoću olfaktometra i testa izbora ispitan je uticaj mirisa supstrata bogatih ugljenim hidratima, gotovih smeša za ishranu svinja i koka nosilja kao i standardnog supstrata za laboratorijsko gajenje, na ponašanje *T. castaneum*. Supstrati su korišćeni u neinfestiranom i infestiranom stanju. Infestirani supstrati su dobijeni izlaganjem supstrata odraslim insektima *T. castaneum* u trajanju od 15 dana, nakon čega su insekti prosejavanjem eliminisani. Podaci su statistički obrađeni pomoću Wilcoxon-ovog testa

parova. Urađena je hemijska analiza mirisa neinfestiranih infestiranih supstrata pomoću gasne hromatografije i masene spektrometrije kako bi se utvrdile razlike u njihovim mirisima.

Olfaktometrom je ispitan uticaj tri različite koncentracije (0,01, 0,1 i 1%) etarskih ulja i biljnih ekstrakata na ponašanje *T. castaneum*. U eksperimentu su korišćena etarska ulja biljaka bosiljka (*Ocimum basilicum*), žalfije (*Salvia officinalis*), peršuna (*Petroselinum crispum*), tri vrste limunovih trava (*Cymbopogon nervatus*, *Cymbopogon proximus*, *Cymbopogon schoenanthus*) kao i ekstrakt belog luka (*Allium sativum*), a kao standard je korišćen bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *Azadirachta indica*. Ispitivane su i razlike u ponašanju mužjaka i ženki *T. castaneum* pri uticaju mirisa etarskih ulja biljaka *O. basilicum*, *S. officinalis* i *P. crispum*. Kao kontrola korišćen je n-hexan. Podaci su obrađeni pomoću analize varijanse za ponovljena merenja.

Utvrđen je statistički značajan uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na parametre razvića *T. castaneum*. Povećanjem početne gustine populacije produžavao se period eklozije imaga. Najkraći period eklozije zabeležen je u mekinjama i kontroli, a najduži u kukuruznom stočnom brašnu. Utvrđeno je i da početna gustina populacije vrsta supstrata nemaju uticaj na dužinu trajanja stadijuma jajeta, larve i lutke. Povećanjem početne gustine populacije, brojnost potomaka se povećavala, osim u slučaju hrane za svinje i koke nosilje, gde je u ogledu sa neodređenim odnosom polova pri najvišim početnim gustinama populacije usled pojave kanibalizma utvrđena manja brojnost potomaka. Povećanjem gustine populacije, produktivnost ženki se smanjivala. Najveća brojnost potomaka zabeležena je u mekinjama i kontroli, a najmanja u prekrupi, dok potomstvo nije uspelo da se razvije na proteinskim komponentama. Masa potomaka se statistički značajno smanjivala sa povećanjem početne gustine populacije. Najveća masa imaga zabeležena je u kontroli i mekinjama. Analizom sadržaja proteina i skroba u supstratima nakon infestacije utvrđeno je veće smanjenje sadržaja skroba od smanjenja sadržaja proteina.

Svi supstrati u neinfestiranom i infestiranim stanju su bili atraktivni za *T. castaneum*. Infestirani supstrati su bili atraktivniji od neinfestiranih. Od svih infestiranih supstrata najveću atraktivnost za *T. castaneum* imale su mekinje i standardni supstrat za laboratorijsko gajenje, a najmanju prekrupa. Hemijskom analizom mirisa u infestiranim

supstratima utvrđeno je prisustvo agregacionog feromona (4,8-dimetil dekanala) i odbrambene supstance 1-pentadecen-a.

Svi ekstrakti i etarska ulja ispitivanih biljnih vrsta ispoljila su repelentni efekat, na imaga *T. castaneum*, osim etarskog ulja peršuna koje se pri najnižoj koncentraciji (0,01%), ponašalo kao atraktant. Najjači repelentni efekat ispoljila su etarska ulja bosiljka i žalfije. Etarsko ulje peršuna pri najnižoj koncentraciji ponašalo se kao atraktant za oba pola, pri srednjoj kao atraktant za ženke, a repelent za mužjake, a pri najvišoj koncentraciji kao repelent za oba pola *T. castaneum*. Etarsko ulje bosiljka pri najvišoj i najnižoj koncentraciji je bilo statistički značajno repelentnije za mužjake nego za ženke, dok je etarsko ulje žalfije bilo podjednako repelentno za oba pola pri svim koncentracijama.

**Ključne reči:** *Tribolium castaneum*, razviće, ponašanje, gustina populacije, hrana za domaće životinje, etarska ulja, mirisi

**Naučna oblast:** Biotehničke nauke

**Uža naučna oblast:** Entomologija

**UDK broj:** 595.767: 636.085/.087 (043.3)

## **The effect of primary and processed plant products on red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) development and behaviour**

### Abstract

*Tribolium castaneum* (Herbst) is one of the most harmful species of storage pests. Every year it causes great economic losses in animal feed industry around the world, feeding on a large number of primary and processed plant products of the industry.

Nine different primary and processed plant products (substrates), divided in three groups, were used in the experiments: protein-rich plant feed diets (sunflower meal, soybean concentrate and corn gluten), carbohydrate-rich plant feed diets (wheat bran, coarse wheat meal and corn feed flour) and feed products (compound feed for fattening pigs and compound feed for laying hens). The control diet was soft wheat flour type 500 with brewer's yeast (5%) which is used for laboratory rearing of *T. castaneum*.

In the first experiment we examined the effect of the initial population densities of 10, 25, 50 and 100 insects (undetermined sexes) on the first day of adults emergence, eclosion length, the number and body mass of progeny in 50g of tested substrates. In the second experiment in 10g of tested substrate we examined the influence of the initial population densities of 1, 2, 5, and 10 pairs of insects (determined sexes) on the duration of egg, larva, pupa stages, complete development cycle, the first day of adults emergence, the eclosion length, the number of progeny, the average productivity of females and progeny body mass. After development of progeny (10 pairs / 10g of substrate) in the substrates, the analysis of protein and starch content was conducted using the Kjeldahl apparatus and polarimeter. The analysis aimed to compare the substrates content before and after insects feeding and thus determine which nutrients the insects utilized during their development from the tested substrates. The data was statistically analyzed by repeated measures and one-way ANOVA and the means were separated by Fisher's LSD test.

Using olfactometer and preference test we examined the effect of volatiles of substrates rich in carbohydrates, compound feed for fattening pigs and laying hens and the standard substrate for laboratory rearing, on the behavior of *T. castaneum*. The substrates were used in uninfested and infested condition. The infested substrates were



obtained by exposing the substrate to *T. castaneum* adults for a period of 15 days, which were later removed by sieving. The data were processed using Wilcoxon matched pair test. Chemical analysis of infested and uninfested substrates volatiles was done by GC mass spectrometry in order to determine the differences in their volatiles.

The effect of three different concentrations (0.01, 0.1 and 1%) of plant extracts and essential oils on the behaviour of *T. castaneum* was examined using the olfactometer. The essential oils of basil (*Ocimum basilicum*), sage (*Salvia officinalis*), parsley (*Petroselinum crispum*), three types of lemon grass (*Cymbopogon nervatus*, *Cymbopogon proximus*, *Cymbopogon schoenanthus*) and extract from garlic (*Allium sativum*) were used in the experiment. A bioinsecticide from the extract of the plant *Azadirachta indica* was used as standard. The differences in the behaviour of females and males of *T. castaneum* under the influence of volatiles of essential oils from plants *O. basilicum*, *S. officinalis* and *P. crispum* were also examined. N-hexan was used as control. The data was statistically analyzed by repeated measures ANOVA.

A statistically significant effect of the initial population density and the substrate type on the parameters of development of *T. castaneum* was determined. By increasing the initial population density, the period of eclosion of imago was prolonged. The shortest eclosion period was determined in the wheat bran and control, whereas the longest was determined in the corn feed flour. It was also found that the initial population density and the substrate type do not affect the length of the egg, larvae and pupa stages. By increasing the initial population density, the number of progeny was increased except in the experiment with undetermined sexes in the compound feed for fattening pigs and laying hens the, in which due to cannibalism at the higher initial population density lesser number of progeny was observed. By increasing of the initial population density the productivity of females was diminished. The highest number of progeny was determined in wheat bran and control, the lowest in wheat coarse meal, whereas the progeny failed to develop in protein components. The body mass of progeny was significantly decreased with increasing of the initial population density. The highest body mass of progeny was determined in control and wheat bran. The analysis of the protein and starch in the substrates after the infestation showed a significantly greater reduction in starch content compared to reduction in protein content.

All uninfested and infested substrates were attractive for *T. castaneum*. The insects were significantly more attracted to the infested substrate. The wheat bran and the standard substrate for laboratory rearing had the highest attractiveness for the *T. castaneum*, whereas the coarse wheat meal showed the lowest attractiveness. The chemical analysis of the volatiles of the infested substrates determined the presence of aggregation pheromones (4,8-dimethyl decanal) and a defense substance 1-pentadecene.

All extracts and essential oils of tested plant species showed a repellent effect on the adults of *T. castaneum*, except for the essential oil of parsley, which showed a statistically significant attractiveness for this species at the lowest concentration (0.01%). The essential oils of basil and sage showed the strongest repellent effect for this species. The essential oil of parsley acted as an attractant for both sexes at the lowest concentration, at the middle concentration it acted as an attractant for females and as repellent for males. Parsley oil acted as a repellent for both sexes of *T. castaneum* at the highest concentration. The essential oil from basil was significantly more repellent for males than for females at the highest and lowest concentration, whereas the essential oil of sage was equally repellent for both sexes at all concentrations.

**Key words:** *Tribolium castaneum*, development, behaviour, population density, animal feed, essential oils, volatiles

**Scientific field:** Biotechnological sciences

**Areas of expertise:** Entomology

**UDC number:** 595.767: 636.085/.087 (043.3)

## SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Ekonomski značaj skladišnih štetočina, morfologija i biologija kestenjastog brašnara <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	3
2.2. Uticaj vrste i hranljive vrednosti biljnih sirovina i proizvoda na razviće skladišnih insekata	5
2.3. Uticaj gustine populacije na razviće skladišnih insekata	11
2.4. Uticaj mirisa na ponašanje skladišnih insekata	13
2.4.1. Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje skladišnih insekata	14
2.4.2. Uticaj mirisa jedinjenja koje proizvode skladišni insekti na njihovo ponašanje	17
2.4.3. Uticaj mirisa etarskih ulja na ponašanje skladišnih insekata	19
2.5. Naučni cilj istraživanja i hipoteze od kojih se pošlo	24
3. MATERIJAL I METODE	26
3.1. Test insekt	26
3.2. Biljne sirovine i proizvodi za ishranu domaćih životinja korišćeni u istraživanjima	26
3.3. Etarska ulja i biljni ekstrakti korišćeni u istraživanjima	28
3.4. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića <i>T. castaneum</i>	29
3.4.1. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića <i>T. castaneum</i>	29
3.4.2. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa određenim odnosom polova roditelja i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića <i>T. castaneum</i>	31
3.4.3. Analiza sadržaja proteina i skroba	32
3.4.4. Statistička analiza podataka o razviću, brojnosti i masi insekata	33
3.5. Utvrđivanje uticaja mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na	34

ponašanje imaga <i>T.castaneum</i>	
3.5.1. Olfaktometar (mirisi supstrata)	34
3.5.2. Infestacija supstrata	34
3.5.3. Testiranje uticaja mirisa supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	35
3.5.4. Test izbora (preferans test)	36
3.5.5. Statistička analiza podataka o ponašanju insekata pri uticaju mirisa supstrata	37
3.5.6. Hemijska analiza mirisa supstrata	37
3.6. Ispitivanje uticaja mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje <i>T. castaneum</i>	38
3.6.1. Olfaktometar (mirisi biljnih ekstrakata i etarskih ulja)	38
3.6.2. Testiranje uticaja mirisa supstanci na ponašanje <i>T. castaneum</i>	38
3.6.3. Ispitivanje uticaja mirisa etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki <i>T. castaneum</i>	39
3.6.4. Statistička analiza podataka o ponašanju insekata pri uticaju mirisa ispitivanih supstanci	39
4. REZULTATI	41
4.1. Uticaj početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja i vrste supstrata na životne parametre <i>T. castaneum</i>	41
4.1.1. Prvi dan pojave imaga (neodređeni odnos polova roditelja)	41
4.1.2. Dužina trajanja perioda eklozije imaga (neodređeni odnos polova roditelja)	43
4.1.3. Brojnost potomaka (neodređeni odnos polova roditelja)	44
4.1.4. Masa imaga (neodređeni odnos polova roditelja)	47
4.2. Uticaj početne gustine populacije sa određenim odnosom polova roditelja i vrste supstrata na životne parametre <i>T. castaneum</i>	49
4.2.1. Dužina trajanja stadijuma jajeta	49
4.2.2. Dužina trajanja stadijuma larve	51
4.2.3. Dužina trajanja stadijuma lutke	52
4.2.4. Ukupna dužina ciklusa razvića	54
4.2.5. Prvi dan pojave imaga (određeni odnos polova roditelja)	55
4.2.6. Dužina trajanja perioda eklozije imaga	57

(određeni odnos polova roditelja)	
4.2.7. Brojnost potomaka (određeni odnos polova roditelja)	58
4.2.8. Produktivnost ženke	61
4.2.9. Masa imaga (određeni odnos polova roditelja)	62
4.2.10. Sadržaj proteina i skroba u supstratima nakon razvića potomstva u njima	64
4.3. Uticaj isparljivih mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda (supstrata) na ponašanje <i>T. castaneum</i>	65
4.3.1. Test sa olfaktometrom	65
4.3.1.1. Uticaj mirisa neinfestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	65
4.3.1.2. Uticaj mirisa infestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	67
4.3.1.3. Uticaj mirisa istog supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku na ponašanje <i>T. castaneum</i>	68
4.3.1.4. Uticaj mirisa različitih infestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	70
4.3.2. Test izbora (Preferans test)	72
4.3.2.1. Uticaj neinfestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	72
4.3.2.2. Uticaj infestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	73
4.3.2.3. Uticaj istog supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku na ponašanje <i>T. castaneum</i>	75
4.3.2.4. Uticaj različitih infestiranih supstrata na ponašanje <i>T. castaneum</i>	76
4.3.2.5. Sadržaj isparljivih organskih komponenti u neinfestiranim i infestiranim supstratima	78
4.4. Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje <i>T. castaneum</i>	80
4.4.1. Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja različitih koncentracija na ponašanje <i>T. castaneum</i>	80

4.4.2. Efekti različitih koncentracija istog etarskog ulja	83
4.4.3. Efekti različitih etarskih ulja pri istoj koncentraciji	85
4.4.4. Uticaj etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki <i>T. castaneum</i>	87
5. DISKUSIJA	90
5.1. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na razviće, brojnost i masu potomaka <i>T. castaneum</i>	90
5.1.1. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na razviće	90
5.1.2. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na brojnost potomstva	94
5.1.3. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na masu imaga	100
5.1.4. Sadržaj proteina i skroba nakon infestacije	103
5.2. Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje <i>T.</i> <i>castaneum</i>	104
5.3. Uticaj biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje <i>T. castaneum</i>	108
5.3.1. Uticaj biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki <i>T. castaneum</i>	111
6. ZAKLJUČAK	113
7. LITERATURA	116
8. PRILOZI	132

## 1. UVOD

Svetska Industrija hrane za domaće životinje (IFIF) je jedna od najrazvijenijih industrija u svetu. Prema podacima ove industrije svetska proizvodnja hrane za domaće životinje se ubrzano približava cifri od 1 milijardu tona godišnje ([www.ifif.org](http://www.ifif.org)). Ako se uzmu u obzir podaci Organizacije ujedinjenih nacija za poljoprivredu i hranu (FAO) da će se usled velikog globalnog porasta stanovništva, između 2010 i 2050. godine, potražnja za životinjskim proteinima uvećati za 60 %, jasno je da je pred industrijom hrane za domaće životinje ozbiljan zadatak povećanja proizvodnje. Sve veći globalni porast potražnje hrane za životinje, pored povećanja proizvodnje, zahteva i poboljšanje postupaka koji će doprineti maksimalnom kvalitetu i bezbednosti biljnih sirovina i proizvoda a njihove gubitke svesti na minimum. Kvalitet i bezbednost hrane za domaće životinje u velikoj meri su ugroženi od strane skladišnih insekata prisutnih u objektima njenog čuvanja, proizvodnje i prerade. Godišnje na globalnom nivou 10-20% svih uskladištenih proizvoda unište upravo ove štetocine (Gorham, 1991; Mason i McDonough, 2012). Jedna od najštetnijih vrsta skladišnih insekata svakako je kestenjasti brašnar *Tribolium castaneum* Herbst. Pripada grupi sekundarnih štetocina, jer se pretežno hrani već oštećenim zrnima i različitim proizvodima žita (Rees, 2004; Mahroof i Hagstrum, 2012).

Iako ova i druge vrste skladišnih insekata svake godine na globalnom nivou nanose velike ekonomske štete u industriji hrane za domaće životinje, postoji vrlo malo dostupnih podataka o njenoj štetnosti i razviću na biljnim sirovinama i proizvodima koje su neophodna komponenta ove industrije. Poznavanje ciklusa razvića ove štetocine neophodno je za njeno pravovremeno i ekonomski isplativo suzbijanje. U dosadašnjim istraživanjima koja su se pretežno bazirala na ispitivanju dužine ciklusa razvića i brojnosti potomstva *T. castaneum* na biljnim sirovinama i proizvodima zastupljenim u ljudskoj ishrani utvrđeno je da na ove parametre u velikoj meri utiče početna gustina populacije (Sokal i Karten, 1964; Assie et al., 2008), vrsta (Sokoloff et al., 1966a; Ahmad, 2012) i hranljiva vrednost supstrata (Xue et al., 2010; Wong i Lee, 2011).

Pored poznavanja ciklusa razvića skladišnih insekata, za pravovremeno suzbijanje istih neophodno je praćenje pojave i brojnosti ovih štetocina. Do sada su se za ovu preventivnu meru zaštite uglavnom koristile feromonske klopke (Hussain et al.,

1994; Dowdy et al., 1998), međutim u poslednje vreme se u sve većem obimu ispituje uticaj isparljivih organskih komponenti (mirisa) hrane na ponašanje skladišnih insekata. Prednost isparljivih organskih komponenti u odnosu na feromone leži u tome što za razliku od feromona koji ispoljavaju atraktivni potencijal samo za jednu vrstu, ove komponente mogu biti atraktivne za više vrsta skladišnih insekata (Wakefield et al., 2005). Istraživanja koja su do sada sprovedena utvrdila su veliki atraktivni potencijal ovih komponenti (Shimizu i Hori, 2009, Trematerra et al., 2013), koji bi u budućnosti mogao biti iskorišćen za praćenje pojave i brojnosti ovih štetočina.

Kako je u objektima za preradu i čuvanje hrane upotreba insekticida otežana, a rezistentnost ove i drugih skladišnih insekatskih vrsta na njih veoma visoka, novija istraživanja se baziraju na pronalaženju novih alternativnih i bioloških načina zaštite uskladištenih proizvoda. U tom cilju sve više se ispituje uticaj biljnih ekstrakata i etarskih ulja. Utvrđeno je da ekstrakti i etarska ulja biljnih vrsta mogu imati repelentno (Zapata i Smagghe, 2010; You et al., 2015), fumigantno i toksično (Mikhael, 2011; Sung-Woong et al., 2013) dejstvo na skladišne insekte. Repelentni i insekticidni potencijal biljnih ekstrakata i etarskih ulja, već je počeo da se koristi u spravljanju bioinsekticida koji nisu štetni po ekološku sredinu pa se u budućnosti očekuje ekspanzija ove ekološke mere borbe protiv skladišnih insekata.

Cilj istraživanja u ovom radu je bio da se ispita razviće *T. castaneum* na najbitnijim biljnim sirovinama i proizvodima industrije hrane za domaće životinje. Takođe, namera je bila da se ispita uticaj isparljivih organskih komponenti iz istih biljnih sirovina i proizvoda u neinfestiranom i *T. castaneum* infestiranom stanju, kao i etarskih ulja iz više biljaka na ponašanje *T. castaneum*.

Sagledavanjem svih dobijenih rezultata steći će se nova saznanja koja mogu značajno unaprediti postupke tokom skladištenja i time doprineti očuvanju kvaliteta i bezbednosti hrane za životinje.



## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Ekonomski značaj skladišnih štetočina, morfologija i biologija kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst)

Skladišni insekti izazivaju velike ekonomske štete hraneći se a time i uništavajući veliki broj uskladištenih biljnih proizvoda. Ovi insekti prisutni su širom sveta u objektima za skladištenje i preradu hrane gde izazivaju velike gubitke. Ishranom na zrnju žita i njihovim različitim proizvodima kao i ekskrementima koje ostavljaju za sobom dovode do drastičnih gubitaka i smanjivanja kvaliteta biljnih sirovina i proizvoda (Reichmuth et al., 2007; Mahroof i Hagstrum, 2012).

Prema načinu ishrane sve skladišne štetočine podeljene su na primarne i sekundarne štetočine

Primarne štetočine napadaju i oštećuju celo zrnje, u njemu se hrane i razvijaju. Ovim nastaju veliki gubici u masi i kvalitetu biljnih proizvoda. Smatra se da 90% svih šteta na zrnastim proizvodima u skladištima nastaje od ovih insekata. U početku razvika insekata, ovi gubici iznose 2-3 %, a kasnije ukoliko se ne primenjuju određene mere zaštite mogu da dostignu i do 50 % (Almaši, 2008). U primarne štetočine spadaju sledeće vrste: *Nemapogon granella* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.), *Sitophilus zeamais* (Motsch), i *Sitotroga cerealella* (Olivier).

Sekundarne štetočine se javljaju na biljnim proizvodima koji su oštećeni (polomljeni, ispucali) prilikom žetve, berbe, prevoza, ishranom primarnih štetočina ili su oštećeni aktivnošću štetnih mikroorganizama, zbog čuvanja u neprikladnim uslovima. Oni takođe napadaju i mlevene zrnaste proizvode kao što su brašno, griz ili prekrupa (Gorham, 1991; Mason i McDonough, 2012). U zavisnosti od vrste oštećenja koju prouzrokuju na mlevenim proizvodima (neprijatan miris i ukus, promena boje) razlikujemo manje ili više ekonomski štetne vrste insekata.

U grupu više ekonomski štetnih sekundarnih štetočina spadaju: *Cryptolestes ferrugineus* Stephens, *Ephestia kuehniella* (Zeller), *Oryzophilus surinamensis* (L.),

*Plodia interpunctella* (Hubner), *Tribolium castaneum* (Herbst) i *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val).

Jedna od ekonomski najznačajnijih sekundarnih štetočina je kestenjasti brašnar, *Tribolium castaneum* (Herbst). Ova štetočina predstavlja jednu od najštetnijih i najrasprostranjenijih vrsta skladišnih insekata. Pripada rodu *Tribolium* koji pripada familiji Tenebrionidae (mračnjaci), (red Coleoptera) i obuhvata 36 opisanih vrsta. (Angelini i Jockusch, 2008). Insekti roda *Tribolium* su veličine 3-6 mm, izduženog tela, smeđe do crne boje. Larve su tenebrionidne izduženog i uskog tela, pa podsećaju na komad žice. U prirodi, prisustvo vrsta ovog roda zabeleženo je pod korom drveta gde se hrane gljivama (Angelini i Jockusch, 2008) ili u gnezdima životinja gde se hrane otpacima biljnog i životinjskog porekla (Rees, 2004). Ipak vrste ovog roda su poznatije kao veoma značajne štetočine u objektima za proizvodnju i skladištenje hrane.

Biološki ciklus kestenjastog brašnara odvija se na oštećenom zrnju žitarica, zrnima sa visokim procentom vlage, brašnu i drugim proizvodima žita. Ženka polaže 2-18 jaja dnevno u supstrat, a ukupno 1000 jaja za oko 400 dana (Reichmuth et al., 2007). Nakon 3-18 dana pile se cilindrične bele larve. Dužina larvenog perioda je od 7 do više od 100 dana u zavisnosti od spoljašnjih uslova, a potrebno je 6-12 presvlačenja da bi dostigle stadijum lutke. Optimalni uslovi za razviće su temperature od 32 do 37°C. Period lutke traje od 4 do 10 dana. Odrasla jedinka može da živi i do 3 godine, što predstavlja veliki problem u suzbijanju. Pozitivna stvar koja se javlja jeste kanibalizam koji je posebno izražen kod ove vrste i koji donekle smanjuje njeno prenamnoženje (Mertz i Robertson, 1970; Park, 1974; Alabi, 2008).

Osim kestenjastog brašnara velike ekonomske štete širom sveta izaziva i mali brašnar *Tribolium confusum*. Ove vrste su i morfološki dosta slične. Imago ima izduženo telo sjajnog integumenta crveno smeđe boje, istih dimenzija 3-4 mm kod obe vrste. Razlike se ogledaju u građi pipaka koji se kod malog brašnara postepeno proširuju dok su kod kestenjastog brašnara poslednji članci znatno veći od ostalih i formiraju glavicu od 3 segmenta (Reichmuth et al., 2007). Takođe grudi kod malog brašnara ima prave strane, dok su kod kestenjastog brašnara strane zakrivljene. Kestenjasti brašnar, može da leti ali retko, obično pred oluju i pri visokim temperaturama, dok mali brašnar ne može da leti (Almaši, 2008).

Pored dve najznačajnije vrste roda *Tribolium*, još dve vrste ovog roda su široko rasprostranjene u svetu. Crni brašnar *Tribolium madens* (Charpentier, 1825) i lažni crni brašnar *Tribolium destructor* Uyttenboogaart (1934) rasprostranjeni su na čitavom američkom i evropskom kontinentu kao i u severnom delu azijskog i afričkog kontinenta. Na ovim lokalitetima oni izazivaju manje ili veće lokalne ekonomske štete. Ostale vrste roda *Tribolium* rasprostranjene su samo u pojedinim delovima sveta gde se najčešće sreću u prirodi i ne pričinjavaju značajnije ekonomske štete.

## **2.2. Uticaj vrste i hranljive vrednosti biljnih sirovina i proizvoda na razviće skladišnih insekata**

Utvrđeno je da vrsta i hranljiva vrednost supstrata na kojima se skladišni insekti hrane imaju veliki uticaj na brojnost i dužinu ciklusa razvića njihovog potomstva (Ungsunantwiwat i Mills, 1979; Fardisi et al., 2013; Athanassiou et al., 2016). Istraživanja koja imaju za cilj utvrđivanje uticaja vrste supstrata na parametre razvića skladišnih insekata, mogu pomoći u boljem razumevanju biološkog ciklusa i ponašanja insekata u skladištima, što doprinosi znatno efikasnijoj i ekonomičnijoj zaštiti ovih proizvoda.

U različitim istraživanjima, primećeno je da skladišni insekti imaju kraći ciklus razvića i veću brojnost potomstva na zrnu i proizvodima od zrna pšenice, nego na drugim vrstama biljnih sirovina i proizvoda. Tako je utvrđeno da *T. castaneum* na brašnu od celog zrna pšenice ima znatno veću produkciju potomstva koje ima kraći ciklus razvića u odnosu na potomstvo koje se razvijalo na sojinom, pirinčanom i kukuruznom brašnu (Sokoloff et al., 1966a, Wistrand, 1974). Ahmad et al. (2012) su utvrdili veliku brojnost potomstva *T. castaneum* na mlevenoj pšenici i mlevenom sirku u odnosu na mleveno seme pamuka, gde potomstvo nije uspelo da se razvije dok su Naik et al. (2016) zabeležili kraću dužinu ciklusa razvića iste vrste na brašnu od celog zrna pšenice u odnosu na brašno od celog zrna sirka. Istraživanja koja sprovedli Naik et al. (2016) takođe su pokazala da se potomstvo ove vrste znatno brže razvijalo u pšeničnom brašnu u odnosu na zrno pšenice, iako oba supstrata potiču od iste biljne vrste. Ovo je u skladu sa prethodnim istraživanjima u kojima je utvrđeno da sekundarne štetočine preferiraju mlevene vrste supstrata, fine strukture čestica kao što su sitno

mlevena brašna gde imaju veću brojnost potomstva koje ima kraći ciklus razvića u odnosu na potomstvo na supstratima grublje strukture i krupnijih čestica. Tako je *T. castaneum* imao znatno veću produkciju potomstva koje se znatno brže razvijalo na brašnu kukuruza (Li i Arbogast, 1991), nego na celom ili krupno lomljenom zrnju iste biljke. Srodni *T. confusum* je isto tako imao znatno veću produkciju potomstva na brašnu spelte u odnosu na produkciju potomstva na zrnju spelte (Almaši i Poslonočec, 2014), a *O. surinamensis* veću produkciju potomstva na brašnu pšenice u odnosu na celo zrno pšenice (Beckel et al., 2007).

Uticaoj vrste supstrata na razmnožavanje, i dužinu perioda razvića prisutan je i kod primarnih skladišnih štetočina. Zabeleženo je da se nasuprot sekundarnim štetočinama, primarne skladišne štetočine značajno brže razvijaju u celom zrnju nego u brašnu pšenice. Tako je ciklus razvića *R. dominica* u pšeničnom brašnu trajao 50 dana, dok je u pšeničnom zrnju trajao svega 35 dana (Edde, 2012). Iako preferiraju drugačiju strukturu supstrata, istraživanja su utvrdila da kao i sekundarne štetočine, primarne štetočine takođe imaju veću produkciju potomstva i kraći ciklus razvića na pšenici u odnosu na druge vrste supstrata (Edde i Phillips, 2006). Prilikom gajenja *S. granarius*, *S. oryzae* i *S. zeamais* na zrnima tri različite biljne vrste (kukuruz, pšenica i sirak) utvrđeno je da sve tri ispitivane vrste imaju najveću produkciju potomstva i najbrži ciklus razvića na zrnju pšenice dok je najduži ciklus razvića zabeležen na zrnju kukuruza (Ungsunantwiwat i Mills, 1979). Gajenjem na četiri različite vrste žitarica, Baker (1988) je utvrdio da sve četiri ispitivane populacije *S. oryzae* imaju najveću produkciju potomstva na zrnju ječma, zatim pšenice i pirinča, a najmanju kao i u prethodnom istraživanju, na kukuruznom zrnju na kojem se potomstvo ove vrste razvijalo znatno sporije u odnosu na njeno potomstvo na ostalim supstratima. Edde i Phillips (2006), su utvrdili statistički značajno veću brojnost potomstva *R. dominica* na pšeničnom zrnju u odnosu na krompir, zrno kravljeg graška i žira. Borzoui et al. (2016), su utvrdili da je fekunditet ženki *S. cerealella* i fertilitet položenih jaja najveći, a dužina trajanja stadijuma larve najkraća na zrnima hibrida pšenice i raži (tritikale) i pšenice, dok su suprotne vrednosti ovih parametara, zabeležene na zrnima sirka i raži. *Trogoderma granarium* je takođe imala najveći rast populacije na zrnima pšenice i hibrida pšenice i raži, dok je najmanji rast populacije zabeležen na zrnima kukuruza i ječma (Athanassiou et al., 2016).

Iako skladišni insekti izazivaju velike štete u svetskoj industriji hrane za domaće životinje, postoji malo dostupnih podataka o razviću ovih štetočina na ovoj vrsti biljnih sirovina i proizvoda. U pokušaju gajenja *T. castaneum* i *T. confusum* na gotovoj hrani za ishranu zamorčića, miševa i pacova, Sokollof et al. (1966a) utvrdili da ovaj supstrat nije povoljan za produkciju potomstva ispitivanih vrsta i da one nisu ostvarile produkciju potomstva na ovom supstratu za ishranu životinja. Istraživanja koja su sprovedeli Fardisi et al. (2013) ukazuju na mogućnost razvića *T. castaneum* na nusproizvodima destilacije kukuruza koji se koriste kao dodatak smešama za ishranu domaćih životinja. Testirana su dva različita tipa ovih nusproizvoda (sa sitnijim i krupnijim česticama), a kao kontrola korišćen je standardni supstrat za laboratorijsko gajenje ove vrste. Produkcija potomstva zabeležena je na oba nusproizvoda, ali je potomstvo imalo znatno duže razviće, i značajno manju brojnost potomaka u odnosu na potomstvo gajeno na standardnom supstratu, te je zaključeno da ovi nusproizvodi imaju nisku podložnost napadu ove vrste. Fabres et al. (2014) su utvrdili znatno duži ciklus razvića potomstva i kasnije formiranje lutaka *T. castaneum* na brašnu kravljeg graška (*Vigna unguiculata*) u odnosu na pšenično brašno.

Svaka vrsta supstrata sastavljena je od određene proporcije ugljenih hidrata, proteina, masti i drugih hranljivih materija u vidu minerala, vitamina i aminokiselina. Ova proporcija čini hranljivu vrednost supstrata. Različita istraživanja sprovedena u cilju utvrđivanja optimalne proporcije ovih materija za određene insekatske vrste dala su nejasne odgovore po pitanju uticaja ugljenih hidrata i proteina na razviće skladišnih insekata. U pojedinim istraživanjima, hranljiva vrednost različitih vrsta skroba koji imaju visok procenat ugljenih hidrata ali nizak procenat proteina, pokazala se nedovoljna za razviće *T. castaneum*. Tako su ispitujući produkciju i razviće potomstva *T. castaneum* na šest različitih vrsta skroba (krompirov, i nekoliko vrsta kukuruznog i pšeničnog skroba) kao i na brašnu i brašnu sa pivskim kvascem, Xue, et al. (2010) utvrdili da se na pšeničnom brašnu i pšeničnom brašnu sa pivskim kvascem larve ove vrste normalno razvijaju i brzo dostižu stadijum imaga, dok u svim ispitivanim vrstama skroba larve nisu uspele da se razviju iznad drugog ili trećeg larvenog stupnja. Isto tako Xue, et al. (2010) su utvrdili da je produkcija potomstva kod ženki daleko manja u svim vrstama skroba i da one na ovim supstratima polažu znatno manji broj jaja. Wong i Lee (2011) su ispitujući razviće iste vrste na osam različitih supstrata utvrdili da se ova vrsta

najbolje razvija na brašnu od celog zrna durum pšenice ("atta" brašno). U ovom brašnu zabeležena je najveća brojnost potomaka kao i najkraći ciklus razvića potomstva. Daleko manji broj potomaka zabeležen je u pšeničnom, brašnu sa praškom za pecivo ("self-rising" brašno) i pirinčanom brašnu. U ostalim supstratima (kukuruzno brašno, puding u prahu, tapioka i krompirov skrob) ova vrsta nije uspela da ostavi potomstvo. Ovi istraživači tu činjenicu pripisuju veoma malom procentu proteina koji je zastupljen u supstratima u kojima se potomstvo nije razvilo. Sa druge strane u istraživanjima koja su sprovedli Ahmedani et al. (2009) i Adesina et al. (2016) utvrđeno je da u pšeničnom zrnu i brašnu, nakon infestacije *T. granarium* i *T. castaneum* dolazi do značajnog smanjenja procenta ugljenih hidrata dok je procenat proteina nakon infestacije čak bio i nešto povećan usled zaostalih egzuvija ovih štetočina, što ukazuje da ove vrste za svoje razviće zahtevaju veće količine ugljenih hidrata.

Utvrđeno je i da hranljiva vrednost supstrata sa visokim procentom proteina može imati negativan uticaj na razviće skladišnih insekata. Ovo se posebno odnosi na zrno i različite proizvode zrna biljaka iz familije Fabaceae. Zrno ovih biljaka sadrži više toksičnih proteina među kojima je najdominantniji protein lecitin koji ima negativan uticaj na razviće insekata, brojnost njihovog potomstva, a u većim dozama može imati i insekticidni efekat. Sokoloff et al. (1966a) su utvrdili da je brojnost potomstva *T. castaneum* i *T. confusum* u sojinom brašnu bila znatno manja nego u drugim supstratima (kukuruzno, pirinčano, pšenično brašno) pripisujući ovu pojavu toksičnom dejstvu sojinih proteina. Pored uticaja na brojnost potomstva skladišnih insekata, utvrđeno je da lecitin ima negativan efekat na razviće larvi *T. castaneum* koji se ogleda u njihovom poremećenom rastu i razviću (Walski et al., 2014). Insekticidno dejstvo lecitina utvrđeno je za *Callosobruchus maculatus* (Vandenborre et al., 2011), za ovu vrstu je takođe utvrđeno insekticidno dejstvo iz soje novoizolovanog toksičnog proteina Gm-TX (Oliveira et al., 2010) koji je pri koncentraciji od 1.16% na ukupnu količinu supstrata izazivao 50% smrtnost ovih skladišnih insekata. Pri dodatku brašna graška u pšenično zrno i pšenično brašno, Fields (2006) je utvrdio veći mortalitet imaga i manju produkciju potomstva *S. oryzae*, *S. zeamais*, *S. granarius*, *C. ferrugineus*, *Cryptolestes pusillus*, *T. confusum* i *T. castaneum* na mešavini ova dva brašna, u odnosu na čisto pšenično brašno. Fabres et al. (2014) su utvrdili 100% smrtnost larvi *T. castaneum* u brašnu soji srodne leguminoze, pasulja (*Phaseolus vulgaris*).

Hranljiva vrednost biljnih proizvoda u velikoj meri zavisi od procesa njihove prerade pre skladištenja. U procesu mlevenja u nekim proizvodima kao što je na primer brašno od celog zrna pšenice, ostaju svi delovi zrna (endosperm, aleuronski sloj i klica) za razliku od proizvoda kojima se u procesu prerade skida aleuronski sloj i klica, a ostaje samo endosperm (obično belo brašno). U istraživanjima koje su sprovedi Sokoloff et al. (1966a) testiranjem uticaja sedam različitih vrsta brašna (kukuruzno, sojino, belo pšenično, brašno od smeđeg i belog pirinča, brašno od celog zrna pšenice i mešavina kukuruznog, pirinčanog, sojinog i brašna od celog zrna pšenice) na razviće *T. castaneum* i *T. confusum* utvrđeno je da obe vrste imaju najveću produkciju potomstva na brašnu od celog pšeničnog zrna kao i mešavini kukuruznog, pirinčanog, sojinog i brašna od celog zrna pšenice. Hamalainen i Loschiavo (1977) su utvrdili da se potomstvo *T. castaneum* i *T. confusum* razvija statistički značajno brže u pšeničnom brašnu od celog zrna nego u običnom belom brašnu. Da je brašno od celog zrna žitarica hranljivije od običnog brašna kojem je u procesu prerade uklonjen semenski omotač pokazuju i istraživanja koje je sproveo Lale (2000) koji je ispitao uticaj brašna kukuruza, prosa, pšenice i sirka od celog ili zrna očišćenog od semenskog omotača na razviće i razmnožavanje *T. castaneum*. Znatno veća brojnost potomstva zabeležena je u svim brašnima od celog zrna u odnosu na brašna od očišćenog zrna.

Dodaci ishrani bogati vitaminima, mineralima i drugim za razviće bitnim materijama znatno povećavaju brojnost potomstva skladišnih insekata i pospešuju njihovo razviće. U istraživanjima najčešće korišćeni dodatak je pivski kvasac bogat proteinima i kompleksom vitamina B. Pored toga što se koristi kao dodatak brašnu pri gajenju mnogih vrsta skladišnih insekata u laboratorijskim uslovima, ovaj kvasac je dodatak i mnogim gotovim proizvodima za ishranu domaćih životinja, čineći ih još podložnijim napadu ovih štetočina. Utvrđeno je da ovaj dodatak ima posebno jak uticaj na *T. castaneum*. Sokoloff et al. (1966a) su utvrdili da kada se različitim vrstama brašna, doda pivski kvasac *T. castaneum* reaguje produkcijom znatno većeg broja potomaka koji imaju kraći ciklus razvića u odnosu na *T. confusum* kod koga je ova pojava slabije izražena. U daljim istraživanjima Sokoloff et al. (1966b) su potvrdili da *T. castaneum* ima veće zahteve u pogledu hranljive vrednosti supstrata u odnosu na *T. confusum*. *T. castaneum* je u kukuruznom brašnu i pšeničnom brašnu od celog zrna bez dodatka kvasca imao manju produkciju potomstva koje je imalo duži ciklus razvića od

potomstva *T. confusum* dok je pri dodatku pivskog kvasca u ove supstrate, bio obrnut slučaj, tj. *T. castaneum* je imao znatno veću produkciju potomstva od *T. confusum*. Wistrand (1974) je primetio da se dodatkom pivskog kvasca u brašno različitih vrsta žita (kukuruz, pirinač, pšenica) brojnost potomstva *T. castaneum* znatno povećava, a dužina ciklusa znatno skraćuje u svim supstratima a posebno u onim u kojima se ova vrsta slabije razvijala, tako da su i razlike u brojnosti i dužini ciklusa razvića potomstva između samih supstrata bile znatno manje. Lale (2000) je ispitujući optimalnu količinu pekarskog kvasca u supstratu, za razviće *T. castaneum*, utvrdio da optimalni procenat pivskog kvasca u supstratu iznosi 5% od ukupne količine supstrata. Manje (2,5%) ili veće (10%) količine kvasca povećavaju brojnost potomstva, ali ne u meri u kojoj to čini dodatak optimalnog procenta kvasca.

Osim pivskog kvasca i neki drugi dodaci u ishrani mogu doprineti boljem razmnožavanju i razviću skladišnih insekata. Dodatkom kompleksa vitamina B u supstrate (kukuruzno, pšenično i pirinčano brašno) Sokoloff et al. (1966a) su utvrdili veću brojnost potomstva *T. castaneum* i *T. confusum*, dok dodatkom aminokiselina u iste supstrate nisu utvrdili značajno veći broj potomaka kod ove dve vrste. Lecato i Flaherthy (1973) su utvrdili da *T. castaneum* u supstratima koji u pogledu hranljive vrednosti nisu optimalni za njega, pribegava predatorstvu kako bi se brže razvio i proizveo veći broj potomaka. Tako je ova vrsta u lomljenom kukuruzu sa dodatkom jaja vrste *P. interpunctella* imala znatno veću produkciju potomaka koji su se brže razvijali nego u lomljenom kukuruzu bez dodatka jaja ove vrste leptira. Hamalainen i Loschiavo (1977) su utvrdili da se *T. castaneum* i *T. confusum* razvijaju nešto brže kada se belom pšeničnom brašnu dodaju vitamini B kompleksa. Dodatkom mekinja i klice u ovo brašno potomstvo *T. castaneum* se takođe razvijalo brže dok se potomstvo *T. confusum* razvijalo statistički značajno brže nego u brašnu bez ovih dodataka. Udeo netoksičnih i nehranljivih dodataka pšeničnom brašnu takođe utiče na dužinu ciklusa razvića. U ogledu koji su sprovedeli Lewis et al. (2012) utvrđeno je da povećanje udela netoksičnih i nehranljivih dodataka (mikrokristali celuloze) u pšeničnom brašnu, statistički značajno produžava ciklus razvića *T. castaneum* i dovodi do smanjenja mase lutaka, a samim tim kasnije i mase imaga. Tako je potomstvo ove vrste imalo statistički značajno duži ciklus razvića i manju masu lutaka u mešavini od 4 dela mikrokristala i jednog dela brašna (4:1) u odnosu na mešavinu od 1:4. Ovo potvrđuju i slična



istraživanja koja su sprovedli Ming i Cheng (2012) i utvrdili da je masa larvi, lutaka i imaga *T. castaneum* bila statistički značajno manja u mešavini 2:1 u odnosu na mešavinu od 1:4 delova mikrokristala celuloze i pšeničnog brašna.

### 2.3. Uticaj gustine populacije na razviće skladišnih insekata

Pored vrste supstrata, početna gustina populacije takođe može imati veliki uticaj na parametre razvića. Tako povećanjem početne gustine populacije može doći do promena u produkciji potomstva ženki, brojnosti i masi potomstva (Taylor, 1974; Almaši i Poslonočec, 2014). Kod nekih vrsta visoke gustine populacije mogu usloviti pojačanu kompeticiju među potomstvom i pojavu kanibalizma (Sokal i Karten, 1964; Longstaff, 1995).

U istraživanju koje su sprovedli Sokal i Karten (1964), utvrđen je značajan uticaj početne gustine populacije na masu i procenat preživljavanja potomstva *T. castaneum*. Ispitivan je uticaj 4 početne gustine populacije od 5, 20, 50 i 100 jaja/g brašna, na procenat preživljavanja i masu potomaka. Pri početnoj gustini populacije od 100 jaja/g brašna potomci su imali nižu masu tela od potomaka koji su se razvijali pri početnim gustinama populacije od 5 i 20 jaja/g brašna. Procenat preživljavanja potomstva bio je sličan na svim početnim gustinama populacije do gustine populacije od 100 jaja/g brašna gde je počeo da opada usled pojačane kompeticije. U istom ogledu je pored 4 pomenute početne gustine populacije ispitan i uticaj početne gustine populacije od 200 jaja/g brašna, gde je procenat preživljavanja bio drastično nizak (svega 1,5%), pa istraživači zaključuju da je kritična gustina populacije koja dovodi do izražene kompeticije i kanibalizma između 100 i 200 jaja/g brašna. Kanibalizam najčešće nastaje usled povećane kompeticije i smanjene količine dostupne hrane. Korist kanibalizma za larve je manja kompeticija oko ograničenih količina dostupne hrane, brži rast, veća masa, a samim tim često i veća plodnost jedinki u stadijumu imaga (Collie et al., 2013). Ova pojava posebno izražena kod *T. castaneum*. Park et al. (1974) su utvrdili velik značaj kanibalizma jaja i lutaka u populacionoj dinamici *T. castaneum*, dok su Ho i Dawson (1966) utvrdili da intezitet kanibalizma ove vrste zavisi od starosti i pola kanibala kao i starosti i pola njegove žrtve i da ova pojava povećava produktivnost ženki ispitivane vrste. U ogledu sa koji su sprovedli Tucker et al. (2014) na pšeničnom

brašnu, utvrđena je pojava kanibalizma kod *T. castaneum*, a najviše kanibalizovani stadijum bio je stadijum lutke, zatim stadijum jajeta i stadijum imaga. Arthur et al. (2015) je kod još jedne vrste skladišnih insekata (*Trogoderma inclusum*) pri početnoj gustini populacije od 100 do 150 insekata na 200g supstrata (brašno +5% pivskog kvasca), utvrdio visok intezitet kanibalizma među larvama, pa je svega 20% larvi dostiglo stadijum imaga.

Pojavu izražene kompeticije i kanibalizma usled visoke početne gustine populacije utvrđuje i Longstaff (1995), koji je ispitivanjem uticaja početnih gustina populacije od 1, 3, 9 i 26 parova insekata na brojnost i brzinu razvića potomstva *T. castaneum* gajenom na tvrdom i mekom pšeničnom brašnu, došao do više zaključaka. Pri nižim početnim gustinama populacije, na mekom pšeničnom brašnu brojnost potomstva bila je 15 puta veća u odnosu na brojnost potomstva na tvrdom pšeničnom brašnu, pri istim početnim gustinama populacije, isto tako larve na mekom brašnu su se razvijale znatno brže u odnosu na larve u tvrdom brašnu. Pri višim početnim gustinama populacije brojnost potomstva na ova dva supstrata se nije značajno razlikovala, osim što je prethodno primećen znatno veći broj larvi u mekom brašnu, pa manji broj izašlih adulta ovaj autor pripisuje kanibalizmu među potomstvom.

Ispitujući uticaj početne gustine populacije (4 i 12 insekata/g pšeničnog brašna) kod osetljive i na malation rezistentne populacije *T. castaneum*, Assie et al. (2008) su utvrdili da se kod osetljive populacije, povećanjem početne gustine, a samim tim i veće kompeticije, povećala smrtnost potomstva, tako je pri najnižim početnim gustinama populacije smrtnost bila najniža a pri najvišim početnim gustinama populacije najviša. Autori zaključuju da početna gustina ima uticaj i na masu potomstva kod osetljive populacije. Tako se povećanjem početne gustine populacije smanjivala masa novoizašlih imaga, te su ženke iz populacija sa višim početnim gustinama imale za oko 10% manju masu tela od ženki iz populacija sa nižim početnim gustinama. Halliday et al. (2015) su utvrđivali uticaj početne gustine populacije 10, 20, 30, 40 i 50 insekata na 0,625 i 2,5ml pšeničnog brašna, na broj položenih jaja i broj novoizašlih imaga *T. castaneum*. Utvrdili su da su vrednosti ova dva parametra statistički značajno opadale sa porastom početne gustine populacije i kompeticije među potomstvom.

Uticaj početne gustine populacije zabeležen je i kod drugih vrsta skladišnih insekata kod kojih visoke gustine populacije najčešće dovode do smanjenja

produktivnosti ženki. Tako je Taylor (1974) ispitujući uticaj različitih početnih gustina populacija (5, 10, 15 i 20 parova insekata/100g kravljeg graška) na razmnožavanje žiška kravljeg graška, *C. maculatus*, utvrdio da ženke proizvode više potomstva pri nižim početnim gustinama populacije nego pri višim početnim gustinama populacije. Takođe je utvrđeno da povećanjem početne gustine populacije, među potomstvom raste procenat tzv. aktivnih ženki u odnosu na procenat običnih ženki. Ovu pojavu objašnjavaju činjenicom da aktivne ženke predstavljaju formu koja je mobilnija i naseljava nove prostore.

Almaši i Poslonočec (2014) su prilikom ispitivanja uticaja zrna i različitih proizvoda spelte na produktivnost ženki *T. confusum*, pri tri početne gustine populacije od 4, 10 i 20 insekata na 250g ispitivanih supstrata, utvrdili da ženke imaju najveću produktivnost pri najmanjoj početnoj gustini populacije od 4 insekata i da se povećanjem početne gustine populacije smanjuje produktivnost ženki ove vrste.

Pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 4 i 6 parova insekata *Zabrotes subfasciatus*, na 2g zrna pasulja, Teixeira et al. (2016), su takođe utvrdili smanjenje produktivnosti ženki ove vrste usled povećanja početne gustine populacije.

#### **2.4. Uticaj mirisa na ponašanje skladišnih insekata**

Isparljiva organska jedinjenja (mirisi) iz uskladištenih biljnih proizvoda, biljnih ekstrakta ili ona koje sami insekti proizvode mogu značajno uticati na ponašanje skladišnih insekata. Ova jedinjenja se sastoje od 5 do 20 ugljenikovih atoma, različitih funkcionalnih grupa, npr. ketona, aldehida, estara i alkohola (Olsson, 2001). Iz dosadašnjih istraživanja poznato je da ove organske komponente mogu imati veliki uticaj na ponašanje skladišnih insekata. U cilju pronalazaženja novih ekoloških mera borbe protiv skladišnih štetočina, ovaj uticaj se sve više ispituje.

Uticaj mirisa na ponašanje insekata se najčešće testira pomoću metode praćenja ponašanja insekata kroz testove sa olfaktometrom kao i kroz različite testove izbora i postavljanja zamki sa atraktivnim mirisima hrane.

#### **2.4.1. Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje skladišnih insekata**

Kako se primarne štetočine hrane celim i neoštećenim, a sekundarne već oštećenim zrnom žita, rađena su različita istraživanja kako bi se utvrdilo kako mirisi neoštećenih i/ili oštećenih zrna utiču na ponašanje obe grupe štetočina. Istraživanja koja su sprovedli Phillips et al. (1993), pokazala su da *S. oryzae* kao primarnu štetočinu najviše privlače isparljive organske komponente celog (neoštećenog) zrna pšenice (valeraldehid, maltol i vanilin) a u kombinaciji sa sintetičkim feromonom sitofinonom, znatno više od mirisa samog feromona ili samog mirisa celog zrna. Ženke *C. maculatus* u ogledu sa Y olfaktometrom, statistički značajno je privlačio miris celih zrna dve sorte kravljeg graška (braon i crnookasta sorta) i soje (Ajayi et al., 2015). Kada je u četvorokrakom olfaktometru insektima ponuđen izbor između mirisa zrna ove tri biljke, najveću atraktivnost za ovu insekatsku vrstu pokazalo je zrno braonokastog kravljeg graška (50%), zatim soje (30%) i crnookastog kravljeg graška (15%), iz čega se može pretpostaviti da atraktivnost mirisa zrna zavisi i od biljne vrste, i da zrna različitih biljnih vrsta mogu ispoljiti različitu atraktivnost za skladišne štetočine. Iako se primarne štetočine hrane celim zrnom, utvrđeno je da kada insekti u ponudi imaju izbor između mirisa celog i mirisa oštećenog zrna, veću atraktivnost za ovu grupu štetočina ispoljavaju mirisi oštećenih zrna žita. Tako su u ispitivanju uticaja mirisa neoštećenog i oštećenog zrna pet vrsta pšenice (*Triticum aestivum*, *T. durum*, *T. dicoccum*, *T. monococcum* i *T. spelta*) na ponašanje *S. oryzae*, Trematerra et al. (1999) utvrdili, da što je veći stepen oštećenja zrna to je veće oslobađanje atraktivnih mirisa zrna za ovu vrstu. Tako su po opadajućoj atraktivnosti mirisi sledećih delova zrna privlačili najviše ovu insekatsku vrstu: klica, endosperm zrna bez klice, slojevi perikarpa zrna, celo zrno bez pleve, celo zrno sa plevom i na kraju najmanju atraktivnost imala je sama pleva. U novijem istraživanju koje su sprovedli Trematerra et al. (2013) cela zrna kukuruza izlagana su mirisima zrna pšenice, ječma i kukuruza u tri stanja: cela, mehanički oštećena ili zrna oštećena ishranom insekata. Vremenski period izlaganja zdravih zrna ovim mirisima trajao je 1, 7 i 14 dana. Tako, mirisima kontaminirana zrna su stavljana u klopke kako bi se utvrdila njihova atraktivna moć za *S. zeamais*. U svim kombinacijama (kukuruz-kukuruz, kukuruz-ječam i kukuruz-pšenica) utvrđeno je da ovu vrstu znatno

više privlači zrno kukuruza koje je bilo izloženo mirisu zrna oštećenog ishranom insekata, a optimalni vremenski period izlaganja zrna mirisima bio je 14 dana. Utvrđeno je da primarne štetočine može privlačiti i miris proizvoda od žita, pa je tako *S. zeamais* od 8 testiranih vrsta testenine (dijetetske, heljdine i ječmene, speltine, testenine sa jajima, testenine od sočiva, trobojne, testenine od griza celog zrna pšenice i testenine obogaćene vitaminima) ovu vrstu najviše privlačio miris testenine od griza celog pšeničnog zrna i testenine obogaćene vitaminima, dok je najmanju atraktivnost za ovu vrstu pokazao miris dijetetske testenine (Trematerra i Savoldelli, 2014).

Ranija istraživanja su pokazala da sekundarne štetočine uglavnom privlači miris zrna oštećenog bilo mehanički u procesu prerade bilo ishranom primarnih štetočina. Tako je utvrđeno da gravidne ženke *Ephestia cautella* snažno reaguju na miris lomljenog pšeničnog zrna i da na većem prostoru mogu da pronađu i mali izvor ovog mirisa koji uslovljava ovipoziciju u njegovoj neposrednoj blizini (Barrer i Jay, 1980). U ogledu sa olfaktometrom *O. surinamensis* statistički značajno je privlačio miris valjanog zrna ovsa (zrno ovsa bez pleve, termički obrađeno) i ekstrakt zrna ovsa (Freedman et al, 1982). Seifelnasr et al. (1982), su utvrdili da *T. castaneum* statistički značajno više privlači miris delova zrna pšenice (endosperm, klica), pšenično brašno i pšenične mekinje od mirisa celog zrna pšenice. Utvrđeno je i da ovu vrstu statistički značajno više privlači fermentisano i nefermentisano brašno prosa od neoštećenog zrna prosa. Pojedina istraživanja pokazala su da i sekundarne štetočine može privlačiti miris celog zrna, ali uglavnom kada miris oštećenog zrna nije u ponuđenom izboru. Seifelnasr et al. (1982) su utvrdili statistički značajno veću atraktivnost celog zrna pšenice, a Ahmad et al. (2013) značajno veću atraktivnost celog zrna pšenice i sirka u odnosu na kontrolu (praznu posudu bez mirisa), za *T. castaneum*. Postavljanjem zamki sa celim zrnima pšenice, i kasnijom identifikacijom i brojanjem uhvaćenih insekata u njima, Barrer (1983) je utvrdio da ove zamke svojim mirisom privlače pored *R. dominica* i *C. ferrugineus* i *T. castaneum*. Ova istraživanja nisu u skladu sa istraživanjima koje su sprovedeli Phillips et al. (1993) i utvrdili da *T. castaneum* nije privlačio miris iz celog zrna pšenice, već miris ulja presovanog semena kukuruza, klice pšenice kao i semena ovsa, soje i pirinča. Ispitivanu vrstu je najviše privlačila kombinacija mirisa sojinog ulja i pšenične klice sa feromonom, više od mirisa samog feromona ili samog mirisa hrane, što ukazuje da *T. castaneum*, kao sekundarnu štetočinu više privlači miris starijeg, već

oštećenog, propadajućeg zrna. Trematerra et al. (2000) potvrđuju ovu činjenicu ispitujući uticaj mirisa neoštećenog, mehanički i prirodno oštećenog zrna durum pšenice na ponašanje tri vrste sekundarnih štetočina: *O. surinamensis*, *T. castaneum* i *T. confusum*. Zrno je bilo oštećeno mehanički tokom procesa žetve ili skladištenja, dok je prirodno oštećeno zrno, bilo oštećeno ishranom primarnih štetočina. Utvrđeno je da oštećena zrna bilo mehaničkim ili prirodnim putem više privlače ove štetočine od neoštećenog zrna. Ustanovljeno je i da miris zrna oštećenog ishranom primarnih štetočina (*S. oryzae* i *R. dominica*) ima veću atraktivnu moć za ove sekundarne štetočine od mehanički oštećenog zrna. *T. castaneum* je bio statistički značajno više privučen mirisom zrna kukuruza oštećenog ishranom *S. zeamais* nego mirisom neoštećenog zrna kukuruza. Ustanovljeno je i da *T. castaneum* više privlači miris zrna kukuruza oštećenih ishranom *S. zeamais* koja su uskladištena duži vremenski period (20 meseci) nego ista zrna uskladištena 8 meseci (Trematerra et al., 2015).

Pored atraktivnosti mirisa zrna i proizvoda žita za skladišne insekte, veliki broj istraživanja je utvrdio i atraktivno dejstvo mirisa semenki i mahuna biljke rogača (*Ceratonia siliqua*), koje se koriste u ishrani ljudi i životinja (Cavallaro et al., 2016). Tako je u ogledu sa zamkama u vidu jama u kojima se nalazio rogač (*C. siliqua*) ustanovljeno da miris ove biljne vrste privlači tri ekonomski važne vrste skladišnih insekata (*O. surinamensis*, *S. granarius* i *C. ferrugineus*). Takođe u ogledu sa Y olfaktometrom atraktivnost mirisa semenki i mahuna ove biljne vrste potvrđena za vrste *O. surinamensis* i *S. granarius* ali ne i za *C. ferrugineus* (Collins et al., 2004). Još jedno istraživanje koje su sprovedi Wakefield et al. (2005), potvrđuje atraktivnost mirisa biljke rogača na tri vrste žiška: *S. granarius*, *S. oryzae* i *S. zeamais*. Ovi istraživači utvrđuju da miris rogača u kombinaciji sa feromonom ovih vrsta, više privlači sve tri vrste od mirisa samog feromona ili mirisa same hrane.

Istraživanja ukazuju i na razlike u atraktivnosti mirisa hrane na različite polove istih vrsta. Tako su Seifelnasr et al. (1982) utvrdili veću atrakciju delova zrna i brašna pšenice i prosa za ženke nego za mužjake *T. castaneum*. Edde i Phillips (2006), su utvrdili statistički značajno bržu reakciju mužjaka *R. dominica* na miris zrna pšenice u odnosu na ženke kojima je trebao tri puta duži vremenski period da dođu do izvora mirisa. Shimizu i Hori (2009), su u testu sa olfaktometrom utvrdili slabu atraktivnost mirisa zrna adžuki pasulja (*Vigna angularis*) za ženke *Callosobruchus chinensis*, dok

mužjaci ove vrste nisu bili privučeni mirisom zrna ove biljke. Nasuprot prethodnim istraživanjima Ahmad et al. (2013) ne utvrđuje razlike u atrakciji zrna pšenice, sirka i semena pamuka za mužjake i ženke *T. castaneum*. Oba pola je podjednako privlačio miris zrna ovih žitarica. Mužjaci *S. granarius* bili su manje osjetljivi na atraktivnost organskih komponenti koje ispušta žito pri stresu od ženki i reagovali su samo pri višim dozama ( $100\text{ng min}^{-1}$ ) dok su ženke bile privučene ovim mirisom i pri nižim dozama ( $10\text{ng min}^{-1}$ ) (Piesik i Wenda-Piesik, 2015).

#### **2.4.2. Uticaj mirisa jedinjenja koje produkuju skladišni insekti na njihovo ponašanje**

Pored mirisa hrane, značajan uticaj na ponašanje insekata imaju i hemijska jedinjenja koje insekti sami ispuštaju. Poslednjih godina sve više se pridaje značaj istraživanjima koja se bave izolovanjem mirisnih komponenti u vidu različitih agregacionih i seksualnih feromona kao i različitih odbrambenih supstanci koje ispuštaju sami insekti. Istraživanja za cilj imaju detekciju samih insekata u uskladištenim proizvodima na nivou roda ili čak vrste, a ova oblast ima i potencijal u budućnosti za pravljenje novih bioloških preparata za privlačenje ili odbijanje insekata na bazi mirisnih komponenti koje sami ispuštaju.

Za vrste roda *Tribolium* utvrđen je specifični agregacioni feromon tribolurin (4.8 dimetil dekanal) (Suzuki i Sugawara, 1979). U ogledu sa olfaktometrom Barak i Burkholder (1985) su utvrdili da ovaj feromon statistički značajno privlači *T. castaneum* i *T. confusum*. Vrste roda *Tribolium* produkuju i velike količine organskih odbrambenih supstanci, koje se mogu detektovati gasnom hromatografijom i masenom spektrometrijom. Dve najzastupljenije neorganske komponente specifične za ovaj rod jesu P-benzokinoni i 1-pentadecen-i. Pored toga što se mogu koristiti za detekciju vrsta roda *Tribolium* u skladištima, P-benzokinoni predstavljaju visoko reaktivne i kancerogene odbrambene supstance koje su produkti žlezda vrsta roda *Tribolium* dok 1-pentadeceni olakšavaju apsorpciju benzokinona od strane neprijatelja ovih vrsta, a isto tako deluju kao kopolacioni feromoni brašnara. Zbog ovoga je neophodna kontrola proizvoda na količine ovih štetnih supstanci, kako bi se izbegao njihov toksičan uticaj na ljude i domaće životinje.

Značajnu ulogu u količini ispuštenih hemijskih jedinjenja od strane insekata igra njihova starost i pol. Tako su, Wirtz et al. (1978) ispitujući uticaj starosti i pola na koncentraciju p-benzokinona i 1-pentadecen-a kod *T. castaneum* i *T. confusum*, utvrdili da tek eklozirali imago obe vrste proizvode veoma male količine ovih supstanci, a da kasnije ta količina raste i dostiže maksimum između 20. i 30. dana nakon eklozije, od kada stagnira ili blago opada. Utvrđeno je i da kod obe vrste insekata 30. dana nakon eklozije ženke proizvode više pomenutih supstanci nego mužjaci. Unruh et al. (1998) dolaze do nešto drugačijih rezultata. Naime količina ispuštenih p-benzokinona se povećavala posle eklozije zajedno sa sklerotizacijom kutikule do 40-50. dana posle eklozije, nakon ovog perioda je ostajala na najvišem nivou do 80. dana nakon eklozije. Pojavu istovremenog povećanja količine p-benzokinona i sklerotizacije kutikule objašnjavaju činjenicom da jačom kutikulom ova vrsta sebe štiti od velike količine sopstvenih p-benzokinona. Takođe je utvrđeno i da ženke koje se nisu parile, starosti 40-80 dana ispuštaju za oko 40 % veću količinu p-benzokinona od mužjaka iste starosti. Pored starosti insekata, na količinu ispuštenih mirisa, uticaj mogu imati i gustina populacije i vlažnost supstrata. Tako su Senthilkumar et al. (2012) pomoću "headspace" metode i gaseno hromatografske masene spektrometrije (GC/MS) ispitali isparljive organske komponente koji luče skladišni insekti *T. castaneum* i *C. ferrugineus* u uskladištenom žitu. Utvrdili su da se kod *T. castaneum* pri povećanju gustine populacije povećava i količina izlučenih isparljivih materija koje su mahom benzokinoni i tridekani, dok kod *C. ferrugineus* nisu detektovali nijednu isparljivu organsku komponentu. Do sličnih rezultata došli su i Wu et al. (2013) koji su pomoću metode "električnog nosa" u pšenici, detektovali prisustvo *T. castaneum* samo pri višoj gustini populacije (20 insekata/kg pšenice) i pri vlažnosti pšenice od 14 i 16%.



### 2.4.3. Uticaj mirisa etarskih ulja na ponašanje skladišnih insekata

Etarska ili esencijalna ulja predstavljaju kompleksnu mešavinu isparljivih organskih komponenti, koje se proizvode kao sekundarni metaboliti u biljkama. Ova mešavina sastavljena je od ugljovodonika (terpena i seskviterpena) i oksidovanih komponenata (alkohola, estara, etara aldehida, ketona, laktona, fenola i fenolskih etara) (Nerio et al., 2010). Utvrđeno je da etarska ulja mnogih biljaka imaju repelentno dejstvo na insekte kao i da u većim dozama prouzrokuju letalne efekte (Kim et al., 2003; Nerio, 2010; Regnault-Roger et al., 2012). Pored repelentnih i letalnih efekta, istraživanja su pokazala da ova ulja imaju i atraktivno delovanje (Sharaby et al., 2009; Bett et al., 2016).

Repelentni uticaj etarskih ulja na skladišne insekte najčešće se prati kroz testove izbora i testove sa olfaktometrom. Repelentnost velikog broja etarskih ulja različitih biljnih vrsta testirana je pri različitim koncentracijama i količinama. Etarsko ulje biljaka *Artemisia princeps* i *Cinnamomum camphora*, kao i mešavina ova dva etarska ulja u testu izbora ispoljila su jak repelentni efekat na *S. oryzae* i *Bruchus rugimanus* pri sve četiri doze ulja od 250, 500, 1000 i 2000 $\mu$ g/g zrna pšenice i pasulja. Najveću repelentnost ispoljila je mešavina ova dva ulja a pretpostavka je da je to zbog pozitivnog sinergističkog efekat ova dva etarska ulja (Liu et al., 2006). U testu sa olfaktometrom, prilikom ispitivanja repelentnog dejstva etarskih ulja 6 vrsta biljaka (Kim (*Carum carvi*), žalfija (*Salvia sclarea*), grejpfrut (*Citrus paradisi*), jagoda (*Fragaria vesca*), majčina dušica, (*Thymus vulgaris*) i “ylangylang”, (*Cananga odorata*), na *S. oryzae*, pri dozi od 10 $\mu$ l/filter papir, Yoon et al. (2007), su utvrdili da ovu vrstu najviše odbija miris kima. Sličnu repelentnu aktivnost pokazalo je i etarsko ulje grejpfruta dok etarska ulja ostalih ispitivanih biljaka nisu statistički značajno odbijale ovu vrstu. Ispitivanjem repelentnog efekta etarskih ulja četiri mediteranske biljke (*Laurus nobilis*, *Citrus bergamia*, *Foeniculum vulgare* i *Lavandula hybrida*) pri dozi od 0,1; 0,01 i 0,001 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira, na tri vrste skladišnih insekata (*S. zeamais*, *C. ferrugineus* i *Tenebrio molitor*) pri vremenu ekspozicije od 1, 3, 5 i 24 h utvrđen je različit repelentni efekat za različite vrste insekata. Tako je za *S. zeamais* najrepelentniji bio miris etarskog ulja biljke *F. vulgare* nakon 3 h izlaganja, a miris etarskog ulja biljke *C. bergamia* nakon 24 h izlaganja mirisima ovog etarskog ulja, za *C. ferrugineus* pored etarskog ulja ove dve

biljne vrste, jak repelentni efekat je imao i miris etarskog ulja *L. hybrida*, dok je za *T. molitor* najjači repellent efekat iskazalo etarsko ulje biljaka *C. bergamia* i *L. hybrida* (Cosimi et al., 2009). Ispitujući uticaj etarskih ulja limete (*Citrus autantium*), lavande (*Lavandula officinalis*), bosiljka (*Ocimum sanctum*), zimzelena (*Gaultheria fragrantissima*) i kamforovog ulja (*Cinnamomum zeylanicum*) na *T. castaneum*, Pugazhvendan et al. (2012) su utvrdili da etarsko ulje bosiljka ima najjači repelentni efekat za ovu vrstu i da je njegova repelentnost za ovu vrstu jaka pri dozama od 5 $\mu$ l. You et al. (2015) su pomoću testa izbora, ispitali repelentni uticaj različitih koncentracija etarskih ulja 6 biljaka iz roda *Murraya* koji pripada porodici citrusa (*Rutaceae*), na *T. castaneum*. Najjaču repelentnost za ovu vrstu pokazala su etarska ulja *Murraya tetramera* i *Murraya kwangsiensis*, pri dozama od 78.6nL/cm<sup>2</sup> filter papira. U istraživanjima gde je ispitivan repelentni efekat etarskog ulja biljaka *Cupressus lusitanica* i *Eucalyptus saligna*, pri koncentracijama od 0,05; 0,10; 0,15 i 0,20% v/w na četiri vrste skladišnih insekata (*A. obtectus*, *T. castaneum*, *S. cerealella* i *S. zeamais*), utvrđen je jak procenat repelentnosti samo za *T. castaneum* (65-92,5%) dok je procenat repelentnosti etarskog ulja ove dve biljke za ostale ispitivane insekatske vrste bio ispod 30% (Bett et al., 2016).

Pored vrste etarskog ulja na repelentnost utiče i koncentracija etarskog ulja. Etarska ulja nekih biljnih vrsta pri nižim koncentracijama ispoljavaju slab ili uopšte ne ispoljavaju repelentni efekat. Tako je etarsko ulje grana i listova biljke *Laurelia sempervirens* za *T. castaneum* izazvalo repelentnost od preko 90% pri niskoj dozi od 0,032 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira pri periodu ekspozicije od 4 h dok je za isti procenat repelentnosti jedinki *T. castaneum* bilo potrebno 3-10 puta veća doza etarskog ulja biljke *Drimys winteri* (Zapata i Smagghe, 2010). U ogledu sprovedenom u cilju ispitivanja repelentnog uticaja etarskih ulja biljaka citronele (*Cymbopogon nardus*), origana (*Origanum vulgare*) i ruzmarina (*Rosmarinus officinalis*) na *T. castaneum* utvrđen je značajan repelentni efekat svih ispitivanih etarskih ulja pri dozama od 0,005 do 0,02  $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira (Licciardello et al., 2013). Pri nižim dozama etarskih ulja (0,0001 i 0,001) samo je etarsko ulje biljke citronele pokazalo repelentnu aktivnost i to tokom prvog sata od nanošenja. Olivero-Verbel et al. (2013) su ispitali repelentno dejstvo etarskih ulja eukaliptusa (*Eucalyptus citriodora*), limunove trave (*Cymbopogon citrates*), verbene (*Lippia alba*), kadife (*Tagetes lucida*) i etarskog ulja “ylangylang”

biljke (*C. odorata*) na *T. castaneum* i utvrdili da etarska ulja kadife, limunove trave i etarsko ulje “ylangylang” biljke pri najvišim ispitivanim dozama (5µl/g mlevenog ovs) imaju jači repelentni efekat na ovu vrstu od komercijalnog sintetičkog repelenata na bazi alanina i beta alanina (IR3535). Pri najnižoj dozi (0,0005 µl/g supstrata), etarsko ulje eukaliptusa pokazalo je najveću repelentnu moć za *T. castaneum*.

Iako su etarska ulja većine biljaka poznata kao repelenti skladišnih insekata, etarska ulja pojedinih biljaka mogu se ponašati i kao atraktanti ovih štetočina. U ogledu sa olfaktometrom, etarska ulja jagode (*Fragaria vesca*), komorača (*Foeniculum vulgare*) i pomorandžine kore (*Citrus aurantium*) pri koncentraciji od 0.001% pokazala su procenat atraktivnosti od 35,8; 20,6 i 8,6 % za larve krompirovog moljca (*Phthorimaea operculella*). Isto tako biljni terpenoidi  $\alpha$ -ionon, D-limonen i kariofilen ispoljili su procenat atraktivnosti od 40,3; 27,7 i 5,5% za *P. operculella* (Sharaby et al., 2009). Etarsko ulje ruzmarina (*R. officinalis*) pri dozi od 0,01µl/cm<sup>2</sup> filter papira, pokazalo je atraktivnost za *T. castaneum* u testu izbora koji su sproveli Licciardello et al. (2013). U testu izbora, zrno kukuruza tretirano sa 0,20% etarskog ulja biljke *C. lusitanica* pokazalo je slabu atraktivnost od 5,6% za *S. zeamais* u odnosu na zrno koje nije bilo tretirano etarskim uljem ove biljne vrste (Bett et al., 2016).

Uticaj etarskih ulja može imati različit efekat na različite polove iste vrste. Sharaby et al. (2009) su pomoću olfaktometra utvrdili razlike u ponašanju mužjaka i ženki *P. operculella* pri uticaju mirisa etarskih ulja. Tako je etarsko ulje jagode (*F. vesca*) ispoljilo atraktivnost za ženke (+26,7%), a repelentnost za mužjake (-20,4%). Za ženke je najrepelentnije bilo etarsko ulje biljke mente (*Mentha viridis*) koje je izazivalo procenat repelentnosti od 82%, dok je za mužjake najrepelentnije bilo etarsko ulje komorača (*F. vulgare*) (-77,8%) koje je za ženke ispoljilo nisku repelentnost (-17,6 %).

Repelentnost etarskih ulja biljaka često je povezana sa njihovim negativnim efektom na razviće i razmnožavanje skladišnih insekata. U testu izbora gde je ženkama *C. maculatus* bio ponuđen izbor između posude sa 20 g netretiranog stočnog graška i 20g stočnog graška tretiranog sa etarskim uljima biljaka *E. citriodora*, *Eucalyptus staigeriana*, *Cymbopogon winterianus* i *F. vulgare* pri različitim koncentracijama (127,5 - 558ppm), utvrđena je značajna repelentnost tretiranog stočnog graška kao i redukcija ovipozicije i pojave odraslih insekata *C. maculatus* koji su se hranili na ovom supstratu. U zavisnosti od vrste etarskog ulja, ovipozicija je bila redukovana 6,3-100% a pojava

odraslih insekata 0,9-100% (Gusmao et al., 2013). Iako etarska ulja sve četiri *Citrus* spp. vrste (*C. latifolia*, *C. paradisi*, *C. reticulata* i *C. sinensis*) nisu pokazala repelentni efekat ni pri jednoj koncentraciji (600-1620ppm), u zavisnosti od vrste ulja, izazvala su redukciju ovipozicije *C. maculatus* za 30-72% i redukciju pojave odraslih za 15-85% (Andrade-Dutra et al., 2016).

Pored negativnog uticaja etarskih ulja na reprodukciju i razviće potomstva, ova ulja mogu negativno uticati na hranjenje insekata. Tako je etarsko ulje peršuna (*P. sativum*) snažno inhibiralo penetraciju larvi *A. obtectus* u zrno pasulja, dok je etarsko ulje biljke *C. nardus*, značajno smanjilo pojavljivanje imaga iz zrna pasulja iako je dolazilo do penetracije larvi u zrno (Regnault-Roger i Hamraoui, 1994). Larve *T. castaneum*, koje su se hranile pšeničnim brašnom tretiranim etarskim uljem biljke *Cinnamomum aromaticum* pri dozi od 27,2 i 54,4mg/g brašna imale su smanjeni unos hrane, slabo iskorišćavanje hranljivih materija a samim tim smanjen porast (Huang i Ho, 1998). U ogledu koji su sprovedi Gonzalez et al. (2014) utvrđeno je da je ishrana imaga *T. castaneum* i *R. dominica* na pšeničnom brašnu tretiranim sa etarskim uljima biljaka *Geranium spp.* i *Citrus bergamot* pri dozama od 1 i 2 mg/200ml brašna u trajanju od 3 dana, dovela do značajnog smanjenja stope rasta i indeksa efikasnosti iskorišćavanja hranljivih materija ove dve štetočine. Pšenica i ječam tretirani sa etarskim uljem ružmarina (*R. officinalis*) u „in vivo“ ogledu u trajanju od 6 meseci pri svim testiranim dozama (0,25, 0,50, 0,75, 0,100 i 0,150µl/ml) izazvali su „antifeeding“ efekat imaga *S. oryzae* i *O. surinamensis* a samim tim i manju težinu tela insekata ovih vrsta (Kiran i Parkash, 2015).

Za neka etarska ulja je primećeno da izazivaju deformaciju predadultnih stadijuma skladišnih insekata. Tako je mleveno zrno pšenice tretirano sa četiri doze etarskih ulja (0,16, 0,31, 0,63 i 1,25mg/ml) tri *Achillea* vrste (*A. biebersteinii*, *A. santolina* i *A. mellifolium*) izazvalo različite deformacije larvi *T. castaneum* koje su se hranile ovim supstratom, a kasnije i lutki, što je značajno povećalo procenat mortaliteta potomstva (Nenaah, 2014).

Pored repelentnog uticaja različita istraživanja su se bavila i letalnim efektom etarskih ulja i to u vidu njihovog fumigantnog i kontaktnog dejstva na skladišne insekte. Mikhaiel (2011) je ispitivao fumigantnu i kontaktnu toksičnost etarskih ulja 6 biljnih vrsta: mandarinine kore (*Citrus reticulata*), anisa (*Pimpinella anisum*), dila (*Anethum*

*graveolens*), belog luka (*A. sativum*), bosiljka (*Ocimum basilicum*) i đumbira (*Zingiber officinale*) na dve skladišne štetočine (*T. castaneum* i *E. kuehniella*). Etarska ulja bosiljka i đumbira nakon 24h izazvala su 100% smrtnost imaga *E. kuehniella* pri dozi od 32  $\mu\text{l/l}$  i imaga *T. castaneum* pri dozi od 128  $\mu\text{l/l}$ . Etarsko ulje dila pokazalo se najefektivnije za larve obe vrste, i izazivalo 100% smrtnost larvi *T. castaneum* i *Ephesia kuehniella* za 24 tj. 96h. Najveću toksičnu perzistentnost imalo je etarsko ulje bosiljka a najmanju etarsko ulje mandarinine kore i etarsko ulje anisa. Izolovani biljni alil estri izazvali su 90% letalni efekat za imaga *T. castaneum* već pri dozi od 0,16mg (Giner et al., 2013). U ogledu koji su sproveli Bossou et al. (2015), "headspace" metodom ekstrakovane su mirisne komponente etarskih ulja tri biljne vrste iz porodice limunovih trava (*Cymbopogon*) i eukaliptusa (*E. citriodora*) a zatim identifikovane pomoću GC-MC. Ispitivanjem fumigantnog efekta samih etarski ulja i komponenti izdvojenih iz njih, na *T. castaneum*, utvrđeno je da etarska ulja biljnih vrsta *Cymbopogon schoenanthus* i *E. citriodora* kao i njihove izdvojene mirisne komponente piperiton i citronelal imaju najjači insekticidni efekat za ovu vrstu.

## 2.5. Naučni cilj istraživanja i hipoteze od kojih se pošlo

Ciljevi istraživanja:

- Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja na prvi dan pojave, period eklozije, brojnost i masu odraslih jedinki *T. castaneum* na različitim uskladištenim biljnim sirovinama i proizvodima
- Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa određenim odnosom polova roditelja na prvi dan pojave, dužinu trajanja svih stadijuma razvića posebno (jaje, larva, lutka), ukupnog razvića, perioda eklozije, brojnost i masu odraslih jedinki kao i produktivnost ženki *T. castaneum* na različitim uskladištenim biljnim sirovinama i proizvodima
- Utvrđivanje uticaja vrste i hranljive vrednosti uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića, brojnost i masu potomaka *T. castaneum*
- Utvrđivanje sadržaja proteina i skroba u supstratima pre i nakon infestacije
- Utvrđivanje uticaja mirisa neinfestiranih i infestiranih uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje *T. castaneum*
- Utvrđivanje razlika u uticaju mirisa istog supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku na ponašanje *T. castaneum*
- Hemijska analiza mirisa neinfestiranih i infestiranih uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda
- Utvrđivanje uticaja etarskih ulja različitih biljnih vrsta na ponašanje *T. castaneum*
- Utvrđivanje razlika u uticaju etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki *T. castaneum*

## Osnovne hipoteze od kojih se polazi

- Na različitim uskladištenim biljnim sirovinama i proizvodima *T. castaneum* ima različitu brzinu razvića i različit reproduktivni potencijal
- Gustina populacije utiče na različite parametre razvića, brojnost i masu potomaka *T. castaneum*
- Poznavanjem ciklusa razvića ove štetočine na uskladištenim biljnim sirovinama i proizvodima, može se doprineti njihovoj ekonomičnijoj i efikasnijoj zaštiti
- Hranljiva vrednost supstrata se menja nakon infestacije skladišnih insekata
- Prisustvo *T. castaneum* utiče na promenu ukusa, boje i mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda
- Miris infestiranih i neinfestiranih uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda može da utiče na ponašanje *T. castaneum*
- Uticaj mirisa istog supstrata u neinfestiranom stanju na ponašanje *T. castaneum* može biti različit od njegovog uticaja u infestiranom stanju
- Mirisi različitih infestiranih supstrata mogu imati različit uticaj na ponašanje *T. castaneum*
- Privlačenje skladišnih insekata mirisima hrane bi moglo imati veliki potencijal u utvrđivanju njihove brojnosti i određivanju pravog momenta za primenu insekticida
- Mirisi etarskih ulja različito utiču na ponašanje na *T. castaneum*
- Etarska ulja mogu imati različit uticaj na ponašanje mužjaka i ženki skladišnih insekata
- Etarska ulja se mogu koristiti kao repelenti za *T. castaneum*

### 3. MATERIJAL I METODE

Eksperimenti su urađeni u laboratorijama Katedre za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju, na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Analiza hemijskog sastava etarskih ulja urađena je u laboratorijama Farmaceutskog fakulteta u Beogradu. Sadržaj proteina i skroba u supstratima je utvrđen u laboratorijama Instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu. Hemijska analiza mirisa supstrata sprovedena je u laboratoriji Instituta za Ekologiju, Švedskog poljoprivrednog Univerziteta u Upsali.

#### 3.1. Test insekt

U svim testovima je korišćena laboratorijska populacija *Tribolium castaneum* gajena u insektarijumu Instituta za pesticide i zaštitu životne sredine u Zemunu, po proceduri koju su opisali Harein i Soderstrom (1966) i Bry i Davis (1985). *T. castaneum* je gajen u staklenim teglama od 2,5l na standardnom supstratu za laboratorijsko gajenje vrsta iz roda *Tribolium* koji se sastoji od belog mekog pšeničnog brašna kome je dodato 5% suvog pivskog kvasca. Tokom gajenja temperatura vazduha u insektarijumu je bila  $25 \pm 1$  °C i relativna vlažnost vazduha  $60 \pm 5$  %.

#### 3.2. Biljne sirovine i proizvodi za ishranu domaćih životinja korišćeni u istraživanjima

U istraživanjima su korišćene biljne sirovine i gotovi proizvodi za ishranu domaćih životinja, koje su na osnovu hemijske vrednosti (sastava) podeljene u tri grupe:

- 1) ugljenohidratne komponente biljnog porekla: lomljeno pšenično zрно (prekrupa), dobijeno meljavom zrna pšenice sorte NS 40S (Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad), pšenično stočno brašno - mekinje (Letina d.o.o, Novi Bečej), kukuruzno stočno brašno (Tisa d.o.o, Mirotin),
- 2) proteinske komponente biljnog porekla: kukuruzni gluten (A.D. Industrija skroba "Jabuka", Pančevo), sojin koncentrat (Soja protein, Bečej), suncokretova sačma (Letina d.o.o, Novi Bečej),



3) gotovi proizvodi: gotova hrana za svinje (Letina d.o.o, Novi Bečej) i koke nosilje (Letina d.o.o, Novi Bečej) (tabela 1, slika 1).

Standardni supstrat za laboratorijsko gajenje vrsta iz roda *Tribolium* je korišćen kao kontrola.

Svi supstrati korišćeni u ovom ogledu su izlagani temperaturi 60°C u trajanju od 10 h kako bi se eliminisala bilo kakva prethodna infestacija insektima (Tuncbilek i Kansu, 1996). Posle izlaganja visokoj temperaturi svi supstrati su ostavljeni na temperaturi 25±1 °C u trajanju 12 h pre korišćenja u eksperimentima.

Tabela 1: Hemijski sastav (%) i sadržaj vlage (%) supstrata

Supstrati	Sastav (%)					Sadržaj Vlage (%)
	Ugljeni hidrati	Proteini	Vlakna	Masti	Pepeo	
Prekrupa	70	11	2	2	2	13
Mekinje	53	16	10	4	5	12
Kukuruzno stočno brašno	70,5	9	2	4	1,5	13
Kukuruzni gluten	23,5	60	1,5	3	2	10
Sojin koncentrat	11,8	66	6	1,2	7	8
Suncokretova sačma	27	33	22,5	1,5	6	10
Hrana za svinje	51	16	7	5	8	13
Hrana za koke nosilje	44,5	16,5	8	5	13	13
Kontrola <sup>a</sup>	67	11,1	4,2	1,2	2	14,5

<sup>a</sup> pšenično brašno+ pivski kvasac



Slika 1. Testirani supstrati (orig)

### 3.3. Etarska ulja i biljni ekstrakti korišćeni u istraživanjima

U eksperimentima su korišćena komercijalna etarska ulja biljaka bosiljka (*Ocimum basilicum*), žalfije (*Salvia officinalis*), semena peršuna (*Petroselinum crispum*), proizvedena po standardu proizvođača (Probotanic, Srbija), ekstrakt belog luka (*Allium sativum*), proizveden po standardu proizvođača (Institut za lekovito bilje “Josif Pančić”, Srbija) i etarska ulje tri vrste limunovih trava sa područja Sudana (*Cymbopogon nervatus*, *Cymbopogon proximus* i *Cymbopogon schoenanthus*). Hemijski sastav *Cymbogon* vrsta je utvrđen pomoću gasne hromatografije (GC) i gasno hromatografske masene spektrometrije (GC-MC) na Farmaceutskom fakultetu u Beogradu. Testirana etarska ulja *Cymbogon* vrsta su dobijena hidrodestilacijom cvasti biljke *C. nervatus* poreklom iz zapadnog Sudana, listova biljaka *C. schoenanthus* i *C. proximus* iz Kartuma (Sudan). Etarsko ulje cvasti biljke *C. nervatus* karakterisalo je prisustvo oksidovanih monoterpena sa p-mentadien kosturom, trans-p-menta-1(7),8-dien-2-olom (19.9%), cis-p-menta-1(7),8-dien-2-olom (19.5%), trans-p-menta-2,8-dien-1-olom (16.5%) i cis-p-menta-2,8-dien-1-olom (8.1%). Najdominantnije komponente esencijalnog ulja listova biljke *C. schoenanthus* bile su monoterpeni piperiton (71.0%) i  $\delta$ -2-karen (12.6%), dok su kod etarskog ulja listova biljke *C. proximus* to bile piperiton (37.9%) i seskviterpeni elemol (16.9%),  $\beta$ -eudesmol (11.4%) i  $\alpha$ -eudesmol (9.2%) (Omar et al., 2016).

Kao standard u istraživanjima korišćen je bioinsekticid NeemAzal koji sadrži 1% ekstrakta biljke *Azadirachta indica* (proizvođač Trifolio-M GmbH, Germany).

U eksperimentu su korišćeni rastvori ispitivanih biljnih ekstrakta i etarskih ulja koji su dobijeni njihovim razblaživanjem u n-heksanu u 3 koncentracije (0,01, 0,1 i 1%). Kao kontrola korišćen je n-heksan (BDH chemicals).

### **3.4. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića *T. castaneum***

Ispitivanje uticaja početne gustine populacije i vrste supstrata na parametre razvića *T. castaneum* je urađeno na dva načina, koji se međusobno razlikuju po tome što su u prvom slučaju korišćeni roditelji sa nepoznatim odnosom polova, a u drugom sa poznatim odnosom polova koji je bio 1:1.

#### **3.4.1. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića *T. castaneum***

Eksperiment je izveden u laboratorijskim uslovima prema modifikovanoj metodi opisanoj od strane Longstaff-a (1995). Odrasli insekti sa neodređenim odnosom polova su stavljeni u plastične posude zapremine 200 ml sa po 50 g ispitivanih supstrata tako da su formirane četiri početne gustine populacije od 10, 25, 50 i 100 imaga u četiri ponavljanja (slika 2). Posude sa insektima su zatim prekrivane pamučnom tkaninom oko kojih su vezane gumice i stavljanje u inkubator (Sutjeska) prethodno podešen na  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  i  $50 \pm 5\%$  r.h. (slika 3). Insekti korišćeni u istraživanjima su bili starosti 2-3 nedelje. Insektima je dozvoljeno da se hrane i polažu jaja 7 dana, nakon čega su uklonjeni iz supstrata pažljivim prosejavanjem uz minimalno uznemiravanje razvijajućeg potomstva, zatim su posude sa supstratima ponovo vraćene u inkubator. Smrtnost imaga u ispitivanim varijantama je bila  $\leq 1\%$ . Čitava procedura je ponovljena još jednom tako da je ukupan broj ponavljanja bio 8 (4 x 2).

Posle 10 dana od isejavanja roditelja započeti su pažljivi pregledi svih posuda kako bi se odredio momenat pojave prvog imaga koji je označen kao 1. dan za svaku kombinaciju supstrat/gustina populacije. Od trenutka kada se pojavio prvi imago supstrati su pregledani svaki dan a svaki novi imago je brojan i uklanjan iz supstrata.

Za svaku posudu pojava imaga beležena je od momenta pojave prvog do momenta pojave poslednjeg imaga što predstavlja period eklozije imaga.

Izdvajanje imaga po ponavljanjima bi se završavalo, kada od poslednjeg izdvajanja imaga prođe tri dana, a posle toga nema pojave novih imaga i kada bi se nakon toga detaljnim pregledom supstrata dodatno potvrdilo da nema više larvi i lutaka.

Ukupna brojnost imaga je broj izbrojanih imaga od prvog do poslednjeg dana eklozije, predstavljen je kao prosečna vrednost po ponavljanju.

U svim varijantama ispitivanja prilikom utvrđivanja brojnosti, slučajnim izborom su izdvajani novoizašli odrasli insekti i stavljeni u plastične posude od 200 ml sa pšeničnim mekom brašnom u prostoriju sa  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , i  $50\pm 5\%$  r.v.v. Posle 10 dana na analitičkoj vagi (Denver instrument) merena je ukupna masa 10 imaga i izračunata prosečna masa tela imaga u  $F_1$  generaciji. Tokom trajanja eksperimenta čitava procedura je ponovljena još 9 puta, uvek sa novim odraslim insektima, osim u slučaju imaga izašlih u hrani za koke nosilje pri gustini populacije od 100 imaga gde je čitava procedura ponovljena 7 puta, zbog malog broja imaga.

U proteinskim komponentama (kukuruzni gluten, sojin koncentrat i suncokretova sačma) prilikom svakodnevnog pregleda utvrđen je mali broj larvi koje nisu dostigle stadijum lutke, pa su ovi supstrati izuzeti od svake dalje obrade podataka.



Slika 2. Obeležene plastične posude sa insektima (orig)



Slika 3. Inkubator sa insektima (orig)

### **3.4.2. Utvrđivanje uticaja početne gustine populacije sa određenim odnosom polova roditelja i vrste biljnih sirovina i proizvoda na parametre razvića *T. castaneum***

U ovoj varijanti insekti su prethodno razdvojeni po polovima u stadijumu lutke (Good, 1936). Određivanje polova je vršeno pomoću BTC STM-8 stereomikroskopa, proizvođača Budapesti tavecso centrum pri uvećanju (4.5x) na osnovu genitalnih papila na kraju abdomena koji se razlikuju kod mužjaka i ženki (slika 4).

Lutke odvojenih polova su stavljane u staklene posude od 2l sa pšeničnim brašnom + 5% pivskog kvasca. Nakon eklozije i dostizanja starosti 2-3 nedelje, mužjaci i ženke su korišćeni u istraživanjima

Eksperiment je izveden prema modifikovanoj metodi opisanoj od strane Longstaff-a (1995). Imaga mužjaka i ženki su stavljana u plastične posude sa po 10 g ispitivanih supstrata tako da su formirane četiri početne gustine populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata u četiri ponavljanja. Posude sa supstratima su zatim stavljane u komoru sa kontrolisanim uslovima (temperatura  $30 \pm 1C^{\circ}$  i relativna vlažnost vazduha  $55 \pm 10\%$ ). Nakon sedam dana insekti su prosejavanjem uklonjeni, a podloge sa supstratima vraćene u komoru. Ceo ogled je ponavljen je još jednom pa je ukupan broj ponavljanja bio 8.

Brzina razvića potomstva praćena je i beležena svaki dan kroz pojavu prvih larvi ( $L_1$  stupanj), prvih lutaka i prvih imaga, te je tako utvrđena dužina trajanja svih stadijuma razvića (slika 4).

Prosečna ukupna brojnost, prosečna produktivnost jedne ženke kao i prosečna masa imaga utvrđeni su nakon izlaska svih insekata.

U ovom ogledu zbog manje brojnosti potomaka merena je ukupna masa 5 imaga u 10 ponavljanja, osim u slučaju potomaka iz prekrupe pri najnižoj početnoj gustini populacije, gde je zbog male brojnosti potomaka merena ukupna masa 5 imaga u 7 ponavljanja. Dalji postupak je bio kao i u ogledu sa neodređenim polovima roditelja.



Slika 4. Stadijumi razvića: a) larve L1 stupnja b) lutke (ženka i mužjak) c) imaga (orig)

### 3.4.3. Analiza sadržaja proteina i skroba u supstratima

Analize sadržaja proteina i skroba su imale za cilj da se uporedi sastav supstrata pre i nakon ishrane insekata i tako utvrdi koje su hranljive materije insekti prilikom svog razvića utrošili iz ispitivanih supstrata.

Sadržaj proteina i skroba je utvrđivan u ugljenohidratnim komponentama i gotovim proizvodima u neinfestiranom i infestiranom stanju, u kojima su insekti imali produkciju potomstva. Neinfestirani supstrati su pripremljeni po prethodno opisanom postupku i spremljeni za analize. Kao infestirani supstrati su korišćeni supstrati iz eksperimenta u kome je utvrđivan uticaj gustine populacije sa poznatim odnosom polova roditelja, nakon isejavanja svih potomaka iz njih.

Sadržaj proteina i skroba u infestiranim i neinfestiranim uzorcima supstrata je analiziran u laboratorijama Instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu. Uzorci za analizu (ponavljanja) su obuhvatili po 10g neinfestiranih i infestiranih supstrata u kojima se razvilo potomstvo insekata pri početnoj gustini populacije od 10 parova roditelja. Sadržaj proteina pre i posle infestacije utvrđen je pomoću Kjeldahl metode

(Kamizake et al., 2003; Junsomboon i Jakmunee, 2008; Finete et al., 2013) na Kjeldahl aparaturi za određivanje azota (BüCHI, Labortechnik AG, Switzerland). Sadržaj skroba pre i posle infestacije utvrđen je pomoću polarimetra (Pan et al., 2007; Yao et al., 2014), proizvođača Carl Zeiss, Jena, GmbH.

#### **3.4.4. Statistička analiza podataka o razviću, brojnosti i masi insekata**

Podaci o brojnosti potomstva su analizirani pomoću analize varijanse za ponovljena merenja („repeated measures“) ANOVA. Ponavljajući faktor je ispitivan dnevno, zavisna promenljiva je bila brojnost potomaka, dok su glavni faktori bili supstrati (osim kukuruznog glutena, sojinog koncentrata i suncokretove sačme jer nije bilo pojave imaga) i gustine populacije. Pre svih analiza broj potomaka  $F_1$  generacije bio je transformisan pomoću  $\log(x+1)$ . Jednofaktorijalna ANOVA je u ogledu sa neodređenim odnosom polova korišćena za poređenje: prve pojave imaga, dužine perioda eklozije imaga, prosečnog ukupnog broja i mase potomaka. U ogledu sa odvojenim polovima jednofaktorijalna ANOVA je korišćena pored gore navedenih poređenja i za poređenje dužine različitih stadijuma razvića i prosečne produktivnosti ženki. Srednje vrednosti su razdvajane pomoću Fisher's LSD testa pri  $p < 0.05$  (Sokal i Rohlf, 1995). Podaci su obrađeni pomoću statističkog programa: StatSoft version 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma) (StatSoft, 2005).

### **3.5. Utvrđivanje uticaja mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje imaga *T. castaneum***

Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje imaga *T. castaneum*, utvrđivan je pomoću dva metodološka postupka, testa sa olfaktometrom i preferans testa.

#### **3.5.1. Olfaktometar (mirisi supstrata)**

Za testiranje uticaja mirisa infestiranih i neinfestiranih supstrata na imaga *T. castaneum* korišćen je četvorokraki olfaktometar (Pettersson, 1970), koji se sastoji od arene veličine 2,5x2,5 cm i 4 konična kraka dužine 4 cm. Olfaktometar je modifikovan zapušavanjem dva kanala, tako da je dobijen dvokraki olfaktometar (slika 5), koji sadrži dve zone stimulansa u kracima i centralnu zonu (arenu) koja ih razdvaja (Ninkovic et al., 2013). Za oba kraka cevčicama su bile povezane posude sa ispitivanim supstratom koje su imale poklopac sa mrežicom, kako bi vazduh nesmetano prelazio preko supstrata. U cevčicama su se nalazio filter (pamučna vata i aktivni ugalj) da bi se pročistio vazduh a time i sprečilo uvlačenje čestica brašna u olfaktometar. Cirkulacija vazduha omogućena je uz pomoć vakuum pumpe. Vazduh je prelazio preko supstrata i zajedno sa njegovim mirisom ulazio u krake, do centralne zone koja je sa vakuum pumpom povezana cevčicom.

Eksperimenti su izvođeni u zamračenoj prostoriji sa svetlošću samo iznad olfaktometra da bi se isključio uticaj svih drugih stimulansa koji bi mogli uticati na ponašanje insekata.

#### **3.5.2. Infestacija supstrata**

Testirani su supstrati na kojima su insekti iz prethodnog ogleada uspeli da ostave potomstvo a to su sirovine bogate ugljenim hidratima (pšenično stočno brašno, kukuruzno stočno brašno, lomljena pšenica i meko pšenično brašno sa dodatkom pivskog kvasca) kao i gotovi proizvodi za ishranu svinja i koka nosilja. Supstrati su korišćeni u neinfestiranom i infestiranom obliku. Neinfestirani supstrati su pripremljeni za eksperiment po prethodno opisanom postupku. Infestirani supstrati su po



modifikovanoj metodi koju su koristili Trematera et al. (2013) bili izloženi odraslim insektima *T. castaneum* u trajanju od 15 dana, nakon čega su insekti isejani, a supstrati ostavljani oko 24 h u otvorenim posudama na sobnoj temperaturi, pre upotrebe u ogledu.

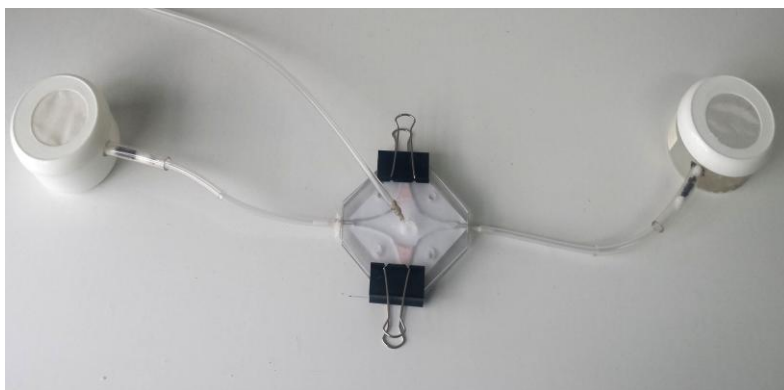
### **3.5.3. Testiranje uticaja mirisa supstrata na ponašanje *T. castaneum***

Uticaj biljnih sirovina i gotovih proizvoda na ponašanje imaga *T. castaneum* testiran je u četiri varijante:

1. Da bi se utvrdio uticaj mirisa neinfestiranih supstrata na njihovo ponašanje, insektima je sa jedne strane olfaktometra postavljana posuda sa supstratom, dok je sa druge strane bila prazna posuda.
2. Da bi se utvrdio uticaj mirisa infestiranih supstrata insektima je sa jedne strane olfaktometra postavljana posuda sa infestiranim supstratom dok je sa druge strane bila prazna posuda.
3. Razlike između uticaja istih supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku testirane su tako što je sa jedne strane olfaktometra postavljana posuda sa neinfestiranim, a sa druge sa infestiranim supstratom.
4. Razlike u atraktivnosti različitih infestiranih supstrata testirane su tako što je sa jedne strane postavljan jedan, a sa druge strane drugi infestirani supstrat.

Urađene su ukupno 33 kombinacije.

Insekti korišćeni u eksperimentima su bili starosti 3-5 nedelja, bez određenog odnosa polova i izgledniji 24 h pre testiranja. U olfaktometar je stavljan po jedan insekt u centralnu zonu i ostavljan tri minuta da se prilagodi novoj sredini. Posle prilagođavanja narednih 10 minuta praćen je i beležen položaj insekta u olfaktometru tj. da li se i koliko dugo zadržavao u jednom ili drugom kraku olfaktometra. Posle svakog insekta olfaktometar je čišćen 96% alkoholom, kako bi se uklonio miris prethodnog insekta. Svaki ogled je rađen u 20 ponavljanja (jedan insekt jedno ponavljanje). Posle urađenog desetog ponavljanja, zbog povećanja pouzdanosti rezultata, posude sa supstratima su rotirane na suprotnu stranu, i u tom položaju posuda urađeno je narednih 10 ponavljanja.



Slika 5. Ogled sa olfaktometrom (mirisi hrane) (orig)

#### 3.5.4. Test izbora (preferans test)

U ovom postupku utvrđivanja uticaja mirisa biljnih sirovina i gotovih proizvoda za ishranu domaćih životinja na ponašanje imaga *T. castaneum* korišćene su plastične kutije dimenzija 24x18cm u kojima je insektima pored korišćenja čula mirisa bio omogućen i kontakt sa supstratima. Poklopac kutija je korišćen kao arena na čije su dijagonalne krajeve stavljeni supstrati (slika 6). Kao i u testu sa olfaktometrom, testirani su uticaji mirisa infestiranih i neinfestiranih supstrata po istom rasporedu i broju varijanti. U centralni deo arene postavljan je po jedan insekt (1 insekt = 1 ponavljanje), a ukupno 20 insekata po ogledu. Arena je zatim poklapana sa ostatkom kutije u vidu zvona, kako bi se sprečio izlazak insekata i širenje mirisa u toku ogleda. Kretanje insektata bilo je praćeno 30 minuta, a na svaka 3 minuta se beležio položaj insekta (ukupno 10 posmatranja). Arene su nakon svakog testiranog insekta bile čišćene 96% alkoholom.



Slika 6. Preferans test (orig)

### **3.5.5. Statistička analiza podataka o ponašanju insekata pri uticaju mirisa supstrata**

Podaci o dužini zadržavanja insekata u jednom ili drugom kraku olfaktometra kao i podaci o položaju insekata unutar plastičnih kutija su statistički obrađeni pomoću Wilcoxon-ovog testa parova (StatSoft, 2011).

### **3.5.6. Hemijska analiza mirisa supstrata**

Hemijske analize mirisa supstrata sprovedene su u laboratoriji Instituta za Ekologiju, Švedskog poljoprivrednog Univerziteta u Upsali. Sakupljanje mirisa neinfestiranih i infestiranih supstrata izvršeno je prema modifikovanoj metodi Ninkovic et al. (2013), a hemijska analiza sakupljenih mirisa urađena je pomoću gasne hromatografije – masenom spektrometrijom (GC-MS). Za hemijsku analizu su izabrana dva supstrata: pšenične mekinje u kojima je zabeležena najveća i pšenična prekrupa u kojoj je zabeležena najmanja brojnost potomaka u prethodnim ogledima.

Uzorci pšeničnih mekinja ili prekrupe od 6 g stavljeni su u stakleni sud od 400ml sa aluminijumskim poklopcem. Stakleni sud je imao dva otvora. Kroz jedan otvor prolazila je staklena cevčica prečnika 5mm u kojoj se nalazio rastvarač Porapak Q (Supelco, Bellefonte, PA, USA, 50mg PPQ po cevčici, mrežica 50/80), dok je kroz drugi otvor prolazila teflonska cev povezana sa filterom od aktivnog uglja. Vazduh je pomoću vakuum pumpe povlačen iz staklenog suda kroz cevčicu sa rastvaračem brzinom od 300ml/minutu. Filtrirani vazduh je pumpan u stakleni sud brzinom od 400ml/minutu tako da se stvori blagi pozitivni pritisak koji sprečava ulaženje vazduha iz laboratorije u sistem. Isparljive organske komponente koje čine miris supstrata su sakupljane u period od 24h u mraku na 21°C.

Sakupljeni mirisi su ekstrakovani iz PPQ hvatača sa 750ml redestilovanog dihlormetana (DCM) u staklenu bočicu od 2ml. Interni standard (1 nonan) je dodat kako bi se postigla koncentracija od 1ng/ml u uzorku. Uzorci su zatim redukovani na zapreminu od 50ml pod blagim mlazom tečnog azota.

Pre sakupljana mirisa, stakleni sudovi, poklopci i teflonske cevčice su sterilisani 2 sata u sušnici na 180°C kako bi se eliminisala bilo kakva kontaminacija. Staklene cevčice sa Porapak Q rastvaračem su isprane sa DCM, potom sterilisane preko noći u sušnici na 140°C a onda hladene na sobnoj temperaturi do početka sakupljanja mirisa. Filteri od aktivnog uglja su sterilisani pri protoku azota na 180°C.

Po 2 µl svakog uzorka je bilo ubačeno u HP-1 kolonu (30m, 0,25mm i.d., J&W Scientific), smeštenu u 7890A gasni hromatograf (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) spojenu sa Agilent 5975C masenim spektrometrom. Jonizacija se odvijala pod udarom elektrona na 70eV. Temperatura u sušnici je držana na 30°C jedan minut, a onda programirana na 10 °C/min±1 do 250 °C. Gas nosač je bio helijum sa protokom od 1 mL/ min±1. Identifikacija je sprovedena pomoću poređenja ovih spektara sa spektrima iz autentičnih uzoraka iz komercijalne baze podataka (NIST 2008) kao i poređenjem masenog spektra i vremena zadržavanja sa onim iz autentičnih standarda koji su bili dostupni. Komponente su bile kvantifikovane pomoću poređenja sa internim standardima.

### **3.6. Ispitivanje uticaja mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje *T. castaneum***

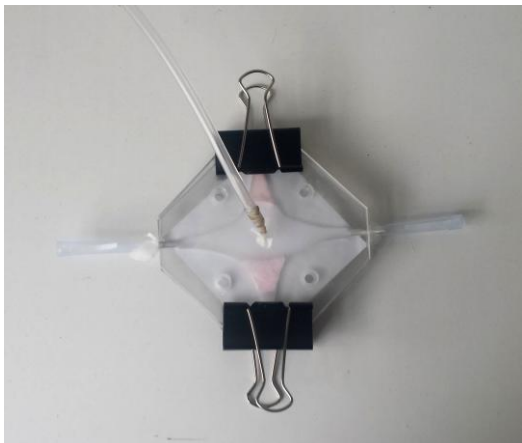
#### **3.6.1. Olfaktometar (mirisi biljnih ekstrakata i etarskih ulja)**

Korišćen je modifikovani dvokraki olfaktometar, prethodno opisan u poglavlju 3.5.1. gde su umesto posuda sa hranom, za krake olfaktometra bile prikačene plastične tube sa trakama filter papira na koje su mikropipetama bile nanošeni n-heksan ili ispitivane supstance u različitim koncentracijama (slika 7). Na filter papir je sa jedne strane olfaktometra nanošeno 10 µl n- heksana (kontrola) a sa druge sa 10 µl rastvora biljnih ekstrakata ili etarskih ulja u n-heksanu.

#### **3.6.2. Testiranje uticaja supstanci na ponašanje *T. castaneum***

Jedan po jedan insekt je stavljan u centralnu zonu olfaktometra, ostavljan tri minuta da se prilagodi, a zatim je 10 minuta beležen njegov položaj u olfaktometru. Kao

i u prethodnom ogledu korišćeno je 20 insekata po ogledu (20 ponavljanja). Plastični nastavci sa trakama filter papira su rotirani zbog validnosti rezultata, tako da su se u prvih 10 ponavljanja trake filter papira sa etarskim uljem/heksanom nalazile sa jedne strane a u drugih 10 ponavljanja sa druge strane olfaktometra.



Slika 7. Ogled sa olfaktometrom (etarska ulja) (orig)

### **3.6.3. Ispitivanje uticaja mirisa etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki *T. castaneum*.**

Na osnovu dobijenih rezultata u prethodnom eksperimentu sa svim etarskim uljima i biljnim ekstraktima, za ispitivanja uticaja mirisa etarskih ulja na mužjake i ženke *T. castaneum* odabrana su ulja semena peršuna, bosiljka i žalfije primenjena u istim koncentracijama kao u prethodnom ogledu. Ogled je urađen sa ciljem da se utvrde eventualne razlike u ponašanju mužjaka i ženki usled uticaja mirisa etarskih ulja. Testirano je po 20 mužjaka i 20 ženki po jednoj koncentraciji jednog etarskog ulja.

### **3.6.4. Statistička analiza podataka o ponašanju insekata pri uticaju mirisa ispitivanih supstanci**

Pre statističke obrade podataka izračunati su indeksi atraktivnosti koji su dobijeni tako što je od ukupnog vremena koje je insekt proveo u kraku olfaktometra sa mirisom rastvora etarskog ulja određene koncentracije oduzeto ukupno vreme koje je tokom istog eksperimenta isti insekt proveo u kontrolnom kraku. Tako je dobijen broj, indeks, koji može biti pozitivan ili negativan – pozitivan kada se supstanca ponaša kao

atraktant, a negativan kada se ponaša kao repelent. Apsolutna vrednost indeksa ukazuje na jačinu privlačnosti ili odbojnosti te supstance za insekte. Ovi indeksi su korišćeni u daljoj statističkoj analizi u kojoj je korišćena analiza varijanse za ponovljena merenja („repeated measures“ ANOVA), dok su srednje vrednosti poređene pomoću t i LSD post hoc testa. Podaci su obrađeni pomoću statističkog programa: StatSoft version 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma) (StatSoft, 2005).

## 4. REZULTATI

### 4.1. Uticaj početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja i vrste supstrata na životne parametre *T. castaneum*

U ovom ogledu utvrđivan je uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na prvi dan pojave, dužinu perioda eklozije, brojnost i masu potomaka *T. castaneum*

#### 4.1.1. Prvi dan pojave imaga (neodređeni odnos polova roditelja)

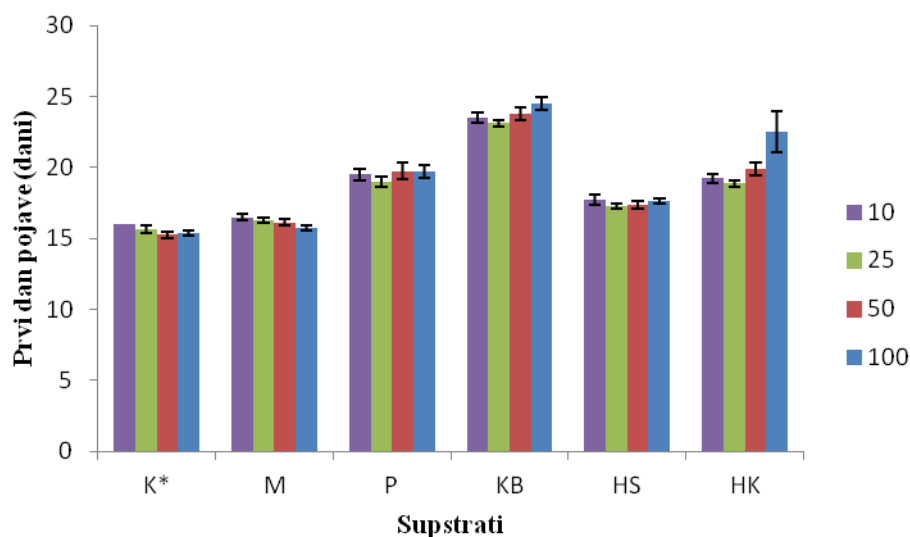
U supstratima bogatim ugljenim hidratima (kukuruzno stočno brašno, pšenične mekinje i pšenična prekrupa) i gotovim proizvodima za ishranu domaćih životinja (hrana za svinje i hrana za koke nosilje), prosečan broj proteklih dana od uklanjanja roditelja do prvog dana pojave potomaka (imaga) statistički se značajno razlikovao u odnosu na početnu gustinu populacije i vrstu supstrata. Uticaj početne gustine populacije na prvi dan pojave potomaka unutar samih supstrata je bio najizraženiji u hrani za koke nosilje, gde su se potomci pojavili posle 22,5 dana pri najvišoj gustini populacije (100 insekta/50g supstrata) a posle 18,88 dana pri gustini populacije od 25 insekata (tabela 1). Vrsta supstrata takođe je imala uticaj na prvi dan pojave potomaka. Tako su se u pšeničnom stočnom brašnu (mekinjama) i standardnom supstratu za laboratorijsko gajenje *T. castaneum* (pšenično meko brašno + 5% pivskog kvasca) koji je korišćen kao kontrola, potomci znatno ranije pojavili (15,25 – 16,5 dan) u odnosu na sve ostale supstrate pri svim gustinama populacije. Najkasnija pojava potomaka zabeležena je u kukuruznom stočnom brašnu pri svim početnim gustinama populacije (23,13 – 24,5 dan) i u hrani za koke nosilje pri najvišoj početnoj gustini populacije (22,5 dan) (slika 8, tabela 1). U supstratima bogatim proteinima (kukuruzni gluten, sojino brašno i suncokretova sačma) potomstvo nije uspelo da dostigne stadijum imaga pa prvi dan pojave potomaka kao i ostali životni parametri *T. castaneum* u njima nisu mogli biti utvrđeni.

Tabela 1. Broj dana od isejavanja roditelja do pojave prvih potomaka na različitim supstratima pri različitim gustinama populacije

Supstrat	Prvi dan pojave imaga ±SG			
	Gustina populacije (broj insekata/50 g supstrata)			
	10	25	50	100
Kontrola <sup>a</sup>	16,00±0,00Da <sup>b</sup>	15,63±0,26Dab	15,25±0,25Db	15,38±0,18Eb
Pšenične mekinje	16,50±0,27Da	16,25±0,16Dab	16,13±0,23Dab	15,75±0,16Eb
Pšenična prekrupa	19,50±0,42Ba	19,00±0,38Ba	19,75±0,62Ba	19,75±0,45Ca
Kukuruzno brašno	23,50±0,33Aab	23,13±0,23Ab	23,75±0,45Aab	24,50±0,46Aa
Hrana za svinje	17,75±0,37Ca	17,25±0,16Ca	17,38±0,26Ca	17,63±0,18Da
Hrana za koke nosilje	19,25±0,31Bb	18,88±0,23Bb	19,88±0,48Bb	22,50±1,44Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 8. Prosečan broj dana od isejavanja roditelja do pojave prvih potomaka na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata



#### 4.1.2. Dužina trajanja perioda eklozije imaga (neodređeni odnos polova roditelja)

Početna gustina populacije i vrsta supstrata su statistički značajno uticale na dužinu trajanja perioda eklozije imaga. Period eklozije imaga se postepeno produžavao sa povećanjem početne gustine populacije kod svih supstrata. Na svim supstratima najkraći period eklozije imaga zabeležen je pri najnižim (15,88 – 23,63 dana), a najduži (20,25 – 59,5 dana) pri najvišim početnim gustinama populacije (tabela 2, grafikoni 2 i 5). Najizraženiji uticaj početne gustine populacije i ujedno najduži period eklozije imaga zabeležen je u hrani za svinje i koke nosilje, i iznosio je pri najnižoj gustini populacije 18,75 i 23,13, a pri najvišoj gustini populacije 59,5 i 56,25 dana. Vrsta supstrata takođe je znatno uticala na dužinu perioda eklozije. Pri svim početnim gustinama populacije, najkraći period eklozije imaga je zabeležen u mekinjama (18 – 29,75 dana) i kontroli (15,88 – 20,25 dana). Pored veoma dugog perioda eklozije u gotovim smešama pri najvišoj gustini populacije, dug period eklozije imaga zabeležen je i u kukuruznom stočnom brašnu i kretao se od 23,63 dana pri najnižoj do 43,88 dana pri najvišoj gustini populacije, dok je u pšeničnoj prekrupi zabeležena srednja dužina perioda eklozije imaga od 17,25 do 35,88 dana (tabela 2, grafikon 2).

Tabela 2. Dužina trajanja perioda eklozije imaga na različitim supstratima pri različitim početnim gustinama populacije

Supstrat	Dužina trajanja perioda eklozije insekata (dani) ±SG			
	Gustina populacije (broj insekata/50 g supstrata)			
	10	25	50	100
Kontrola <sup>a</sup>	15,88±0,35Cc <sup>b</sup>	18,63±0,46Db	19,00±0,54Cab	20,25±0,37Da
Pšenične mekinje	18,00±0,60Bd	20,88±0,74CDc	24,13±0,52Cb	29,75±1,16Ca
Pšenična prekrupa	17,25±0,80BCc	21,13±1,11CDbc	26,13±2,00Cb	35,88±4,20Ca
Kukuruzno brašno	23,63±0,50Ac	33,25±0,62Ab	36,50±1,13Bb	43,88±2,26Ba
Hrana za svinje	18,75±0,49Bc	25,88±0,52Cc	42,00±6,30ABb	59,50±2,13Aa
Hrana za koke nosilje	23,13±1,08Ab	32,25±5,31ABb	51,13±4,71Aa	56,25±2,34Aa

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)

### 4.1.3 Brojnost potomaka (neodređeni odnos polova roditelja)

Rezultati analize varijanse za ponovljena merenja pokazauju da svi faktori i njihove interakcije statistički značajno ( $p=0,000000$ ) utiču na brojnost potomaka *T. castaneum* (tabela 3).

Tabela 3. Parametri za višefaktorijalnu analizu varijanse za ponovljena merenja

Faktori	Stepeni slobode	F	P
Između faktora			
Supstrat	5	17,462	0,000000
Gustina populacije	3	50,755	0,000000
Supstrat x gustina populacije	15	6,277	0,000000
Greška	168		
U okviru faktora			
Dužina trajanja razvoja imaga *	67	622,734	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x supstrat	335	31,451	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x gustina populacije	201	20,840	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x supstrat x gustina populacije	1005	6,611	0,000000
Greška	11256		

\*Ponavljajući faktori izražen u danima

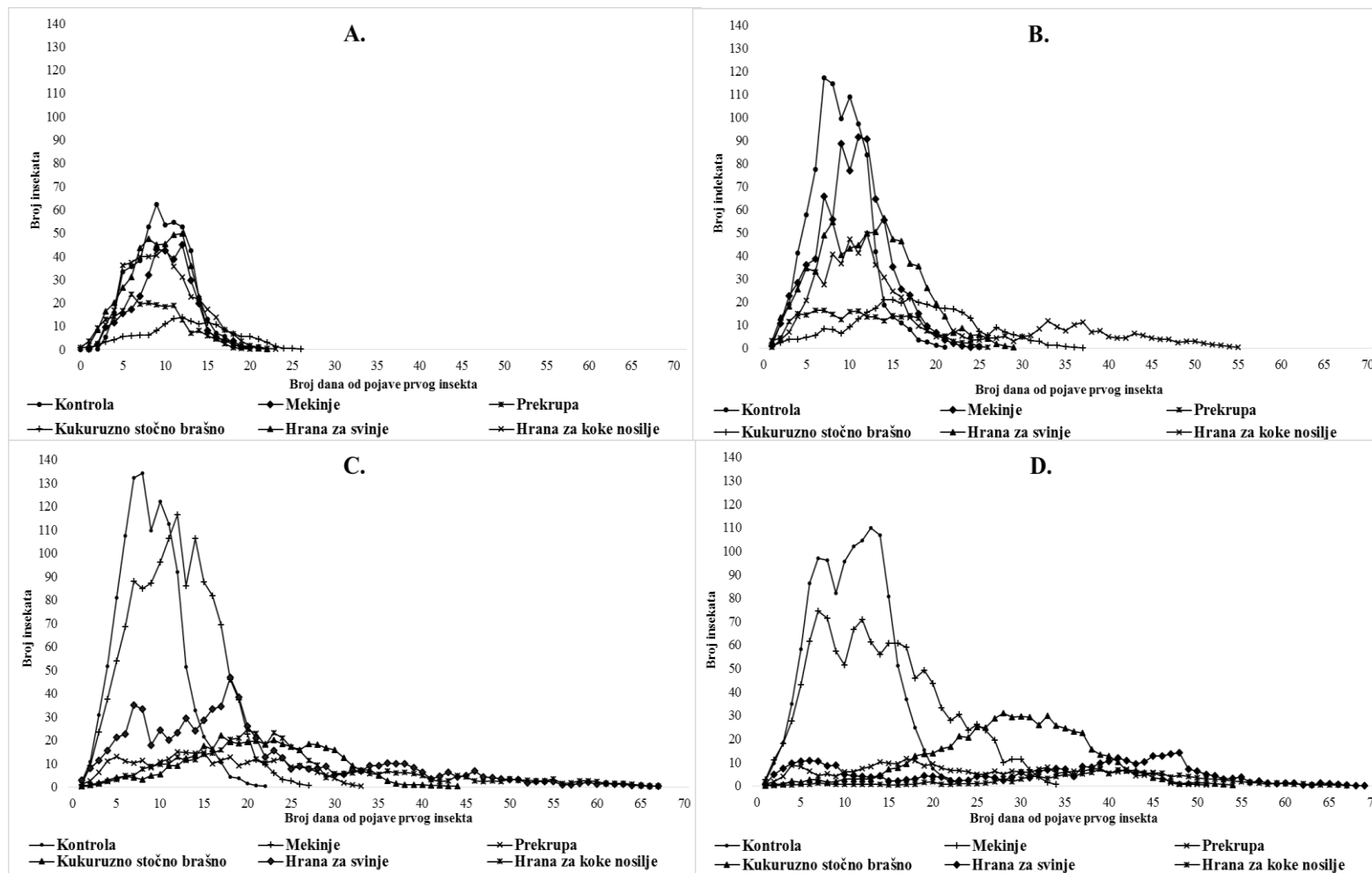
Ukupna brojnost potomaka je statistički značajno varirala u zavisnosti od početne gustine populacije i vrste supstrata. Povećanjem početne gustine populacije postepeno se povećavala brojnost potomaka unutar samih supstrata osim u slučaju hrane za svinje i hrane za koke nosilje gde je najniža brojnost potomaka zabeležena pri najvišoj gustini (354,75 i 147,13 insekata), a najviša brojnost pri početnoj gustini populacije od 25 insekata (773,5 i 645) (tabela 4, slika 9). U ovim supstratima utvrđena je pojava kanibalizma među potomstvom (slike 10, 11 i 12). Najveća brojnost potomaka je utvrđena u kontroli (498,55 - 1226,38 imaga) i u mekinjama (353,75 - 1221,5 imaga), srednja brojnost potomaka u kukuruznom stočnom brašnu (163,63 - 602,38), a najmanja na pšeničnoj prekrupi (220,13 - 298,98) (tabela 4, slika 9).

Tabela 4. Ukupna brojnost potomaka na različitim supstratima pri različitim početnim gustinama populacije

Supstrat	Ukupna brojnost insekata $\pm$ SG			
	Gustina populacije (broj insekata/50 g supstrata)			
	10	25	50	100
Kontrola <sup>a</sup>	498,25 $\pm$ 39,22Ac <sup>b</sup>	929,25 $\pm$ 46,59Ab	1129,38 $\pm$ 36,58Ba	1226,38 $\pm$ 46,74Aa
Pšenične mekinje	353,75 $\pm$ 55,44Bc	848,25 $\pm$ 43,72ABb	1344,25 $\pm$ 34,10Aa	1221,50 $\pm$ 58,77Aa
Pšenična prekrupa	220,13 $\pm$ 25,40Cb	260,00 $\pm$ 24,25Dab	300,13 $\pm$ 16,81Da	298,98 $\pm$ 18,91CDa
Kukuruzno brašno	163,63 $\pm$ 13,28Cd	349,13 $\pm$ 13,60Dc	418,50 $\pm$ 18,44Db	602,38 $\pm$ 24,61Ba
Hrana za svinje	466,88 $\pm$ 39,69ABb	773,50 $\pm$ 0,03Ba	757,38 $\pm$ 76,72Ca	354,75 $\pm$ 90,45Cb
Hrana za koke nosilje	432,63 $\pm$ 63,46ABa	645,00 $\pm$ 63,05Ca	469,75 $\pm$ 110,56Da	147,13 $\pm$ 60,55Db

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



Slika 9. Dužina trajanja perioda eklozije i brojnost potomaka *T. castaneum* pri početnoj gustini populacije od 10 (A), 25 (B), 50(C) i 100 (D) insekata/50g supstrata



Slike 10. i 11. Kanibalizovana imaga i lutke iz gotovih smeša(orig)



Slika 12. Kanibalizovane larve iz gotovih smeša(orig)

#### 4.1.4. Masa imaga (neodređeni odnos polova)

Uticaj početne gustine populacije na masu potomaka bio je izražen unutar samih supstrata pa se povećanjem gustine populacije smanjivala masa potomaka kod svih supstrata. U prekrupi i kukuruznom stočnom brašnu pri najnižoj početnoj gustini je zabeležena masa od 1,547 i 1,478 mg, dok je pri najvišoj početnoj gustini populacije zabeležena masa od 1,320 i 1,303 mg. Ova pojava je bila najizraženija u hrani za svinje i koke nosilje gde je masa novoizašlih imaga bila 1,580 i 1,503 mg pri najnižoj a 1,010 mg i 0,994 mg pri najvišoj gustini populacije (tabela 5, slika 13, 14 i 15). Najveća masa potomaka u sirovinama i proizvodima za ishranu domaćih životinja, pored kontrole (1,724 mg), zabeležena je i u mekinjama (1,625 mg), pri najnižoj gustini populacije (slika 13). Generalno najmanju masu imali su potomci koji su se razvili u kukuruznom stočnom brašnu i hrani za koke nosilje, čija je masa u zavisnosti od početne gustine

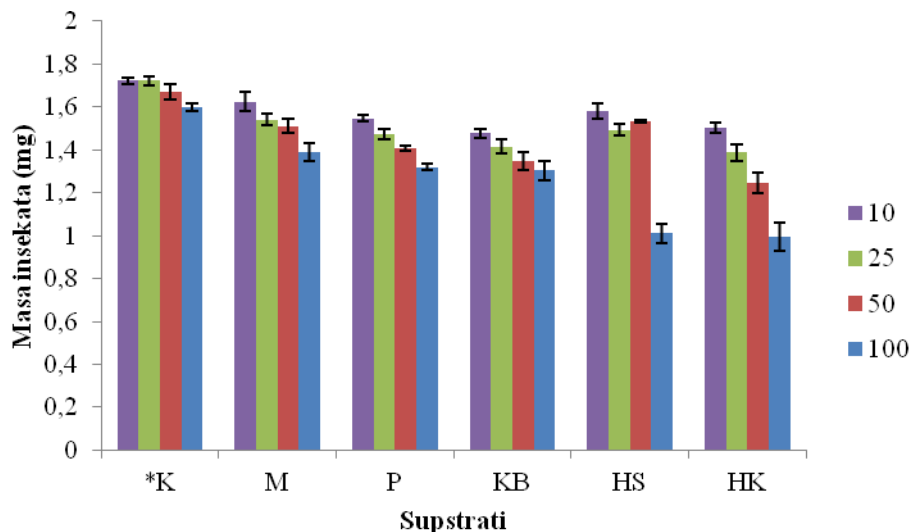
iznosila od 1,303 do 1,478 mg u kukuruznom stočnom brašnu i od 0,994 do 1,503 u hrani za koke nosilje.

Tabela 5. Masa novoizašlih imaga na različitim supstratima pri različitim početnim gustinama populacije

Supstrat	Masa insekta (mg) ±SG			
	Gustina populacije (broj insekata/50 g supstrata)			
	10	25	50	100
Kontrola <sup>a</sup>	1,722±0,014Aa <sup>b</sup>	1,724±0,021Aa	1,671±0,037Aa	1,599±0,020Ab
Pšenične mekinje	1,625±0,046Ba	1,542±0,025Bab	1,512±0,033Bb	1,389±0,041Bc
Pšenična prekrupa	1,547±0,015BCDa	1,473±0,024BCb	1,407±0,012Cc	1,320±0,016Bd
Kukuruzno brašno	1,478±0,020Da	1,415±0,034CDab	1,348±0,041Cbc	1,303±0,048Bc
Hrana za svinje	1,580±0,036BCa	1,493±0,026BCa	1,535±0,006Ba	1,010±0,043Cb
Hrana za koke nosilje	1,503±0,025CDa	1,387±0,039Da	1,244±0,048Db	0,994±0,067Cc

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 13. Masa insekta u mg na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata



Slike 14 i 15. Uticaj vrste supstrata na veličinu i masu tela lutaka (lutke iz kontrole i hrane za koke nosilje pri najvišoj početnoj gustini npopulacije) i uticaj početne gustine populacije na veličinu i masu tela imago (imago iz hrane za svinje pri najvišoj i najnižoj gustini populacije)

## 4.2. Uticaj početne gustine populacije sa određenim odnosom polova roditelja i vrste supstrata na životne parametre *T. castaneum*

U ogledu sa odvojenim polovima (parovima) utvrđeni su precizniji parametri ciklusa razvića kao što su dužina trajanja stadijuma jajeta, larve, lutke i dužina trajanja celokupnog ciklusa razvića *T. castaneum*. Pored ovih parametara izračunata je i prosečna produktivnost ženki.

### 4.2.1. Dužina trajanja stadijuma jajeta

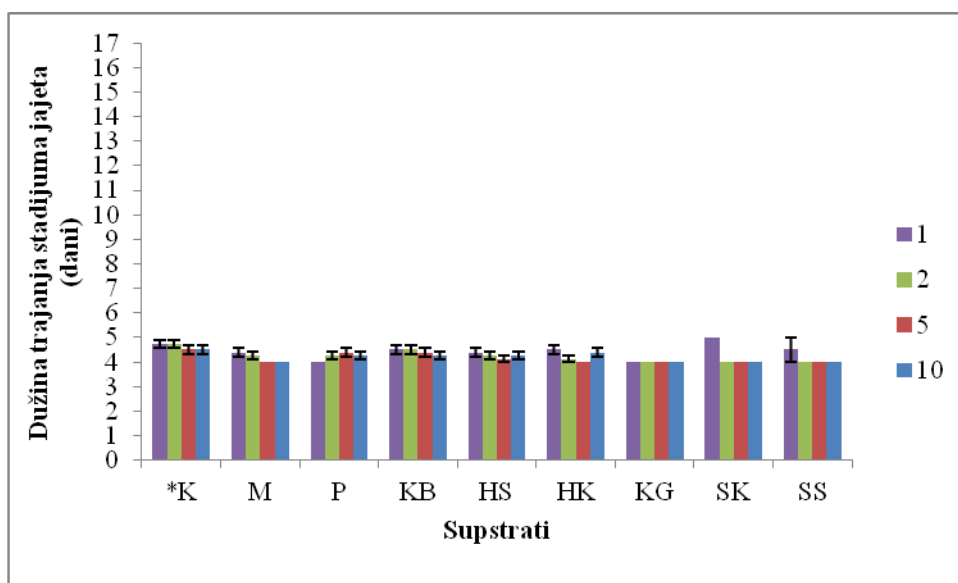
Dužina trajanja stadijuma jajeta se nije statistički značajno razlikovala pri uticaju različitih vrsta supstrata i različitih gustina populacije. Dužina trajanja ovog stadijuma razvića bila je slična pri svim početnim gustinama populacije (1, 2, 5 i 10 parova), na svim supstratima i kretala se između 4 i 5 dana (tabela 6, slika 16). Nominalno najduži stadijum jajeta zabeležen je u sojinom koncentratu (5 dana) pri najnižoj početnoj gustini populacije, u odnosu na dužinu ovog stadijuma na svim ostalim supstratima koja se kretala između 4 i 4,5 dana.

Tabela 6. Dužina trajanja stadijuma jajeta na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrati	Dužina trajanja stadijuma jajeta (dani±SG)			
	Gustina populacije (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	4,50±0,19Aa <sup>b</sup>	4,5±0,19Aa	4,25±0,16Aa	4,25±0,16Aa
Pšenične mekinje	4,25±0,16Aa	4,25±0,16Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa
Pšenična prekrupa	4,00±0,00Aa	4,25±0,16Aa	4,25±0,16Aa	4,25±0,16Aa
Kukuruzno stočno brašno	4,50±0,19Aa	4,5±0,19Aa	4,25±0,16Aa	4,25±0,16Aa
Hrana za svinje	4,38±0,18Aa	4,25±0,16Aa	4,13±0,13Aa	4,25±0,16Aa
Hrana za koke nosilje	4,38±0,19Aa	4,13±0,13Aa	4,00±0,00Aa	4,38±0,18Aa
Kukuruzni gluten	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa
Sojin koncentrat	5,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa
Suncokretova sačma	4,50±0,50Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa	4,00±0,00Aa

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje, KG-Kukuruzni gluten, SK-Sojin koncentrat, SS-Suncokretova sačma

Slika 16. Prosečna dužina trajanja stadijuma jajeta na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata



#### 4.2.2. Dužina trajanja stadijuma larve

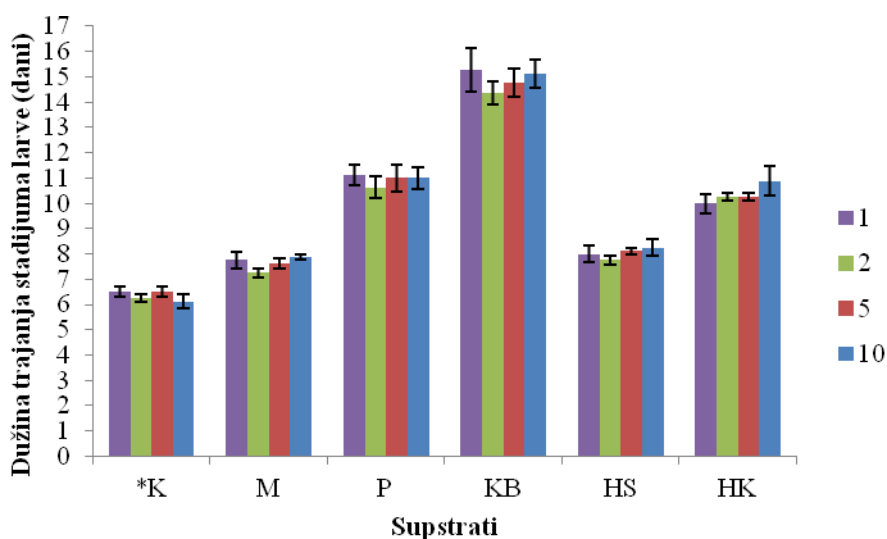
Početna gustina populacije nije statistički značajno uticala na dužinu stadijuma larve, osim u slučaju mekinja gde je ovaj stadijum razvića bio statistički značajno duži pri najvišoj početnoj gustini populacije (7,88 dana) u odnosu početnu gustinu populacije od 2 para (7,25 dana) (tabela 7). Vrsta supstrata je statistički značajno uticala na dužinu stadijuma larve. Stadijum larve, najduže je trajao u kukuruznom stočnom brašnu i u zavisnosti od početne gustine populacije dužina ovog stadijuma varirala je od 14,38 do 15,25 dana, dok je najkraći stadijum larve zabeležen u kontroli (6,13 – 6,5 dana) a nešto duži u mekinjama (7,25 – 7,88) i hrani za svinje (7,75 – 8,25 dana) (tabela 7, slika 17).

Tabela 7. Dužina trajanja stadijuma larve na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrati	Dužina trajanja stadijuma larve (dani±SG)			
	Gustina populacije (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	6,50±0,19Da <sup>b</sup>	6,25±0,16Da	6,50±0,19Da	6,13±0,30Da
Pšenične mekinje	7,75±0,31Cab	7,25±0,16Cb	7,63±0,18Cab	7,88±0,13CDa
Pšenična prekrupa	11,13±0,40Ba	10,63±0,42Ba	11,00±0,53Ba	11,00±0,42Ba
Kukuruzno stočno brašno	15,25±0,86Aa	14,38±0,46Aa	14,75±0,56Aa	15,13±0,55Aa
Hrana za svinje	8,00±0,33Ca	7,75±0,16Ca	8,13±0,13Ca	8,25±0,31Ca
Hrana za koke nosilje	10,00±0,38Ba	10,25±0,16Ba	10,25±0,16Ba	10,88±0,58Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 17. Prosečna dužina trajanja stadijuma larve na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

#### 4.2.3. Dužina trajanja stadijuma lutke

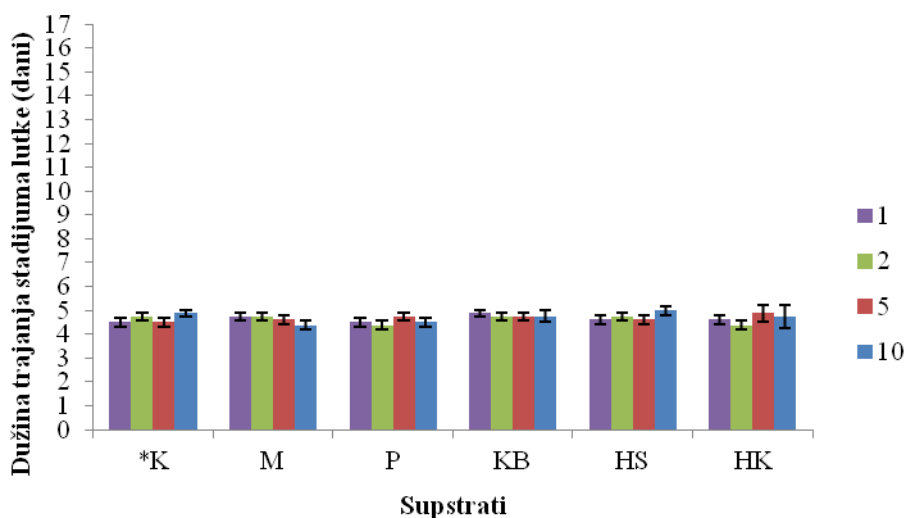
Vrsta supstrata i početna gustina populacije nisu statistički značajno uticale na dužinu trajanja stadijuma lutke (tabela 8). Dužina trajanja ovog stadijuma kretala se u zavisnosti od početne gustine i vrste supstrata u kratkom rasponu od 4,38 do 5 dana (tabela 8, slika 18). Nominalno najkraća dužina trajanja stadijuma lutke (4,38 dana) zabeležena je u mekinjama i prekrupi, dok je nominalno najduži period (5 dana) zabeležen u hrani za svinje.

Tabela 8. Dužina trajanja stadijuma lutke na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrati	Dužina trajanja stadijuma lutke (dani ±SG)			
	Gustina populacije (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	4,50±0,19Aa <sup>b</sup>	4,75±0,16Aa	4,50±0,19Aa	4,88±0,13Aa
Pšenične mekinje	4,75±0,16Aa	4,75±0,16Aa	4,63±0,18Aa	4,38±0,18Aa
Pšenična prekrupa	4,50±0,19Aa	4,38±0,18Aa	4,75±0,16Aa	4,50±0,19Aa
Kukuruzno stočno brašno	4,88±0,13Aa	4,75±0,16Aa	4,75±0,16Aa	4,75±0,25Aa
Hrana za svinje	4,63±0,18Aa	4,75±0,16Aa	4,63±0,18Aa	5,00±0,19Aa
Hrana za koke nosilje	4,63±0,18Aa	4,38±0,18Aa	4,88±0,35Aa	4,75±0,49Aa

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 18. Dužina trajanja stadijuma lutke na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

#### 4.2.4. Ukupna dužina ciklusa razvića

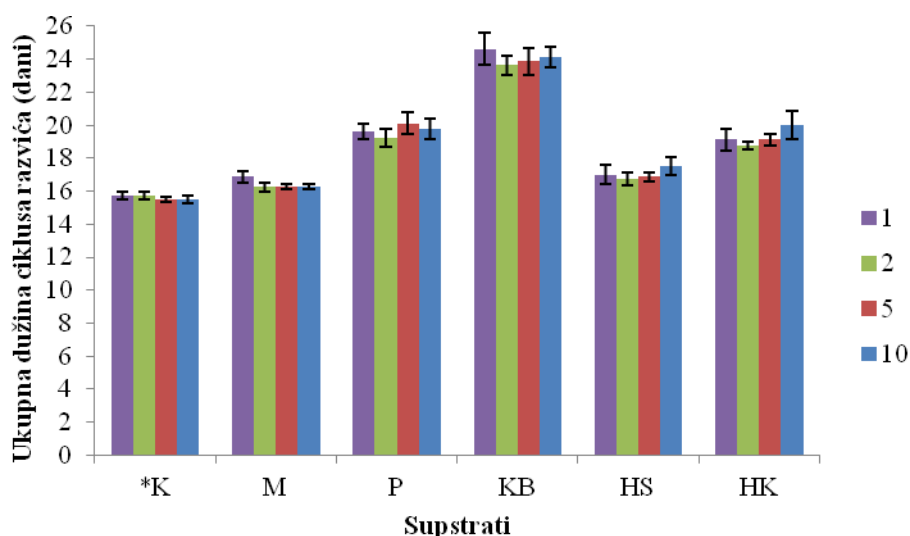
Ukupna dužina razvića (zbir dužina trajanja svih stadijuma razvića) nije statistički značajno varirala u odnosu na početnu gustinu populacije (tabela 9). Vrsta supstrata je statistički značajno uticala na ukupnu dužinu razvića. Najduži ciklus razvića zabeležen je u kukuruznom stočnom brašnu i kretao se u zavisnosti od početne gustine populacije od 23,63 do 24,63 dana. Najkraći ciklus razvića zabeležen je u kontroli (od 15,5 do 15,75 dana), a nešto duži u mekinjama (od 16,25 do 16,88 dana) i hrani za svinje (od 16,88 do 17,5 dana) (tabela 9, slika 19).

Tabela 9. Ukupna dužina trajanja ciklusa razvića na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrati	Ukupna dužina ciklusa razvića (dani±SG)			
	Gustina populacije (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	15,75±0,21Ca <sup>b</sup>	15,75±0,17Ca	15,50±0,22Ca	15,50±0,19Da
Pšenične mekinje	16,88±0,34Ca	16,25±0,29Ca	16,25±0,34Ca	16,25±0,37CDa
Pšenična prekrupa	19,63±0,69Ba	19,25±0,64Ba	20,13±0,66Ba	19,75±0,67Ba
Kukuruzno stočno brašno	24,63±1,08Aa	23,63±0,97Aa	23,88±1,02Aa	24,13±1,06Aa
Hrana za svinje	17,00±0,37Ca	16,75±0,33Ca	16,88±0,38Ca	17,50±0,38Ca
Hrana za koke nosilje	19,13±0,55Ba	18,75±0,60Ba	19,13±0,59Ba	20,00±0,67Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 19. Ukupna dužina trajanja ciklusa razvića na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

#### 4.2.5. Prvi dan pojave imaga (određeni odnos polova roditelja)

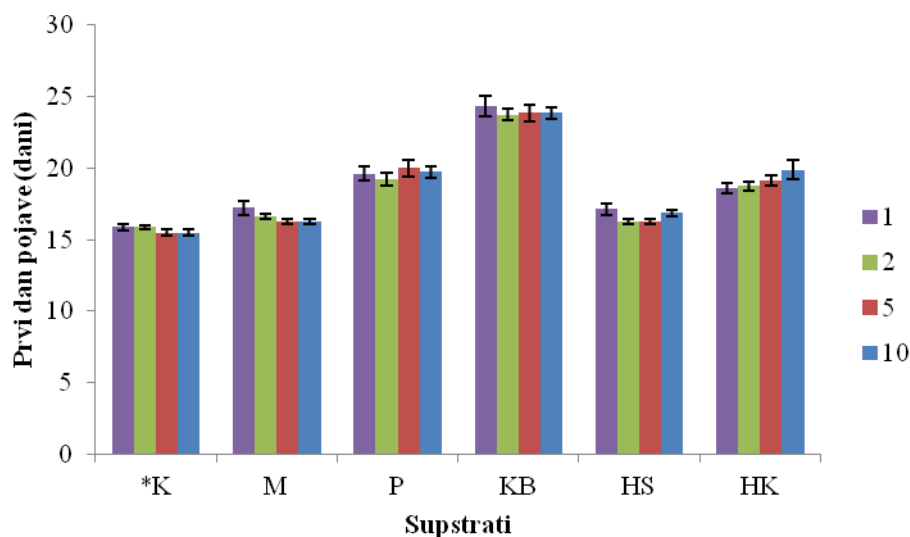
Početna gustina populacije nije statistički značajno uticala na prvi dan pojave imaga, osim kod hrane za svinje i mekinja pri najnižoj početnoj gustini populacije od 1 par insekata gde su se imaga pojavila nešto kasnije (17,13 i 17,25. dan) u odnosu na imaga iz početne gustine populacije od 5 parova insekata (16,25 i 16,25. dan) (tabela 10). Vrsta supstrata statistički je značajno uticala na prvi dan pojave imaga. Najranija pojava odraslih insekta zabeležena je u kontroli (15,5 – 15,88. dan), zatim u mekinjama (16,25 – 17,25. dan) i u hrani za svinje (16,25- 17,13. dan), a najkasnija u kukuruznom stočnom brašnu (23,88 – 24,38. dan) (tabela 10, slika 20).

Tabela 10. Broj dana od isejavanja roditelja do pojave prvih imaga na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrat	Prvi dan pojave imaga±SG			
	Gustina populacije (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	15,88±0,23Da <sup>b</sup>	15,88±0,13Ca	15,50±0,18Ca	15,50±0,18Da
Pšenične mekinje	17,25±0,49Ca	16,63±0,18Cab	16,25±0,16Cb	16,25±0,16CDb
Pšenična prekrupa	19,63±0,50Ba	19,25±0,45Ba	20,00±0,60Ba	19,75±0,41Ba
Kukuruzno stočno brašno	24,38±0,71Aa	23,75±0,41Aa	23,88±0,58Aa	23,88±0,40Aa
Hrana za svinje	17,13±0,40CDa	16,25±0,16Cb	16,25±0,16Cb	16,88±0,23Cab
Hrana za koke nosilje	18,63±0,38Ba	18,75±0,31Ba	19,13±0,35Ba	19,88±0,67Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 20. Broj dana proteklih od vađenja odraslih insekata do prvog dana eklozije imaga na različitim supstratima, pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova

#### 4.2.6. Dužina trajanja perioda eklozije imaga (određeni odnos polova roditelja)

Početna gustina populacije, imala je statistički značajan uticaj na dužinu perioda eklozije imaga. Na svim supstratima se sa povećanjem početne gustine populacije, produžavala dužina perioda eklozije imaga. Tako je najkraći period eklozije (11,13 – 17,25 dana) na svim testiranim supstratima zabeležen pri najnižoj gustini populacije a najduži (17,5 – 28,75) pri najvišoj početnoj gustini populacije (tabela 11, slika 21). Ova pojava je posebno bila izražena u hrani za koke nosilje i kukuruznom stočnom brašnu, gde je period eklozije pri najnižoj trajao 15,13 i 17,25 dana dok je pri najvišoj početnoj gustini populacije trajao 26,25 i 28,75 dana. Vrsta supstrata je takođe statistički značajno uticala na dužinu perioda eklozije imaga. Najduži period eklozije imaga (17,25 – 28,75 dana) je zabeležen na kukuruznom stočnom brašnu, a najkraći na standardnom supstratu za laboratorijsko gajenje (11,3 – 17,5 dana), pri svim početnim gustinama populacije (tabela 11, slika 21).

Tabela 11. Dužina perioda eklozije imaga na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrat	Dužina perioda eklozije imaga (dani)±SG			
	Gustina (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	11,13±0,40Cc <sup>b</sup>	13,13±0,35Eb	16,63±0,38Ea	17,50±0,19Fa
Pšenične mekinje	14,38±0,46Bc	15,25±0,25Dbc	20,63±0,32Cb	24,38±0,26Ca
Pšenična prekrupa	17,13±0,52Ac	19,88±0,52Bab	19,00±0,76Db	21,38±0,56Ea
Kukuruzno brašno	17,25±0,65Ac	21,63±0,71Ab	26,88±0,58Aa	28,75±0,67Aa
Hrana za svinje	14,88±0,35Bd	17,63±0,26Cc	20,88±0,23Cb	22,88±0,35Da
Hrana za koke nosilje	15,13±0,48Bc	19,13±0,44Bb	25,38±0,63Ba	26,25±0,62Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )

#### 4.2.7. Brojnost potomaka (određeni odnos polova)

Rezultati analize varijanse za ponovljena merenja pokazauju da svi faktori i njihove interakcije statistički značajno ( $p=0,000000$ ) utiču na brojnost potomaka *T. castaneum* (tabela 12).

Tabela 12. Parametri za višefaktorijalnu analizu varijanse za ponovljena merenja

Faktori	Stepeni slobode	F	P
Između faktora			
Supstrat	5	182,46	0,000000
Gustina populacije	3	556,43	0,000000
Supstrat x gustina populacije	15	13,77	0,000000
Greška	168		
U okviru faktora			
Dužina trajanja razvoja imaga *	32	931,75	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x supstrat	160	52,99	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x gustina populacije	96	17,03	0,000000
Dužina trajanja razvoja imaga x supstrat x gustina populacije	480	5,88	0,000000
Greška	5376		

\*Ponavljajući faktori izražen u danima

Početna gustina populacije, statistički je značajno uticala na brojnost potomaka kod *T. castaneum*. Kod svih supstrata se sa povećanjem gustine populacije, povećavala i brojnost potomaka (tabela 13). Tako je npr. u kukuruznom stočnom brašnu pri najvišoj gustini populacije zabeležena najveća brojnost potomaka (248,63 imaga) a pri najnižoj gustini populacije najmanja brojnost potomaka (66 imaga). Vrsta supstrata takođe je statistički značajno uticala na brojnost potomaka (tabela 13). Najveća brojnost imaga zabeležena je u mekinjama i kretala se od 324,13 pri najvišoj, do 111,63 imaga pri najnižoj početnoj gustini populacije i u kontroli od 313,38 do 107,25 imaga (tabela 13, slika 21). Najniža brojnost potomaka koja je zabeležena u prekrupi kretala se od 70,5 pri najvišoj, do 43 insekta pri najnižoj početnoj gustini populacije.

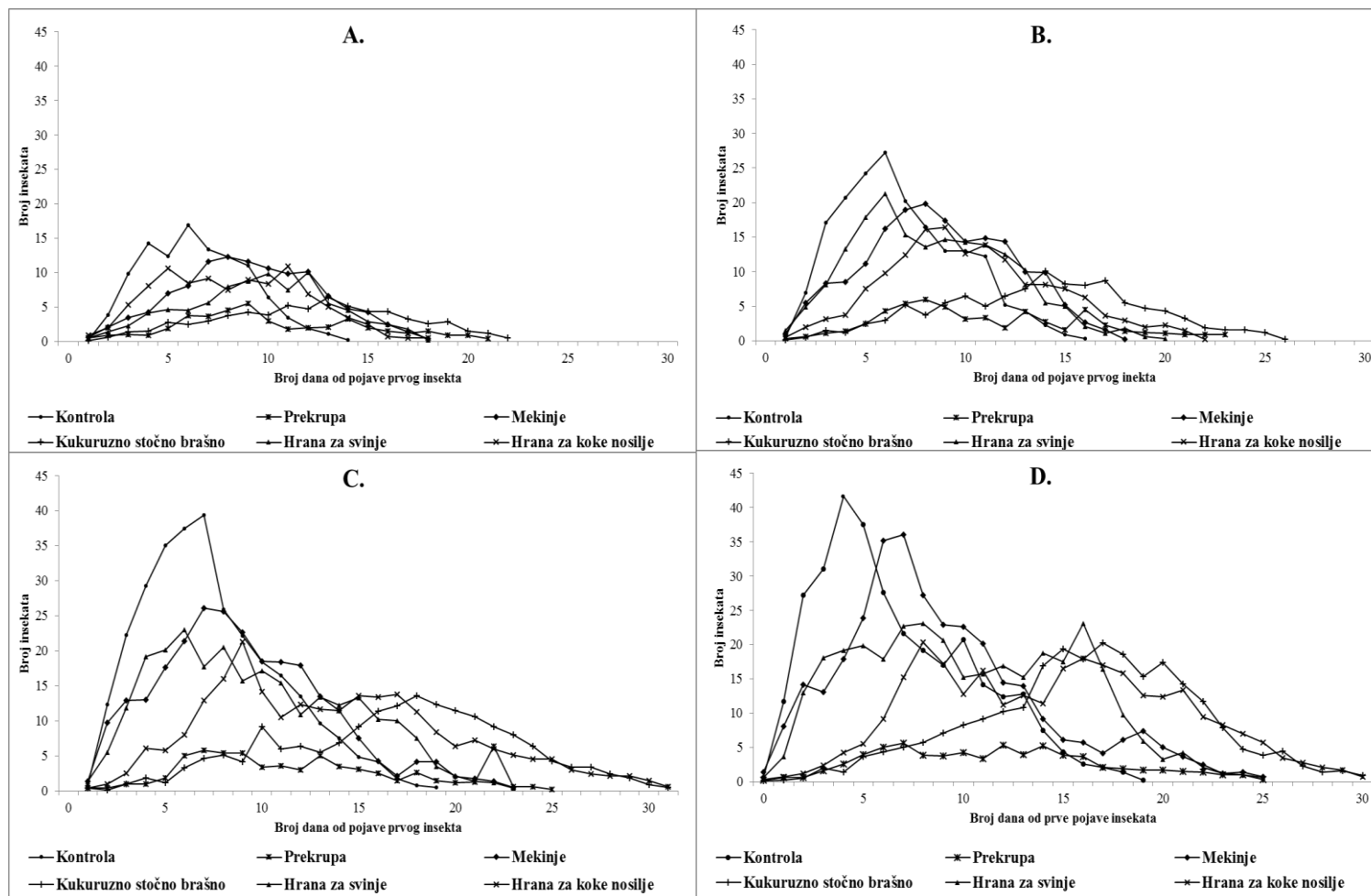


Tabela 13. Ukupna brojnost potomaka na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrat	Ukupna brojnost potomstva $\pm$ SG			
	Gustina (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	107,25 $\pm$ 3,49Ac <sup>b</sup>	185,00 $\pm$ 6,00Ab	299,63 $\pm$ 5,56Aa	313,38 $\pm$ 8,66Aa
Pšenične mekinje	111,63 $\pm$ 7,40Ad	180,25 $\pm$ 5,41Aabc	257,63 $\pm$ 9,41Bb	324,13 $\pm$ 11,22Aa
Pšenična prekrupa	43,00 $\pm$ 3,94Db	56,75 $\pm$ 4,53Dab	58,13 $\pm$ 7,16Da	70,50 $\pm$ 3,83Da
Kukuruzno brašno	66,00 $\pm$ 2,08Cd	108,50 $\pm$ 5,40Cc	176,13 $\pm$ 11,68Cb	248,63 $\pm$ 4,27Ca
Hrana za svinje	84,50 $\pm$ 6,53Bd	177,88 $\pm$ 7,13Ac	253,50 $\pm$ 7,86Bb	325,75 $\pm$ 8,60Aa
Hrana za koke nosilje	100,00 $\pm$ 5,27Ad	152,38 $\pm$ 7,17Bc	239,88 $\pm$ 7,05Bb	286,63 $\pm$ 10,00Ba

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



Slika 21. Dužina trajanja perioda eklozije i brojnost potomaka *T. castaneum* pri početnoj gustini populacije od 1 (A), 2 (B), 5 (C) i 10 (D) parova insekata/10g supstrata

#### 4.2.8. Produktivnost ženke

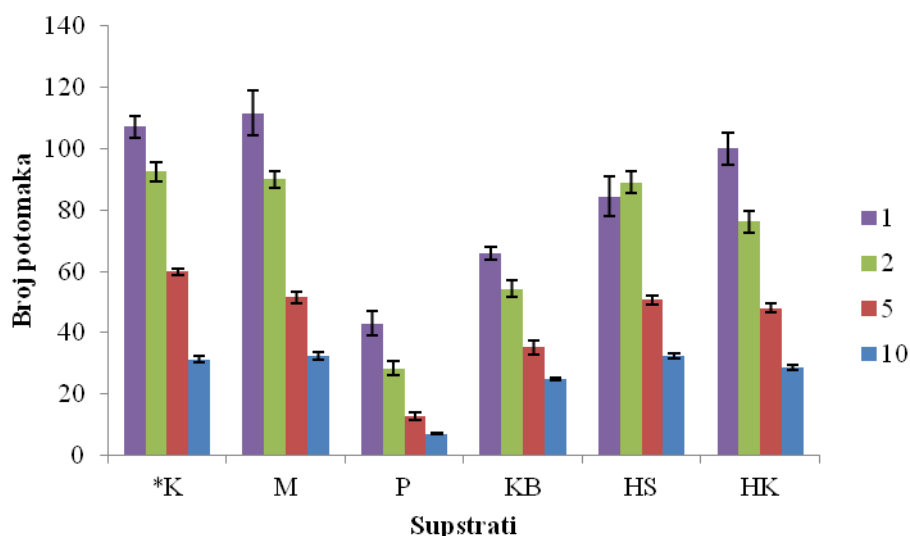
Početna gustina populacije je statistički značajno uticala na produktivnost ženki. Povećanjem početne gustine populacije smanjivala se produktivnost ženki (tabela 14, slika 22). Tako se pri najnižim početnim gustinama populacije u zavisnosti od vrste supstrata prosečan broj potomaka po jednoj ženki kretao od 43 do 111 potomaka, a pri najvišim početnim gustinama populacije se kretao od 7,5 do 32,58 potomaka po ženki. Vrsta supstrata takođe je imala statistički značajan uticaj na prosečnu produktivnost ženki, pa je generalno najveći broj potomaka koji je varirao u odnosu na početnu gustinu populacije, zabeležen pored kontrole (31,34 – 107,25) i u mekinjama (32,41 – 111,63) i hrani za svinje (32,58 – 84,5). Najniži broj potomaka po jednoj ženki zabeležen je u prekrupi (7,5 - 43) (tabela 14, slika 22).

Tabela 14. Broj potomaka po jednoj ženki u toku perioda ovipozicije od 7 dana na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova

Supstrat	Brojnost potomaka po jednoj ženki±SG			
	Gustina (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	107,25±3,49Aa <sup>b</sup>	92,50±3,00Ab	59,93±1,11Ac	31,34±0,87Ad
Pšenične mekinje	111,63±7,396Aa	90,13±2,70Ab	51,53±1,88Bc	32,41±1,12Ad
Pšenična prekrupa	43,00±3,94Da	28,38±2,27Db	12,75±1,43Dc	7,50±0,38Dc
Kukuruzno brašno	66,00±2,08Ca	54,25±2,70Cb	35,23±2,34Cc	24,86±0,43Cd
Hrana za svinje	84,50±6,53Ba	88,94±3,57Aa	50,70±1,57Bb	32,58±0,86Ac
Hrana za koke nosilje	100,00±5,27Aa	76,19±3,58Bb	47,98±1,41Bc	28,66±1,00Bd

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 22. Broj potomaka po jednoj ženki na različitim supstratima pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

#### 4.2.9. Masa imaga (određeni odnos polova roditelja)

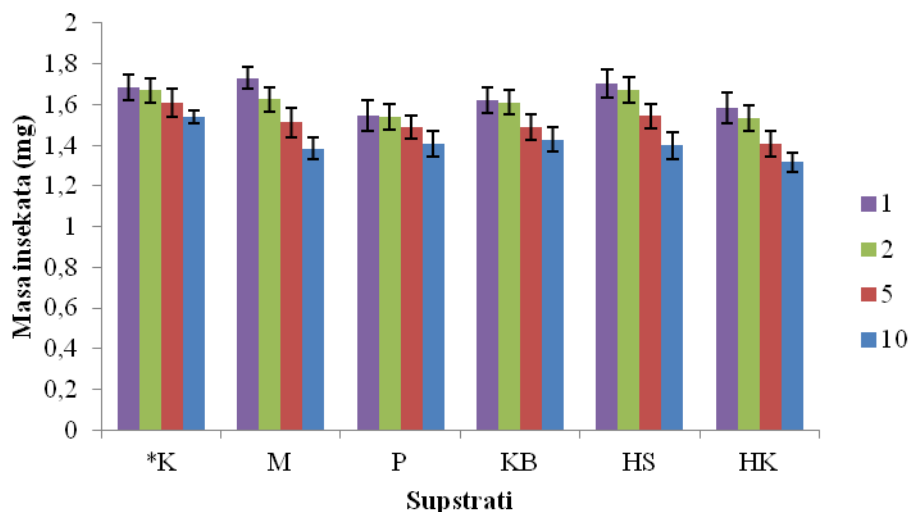
Povećanjem gustine populacije smanjivala se masa potomaka (imaga), pa je najveća masa zabeležena pri najnižoj početnoj gustini populacije. Najveći uticaj gustine populacije zabeležen je u mekinjama gde se prosečna masa jednog imaga kretala od 1,385 mg pri najvišoj do 1,73 mg pri najnižoj početnoj gustini populacije (tabela 15, slika 23). U prekrupi i kontroli početna gustina populacije nije statistički značajno uticala na masu tela imaga. Vrsta supstrata nije imala izražen uticaj na masu tela imaga osim pri gustinama populacije od 5 i 10 parova gde su potomci iz hrane za koke nosilje imali statistički značajno manju masu (1,406 i 1,316 mg) od potomaka iz kontrole (1,611 i 1,54 mg) (tabela 15, slika 23).

Tabela 15. Masa imaga na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

Supstrat	Masa imaga (mg)±SG			
	Gustina (broj parova/10 g supstrata)			
	1	2	5	10
Kontrola <sup>a</sup>	1,683±0,063Aa <sup>b</sup>	1,670±0,059Aa	1,611±0,068Aa	1,540±0,034Aa
Pšenične mekinje	1,730±0,055Aa	1,625±0,058Aab	1,513±0,073ABb	1,385±0,053ABc
Pšenična prekrupa	1,546±0,076Aa	1,540±0,065Aa	1,489±0,058ABa	1,407±0,065ABa
Kukuruzno brašno	1,621±0,065Aa	1,611±0,060Aa	1,489±0,063ABab	1,429±0,059ABb
Hrana za svinje	1,702±0,068Aa	1,674±0,063Aa	1,543±0,059ABab	1,400±0,066ABb
Hrana za koke nosilje	1,584±0,076CAa	1,534±0,063Aa	1,406±0,063Bab	1,316±0,048Bb

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 8 ponavljanja. Srednje vrednosti u kolonama sa različitim velikim slovom i srednje vrednosti u redovima sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test p<0,05)



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 23. Masa imaga (mg) na različitim supstratima pri početnim gustinama populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

#### 4.2.10. Sadržaj proteina i skroba u supstratima nakon razvića potomstva u njima

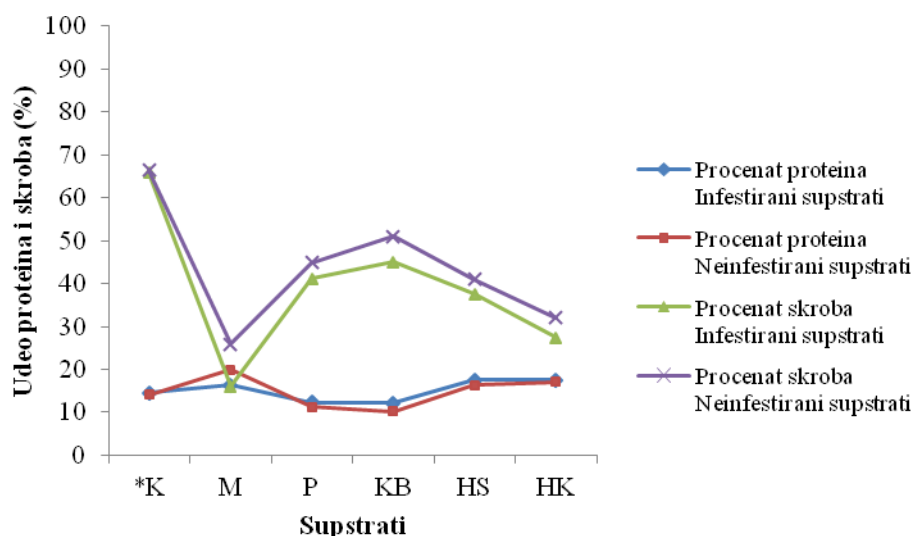
Prosečan sadržaj proteina bio je statistički značajno manji ( $p < 0.05$ ) kod svih ispitivanih supstrata nakon razvića potomstva u njima, u odnosu na procenat proteina u istim neinfestiranim supstratima, osim u slučaju kukuruznog stočnog brašna gde je procenat proteina bio blago povećan (2%) nakon razvića. U različitim supstratima smanjenje sadržaja proteina je bilo različito izraženo. Tako je najveće smanjenje proteina nakon razvića potomstva zabeleženo u mekinjama u kojima je pre razvića ovaj procenat iznosio 16,4%, a nakon razvića potomstva 12,93% (tabela 16, slika 24). Smanjenje sadržaja proteina niže od 1 % nakon razvića potomstva zabeleženo je u kontroli i hrani za koke nosilje. Prosečan sadržaj skroba takođe je bio statistički značajno manji ( $p < 0.05$ ) u ispitivanim supstratima posle razvića potomstva. Kao i u slučaju proteina, najveće smanjenje skroba zabeleženo je u mekinjama gde je procenat skroba pre razvića potomstva iznosio 25,93%, a nakon razvića svega 16,11% (tabela 16, slika 24). Najmanje smanjenje sadržaja skroba zabeleženo je u kontroli i bilo je manje od 1 %.

Tabela 16. Prosečan sadržaj proteina i skroba u supstratima, pre i nakon razvića insekata

Supstrati	Procenat proteina $\pm$ SG		Procenat skroba $\pm$ G	
	Infestirani	Neinfestirani	Infestirani	Neinfestirani
Kontrola <sup>a</sup>	14,09 $\pm$ 0,01b <sup>b</sup>	14,55 $\pm$ 0,05a	65,87 $\pm$ 0,04b	66,42 $\pm$ 0,08a
Pšenične mekinje	12,93 $\pm$ 0,06b	16,40 $\pm$ 0,10a	16,11 $\pm$ 0,03b	25,93 $\pm$ 0,03a
Pšenična prekrupa	11,20 $\pm$ 0,11b	12,28 $\pm$ 0,03a	41,11 $\pm$ 0,04b	44,95 $\pm$ 0,04a
Kukuruzno stočno brašno	12,14 $\pm$ 0,05b	10,17 $\pm$ 0,17a	45,03 $\pm$ 0,03b	51,00 $\pm$ 0,00a
Hrana za svinje	16,33 $\pm$ 0,06b	17,58 $\pm$ 0,06a	37,61 $\pm$ 0,01b	41,04 $\pm$ 0,04a
Hrana za koke nosilje	17,12 $\pm$ 0,038b	17,54 $\pm$ 0,02a	27,37 $\pm$ 0,02b	32,04 $\pm$ 0,04a

<sup>a</sup> Pšenično brašno + pivski kvasac

<sup>b</sup> Svaka srednja vrednost je zasnovana na 4 ponavljanja Srednje vrednosti u kolonama sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju (Fisher LSD test  $p < 0,05$ )



\*K-Kontrola, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 24. Udeo proteina i skroba pre i posle infestacije

### 4.3. Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda (supstrata) na ponašanje *T. castaneum*

Uticaj mirisa (isparljivih organskih komponenti) na ponašanje *T. castaneum* ispitivan je pomoću dva testa: test sa olfaktometrom i test izbora (preferans testa).

#### 4.3.1. Test sa olfaktometrom

U testu sa olfaktometrom, insektima je bilo omogućeno korišćenje samo čula mirisa. Testiran je uticaj samih neinfestiranih i samih infestiranih supstrata, zatim je ispitivan i poreden uticaj istog supstrata u infestiranom i neinfestiranom obliku, da bi se na kraju poredio uticaj mirisa različitih infestiranih supstrata, na ponašanje *T. castaneum*.

##### 4.3.1.1. Uticaj mirisa neinfestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum*

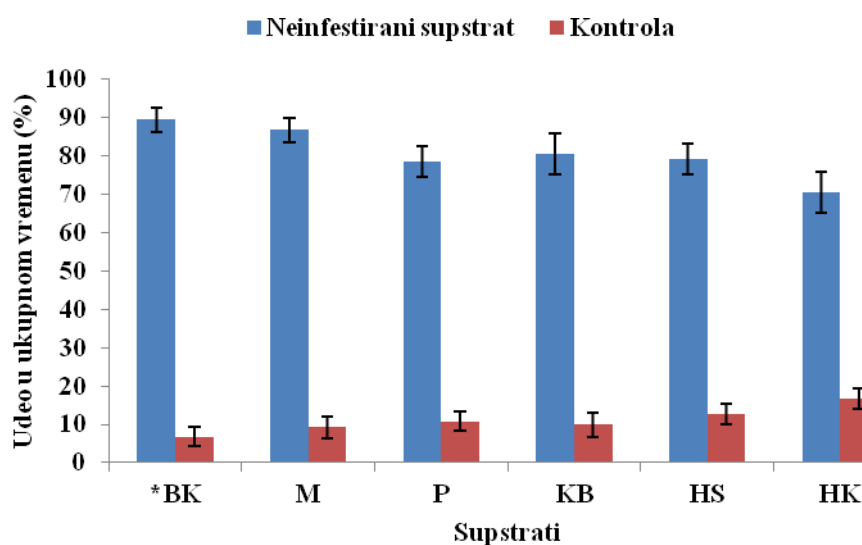
Miris neinfestiranih supstrata je statistički značajno više privlačio insekte od kontrolnog kraka bez mirisa (tabela 17). Tako su npr. insekti značajno više vremena ( $p=0,00008$ ) proveli u kraku olfaktometra sa mirisom neinfestirane hrane za svinje i kraku sa mirisom kukuruznog brašna (475,25 i 483,25 sekundi), nego u kontrolnim kracima olfaktometra (76,5 i 59,25 sekundi). Insekte je najviše privlačio miris

neinfestiranog brašna sa pivskim kvascem i neinfestiranih mekinja pa su u kraku sa mirisom brašna proveli 536,5 sekundi ili 89% ukupnog vremena a u kraku sa mirisom mekinja 521,25 sekundi ili 87% ukupnog vremena (tabela 17, slika 25).

Tabela 17. Broj sekundi±SG koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom neinfestiranog supstrata i kraku bez mirisa

Supstrati	Neinfestirani	Kontrola	*p
Brašno+pivski kvasac	536,50±18,54	40,75±14,38	0,00008
Pšenične mekinje	521,25±19,08	55,00±17,35	0,00008
Pšenična prekrupa	470,50±24,17	64,50±15,44	0,00010
Kukuruzno stočno brašno	483,25±32,80	59,25±19,29	0,00008
Hrana za svinje	475,25±24,79	76,50±16,35	0,00008
Hrana za koke nosilje	423,75±32,19	100,75±16,36	0,00008

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p < 0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 25. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom neinfestiranih ispitivanih supstrata ili u kraku bez mirisa (kontrola)



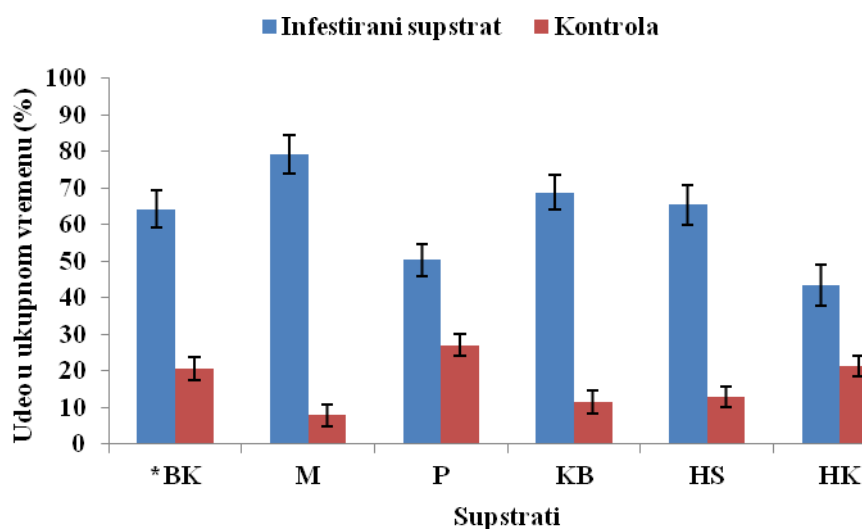
#### 4.3.1.2. Uticaj mirisa infestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum*

Insekti su statistički značajno više vremena proveli u kracima olfaktometra sa mirisom infestiranih supstrata nego u kontrolnim kracima bez mirisa (tabela 18). Insekti su proveli statistički značajno više vremena ( $p=0,00016$ ) u kraku sa mirisom infestiranog brašna sa pivskim kvascem (385,25 sekundi) nego u kontrolnom kraku (124 sekunde). Kada je insektima ponuđen izbor između mirisa infestirane hrane za koke nosilje i kontrolnog kraka, insekti su statistički značajno više ( $p=0,00429$ ) vremena proveli u kraku sa mirisom infestirane hrane za koke nosilje (261,25 sekundi ili 43%), nego u kontrolnom kraku (128,5 sekundi), što je ujedno i najmanja zabeležena atraktivnost. Od svih infestiranih supstrata miris mekinja je najviše privlačio insekte koji su se u kraku sa mirisom ovog supstrata zadržali 475,25 sekundi ili 79% ukupnog vremena koje su insekti proveli u olfaktometru (tabela 18, slika 26).

Tabela 18. Broj sekundi $\pm$ SG koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranog supstrata i kontrolnom kraku bez mirisa

Supstrati	Infestirani	Kontrola	*p
Brašno+pivski kvasac	385,25 $\pm$ 30,28	124,00 $\pm$ 18,65	0,00016
Pšenične mekinje	475,25 $\pm$ 31,78	47,50 $\pm$ 17,58	0,00008
Pšenična prekrupa	302,25 $\pm$ 25,93	162,75 $\pm$ 18,66	0,00249
Kukuruzno stočno brašno	413,00 $\pm$ 28,06	70,00 $\pm$ 19,06	0,00011
Hrana za svinje	392,50 $\pm$ 32,44	77,25 $\pm$ 16,79	0,00019
Hrana za koke nosilje	261,25 $\pm$ 33,58	128,50 $\pm$ 16,19	0,00429

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p<0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 26. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranih ispitivanih supstrata ili u kraku bez mirisa (kontrola)

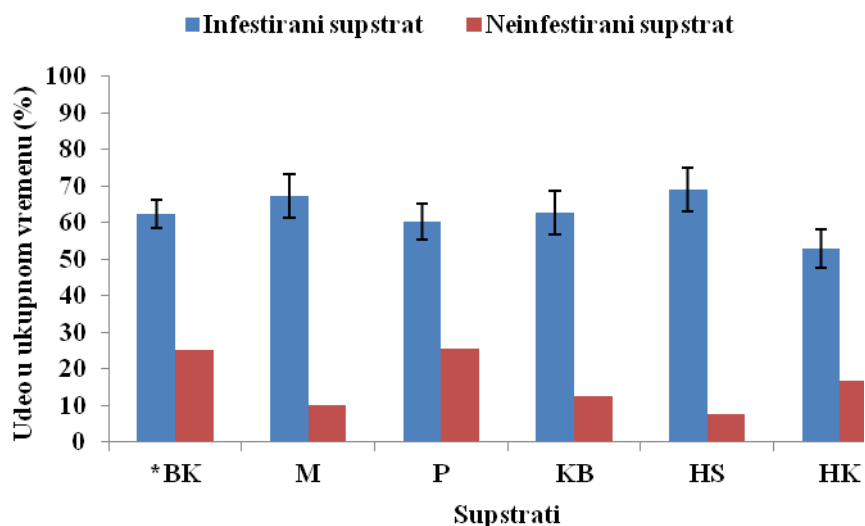
#### 4.3.1.3. Uticaj mirisa istog supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku na ponašanje *T. castaneum*

Insekte je statistički značajno više privlačio miris infestiranih supstrata od mirisa neinfestiranih supstrata (tabela 19). Tako su insekti proveli 361,25 i 376,75 sekundi u kracima olfaktometra sa mirisom infestirane prekrupe i infestiranog kukuruznog stočnog brašna, što je statistički značajno više ( $p=0,00059$  i  $p=0,00010$ ) vremena nego u kracima olfaktometra sa ovim supstratima u neinfestiranom obliku (154,25 i 75,5 sekundi). Od mirisa svih infestiranih supstrata za *T. castaneum* najveću privlačnost imali su mirisi infestiranih mekinja i hrane za svinje, pa su insekti u kracima sa ovim mirisima proveli 404,25 i 414 sekundi ili 67 % i 69% ukupnog vremena (tabela 19, slika 27).

Tabela 19. Broj sekundi $\pm$ SG koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranog supstrata i kraku sa mirisom neinfestiranog supstrata

Supstrati	Infestirani	Neinfestirani	*p
Brašno+pivski kvasac	375,25 $\pm$ 23,25	152,25 $\pm$ 18,46	0,00016
Pšenične mekinje	404,25 $\pm$ 36,35	61,25 $\pm$ 15,62	0,00010
Pšenična prekrupa	361,25 $\pm$ 29,10	154,25 $\pm$ 17,67	0,00059
Kukuruzno stočno brašno	376,75 $\pm$ 35,67	75,50 $\pm$ 17,98	0,00010
Hrana za svinje	414,00 $\pm$ 35,96	45,75 $\pm$ 13,66	0,00010
Hrana za koke nosilje	317,50 $\pm$ 30,97	100,25 $\pm$ 21,99	0,00068

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p < 0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 27. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranih supstrata ili u kraku sa mirisom neinfestiranih supstrata

#### **4.3.1.4. Uticaj mirisa različitih infestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum***

U ispitivanju kombinacija između svih infestiranih supstrata, mekinje su pokazale statistički značajno veću privlačnost u svih 5 kombinacija sa ostalim supstratima (tabela 20). Iza mekinja po atraktivnosti se nalazi brašno sa dodatkom pivskog kvasca, koje je u 3 od 5 kombinacija pokazalo statistički značajno veću atraktivnost ( $p < 0,05$ ) od ostalih supstrata, u poređenju sa mekinjama statistički manju, a u poređenju sa hranom za koke nije pokazalo statistički značajno veću atraktivnost ( $p = 0,079$ ). Sličnu atraktivnost pokazalo je i kukuruzno stočno brašno koje je imalo statistički značajno veću atraktivnost ( $p < 0,05$ ) od svih ostalih supstrata, osim mekinja i brašna sa pivskim kvascem koji su bili atraktivniji ( $p = 0,00012$  i  $p = 0,00194$ ) od ovog supstrata. Najmanju atraktivnost pokazala je prekrupa, koja je u svih 5 kombinacija bila statistički značajno manje privlačna ( $p < 0,05$ ) od ostalih supstrata.

Tabela 20. Broj sekundi  $\pm$ SG koje su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom različitih infestiranih supstrata

Infestirani supstrati	1b. Brašno+pivski kvasac	2b. Pšenične mekinje	3b. Pšenična prekrupa	4b. Kukuruzno stočno brašno	5b. Hrana za svinje	6b. Hrana za koke nosilje
1a. Brašno+pivski kvasac		1a=91,25 $\pm$ 27,65 2b=412,25 $\pm$ 40,95 p=0,00116	1a=307,50 $\pm$ 26,44 3b=148,75 $\pm$ 19,01 p=0,00249	1a=322,75 $\pm$ 33,22 4b=140,25 $\pm$ 19,72 p=0,00194	1a=338,25 $\pm$ 37,94 5b=142,00 $\pm$ 31,50 p=0,01001	1a=276,00 $\pm$ 37,99 6b=233,75 $\pm$ 109,17 p=0,07932
2a. Pšenične mekinje			2a=391,50 $\pm$ 35,78 3b=107,50 $\pm$ 25,59 p=0,00072	2a=411,50 $\pm$ 32,20 4b=74,75 $\pm$ 17,69 p=0,00012	2a=481,00 $\pm$ 23,05 5b=57,00 $\pm$ 14,97 p=0,00008	2a=397,75 $\pm$ 38,48 6b=94,50 $\pm$ 25,12 p=0,00033
3a. Pšenična prekrupa				3a=110,75 $\pm$ 18,73 4b=312,75 $\pm$ 42,48 p=0,00299	3a=128 $\pm$ 28,80 5b=369,50 $\pm$ 36,12 p=0,00249	3a=105,00 $\pm$ 26,72 6b=372,25 $\pm$ 39,63 p=0,00282
4a. Kukuruzno stočno brašno					4a=297,50 $\pm$ 31,46 5b=158,75 $\pm$ 22,30 p=0,02276	4a= 480,75 $\pm$ 30,61 6b=49,50 $\pm$ 16,29 p=0,00008
5a. Hrana za svinje						5a=90,75 $\pm$ 23,10 6b=374,50 $\pm$ 31,39 p=0,00023
6a. Hrana za koke nosilje						

\*Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p < 0,05$

#### 4.3.2. Test izbora (Preferans test)

U testu izbora u kojem su korišćene plastične kutije, insektima je osim čula mirisa bio omogućen i fizički kontakt sa supstratima. Testirani su isti parametri kao i u ogledu sa olfaktometrom.

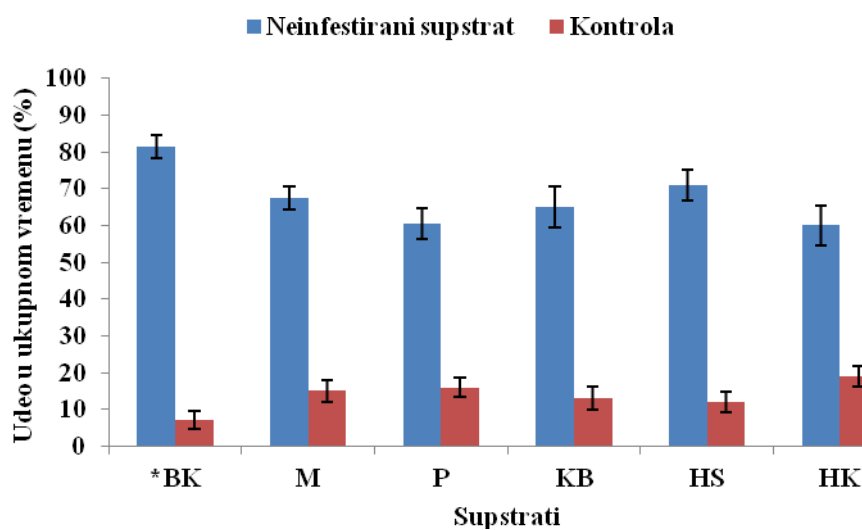
##### 4.3.2.1. Uticaj neinfestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum*

U preferans testu insekti su statistički značajno više vremena provodili na strani kutije sa neinfestiranim supstratom. Tako su insekti proveli statistički značajno više ( $p=0,00049$  i  $p=0,00016$ ) vremena na strani kutije sa mekinjama i kukuruznim brašnom nego na strani kutije bez supstrata (kontrola) (tabela 21). Insekti su najviše vremena proveli u brašnu sa pivskim kvascem gde su bili u proseku 8,15 od ukupno 10 posmatranja dok su najmanje vremena proveli u hrani za koke nosilje i prekrupi sa prosečno 6 i 6,05 od ukupnog broja posmatranja (tabela 21 , slika 28).

Tabela 21. Zabeleženi položaj insekata u posudi sa neinfestiranim supstratom u toku 30 minuta ogleda (prosečan broj od 10 ukupnih posmatranja $\pm$ SG)

Supstrati	Neinfestirani	Kontrola	*p
Brašno+pivski kvasac	8,15 $\pm$ 0,43	0,70 $\pm$ 0,22	0,00008
Pšenične mekinje	6,75 $\pm$ 0,68	1,50 $\pm$ 0,32	0,00049
Pšenična prekrupa	6,05 $\pm$ 0,52	1,60 $\pm$ 0,30	0,00038
Kukuruzno stočno brašno	6,50 $\pm$ 0,55	1,30 $\pm$ 0,26	0,00016
Hrana za svinje	7,10 $\pm$ 0,79	1,20 $\pm$ 0,32	0,00068
Hrana za koke nosilje	6,00 $\pm$ 0,58b	1,90 $\pm$ 0,32	0,00071

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p<0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 28. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli na strani kutije sa neinfestiranim ispitivanim supstratima ili na strani kutije bez supstrata (kontrola)

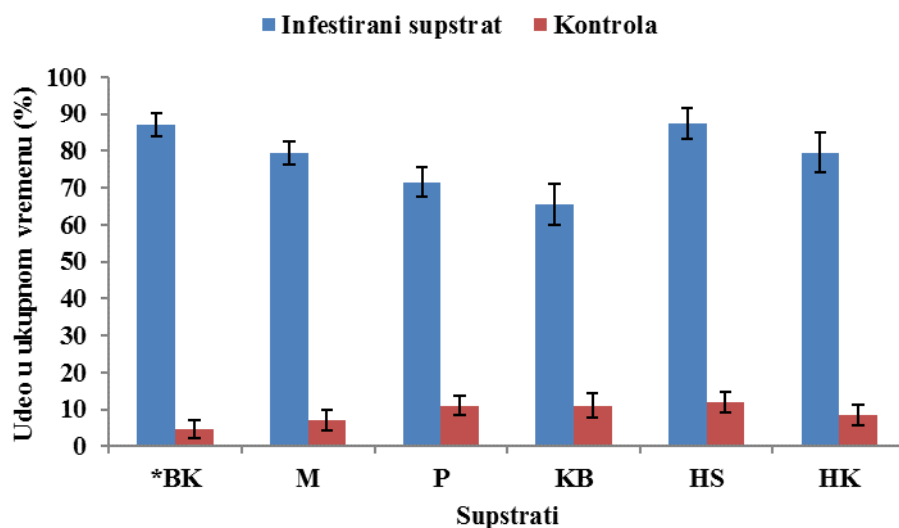
#### 4.3.2.2. Uticaj infestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum*

Insekte *T. castaneum* su statistički značajno privlačili infestirani supstrati. Od svih supstrata najveću atraktivnost pokazali su infestirano brašno sa dodatkom pivskog kvasca i hrana za svinje, pa su insekti u ovim supstratima od 10 posmatranja bili u proseku u 8,70 i 8,75 posmatranja dok su najmanju atraktivnost pokazali infestirano kukuruzno stočno brašno i infestirana prekrupa sa u proseku 6,55 i 7,15 od 10 posmatranja (tabela 22, slika 29).

Tabela 22. Zabeleženi položaj insekata u posudi sa infestiranim supstratom u toku 30 minuta ogleda (prosečan broj od 10 ukupnih posmatranja±SG)

Supstrati	Infestirani	Kontrola	*p
Brašno+pivski kvasac	8,70±0,52	0,45±0,20	0,00010
Pšenične mekinje	7,95±0,64	0,70±0,26	0,00016
Pšenična prekrupa	7,15±0,55	1,10±0,32	0,00025
Kukuruzno stočno brašno	6,55±0,54	1,10±0,26	0,00019
Hrana za svinje	8,75±0,34	1,20±0,17	0,00008
Hrana za koke nosilje	7,95±0,39	0,85±0,22	0,00008

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p < 0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 29. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli na strani kutije sa infestiranim ispitivanim supstratima ili na strani kutije bez supstrata (kontrola)



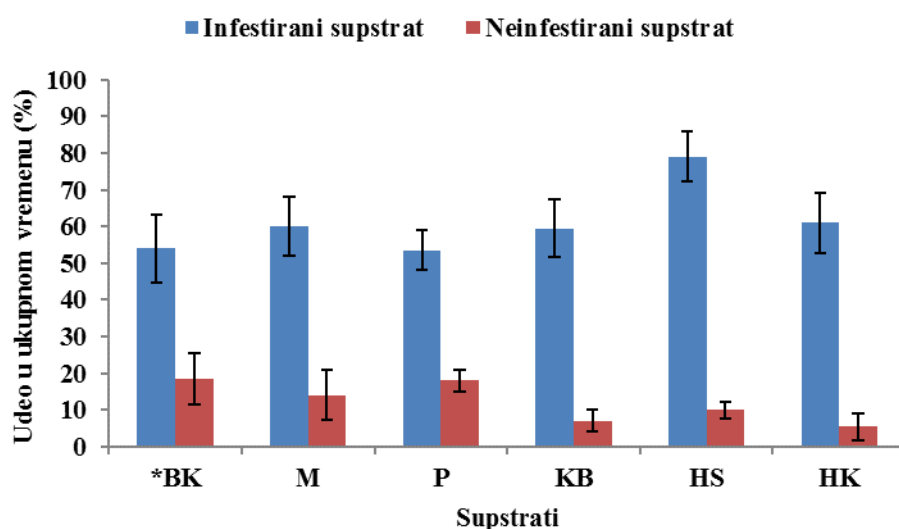
#### 4.3.2.3. Uticaj istog supstrata u neinfestiranom i infestiranom obliku na ponašanje *T. castaneum*

Insekte su statistički značajno više privlačili supstrati u infestiranom obliku nego u neinfestiranom. Tako su insekti statistički značajno više ( $p=0,00193$ ) vremena provodili na strani kutije sa infestiranom, u odnosu na stranu kutije sa neinfestiranom prekrupom i statistički značajno više ( $p=0,00044$ ) vremena na strani kutije sa infestiranom u odnosu na stranu kutije sa neinfestiranom hranom za koke nosilje. Najveća atraktivnost infestiranih u odnosu na neinfestirane supstrate zabeležena je u hrani za svinje gde je broj položaja insekata na strani kutije sa infestiranim supstratima bio 7,9, a na strani sa neinfestiranim supstratima 1 (tabela 23 , slika 30). Najmanja razlika u privlačenju infestiranih u odnosu na neinfestirane supstrate zabeležena je u brašnu sa pivskim kvascem gde je ovaj odnos iznosio 5,4:1,84 i pšeničnoj prekrupi sa odnosom 5,35:1,8 (tabela 23).

Tabela 23. Zabeleženi položaj insekata u posudi sa infestiranim i neinfestiranim supstratima u toku 30 minuta ogleđa (prosečan broj od 10 ukupnih posmatranja $\pm$ SG)

Supstrati	Infestirani	Neinfestirani	*p
Brašno+pivski kvasac	5,4 $\pm$ 0,93	1,84 $\pm$ 0,69	0,03123
Pšenične mekinje	6,00 $\pm$ 0,79	1,4 $\pm$ 0,68	0,01474
Pšenična prekrupa	5,35 $\pm$ 0,54	1,80 $\pm$ 0,44	0,00193
Kukuruzno stočno brašno	5,95 $\pm$ 0,78	0,70 $\pm$ 0,30	0,00062
Hrana za svinje	7,90 $\pm$ 0,81	1,00 $\pm$ 0,69	0,00427
Hrana za koke nosilje	6,10 $\pm$ 0,68	0,55 $\pm$ 0,33	0,00044

\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p<0,05$



\*BK-Brašno+pivski kvasac, M-Pšenične mekinje, P-Pšenična prekrupa, KB-Kukuruzno stočno brašno, HS-Hrana za svinje, HK-Hrana za koke nosilje

Slika 30. Udeo ukupnog vremena (%) koje su insekti proveli na strani kutije sa infestiranim ispitivanim supstratima ili na strani kutije sa neinfestiranim supstratima

#### 4.3.2.4. Uticaj različitih infestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum*

Kao i u slučaju prethodnog oglada sa olfaktometrom mekinje su i u ovom ogledu pokazale najveću atraktivnost, pa su statistički više privlačile insekte od brašna sa pivskim kvascem ( $p=0,04423$ ), hrane za svinje ( $p=0,00234$ ), hrane za koke nosilje ( $p=0,00089$ ), pšenične prekrupe ( $p=0,00055$ ) i kukuruznog stočnog brašna ( $p=0,00036$ ) (tabela 24). Brašno sa pivskim kvascem, imalo je nešto veću atraktivnost u preferans testu (4 od 5 poređenja) Najnižu atraktivnost za insekte kao i u testu sa olfaktometrom, pokazala je prekrupa, a u ovom ogledu podjednako nisku atraktivnost pokazale su i hrana za svinje i hrana koke nosilje koje ni u jednom od 5 poređenja nisu bile statistički značajno atraktivnije od ostalih supstrata (tabela 24).

Tabela 24. Broj poseta  $\pm$ SG koje su insekti proveli na strani posude sa mirisom različitih infestiranih supstrata

Infestirani supstrati	1b. Brašno+ pivski kvasac	2b. Pšenične mekinje	3b. Pšenična prekrupa	4b. Kukuruzno stočno brašno	5b. Hrana za svinje	6b. Hrana za koke nosilje
1a. Brašno+ pivski kvasac		1a=2,00 $\pm$ 0,43 2b=4,40 $\pm$ 0,72 p=0,04423	1a=6,65 $\pm$ 0,49 3b=0,95 $\pm$ 0,27 *p=0,00013	1a=5,00 $\pm$ 0,62 4b=2,30 $\pm$ 0,44 p=0,01374	1a=5,85 $\pm$ 0,68 5b=1,75 $\pm$ 0,68 p=0,01981	1a=5,25 $\pm$ 0,70 6b=1,85 $\pm$ 0,42 p=0,00516
2a. Pšenične mekinje			2a=5,55 $\pm$ 0,54 3b=1,05 $\pm$ 0,29 p=0,00055	2a=5,60 $\pm$ 0,54 4b=1,45 $\pm$ 0,29 p=0,00036	2a=4,90 $\pm$ 0,60 5b=1,90 $\pm$ 0,46 p=0,00234	2a=5,05 $\pm$ 0,63 6b=1,50 $\pm$ 0,27 p=0,00089
3a. Pšenična prekrupa				3a=4,30 $\pm$ 0,58 4b=2,60 $\pm$ 0,44 p=0,08150	3a=2,30 $\pm$ 0,57 5b=4,70 $\pm$ 0,68 p=0,05222	3a=3,85 $\pm$ 0,61 6b=2,95 $\pm$ 0,60 p=0,44450
4a. Kukuruzno stočno brašno					4a=5,00 $\pm$ 0,51 5b=2,00 $\pm$ 0,36 p=0,00330	4a=4,75 $\pm$ 0,61 6b=1,85 $\pm$ 0,53 p=0,01868
5a. Hrana za svinje						5a=3,50 $\pm$ 0,70 6b=3,65 $\pm$ 0,59 p=0,79365
6a. Hrana za koke nosilje						

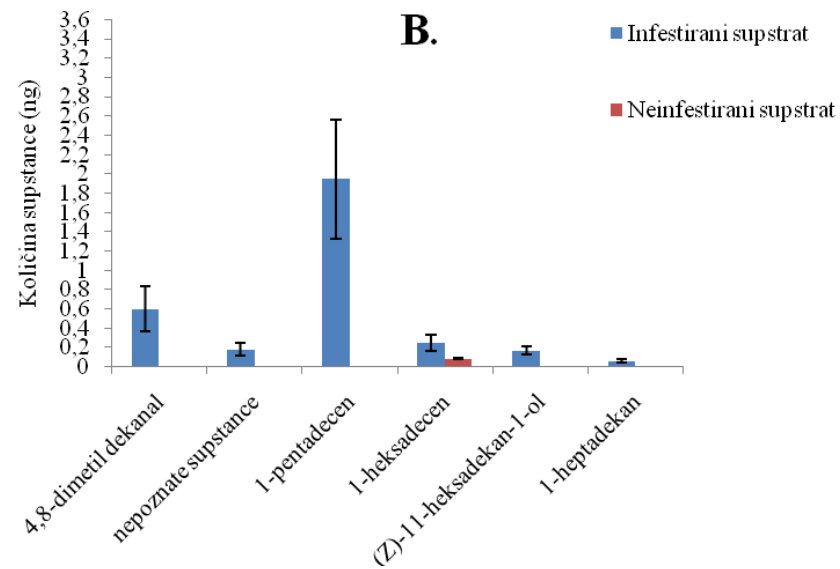
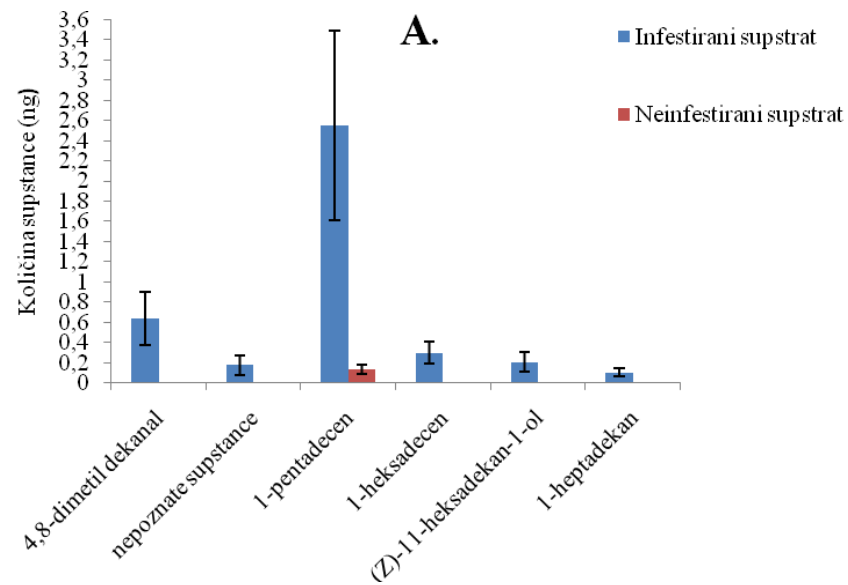
\* Wilcoxon test parova, statistički značajne razlike su ukoliko je  $p < 0,05$

#### 4.3.2.5. Sadržaj isparljivih organskih komponenti u neinfestiranim i infestiranim supstratima

Pomoću gasnohromatografske masene spektrometrije (GC-MS detekcija) detektovano je više različitih isparljivih komponenti koje su se javile nakon infestacije pšenične prekrupe i mekinja, a nisu detektovane u neinfestiranim supstratima. Najdominantnija komponenta u infestiranim supstratima bila je 1-pentadecen koja je detektovana u infestiranoj pšeničnoj prekrupi i mekinjama, u količinama od 2,55 i 1,94 ng (tabela 25, slika 31). Posle ove isparljive organske komponente sledeća po detektovanoj količini je bila 4,8-dimetil dekanal u količinama od 0,64 i 0,60ng u pomenutim supstratima. Osim dve najprisutnije komponente u infestiranim supstratima u nešto manjoj količini detektovani su heksadekani i heptadekani. Ove komponente nađene su u nešto većoj količini u infestiranoj pšeničnoj prekrupi nego u infestiranim pšeničnim mekinjama (tabela 25, slika 31).

Tabela 25. Količina isparljivih organskih komponenti (ng)±SG u infestiranoj i neinfestiranoj pšeničnoj prekrupi i mekinjama detektovanih pomoću GC-MS analize

Supstrati	Pšenična prekrupa		Pšenične mekinje	
	Infestirana	Neinfestirana	Infestirane	Neinfestirane
4,8-dimetil dekanal	0,64±0,26	0,00±0,00	0,60±0,24	0,00±0,00
nepoznate supstance	0,17±0,10	0,00±0,00	0,18±0,06	0,00±0,00
1-pentadecen	2,55±0,94	0,13±0,05	1,94±0,62	0,00±0,00
1-heksadecen	0,30±0,11	0,00±0,00	0,25±0,08	0,08±0,01
(Z)-11-heksadekan-1-ol	0,21±0,09	0,00±0,00	0,16±0,04	0,00±0,00
1-heptadekan	0,10±0,04	0,00±0,00	0,06±0,02	0,00±0,00



Slika 31. Količina detektovanih isparljivih organskih komponenti u infestiranoj i neinfestiranoj pšeničnoj prekrupi (A.) i pšeničnim mekinjama (B.)

#### **4.4. Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje *T. castaneum***

Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje *T. castaneum*, utvrđen je kroz uticaj različitih koncentracija različitih biljnih ekstrakata i etarskih ulja, zatim kroz uticaj različitih koncentracija jednog biljnog ekstrakata ili etarskog ulja kao i kroz uticaj iste koncentracije različitih biljnih ekstrakata i etarskih ulja.

##### **4.4.1. Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja različitih koncentracija na ponašanje *T. castaneum***

Sva etarska ulja, biljni ekstrakt na bazi belog luka i komercijalni preparat na bazi azadirachtina, pri svim ispitivanim koncentracijama, su se ponašali kao repelenti za imaga *T. castaneum* (tabela 26). Repelentni efekat nije ispoljilo samo etarsko ulje peršuna pri najmanjoj koncentraciji, pri koji se ponašalo kao atraktant ( $p < 0,001$ ) (15,8 % vremena u kontrolnom kraku, a 42% ukupnog vremena u kraku sa mirisom etarskog ulja peršuna) (slika 32). Etarska ulja peršuna pri srednjoj koncentraciji i biljke *C. proximus* pri najmanjoj koncentraciji su ispoljila slabu ali ne i statističku značajnu repelentnost pa su imala neutralan efekat ( $p = 0,232$  i  $p = 0,321$ ) i po svom efektu se nisu razlikovala od heksana (slike 32 i 33, tabela 26). Pri najvišoj ispitivanoj koncentraciji, kao najjači repelent pokazalo se etarsko ulje bosiljka (70 % vremena u kontrolnom kraku i 4% ukupnog beleženog vremena u kraku sa mirisom etarskog ulja bosiljka) i etarsko ulje biljke *C. nervatus* (59,4 i 8,4% ukupnog vremena) (slika 34).

Tabela 26. Uticaj etarskih ulja različitih koncentracija na ponašanje *Tribolium castaneum*

Etarska ulja	Koncentracija(%)	Indeks atraktivnosti <sup>a</sup>	SD Indeksa	Nalaz	t <sup>b</sup>	df	p <sup>c</sup>
<i>Ocimum basilicum</i>	0,01	-175,00	168,98	repelent	-4,631	19	<0,001
	0,1	-208,75	149,31	repelent	-6,252	19	<0,001
	1	-394,50	106,82	repelent	-16,516	19	<0,001
<i>Salvia officinalis</i>	0,01	-215,00	141,24	repelent	-6,808	19	<0,001
	0,1	-180,00	182,90	repelent	-4,401	19	<0,001
	1	-243,00	118,11	repelent	-9,201	19	<0,001
<i>Petroselinum crispum</i>	0,01	157,50	155,09	atraktant	4,542	19	<0,001
	0,1	-49,50	179,37	neutralan	-1,234	19	0,232
	1	-219,00	144,43	repelent	-6,781	19	<0,001
<i>Cymbopogon nervatus</i>	0,01	-152,75	139,06	repelent	-4,912	19	<0,001
	0,1	-124,00	126,69	repelent	-4,377	19	<0,001
	1	-306,00	121,26	repelent	-11,285	19	<0,001
<i>Cymbopogon proximus</i>	0,01	-49,25	216,27	neutralan	-1,018	19	0,321
	0,1	-144,00	147,30	repelent	-4,372	19	<0,001
	1	-239,50	147,95	repelent	-7,239	19	<0,001
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	0,01	-136,75	164,76	repelent	-3,712	19	0,001
	0,1	-213,75	157,35	repelent	-6,075	19	<0,001
	1	-141,00	126,02	repelent	-5,004	19	<0,001
* <i>Allium sativum</i>	0,01	-110,25	157,02	repelent	-3,140	19	0,005
	0,1	-145,75	168,45	repelent	-3,870	19	0,001
	1	-138,25	166,17	repelent	-3,721	19	0,001
** <i>Azadirachta indica</i>	0,01	-118,50	155,78	repelent	-3,402	19	0,003
	0,1	-202,25	146,39	repelent	-6,179	19	<0,001
	1	-215,25	159,42	repelent	-6,038	19	<0,001

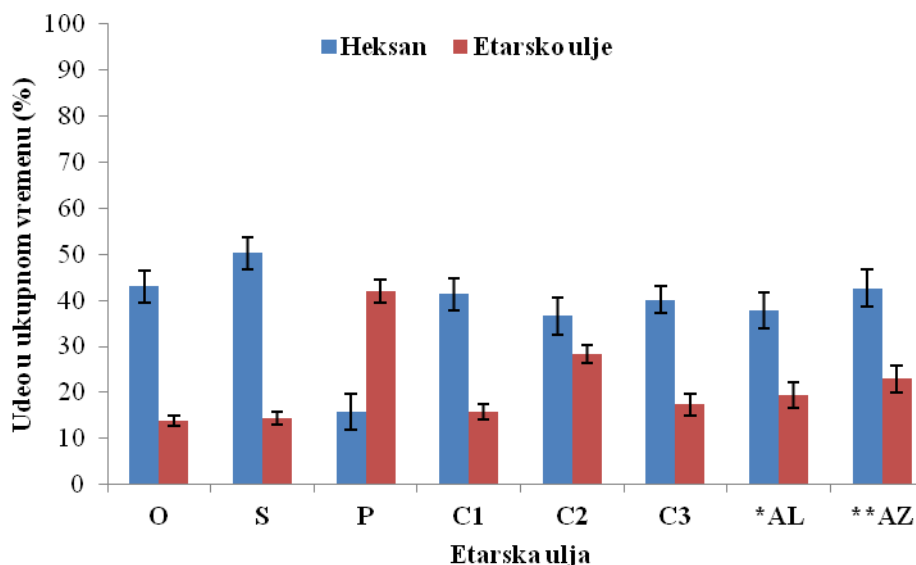
<sup>a</sup> Izračunat kao razlika vremena provedenog u kraku olfaktometra sa ispitivanom supstancom i vrmenena provedenog u kraku sa heksanom izraženo u sekundama

<sup>b</sup> na osnovu t-testa za jedan uzorak

<sup>c</sup> p dobijeno pomoću jednofaktorijalne ANOVA, p<0,05-statistički značajno

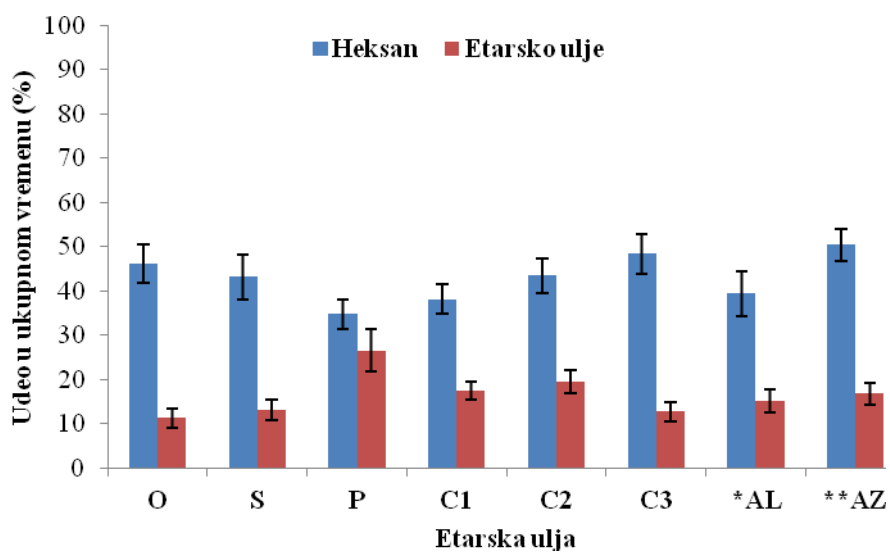
\* komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka

\*\*komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*



\*O-*Ocimum basilicum*, S-*Salvia officinalis*, P-*Petroselinum crispum*, C1-*Cymbopogon nervatus*, C2- *Cymbopogon proximus*, C3-*Cymbopogon schoenanthus*, AL-*Allium sativum*, AZ- *Azadirachta indica*  
 \*\* komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka, \*\*komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*

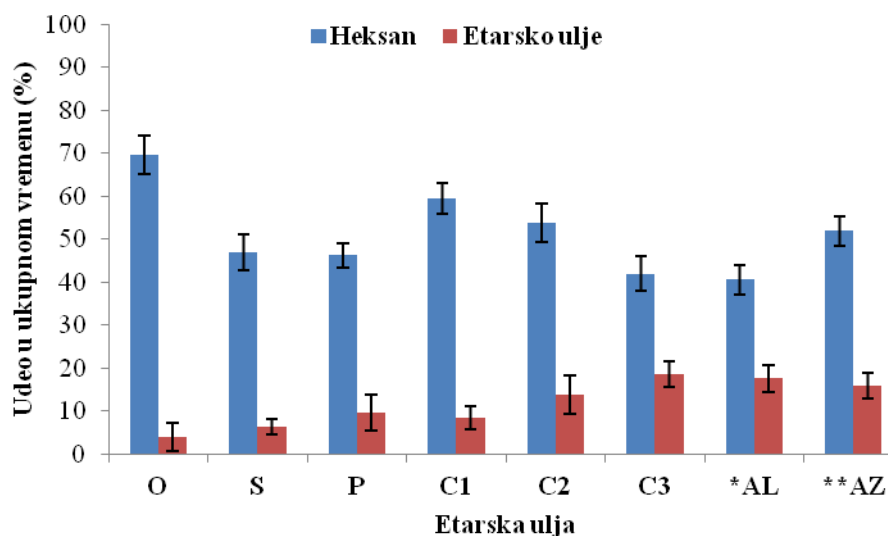
Slika 32. Udeo u ukupnom vremenu koji su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom heksana ili mirisom ispitivanih etarskih ulja pri koncentraciji od 0,01 %



\*O-*Ocimum basilicum*, S-*Salvia officinalis*, P-*Petroselinum crispum*, C1-*Cymbopogon nervatus*, C2- *Cymbopogon proximus*, C3-*Cymbopogon schoenanthus*, AL-*Allium sativum*, AZ- *Azadirachta indica*  
 \*\* komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka, \*\*komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*

Slika 33. Udeo u ukupnom vremenu koji su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom heksana ili mirisom ispitivanih etarskih ulja pri koncentraciji od 0,1%





\* O-*Ocimum basilicum*, S-*Salvia officinalis*, P-*Petroselinum crispum*, C1-*Cymbopogon nervatus*, C2- *Cymbopogon proximus*, C3-*Cymbopogon schoenanthus*, AL-*Allium sativum*, AZ- *Azadirachta indica*

\*\* komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka, \*\*komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*

Slika 34. Udeo u ukupnom vremenu koji su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom heksana ili mirisom ispitivanih etarskih ulja pri koncentraciji od 1%

#### 4.4.2. Efekti različitih koncentracija istog etarskog ulja

U slučaju etarskog ulja žalfije, biljke *C. schoenanthus*, ekstrakta belog luka i komercijalnog biopesticida na bazi *A. indica*, različite koncentracije se nisu razlikovale po svojim efektima na insekte (tabela 27, slika 35). Drugim rečima, koncentracije biljnih ekstrakata i etarskih ulja u ovim slučajevima nisu uticale na jačinu repelentnosti. Kada su u pitanju etarska ulja bosiljka i biljke *C. nervatus*, najviša koncentracija etarskog ulja se pokazala kao najrepelentnija (insekti su provodili 3,96 i 8,4% ukupnog vremena u kraku olfaktometra sa mirisom etarskih ulja ovih biljaka), dok se dve niže ispitivane koncentracije nisu značajno razlikovale po jačini svojih efekata, ni kod bosiljka (11,38 i 13,88%), ni kod biljke *C. nervatus* (17,5 i 15,8 % ukupnog vremena) (slika 35).

Sve tri koncentracije su se kod peršuna razlikovale po svojim efektima. Pri najnižoj koncentraciji etarsko ulje peršuna se ponašalo kao atraktant (42% ukupnog vremena u kraku sa mirisom etarskog ulja ove biljke), pri srednjoj neutralno (26,5% ukupnog vremena), dok se pri najvišoj ponašao kao repelent (9,8% ukupnog vremena) (slika 35).

Ovo je ujedno bilo i najveće variranje efekta na insekte usled različite koncentracije biljnih ekstarkata i etarskih ulja, od svih ispitivanih.

U slučaju etarskog ulja biljke *C. proximus* najviša koncentracija imala je jače odbijajuće dejstvo (13,9% ukupnog vremena provedenog u kraku sa mirisom etarskog ulja ove biljke) od najniže (28,4% ukupnog vremena), dok se srednja koncentracija (19,5%) nije razlikovala od pomenute dve (slika 35).

Tabela 27. Razlikovanje efekta različitih koncentracija istog etarskog ulja

Etarsko ulje	Koncentracija (%)			Razlika koncentracija <sup>a</sup>	$\eta^{2b}$	F <sup>c</sup>
	1. 0,01	2. 0,1	3. 1			
<i>Ocimum basilicum</i>	-175,00	-208,75	-394,50	3 < 1, 2	0,399	12,63**
<i>Salvia officinalis</i>	-215,00	-180,00	-243,00	1 = 2 = 3	0,047	0,93NZ*
<i>Petroselinum crispum</i>	157,50	-49,50	-219,00	3 < 2 < 1	0,572	25,38**
<i>Cymbopogon nervatus</i>	-152,75	-124,00	-306,00	3 < 1, 2	0,378	11,57**
<i>Cymbopogon proximus</i>	-49,25	-144,00	-239,50	3 < 1; 2 = 1, 3	0,242	6,08**
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	-136,75	-213,75	-141,00	1 = 2 = 3	0,092	1,97NZ
<sup>d</sup> <i>Allium sativum</i>	-110,25	-145,75	-138,25	1 = 2 = 3	0,013	0,25NZ
<sup>e</sup> <i>Azadirachta indica</i>	-118,50	-202,25	-215,25	1 = 2 = 3	0,116	2,49NZ

<sup>a</sup> na osnovu LSD post hoc testa

<sup>b</sup> jačina efekta, 0=nema efekta

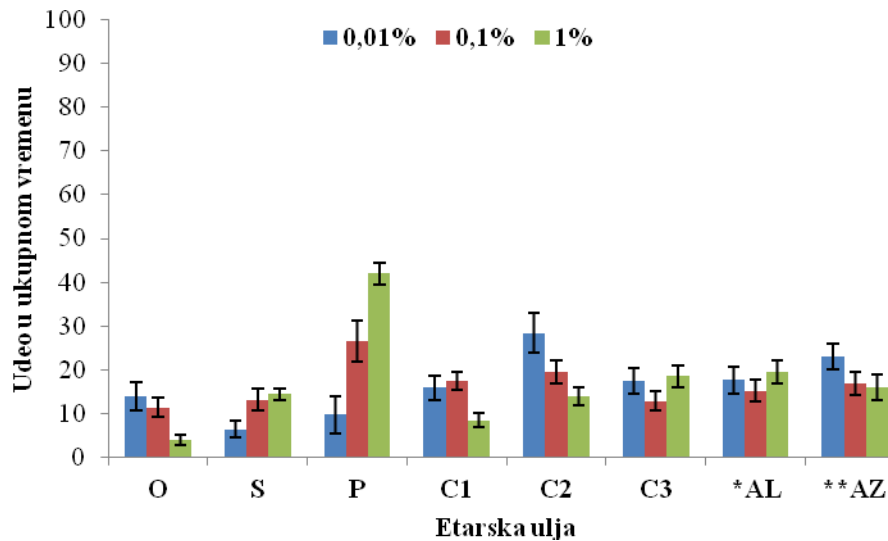
<sup>c</sup> korišćena je analiza varijanse za ponovljena merenja

\*\* statistički značajno (p<0,05)

\*NZ- nema statistički značajne razlike

<sup>d</sup>komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka

<sup>e</sup>komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*



\* O-*Ocimum basilicum*, S-*Salvia officinalis*, P-*Petroselinum crispum*, C1-*Cymbopogon nervatus*, C2- *Cymbopogon proximus*, C3-*Cymbopogon schoenanthus*, AL-*Allium sativum*, AZ- *Azadirachta indica*

\*\* komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka, \*\*komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*

Slika 35. Udeo u ukupnom vremenu koji su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom ispitivanih etarskih ulja pri koncentracijama od 0,01, 0,1 i 1%

#### 4.4.3. Efekti različitih etarskih ulja pri istoj koncentraciji

U slučaju koncentracije od 0,01%, etarsko ulje peršuna se zbog svog efekta privlačenja razlikovalo od svih ostalih etarskih ulja. Pored toga, etarsko ulje biljke *C. proximus* imalo je manji repelentni efekat od etarskog ulja bosiljka i žalfije, a ekstrakt belog luka manji repelentni efekat od etarskog ulja žalfije (tabela 28, slika 36). Kod ove koncentracije nađene su najveće razlike u efektu različitih supstanci.

Pri koncentraciji od 0,1% peršun je imao manji repelentni efekat od bosiljka, žalfije, biljke *C. schoenanthus* i ekstrakta biljke *A. indica*, dok je etarsko ulje biljke *C. nervatus* imalo manji repelentni efekat od etarskog ulja biljke *C. schoenanthus* (tabela 28, slika 36).

U slučaju koncentracije od 1% etarsko ulje bosiljka je imalo veći repelentni efekat od svih supstanci. Etarsko ulje biljke *C. schoenanthus* imalo je slabiji repelentni efekat od etarskog ulja žalfije, peršuna i *C. nervatus*, a ekstrakt belog luka od etarskog ulja biljke *C. nervatus* (tabela 28, slika 36).

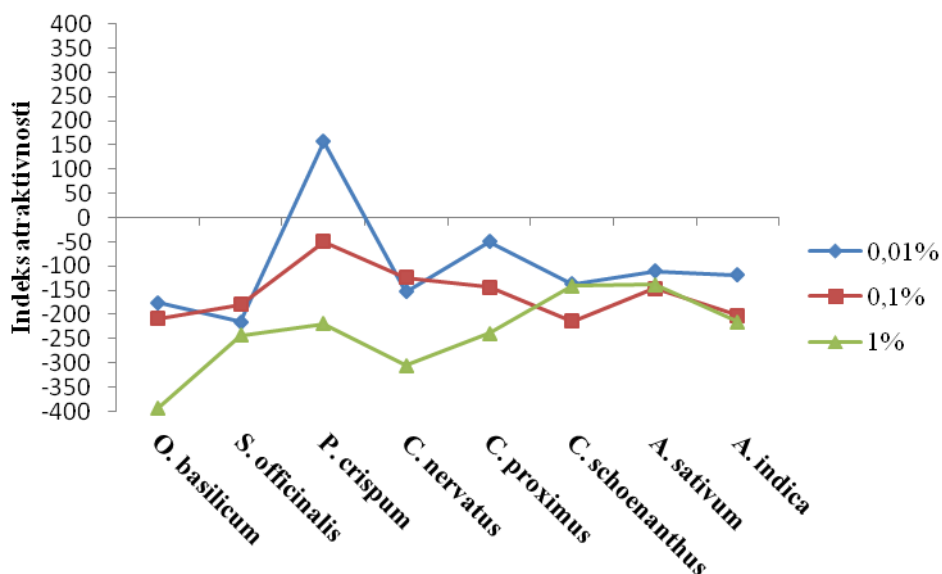
Tabela 28. Razlika efekta etarskih ulja pri istoj koncentraciji

Koncentracija(%)	Etarsko ulje	Indeks atraktivnosti	Razlike supstanci <sup>a</sup>	$\eta^{2b}$	F <sup>c</sup>
0,01	1. <i>Ocimum basilicum</i>	-175,00	3 > 1, 2, 4, 5,	0,339	9,76 <sup>**</sup>
	2. <i>Salvia officinalis</i>	-215,00	6, 7, 8		
	3. <i>Petroselinum crispum</i>	157,50	5 > 1, 2		
	4. <i>Cymbopogon nervatus</i>	-152,75	7 > 2		
	5. <i>Cymbopogon proximus</i>	-49,25			
	6. <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	-136,75			
	7. <sup>d</sup> <i>Allium sativum</i>	-110,25			
	8. <sup>e</sup> <i>Azadirachta indica</i>	-118,50			
0,1	1. <i>Ocimum basilicum</i>	-208,75	3 > 1, 2, 6, 8	0,117	2,51 <sup>*</sup>
	2. <i>Salvia officinalis</i>	-180,00	4 > 6		
	3. <i>Petroselinum crispum</i>	-49,50			
	4. <i>Cymbopogon nervatus</i>	-124,00			
	5. <i>Cymbopogon proximus</i>	-144,00			
	6. <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	-213,75			
	7. <i>Allium sativum</i>	-145,75			
	8. <i>Azadirachta indica</i>	-202,25			
1	1. <i>Ocimum basilicum</i>	-394,50	2, 3, 4, 5, 6, 7,	0,272	7,10 <sup>**</sup>
	2. <i>Salvia officinalis</i>	-243,00	8 > 1		
	3. <i>Petroselinum crispum</i>	-219,00	6 > 2, 3, 4		
	4. <i>Cymbopogon nervatus</i>	-306,00	7 > 4		
	5. <i>Cymbopogon proximus</i>	-239,50			
	6. <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	-141,00			
	7. <i>Allium sativum</i>	-138,25			
	8. <i>Azadirachta indica</i>	-215,25			

\* p &lt; 0,05

\*\* p &lt; 0,01

<sup>a</sup> na osnovu LSD post hoc testa, postoje samo navedene razlike<sup>b</sup> jačina efekta. 0= nema efekta<sup>c</sup> korišćena je analiza varijanse za ponovljena merenja<sup>d</sup> komercijalni biljni ekstrakt na bazi belog luka<sup>e</sup> komercijalni bioinsekticid NeemAzal na bazi ekstrakta biljke *A. indica*



Slika 36. Efekat ispitivanih etarskih ulja pri različitim koncentracijama (prosečni indeks atraktivnosti)

#### 4.4.4. Uticaj etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki *T. castaneum*

Statistički značajne razlike u ponašanju mužjaka i ženki pri uticaju etarskog ulja peršuna su utvrđene pri najnižoj i srednjoj koncentraciji ovog ulja (tabela 30). Pri najnižoj koncentraciji ovo etarsko ulje se pokazalo statistički značajno više ( $p < 0,001$ ) atraktivno za ženke nego za mužjake (tabela 29, slika 37). Etarsko ulje peršuna se pri srednjoj koncentraciji ponašalo kao atraktant za ženke a kao repelent za mužjake ( $p < 0,001$ ). Ženke su u kraku olfaktometra sa mirisom etarskog ulja peršuna provele u proseku oko 46% dok su mužjaci u istom kraku proveli oko 24% ukupnog vremena (slika 38). Razlike u ponašanju mužjaka i ženki pri uticaju etarskog ulja bosiljka, su utvrđene pri najvišoj ( $p = 0,003$ ) kao i pri najnižoj koncentraciji ( $p = 0,005$ ) gde je ovo ulje imalo jači repelentni efekat na mužjake koji su proveli 16 i 19% ukupnog beleženog vremena u hodniku sa mirisom etarskog ulja bosiljka, dok su ženke provele 23 i 29 % ukupnog vremena u hodniku sa mirisom ovog etarskog ulja (tabela 29, slika 38). Razlike u ponašanju mužjaka i ženki pri uticaju etarskog ulja žalfije utvrđene su samo pri najnižoj koncentraciji gde su mužjaci proveli statistički značajno više ( $p = 0,019$ ) vremena u kraku olfaktometra sa mirisom heksana (57%) od ženki (42%), (tabela 29, slika 39).

Tabela 29. Uticaj etarskih ulja peršuna i bosiljka na ponašanje mužjaka i ženki *Tribolium castaneum*

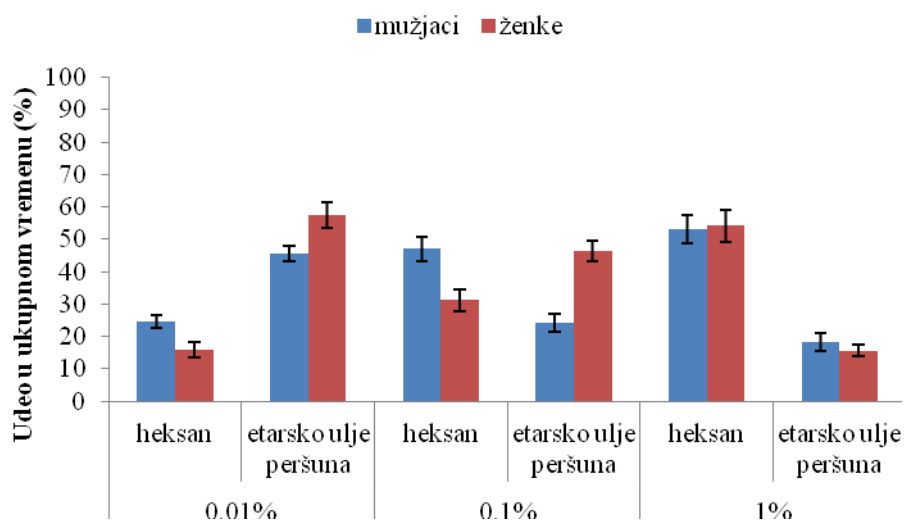
Etarsko ulje/koncentracija(%)	pol	N	Indeks atraktivnosti	SD Indeksa	Nalaz	MD <sup>a</sup>	t <sup>b</sup>	df <sup>c</sup>	p <sup>d</sup>
peršun/0,01	mužjaci	20	126,5	94,23	atraktant				
	ženke	20	250,50	155,47	atraktant	-124,00	-3,05	38	<0,001
0,1	mužjaci	20	-138,25	161,00	repelent				
	ženke	20	89,75	162,74	atraktant	-228,00	-4,45	38	<0,001
1,0	mužjaci	20	-209,25	177,51	repelent				
	ženke	20	-230,75	168,88	repelent	21,50	0,392	38	0,697
bosiljak/0,01	mužjaci	20	-135,25	163,57	repelent				
	ženke	20	-19,25	192,33	repelent	-116,00	-2,06	38	0,005
0,1	mužjaci	20	-178,75	194,75	repelent				
	ženke	20	-151,00	217,71	repelent	-27,75	-0,43	38	0,673
1,0	mužjaci	20	-241,00	188,09	repelent				
	ženke	20	-108,00	190,85	repelent	-133,00	-2,22	38	0,003
žalfija/0,01	mužjaci	20	-236,00	175,49	repelent				
	ženke	20	-109,75	147,79	repelent	-126,25	-2,46	38	0,019
0,1	mužjaci	20	-294,25	160,14	repelent				
	ženke	20	-302,00	121,03	repelent	-7,75	-0,17	38	0,864
1,0	mužjaci	20	-307,50	149,29	repelent				
	ženke	20	-293,50	147,33	repelent	-14,00	-0,30	38	0,767

<sup>a</sup> srednja razlika u ponašanju mužjaka i ženki, 0= nema razlike

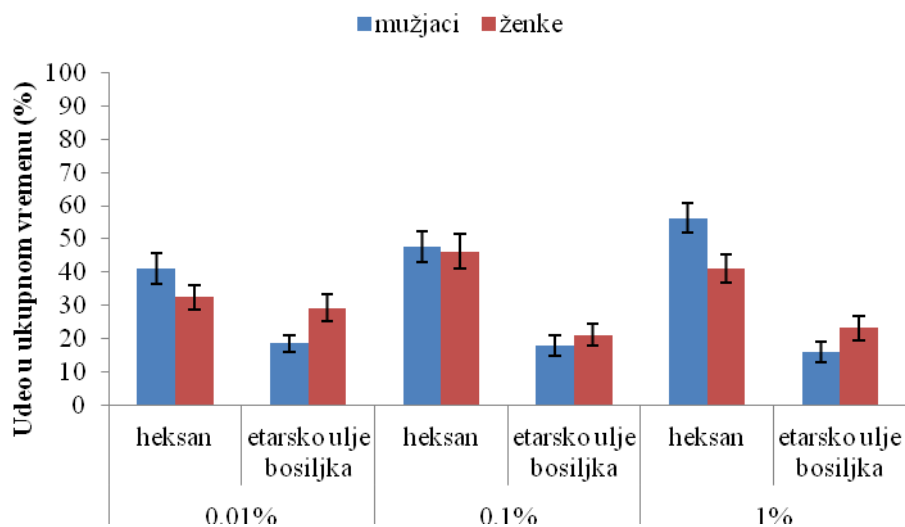
<sup>b</sup> na osnovu t-testa za jedan uzorak

<sup>c</sup> stepeni slobode

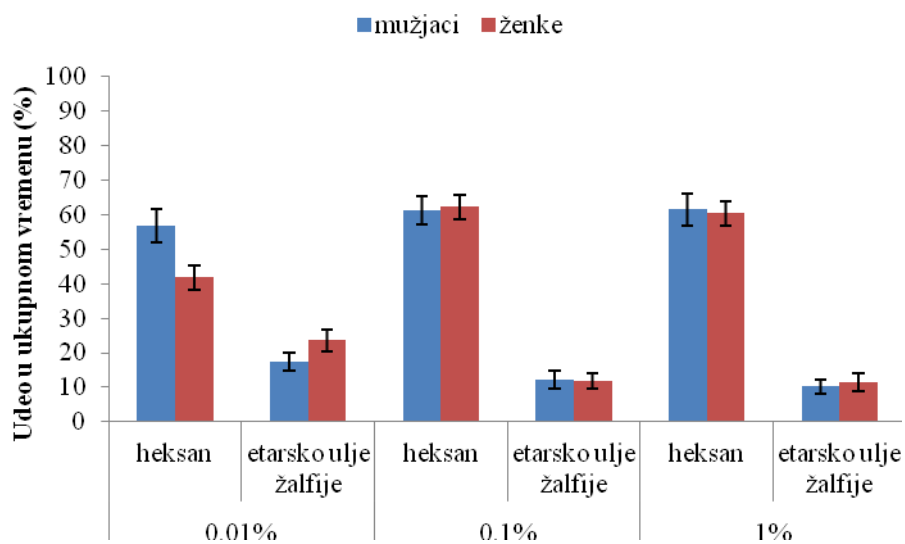
<sup>d</sup> p<0,05-statistički značajno



Slika 37. Udeo u ukupnom vremenu koje su mužjaci i ženke proveli u kraku olfaktometra sa mirisom heksana ili etarskog ulja semena peršuna pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%



Slika 38. Udeo u ukupnom vremenu koje su mužjaci i ženke proveli u kraku olfaktometra sa mirisom heksana ili etarskog ulja bosiljka pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%



Slika 39. Udeo u ukupnom vremenu koje su mužjaci i ženke proveli u kraku olfaktometra sa mirisom heksana ili etarskog ulja žalfije pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

## 5. DISKUSIJA

### 5.1. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na razviće, brojnost i masu potomaka *T. castaneum*

#### 5.1.1. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na razviće

Početna gustina populacije značajno je uticala na prvi dan pojave imaga u mekinjama i kontroli gde je prvi dan pojave bio oko 1 dan ranije pri najvišoj početnoj gustini (100 insekata/50g supstrata) u odnosu na najnižu (10 insekata/50g supstrata). Sa druge strane, u hrani za koke nosilje pri najvišoj početnoj gustini populacije prvi dan pojave imaga bio je gotovo 4 dana kasnije u odnosu na prvi dan pojave imaga pri početnoj gustini od 25 insekata. Longstaff (1995) je utvrdio da je prvi dan pojave imaga iste vrste na tvrdom pšeničnom brašnu 5 dana raniji pri najvišoj početnoj gustini od 26 parova u odnosu na najniže početne gustine populacije od 1 i 3 para dok je u mekom pšeničnom brašnu utvrdio 15 dana kasniju prvu pojavu imaga pri najvišoj početnoj gustini populacije u odnosu na najniže početne gustine populacije. Početna gustina populacije nije imala uticaj na prvi dan pojave imaga u slučaju prekrupe i hrane za svinje. Halliday et al. (2015) su utvrdili da početna gustina populacije nema uticaja na prvi dan pojave odraslih insekata *T. castaneum* u pšeničnom brašnu. Gustina populacije je u ovom ogledu statistički značajno uticala na dužinu perioda eklozije imaga kod svih supstrata. Generalno, kod svih supstrata pri višim početnim gustinama populacije period eklozije imaga bio je znatno duži u odnosu na period eklozije imaga pri nižim početnim gustinama populacije. Tako je u mekinjama, prekrupi i kukuruznom brašnu ovaj period bio 1,7, 2 i 1,9 puta duži pri najvišoj u odnosu na najnižu početnu gustinu populacije. Ova pojava je bila posebno izražena u hrani za svinje i koke nosilje. Tako je u hrani za koke nosilje period eklozije pri najvišoj bio 2,4 puta duži od perioda eklozije odraslih insekata pri najnižoj početnoj gustini populacije dok je u slučaju hrane za svinje ovaj period bio 3,2 puta duži. Jedan od razloga znatno dužeg perioda eklozije imaga pri visokim početnim gustinama populacije može biti povećana kompeticija među potomstvom. Usled smanjene dostupne količine hranljivih materija dolazi do sporijeg rasta, a samim tim i dužeg perioda razvića i eklozije imaga. Slično ovom istraživanju,



Longstaff (1995) je na mekom pšeničnom brašnu pri visokim početnim gustinama populacije *T. castaneum* utvrdio duži ciklus razvića potomaka kao i 1,4 puta duži period eklozije imaga u odnosu na niže gustine populacije. Sokal i Karten (1964) su došli do nešto drugačijeg zaključka. Njihovo istraživanje pokazuje da za *T. castaneum* postoji određeni prag osetljivosti na visoku početnu gustinu populacije. Od najniže početne gustine populacije (5 jaja/g supstrata) dužina ciklusa razvića se skraćivala sa porastom početne gustine populacije, pa je najkraći ciklus razvića zabeležen pri početnoj gustini populacije od 50 jaja/g supstrata, međutim povećanjem početne gustine populacije na 100 jaja/g supstrata, dužina ciklusa razvića se produžila za 2 dana, pa je na ovoj početnoj gustini populacije zabeležen i najduži ciklus razvića. Kasnija istraživanja, otkrila su korelaciju između temperature i kompeticije među potomstvom *T. castaneum*. Halliday et al. (2015) su utvrdili da samo pri višoj temperaturi (30<sup>0</sup>C, slično kao i u ovom ogledu) povećanjem početne gustine populacije dolazi i do povećane kompeticije među insektima koja uslovljava manji broj položenih jaja, veću smrtnost i duži ciklus razvića potomstva. Ovu pojavu objašnjavaju činjenicom da je pri nižim temperaturama kompeticija među potomstvom slaba jer je metabolizam insekata spor, a potrebe za hranom i energijom niske, pa nema potrebe za kompeticijom ni pri višim početnim gustinama populacije.

Pored početne gustine populacije i vrsta biljnih sirovina i proizvoda takođe je značajno uticala na prvi dan pojave imaga kao i dužinu perioda njegove eklozije. Tako je na supstratima kao što su mekinje i kontrola prvi dan pojave pri najvišoj početnoj gustini (100 insekata/50g supstrata) bio čak 9 i 4 dana ranije (1,6 i 1,3 puta raniji), u odnosu na prvi dan pojave imaga iz kukuruznog stočnog brašna i pšenične prekrupe. Uticaj vrste supstrata na prvi dan pojave imaga ove insekatske vrste, utvrđen je i u istraživanju koje je sproveo Longstaff (1995) i utvrdio da je prvi dan pojave odraslih insekata iz mekog pšeničnog brašna bio 12 dana ranije u odnosu na prvi dan pojave odraslih insekata na tvrdom pšeničnom brašnu. Ovo potvrđuju i kasnija istraživanja koja su sproveli Wong i Lee (2011) i utvrdili da je prvi dan pojave imaga *T. castaneum* iz „self rising“ brašna bio 14 dana kasnije, u odnosu na prvi dan pojave imaga u atta brašnu, a 8 dana kasniji u odnosu na pšenično brašno. Fabres et al. (2014) su utvrdili 18 dana kasniji prvi dan pojave odraslih insekata *T. castaneum* u kravljem grašku u odnosu na pšenično brašno. Dužina perioda eklozije imaga u kontroli i mekinjama bila je kraća

u odnosu na sve ostale supstrate. Tako je pri najvišoj početnoj gustini populacije dužina perioda eklozije bila za 2,2 i 1,5 puta kraća u kontroli i mekinjama nego u kukuruznom stočnom brašnu. Do sličnih rezultata došli su i Fardisi et al. (2013) poredeći razviće *T. castaneum* na dva tipa nusproizvoda destilacije kukuruza (tip 1 i 2) koji se mogu koristiti kao dodatak smešama za ishranu domaćih životinja u odnosu na standardni supstrat za laboratorijsko gajenje ove vrste). Ciklus razvića potomstva *T. castaneum* u ovom nusproizvodu trajao je 2,4 i 1,8 puta duže u odnosu na ciklus razvića u kontroli. Ciklus razvića *T. castaneum* i *T. confusum* je bio 2 puta duži na brašnu od belog pirinča u odnosu na ciklus razvića istih vrsta na brašnu od celog zrna pšenice (Wistrand, 1974). Istraživanja na vrstama roda *Sitophilus* su pokazala da i ove primarne štetočine imaju znatno kraći ciklus razvića na zrnu pšenice nego na zrnu kukuruza (Ungsunantwiwat i Mills, 1979; Baker, 1988; Naik et al., 2016). Isto tako za *S. cerealella* utvrđen je statistički značajno kraći ciklus razvića na zrnima istih žitarica u odnosu na ciklus razvića ove vrste na zrnima ječma, kukuruza, raži i sirka (Borzoui et al., 2016). U ovom ogledu primećeno je da potomci na prekrupi u zavisnosti od gustine populacije imaju 3-4 dana kasniji prvi dan pojave a pri najvišoj gustini populacije i 1,2 puta duži period eklozije od potomaka na mekinjama, iako oba supstrata potiču od pšenice koja je optimalna za razviće skladišnih insekata. Razlog ovome može biti struktura čestica koja je kod prekrupe znatno krupnija i grublja. Li i Arbogast, (1991) utvrđuju 1,1 i 2,3 puta duži ciklus razvića *T. castaneum* na lomljenim i celim zrnima kukuruza u odnosu na kukuruzno brašno.

U ogledu sa određenim polovima roditelja, početna gustina populacije i vrsta supstrata nisu uticale na dužinu trajanja perioda stadijuma jajeta i lutke *T. castaneum*, pa je prosečna dužina trajanja stadijuma jajeta iznosila 4,1 dan a lutke 4,7 dana, što je u skladu sa istraživanjima koja su sprovedeli Fardisi et al. (2013, 2016) i utvrdili da vrsta supstrata ne utiče na dužinu stadijuma jajeta i lutke i da je dužina ovih stadijuma u oba pomenuta ogleda, bila slična (3,8 i 4,8 dana). Zaključili su i da konstantna dužina perioda ovih stadijuma proizilazi iz toga što se ovi stadijumi ne hrane, pa vrsta supstrata nema uticaj na njihovu dužinu trajanja. Na suprot ovim rezultatima Naik et al. (2016) su utvrdili da vrsta supstrata utiče na dužinu trajanja stadijuma jajeta i lutke *T. castaneum*, pa su ova dva stadijuma trajala statistički značajno kraće na pšeničnom (3,40 i 5,40

dana) i sirkovom brašnu (3,80 i 6,40 dana) u odnosu na dužinu trajanja ovih stadijuma na zrnima pšenice (4 i 7,40 dana) i pirinča (5,10 i 8,60 dana).

Početna gustina populacije nije imala uticaja na dužinu trajanja stadijuma larve kao ni na ukupnu dužinu ciklusa razvića. Za razliku od prethodnog ogleada, sa neodređenim polovima roditelja, početna gustina populacije nije imala izražen uticaj na prvi dan pojave imaga dok je na dužinu trajanja perioda eklozije imaga imala statistički značajan ali manje izražen uticaj. Usled pojačane kompeticije, kao i u prethodnom ogledu sa određenim odnosom polova, period eklozije bio od 1,2 do 1,6 puta kraći na najnižoj gustini populacije u odnosu na njegovu dužinu pri najvišoj početnoj gustini populacije. Razlog činjenici da je početna gustina populacije u ovom ogledu, uticala samo na dužinu trajanja perioda eklozije imaga i to slabijim intenzitetom, može biti to što je u ovom ogledu korišćen manji broj insekata (roditelja), čija početna gustina populacije nije prešla prag pri kome dolazi do značajnije pojave kompeticije i kanibalizma među potomstvom. Sokal i Karten (1964) su utvrdili značajniju pojavu kompeticije i kanibalizma među potomcima *T. castaneum*, tek pri početnoj gustini populacije od 200 jaja/g brašna.

Vrsta supstrata je u ogledu sa određenim odnosom polova roditelja značajno uticala na dužinu trajanja stadijuma larve, ukupnu dužinu ciklusa razvića, prvi dan pojave i dužinu perioda eklozije imaga *T. castaneum*. Tako je dužina trajanja stadijuma larve bila za oko 2 puta kraća u kontroli i mekinjama nego što je to bio slučaj sa dužinom stadijuma larve u kukuruznom stočnom brašnu, što je ujedno bila i najveća razlika u dužini ovog stadijuma na različitim supstratima. LeCato i Flaherty (1973) su utvrdili nešto manje izraženu razliku između dužine trajanja stadijuma larve *T. castaneum* na pšeničnom brašnu sa dodatkom pivskog kvasca i dužine trajanja ovog stadijuma na lomljenom zrnju kukuruza. U njihovom ogledu dužina trajanja stadijuma larve bila je za oko 30% kraća na pšeničnom brašnu od dužine stadijuma larve na lomljenom kukuruzu. Vohra et al. (1979) su utvrdili za oko 30 % duži period stadijuma larvi *T. castaneum* na ražanom brašnu, u odnosu na dužinu ovog stadijuma na pšeničnom brašnu. Fardisi et al. (2013) su utvrdili da je dužina trajanja stadijuma larve bila za oko 2 puta kraća u standardnom supstratu za laboratorijsko gajenje u odnosu na nusproizvode destilacije kukuruza. U ovom ogledu ukupna dužina ciklusa razvića bila je za oko 1,5 puta kraća u kontroli i mekinjama nego u kukuruznom stočnom brašnu.

Kraću ukupnu dužinu ciklusa razvića *T. castaneum* na proizvodima od pšeničnog zrna u odnosu na druge vrste žita utvrdio je i Naik et al. (2016), koji je zabeležio za oko 30% kraću ukupnu dužinu ciklusa razvića *T. castaneum* u pšeničnom brašnu u odnosu na ukupnu dužinu razvića ove štetočine na zrnju pirinča. Insekti iz kontrole i mekinja su kao i u ogledu sa neodređenim polovima roditelja imali najraniji prvi dan pojave, koji je zabeležen 7-8 dana ranije nego u kukuruznom stočnom brašnu gde je utvrđen najkasniji prvi dan pojave.

Vrsta supstrata uticala je i na period eklozije i u ovom ogledu, pa je najkraći period eklozije kao i u prethodnom ogledu, zabeležen u kontroli, a najduži u kukuruznom stočnom brašnu gde je pri najvišoj početnoj gustini populacije ovaj period bio čak 11 dana (1,6 puta) duži nego u kontroli. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima prethodnih istraživanja koja su utvrdila znatno duži ciklus razvića skladišnih štetočina na zrnju i proizvodima od zrna kukuruza u odnosu na ciklus razvića ovih štetočina na zrnju i proizvodima pšeničnog zrna (LeCato i Flaherty, 1973; Baker, 1988; Fardisi et al., 2013; Naik et al., 2016; Borzoui et al., 2016).

### **5.1.2. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na brojnost potomstva**

Kod većine ispitivanih supstrata, u ogledu sa neodređenim polovima roditelja, povećanjem početne gustine populacije dolazilo je do povećanja ukupne brojnosti potomaka, tako je npr. brojnost potomaka u kontroli, mekinjama i kukuruznom stočnom brašnu bila 2,3; 4 i 2,6 puta veća pri početnoj gustini populacije od 50 insekata nego pri početnoj gustini populacije od 10 insekata. Međutim, od početne gustine populacije od 50 insekata na 50g supstrata, brojnost potomaka stagnira. Tako kod većine supstrata (kontrola, mekinje, prekrupa) brojnost imaga nije bila statistički značajno veća pri najvišoj početnoj gustini (100 insekata/50g supstrata) u odnosu na brojnost imaga pri početnoj gustini populacije od 50 insekata na 50g supstrata. U slučaju gotovih smeša za ishranu svinja i koka nosilja brojnost potomaka je čak drastično opala pri najvišoj početnoj gustini populacije. Pa je tako na hrani za svinje brojnost potomaka pri najvišoj početnoj gustini bila 1,3 puta, a na hrani za koke nosilje čak 3 puta niža od brojnosti potomaka pri najnižim početnim gustinama populacije. Sokal i Karten (1964), su utvrdili visok procenat izlaska imaga *T. castaneum* (>70 %) pri početnim gustinama

populacije od 5, 10, 20 i 50 jaja/g pšeničnog brašna koji počinje da opada za nekoliko procenata pri početnoj gustini populacije od 100 jaja/g, a zatim drastično opada pri najvišoj početnoj gustini populacije od 200 jaja/g supstrata gde je procenat izlaska imaga bio svega 1,5%. Ekstremno visoku smrtnost potomstva, ovi istraživači pripisuju kanibalizmu. Treba imati u vidu da je ova pojava izraženija pri povećanoj kompeticiji među jedinkama usled nedovoljne količine dostupnih hranljivih materija (Wistrand, 1974). Tokom ovih istraživanja na svim supstratima pri najvišoj gustini populacije pronalazene su lutke oštećene ishranom larvenih stadijuma. Potencijalna korist larvi od kanibalizma ogleda se u povećanim šansama za preživljavanje i dostizanje stadijuma imaga kao i kraćem ciklusu razvića i većoj masi tela u stadijumu imaga (Alabi et al., 2008). Ubrzana stopa rasta kanibala čini ih krupnijim od jedinki iste starosti koje nisu pribegavale kanibalizmu, što im u odnosu na njih daje dodatnu prednost u izbegavanju predatora (Collie et al., 2013). Kanibalizam je naročito izražena pojava kod *T. castaneum* koja ima značajnu ulogu u populacionoj dinamici ove vrste (Park et al., 1974), povećava produktivnost ženki (Ho i Dawson, 1966), i skraćuje ciklus razvića potomstva (Mertz i Robertson, 1970; Tucker et al, 2014). U ovom ogledu pojava kanibalizma je najviše bila izražena na gotovim smešama za ishranu domaćih životinja gde je pored kanibalizovanih lutaka nalažen i veliki broj kanibalizovanih larvi. Sličnu pojavu opisuje i Longstaff (1995) koji kanibalizam pripisuje larvama, jer su imaga kao i u ovom ogledu uklanjana nakon nedelju dana pa se isključuje mogućnost značajnijeg kanibalizma odraslih insekata. Sporije razvijajući larveni stupnjevi su kanibalizovali larve koje su se brže razvijale i prešle u slabopokretni stadijum lutke kao i u ovom slučaju, a kako je još primećeno u ovom istraživanju dolazilo je i do kanibalizma sitnijih od strane krupnijih larvenih stupnjeva.

Vrsta i hranljiva vrednost supstrata su imali takođe značajan uticaj na ukupnu brojnost potomaka. U sirovinama sa visokim procentom proteina, (suncokretova sačma (33%), kukuruzni gluten (60%) i sojin koncentrat (68%)) *T. castaneum* nije uspeo da ostavi potomstvo, osim svega nekoliko larvi koje su uginule pre nego što su dostigle stadijum lutke. Istraživanja koja su sprovedeli Runagall-McNaull et al. (2015) pokazuju da kod još nekih vrsta holometabolnih insekata (*Telostylinus angusticollis*) velika količina proteina u ishrani larvenih stadijuma dovodi do smanjenog preživljavanja potomstva od stadijuma jajeta do stadijuma imaga i da uticaj proteina i ugljenih hidrata na ovaj

stadijum može biti potpuno suprotan od uticaja ovih materija na stadijum imaga. Primećeno je da proizvodi od soje među kojima je i u ovom ogledu korišćeni sojin koncentrat, u sebi sadrže različite antinutritivne komponente među kojima su materije koje su inhibitori proteina tripsina, pa je tako utvrđeno insekticidno dejstvo sojinog brašna i inhibitora u njemu na ovu štetočinu (Tamgno i Tinkeu, 2014). Isto tako izolovani sojin inhibitor tripsina je u kombinaciji sa krompirovim inhibitorom cisteina uticao na rast larvi *T. castaneum* (Oppert, et al., 2003), dok je sojin protein lecitin dovodio do poremećaja u rastu larvi iste vrste (Walski et al., 2014). Ovo potvrđuju i prethodna istraživanja koje su sprovedi Sokolof et al. (1966b) i utvrdili da *T. castaneum* i *T. confusum* ostavljaju 1,9 i 2,6 puta manji broj potomaka na sojinom brašnu u odnosu na brašno od celog zrna pšenice i kukuruzno brašno. Ovi istraživači ovakve rezultate pripisuje toksičnosti pojedinih materija u sojinom zrnu i zaključuje da ni dodatak veće količine vitamina i minerala nije bio dovoljan da neutrališe negativan efekat sojinog brašna na brojnost potomstva. Pored negativnog uticaja proizvoda soje na razmnožavanje i razviće skladišnih insekata, zabeležen je i negativan uticaj srodnih biljnih vrsta iz iste familije kojoj i soja pripada. Tako je Fields (2006) utvrdio povećanje mortaliteta i smanjenje produkcije potomstva vrsta roda *Cryptolestes*, *Sitophilus* i *Tribolium* nakon dodatka brašna graška, pšeničnom zrnu i brašnu. Fabres et al. (2014) su zabeležili nemogućnost razvića *T. castaneum* na brašnu pasulja (*P. vulgaris*), gde je smrtnost potomstva bila 100%, dok su na brašnu kravljeg graška (*V. unguiculata*) utvrdili znatno duži ciklus razvića i manju brojnost potomstva ove vrste u odnosu na pšenično brašno. Nasuprot ovom i prethodnim istraživanjima, Wong i Lee (2011) u svojim istraživanjima zaključuju da je potomstvo *T. castaneum* brojnije u supstratima sa većim procentom proteina nego u supstratima sa većim procentom ugljenih hidrata. Međutim Wong i Lee su radili sa supstratima sa znatno nižim procentom proteina (najviši procenat 12,77%), za razliku od supstrata koji su korišćeni u ovom ogledu, tako da se na osnovu njihovog i ovog istraživanja može pretpostaviti da *T. castaneum* za razmnožavanje i razviće zahteva umereni sadržaj proteina, a da previše nizak ili previše visok procenat proteina u supstratu kojim se hrani utiče na smanjenu brojnost pa čak i potpuni izostanak potomstva ove štetočine.

Najveća ukupna brojnost potomaka u odnosu na sve supstrate utvrđena je u mekinjama gde je zabeleženo 2 i 4,1 puta više potomaka nego u kukuruznom stočnom

brašnu i pšeničnoj prekrupi. Mekinje su po brojnosti potomaka (1221,5), najbližije kontroli (1226,4) koja se koristi kao supstrat optimalne hranljive vrednosti za gajenje *T. castaneum* u laboratorijama. Ova optimalnost se postiže dodavanjem pivskog kvasca u belo pšenično brašno koje samo po sebi nema visoku hranljivu vrednost. O ovome svedoče istraživanja koja su sproveli Sokoloff et al. (1966a) i Lale (2000) i utvrdili da *T. castaneum* ima 2 i 4,4 puta manju brojnost i duži ciklus razvića potomstva u brašnu bez pivskog kvasca u odnosu na brašno sa dodatkom pivskog kvasca. U odnosu na kontrolu, u mekinje nije dodat ni jedan aditiv koji poboljšava njihovu hranljivu vrednost. Ovo se može objasniti činjenicom da mekinje imaju visoku hranljivu vrednost (Kraler et al., 2014). Za razliku od brašna koje se sastoji samo od endosperma zrna pšenice i nema visoku hranljivu vrednost, mekinje se sastoje pored endosperma i od aleuronskog sloja i klice pšenice (Rosenfelder et al., 2013; Apprich et al., 2014), što ih čini bogatijim energijom i daleko hranljivijim od brašna. Različita istraživanja potvrđuju da je potomstvo *T. castaneum* znatno brojnije u brašnu od celog zrna žitarica nego u brašnu bez aleuronskog sloja i klice (Sokoloff et al., 1966b; Wistrand, 1974; Levinson i Levinson, 1978, Lale 2000). O visokoj hranljivoj vrednosti mekinja za ovu vrstu svedoče i istraživanja koja su sproveli Hamalainen i Loschiavo (1977) i utvrdili da se dodatkom mekinja i klice u obično belo brašno povećava produktivnost ženki *T. castaneum* i *T. confusum* koje polažu 7 puta više jaja kada se brašnu dodaju mekinje, a kada se brašnu dodaju i mekinje i klica, čak 15 puta više jaja.

U kukuruznom stočnom brašnu brojnost imaga *T. castaneum* bila je znatno manja od brojnosti imaga u mekinjama i kontroli, a znatno veća od brojnosti imaga u prekrupi. Tako je npr. pri najvišoj početnoj gustini populacije brojnost potomaka bila 2 puta manja nego u kontroli i mekinjama. Fardisi et al. (2013) su utvrdili 5 puta manju brojnost potomaka iste vrste na nusproizvodima destilacije kukuruza u odnosu na standardni supstrat za gajenje ove vrste u laboratorijskim uslovima. Athanassiou et al., (2016) su na zrnu kukuruza utvrdili 3,7 puta manju brojnost potomaka *T. granarium* nego na zrnu pšenice, dok je Borzoui et. al. (2016) zabeležio 1,2 puta manju produkciju potomstva *S. cerealella* na zrnu kukuruza u odnosu na zrno pšenice. Wong i Lee (2011) su u svojim istraživanjima čak zabeležili i nemogućnost produkcije potomstva *T. castaneum* u kukuruznom brašnu. Ove činjenice nam ukazuju da kukuruzno brašno nema visoku hranljivu vrednost koja bi mogla da podrži veliku brojnost potomstva, kao

što je slučaj kod mekinja i kontrole. Iako prekrupu čini očišćeno i izlomljeno zrno pšenice, koje je po svojoj hranljivoj vrednosti slično mekinjama (endosperm, aleuronski sloj i klica), brojnost potomaka u ovom supstratu bila je u zavisnosti od gustine populacije od 1,6 do 4,5 puta manja nego u pšeničnim mekinjama i od 2,3 do 4,1 manja nego u kontroli. Brojnost potomaka u prekrupi bila je 1,3 – 2 puta manja čak i od brojnosti potomaka u kukuruznom brašnu za koje je utvrđeno da ima manju hranljivu vrednost za skladišne insekte od zrna i proizvoda pšenice. Razlog ovoj činjenici je najverovatnije veličina i struktura samih čestica supstrata, koja je u slučaju prekrupe krupna i gruba pa samim tim i nepovoljna za razviće insekata. Jagadeesan et al. (2013), utvrđuje 3,8 puta manji broj potomaka *C. ferrugineus* u pšeničnoj prekrupi u odnosu na pšenično brašno. Kroz ranija istraživanja utvrđeno je da *T. castaneum* preferira finiju i sitniju strukturu čestica supstrata kojim se hrani i da je produktivnost ženki znatno veća u supstratima sa finijom strukturom u odnosu na supstrate sa krupnijim i grubljim česticama (Li i Arbogast, 1991; Fardisi et al., 2013). U hrani za svinje i koke nosilje pri najnižoj gustini populacije, zabeležena je 2,1 i 2 puta veća brojnost potomaka nego u prekrupi i 2,9 i 2,7 puta veća brojnost potomaka nego na kukuruznom brašnu. Velika brojnost potomaka u gotovim smešama pri niskim gustinama populacije govori o visokoj hranljivoj vrednosti ovih supstrata a kako je primećeno, pri visokim početnim gustinama populacije, broj larvi je bio drastično veći od broja larvi na svim ostalim supstratima, te je dolazilo do izražene kompeticije i kanibalizma i na kraju malog ukupnog broja odraslih insekata. Pretpostavka je da su pri visokim gustinama populacije stimulisane visokom hranljivom vrednošću i strukturom supstrata ženke polagale veći broj jaja nego na ostalim supstratima. Ovo potvrđuju i prethodna istraživanja gde je utvrđeno da je *T. castaneum* produkovao veliki broj potomaka u mešavini kukuruznog, pirinčanog, sojinog i brašna od celog zrna pšenice, koji je bio 1,2 i 3,8 puta veći u odnosu na broj potomaka iz samog pirinčanog i samog sojinog brašna. (Sokoloff et al., 1966b). Jagadeesan et al. (2013) su utvrdili 1,6 puta veću brojnost potomstva *C. ferrugineus* i *C. pusillus* u mešavini valjanog ovsa i lomljenog zrna sirka nego samom lomljenom sirku.

U ogledu sa određenim polovima roditelja povećanjem početne gustine populacije, dolazilo je i do povećanja prosečnog broja potomaka. Tako je u kontroli, mekinjama, prekrupi, kukuruznom brašnu, hrani za svinje i koke nosilje pri najvišoj



gustini populacije zabeleženo 3; 2,9; 1,8; 3,8; 3,9 i 2,9 puta više potomaka nego pri najnižoj početnoj gustini populacije. Ovaj uticaj je bio prisutan na svim supstratima za razliku od prethodnog ogleada gde su potomci u hrani za svinje i koke nosilje bili malobrojni pri visokoj početnoj gustini populacije usled velikog broja larvi a samim tim i izražene kompeticije i kanibalizma. U ovom ogleadu primećen je manji broj larvi u ovim smešama i znatno manji broj kanibalizovanih lutaka samo pri najvišoj gustini populacije. Ovi rezultati mogu proizilaziti iz više razloga. Iako je odnos količine supstrata i broja insekata bio sličan u oba ogleada, pet puta manji broj imaga u ogleadu sa odvojenim polovima je u ovim smešama mogao usloviti manji broj njihovih potomaka a samim tim i izostanak kompeticije i ozbiljnijeg kanibalizma kao u prethodnom ogleadu. Drugi razlog može biti činjenica da ženke *T. castaneum* produkuju znatno manje potomstva pri manjim količinama dostupne hrane, što je u skladu sa istraživanjima koje je sproveo Ziegler (1977) i utvrdio da je 100 ženki ove vrste smanjivanjem količine supstrata (brašno+ pivski kvasac) sa 8g na 4 i 2g, produkovalo 2 i 2,5 puta manji broj larvi, a u potpunom izostanku supstrata, ženke nisu produkovale potomstvo. Početna gustina populacije imala je statistički značajan uticaj i na produktivnost ženki. Povećanjem gustine početne populacije smanjivala se i produktivnost ženki, koje su u zavisnosti od supstrata produkovale 3-5 puta veći broj potomaka pri najnižoj u odnosu na najvišu početnu gustinu populacije. Tako su ženke u kontroli, mekinjama i hrani za koke nosilje produkovale preko 3 puta više potomaka na najnižoj u odnosu na najvišu početnu gustinu populacije. Longstaff (1996) je utvrdio da povećanjem gustine populacije u mekom pšeničnom brašnu dolazi do smanjivanja produktivnosti ženki *T. castanem*. Tako su u njegovom ogleadu ženke pri najnižoj početnoj gustini populacije od 1 para produkovale čak 22 puta veći broj potomaka nego pri najvišoj gustini populacije od 26 parova. Assie et al. (2008) utvrđuje da je povećanjem početne gustine populacije dolazilo do smanjivanja produktivnosti ženki *T. castaneum*, ali da ova razlika nije bila statistički značajna. Pored vrste *T. castaneum* i kod drugih vrsta skladišnih insekata zabeležena je smanjena produktivnost ženki usled visokih početnih gustina populacije. Taylor (1974) je utvrdio da ženke *C. maculatus* produkuju više potomstva pri nižim početnim gustinama populacije nego pri višim početnim gustinama populacije. Tako je od ispitivane 4 početne gustine populacije (5, 10, 15 i 20 parova insekata na 100g zrna kravljeg graška) najviša brojnost potomstva zabeležena pri početnoj gustini populacije

od 10 parova. Almaši i Poslončec (2014) su utvrdili da ženke *T. confusum* na svim ispitivanim proizvodima spelte produkujaju od 2,5 do 5,3 puta više potomstva pri najnižoj početnoj gustini populacije od 4 para nego pri najvišoj gustini populacije od 20 parova. Teixeira et al. (2016) je utvrdio da ženke *Z. subfasciatus* na pasulju, pri početnoj gustini populacije od 6 parova polažu 2,3 puta manji broj jaja nego pri početnoj gustini populacije od 1 par.

Vrsta supstrata je takođe i u ogledu sa određenim polovima roditelja, imala statistički značajan uticaj na prosečnu brojnost potomaka. Kao i u prethodnom ogledu, potomstvo nije uspelo da se razvije na visoko proteinskim komponentama (suncokretova sačma (33%), kukuruzni gluten (60%) i sojin koncentrat (68%)). Isto tako najviša prosečna brojnost potomaka zabeležena je u mekinjama i kontroli gde je pri najvišoj gustini populacije broj potomaka bio 4,6 i 4,4 puta veći od broja potomaka u prekrupi i 1,3 puta veći nego u kukuruznom brašnu. Pored ova dva supstrata veliki broj potomaka zabeležen je i u hrani za svinje i hrani za koke nosilje (pri najvišoj gustini populacije) i bio je 4,6 i 4 puta veći nego u prekrupi, i 1,3 i 12 puta veći nego u kukuruznom brašnu) tako da kompeticija i kanibalizam nisu uticali na značajno smanjenje broja potomaka ni u jednom supstratu. Najmanja brojnost je isto kao i u ogledu sa neodređenim odnosom polova roditelja, zabeležena u prekrupi.

### **5.1.3. Uticaj početne gustine populacije i vrste supstrata na masu imaga**

Gustina populacije je na svim supstratima imala uticaj na masu novoizašlih imaga, a u zavisnosti od vrste supstrata ova pojava je bila manje ili više izražena. Stadijum larve je period aktivnog prikupljanja hranljivih materija iz spoljne sredine koje će kasnije biti inkorporirane u masu tela (Nestel et al., 2016), tako veličina tela, organa i masnih rezervi u telu insekata, direktno zavisi od količine hranljivih materija prikupljenih u stadijumu larve (Chown i Gaston, 2010). Povećanjem početne gustine populacije, a samim tim i smanjivanjem količine dostupnih hranljivih materija u larvenom stadijumu, u ogledu sa neodređenim odnosom polova roditelja dolazilo je i do smanjivanja mase novoizašlih imaga. Imago je u kontroli, mekinjama, prekrupi i kukuruznom brašnu pri najvišoj početnoj gustini populacije imao 7, 14, 15 i 12% manju masu nego imago pri najnižoj početnoj gustini populacije. U ovom slučaju kao i u

slučaju brojnosti potomaka, uticaj gustine populacije je bio najizraženiji na gotovim smešama za ishranu svinja i koka nosilja. Tako je u hrani za svinje masa imaga pri najvišoj početnoj gustini populacije bila čak za 36% manja od mase imaga pri najnižoj početnoj gustini populacije dok je u hrani za koke nosilje bila manja za oko 34%. U ostalim supstratima ova pojava je bila nešto slabije izražena pa je masa tela insekata pri najvišoj početnoj gustini populacije bila u zavisnosti od supstrata za 10-20% manja nego pri najnižoj gustini populacije. Ovo je u skladu sa prethodnim istraživanjima koja su takođe utvrdila negativnu korelaciju između početne gustine populacije i mase potomaka *T. castaneum*. Sokal i Karten 1964 su utvrdili da je masa insekata bila za 10-15% manja pri najvišoj početnoj gustini populacije od 100 jaja/g supstrata u odnosu na masu insekata koji su se razvijali pri nižim početnim gustinama populacije od 5 i 20 jaja/g supstrata (pšenično brašno od celog zrna sa dodatkom pivskog kvasca). Assie et al. (2008) su ustanovili da su ženke (na maltion rezistentne populacije) iz populacija sa nižim početnim gustinama imale veću masu tela za oko 10% u odnosu na ženke iz populacija sa višim početnim gustinama populacije.

Vrsta supstrata je u ovom ogledu statistički značajno uticala na masu tela imaga. Tako su potomci iz mekinja i kontrole imali za oko 10 i 15% veću masu nego potomci iz kukuruznog stočnog brašna. Kako je i brojnost potomaka u kontroli i mekinjama bila najveća, moguće je da je optimalna hranljiva vrednost ovih vrsta supstrata uzrok i većoj masi tela potomaka koji su se hranili na njima. Edde i Phillips (2006) su utvrdili da je masa tela potomaka *R. dominica* najveća na pšeničnom zrnju na kojem je zabeležena i najveća brojnost potomaka. Tako je masa imaga koji su se razvili na pšeničnom zrnju bila 1,4 puta veća od mase imaga koji su se razvili na zrnju kravljeg graška. Značajan uticaj hranljive vrednosti supstrata na masu tela potomaka potvrđuje i ogled koji su sproveli Lewis et al. (2012) i utvrdili da se dodatkom nehranjivih mikrokristala celuloze u pšenično brašno, a samim tim i smanjivanjem hranljive vrednosti ovog supstrata, masa lutaka smanjivala i do 2 puta. Rezultati istraživanja ove disertacije pokazuju da su potomci iz kukuruznog stočnog brašna imali uglavnom manju masu u odnosu na potomstvo iz ostalih ispitivanih supstrata, dok su Shaurub i Gharsa (2012) utvrdili da su larve *T. confusum* koje su se hranile kukuruznim brašnom imale statistički značajno veću masu u odnosu na larve koje su se hranile na pšeničnom i ječmenom brašnu. Fabres et al. (2014) su utvrdili da je veličina tela larvi *T. castaneum* bila za čak

60% manja kod larvi koje su se hranile na brašnu kravljeg graška (*V. unguiculata*) u odnosu na larve koje su se hranile pšeničnim brašnom.

Početna gustina populacije imala je statistički značajan uticaj i na masu tela imaga u ogledu sa određenim polovima roditelja. Ovde se kao i u ogledu sa neodređenim odnosom polova roditelja, masa tela smanjivala povećanjem početne gustine populacije. Tako je pri najvišoj gustini populacije masa imaga u mekinjama, kukuruznom brašnu, hrani za svinje i hrani za koke nosilje bila za 20, 12, 18 i 17% manja nego pri najnižoj gustini populacije. Izuzetak su bile pšenična prekrupa i kontrola gde je prosečna masa tela imaga bila ista pri svim gustinama populacije, što je u skladu sa istraživanjima koja su sproveli Assie et al. (2008) i utvrdili da ne postoji statistički značajna razlika između težine ženki na malation osetljivih populacija *T. castaneum* koje su se razvijale pri niskoj početnoj gustini populacije (4 insekta/g brašna sa pivskim kvascem) i onih koje su se razvijale na visokoj početnoj gustini populacije (12 insekta/g brašna sa pivskim kvascem). Uticaj vrste supstrata ovde je bio slabije izražen usled slabije kompeticije među potomstvom, pa su samo imaga iz hrane za koke nosilje imali 13 i 15% manju masu od imaga iz kontrole pri višim početnim gustinama populacije od 5 i 10 parova. Borzoui et al. (2016) su utvrdili da ne postoji statistička značajna razlika između mase potomaka *S. cerealella*, gajenim na zrnju pšenice, hibrida pšenice i raži (triticale) i kukuruza.

#### 5.1.4. Sadržaj proteina i skroba nakon infestacije

Sadržaj proteina u supstratima se statistički značajno smanjio posle infestacije. Smanjenje sadržaja proteina bilo je u većini supstrata malo, pa je u infestiranoj kontroli i hrani za koke nosilje zabeleženo 0,5 i 0,4% manje proteina nego u istim supstratima pre infestacije. Male količine iskorišćenih proteina iz supstrata mogu se pripisati činjenici da kod nekih vrsta sa holometabolnim preobražajem (*Telostylinus angusticollis*) povećana količina proteina dovodi do veće smrtnosti larvenih stadijuma (Runagall-McNaull et al., 2015). U kukuruznom stočnom brašnu došlo je i do manjeg (2%) povećanja sadržaja proteina nakon infestacije, što je u skladu sa rezultatima istraživanja koje su sproveli Adesina et al. (2016). Nakon 30 dana infestacije (10 insekata na 50g brašna) zabeležili su nešto veće (oko 5%) povećanje sadržaja proteina u pšeničnom brašnu infestiranim *T. castaneum* u odnosu na neinfestirano brašno. Ova pojava je objašnjena prisustvom različitih ostataka insekata u supstratu (egzuvija, jaja), koje kao i u ovom istraživanju nije bilo moguće potpuno izdvojiti iz infestiranih supstrata. Ahmedani et al. (2009), nakon 6 meseci infestacije (početna gustina od 20 larvi na 200g pšeničnog zrna) zrna pšenice *T. granarium* beleži manje (1-3%) povećanje sadržaja proteina u pšeničnom zrnu pojedinih sorti pšenice, dok je kod drugih sorti sadržaj proteina ostao isti nakon infestacije.

Sadržaj skroba bio je znatno smanjen u svim infestiranim supstratima osim kontrole, gde je bio nešto (oko 0,5%) ali ne i statistički značajno manji, nakon infestacije. U mekinjama sadržaj skroba bio je za oko 10% manji posle infestacije, dok je u svim ostalim supstratima sadržaj skroba bio 3-6 % manji nego pre infestacije, što je u skladu sa istraživanjima koje su sproveli Adesina et al. (2016) i utvrdili značajno smanjenje sadržaja ugljenih hidrata (26%) nakon infestacije pšeničnog brašna ovom vrstom. Visoka brojnost potomstva u mekinjama mogla je dovesti do većeg smanjenja sadržaja skroba u odnosu na njegovo smanjenje u drugim ispitivanim supstratima što potvrđuju istraživanja koje su sproveli Ahmadani et al. (2009), koji najveći gubitak sadržaja skroba (oko 7%) nakon infestacije beleže u sorti pšenice na kojoj je *T. granarium* imala najbrojnije potomstvo. Malo smanjenje sadržaja skroba u kontroli nije najjasnije. Postoji mogućnost da je dodatak pivskog kvasca u ovaj supstrat mogao uticati na ovakav rezultat. Kao što je već pomenuto vitamini B kompleksa i minerali

kojima je bogat pivski kvasaca značajno pospešuju rast i razviće larvi *T. castaneum* (Sokoloff et al., 1966a; Wistrand, 1974; Lale, 2000) a poznato je i da je nakon infestacije ovom vrstom, u pšeničnom brašnu došlo do značajnog smanjenja sadržaja minerala i vitamina (8-18%) (Adesina et al., 2016), što dodatno potvrđuje pretpostavku da ova vrsta za svoje optimalno razviće zahteva određene količine ovih materija u supstratu. Visok sadržaj minerala i vitamina u pivskom kvascu, mogao je u ovom ogledu obezbediti optimalno razviće potomstva *T. castaneum* bez uzimanja velikih količina skroba iz supstrata.

## **5.2. Uticaj mirisa uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na ponašanje *T. castaneum***

Svi neinfestirani supstrati su pokazali statistički značajnu atraktivnost za *T. castaneum*. Insekti su u zavisnosti od supstrata provodili od 70,6 – 89,4% ukupnog beleženog vremena u kracima olfaktometra sa mirisom neinfestiranih supstrata što je od 4 do 13 puta više vremena nego u kontrolnim kracima bez mirisa. Bitan faktor u atraktivnosti isparljivih komponenti hrane jeste mogućnost njihove disperzije. Disperzija isparljivih komponenti zrna je znatno jača kada je zrno oštećeno. Visoka atraktivnost supstrata u ovom ogledu može se objasniti činjenicom da su svi korišćeni supstrati mehanički oštećeni (mleveni). U prilog ovoj činjenici idu i istraživanja koja su sproveli Seifelnasr et al. (1982) i utvrdili da su insekti *T. castaneum*, statistički značajno više bili privučeni mirisom delova zrna i mlevenim zrnom pšenice i prosa nego mirisom celog neoštećenog zrna ovih biljaka. Philips et al. (1993) su utvrdili da *T. castaneum* privlači miris već oštećenog zrna pšenice, dok miris celog zrna nije privlačio ovu vrstu. Kasnija istraživanja koja su sproveli Trematera et al. (2000) pokazala su da je oštećeno zrno bilo mehanički ili ishranom insekata znatno više privlačilo *O. surinamensis*, *T. castaneum* i *T. confusum* od celog, neoštećenog zrna. Iako se hrane celim zrnom i kod primarnih štetočina kao što je na primer *S. oryzae*, utvrđeno je da miris pojedinih delova zrna (klica, endosperm, slojevi perikarpa zrna) više privlači insekte od celog zrna (Trematera et al., 1999). Od svih neinfestiranih supstrata u ovom ogledu insekti su najviše vremena provodili u kraku olfaktometra sa mirisom brašna sa pivskim kvascem i

mirisom mekinja na kojima su u prethodnom ogledu gajenja, insekti produkovali najveći broj potomaka koji su imali najkraći ciklus razvića u odnosu na sve ostale ispitivane supstrate. Ovo je u skladu sa istraživanjima koja su sproveli Bekon i Lassard (1988) i utvrdili da je od svih ispitivanih žita (pšenica, sirak, pirinač, ječam, kukuruz i proso) *T. castaneum* najviše privlačio miris pšenice i sirka na kojima su se insekti nabolje razvijali i imali najveću produktivnost potomstva. Do istih zaključaka dolaze i Edde i Phillips (2006) koji su utvrdili da je miris zrna pšenice na kojoj je *R. dominica* imala najveću produkciju i masu potomstva, statistički značajno više privlačio ovu vrstu od mirisa svih ostalih ispitivanih supstrata, na kojima je potomstvo bilo manje brojno i imalo manju masu. Visoku atraktivnosti mirisa pšeničnih mekinja potvrđuje i ogled koji su sproveli Seifelnasr et al. (1982) i utvrdili da je miris pšeničnih mekinja više privlačio *T. castaneum* od mirisa pšeničnog brašna, a statistički značajno više od neoštećenog zrna pšenice. Atraktivnost brašna sa pivskim kvascem može proizilaziti iz atraktivnosti mirisa pivskog kvasca u kombinaciji sa pšeničnim brašnom za koje su Bergerson i Wool (1987) u testu sa olfaktrometrom utvrdili da pokazuje veću atraktivnost za ovu vrstu u odnosu na sve druge ispitivane supstrate.

Miris infestiranih supstrata je statistički značajno privlačio insekte, pa su insekti proveli od 2 do 10 puta više vremena u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranih supstrata nego u kontrolnom kraku. Insekti su se najduže zadržali u hodniku olfaktometra sa mirisom infestiranih mekinja, gde su proveli 10 puta više vremena nego u kontrolnom kraku. Kada je insektima ponuđen izbor između mirisa neinfestiranih i infestiranih supstrata, insekti su u zavisnosti od vrste supstrata provodili od 52,9 – 67,4 % ukupnog beleženog vremena u kracima olfaktometra sa mirisom infestiranih supstrata što je od 2,5 do 9 puta više vremena u odnosu na krake sa mirisom neinfestiranih supstrata. Najmanja razlika u atraktivnosti mirisa infestiranog i neinfestiranog supstrata zabeležena je kod brašna sa pivskim kvascem gde je miris infestiranog brašna sa pivskim kvascem privlačio insekte oko 2,5 puta više od mirisa neinfestiranog brašna sa pivskim kvascem, što se može dovesti u vezu sa tim da ovaj supstrat u oba oblika sadrži pivski kvasac koji je atraktivan za ovu vrstu (Bergerson i Wool, 1987). Najveća razlika u atraktivnosti mirisa infestiranog i neinfestiranog supstrata zabeležena u slučaju hrane za svinje gde je ovaj supstrat privlačio insekte preko 9 puta više u infestiranom nego u neinfestiranom obliku. Da je miris zrna oštećenog ishranom insekata atraktivniji od

mirisa mehanički oštećenog zrna potvrđuju i istraživanja koje su sproveli Trematera et al. (2000) koji su utvrdili da *O. surinamensis*, *T. castaneum* i *T. confusum* znatno više privlači infestirano zrno durum pšenice koje je oštećeno ishranom primarnih štetočina (*S. oryzae* i *R. dominica*) od neoštećenog (celog) i zrna koje je oštećeno mehaničkim putem. Trematera et al. (2015), su utvrdili da *T. castaneum* statistički značajno više privlači miris zrna kukuruza oštećenog ishranom *S. zeamais* od mirisa neoštećenog zrna. Jedina razlika u ovom ogledu jeste što je *T. castaneum* imao mogućnost izbora između neinfestiranih i supstrata infestiranih insektima svoje vrste. Sličan ogled sproveden je sa *S. zeamais*. U ovom ogledu je utvrđeno da ovu vrstu znatno više privlači zrno kukuruza izlagano mirisu zrna (pšenice, ječma i kukuruza) infestiranog insektima ispitivane vrste, od zrna kukuruza koje je izlagano mirisu celog i mehanički oštećenog zrna istih biljnih vrsta. Optimalan period izlaganja zrna mirisima infestiranog zrna koji je uslovio najveću atrakciju *S. zeamais* bio je 14 dana, što je slično vremenskom period izlaganja supstrata insektima u ovom ogledu koji je iznosio 15 dana (Trematera et al., 2013).

Kada su poređeni mirisi svih infestiranih supstrata posebno, najveću atraktivnost za *T. castaneum* i u ovom slučaju imale su mekinje koje su insekte privlačile statistički značajno više od svih ostalih ispitivanih, infestiranih supstrata (5 od 5 poređenja). Za mekinjama po atraktivnost je sledilo brašno sa pivskim kvascem (3 od 5 poređenja), a najmanju atraktivnost u infestiranom obliku pokazao je miris pšenične prekrupa (0 od 5 poređenja). Ovi rezultati kao što je pomenuto, mogu proizilaziti iz činjenice da je potomstvo najbrojnije i najbrže se razvija u brašnu sa pivskim kvascem i mekinjama. U prilog tome ide i činjenica da je najmanju privlačnost u poređenju sa svim ostalim supstratima imala prekrupa, na kojoj je potomstvo bilo manje brojno u odnosu na sve ostale supstrate. Edde i Phillips (2006) su utvrdili da je *R. dominica*, statistički značajno manje privlačio miris infestiranog (*R. dominica*) krompira, zrna kravljeg graška i žira na kojoj je ova vrsta ostavila malobrojno potomstvo, od mirisa infestiranog zrna pšenice, gde je potomstvo bilo najbrojnije. Najmanju privlačnost imao je miris infestiranog kikirikija, na kojem ova vrsta nije uspela da produkuje potomstvo. Drugo objašnjenje slabije atrakcije mirisa pšenične prekrupa u ovom ogledu može biti i to da je prekrupa u odnosu na sve ostale supstrate najmanje mehanički oštećena. Dok su svi ostali supstrati mahom sitno mleveni, prekrupu čini krupno lomljeno zrno, pa je ovo moglo uticati na slabiju disperziju isparljivih organskih komponenti koje privlače insekte.



Preferans test je dao slične rezultate kao i test sa olfaktometrom. Kada je insektima bio ponuđen izbor između strane kutije sa neinfestiranim supstratima i strane kutije bez supstrata, insekti su značajno više vremena provodili na strani kutije sa neinfestiranim supstrata, ovo ponašanje bilo je ispoljeno u slučaju svih supstrata, isto tako svi supstrati su više privlačili insekte u infestiranom nego u neinfestiranom obliku. Od svih infestiranih supstrata insekte su takođe najviše privlačile mekinje u 5 od 5 poređenja. Infestirano pšenično brašno sa pivskim kvascem bilo je nešto atraktivnije u preferans testu (4 od 5 poređenja), dok su gotove smeše za ishranu životinja u ovom ogledu imale manju atraktivnost nego u prethodnom ogledu sa olfaktometrom i bile podjednako neatraktivne kao prekrupa (0 od 5 poređenja). Ovo može ukazivati na drugačije ponašanje insekata kada im se osim korišćenja čula mirisa omogući čulo vida i kontakta sa supstratom. Da je ponašanje insekata drugačije u odnosu na to koje čulo im je omogućeno pokazuje i istraživanje koje su sproveli Stenberg i Ericson (2007) i utvrdili da monofagna *Altica engstroemi* u ogledu sa Y olfaktometrom, nije reagovala na miris listova biljke domaćina (*Filipendula ulmaria*), dok je u poljskom ogledu gde joj je pored čula mirisa bilo omogućeno i čulo vida i kontakta sa listovima biljke, pronalazila biljke domaćine u velikom procentu.

Analiza mirisa infestiranih pšeničnih mekinja i prekrupe pomoću Gasene hromatografije i masene spektrometrije (GC MC) pokazala je prisustvo agregacionog feromona tribolurina (4,8 dimetil dekanal) tipičnog za vrste roda *Tribolium* (Suzuki i Sugawara, 1979). Pored ove supstance indentifikovano je i prisustvo 1-pentadecen-a koji kao što je u poglavlju 2.4.2. objašnjeno, imaju funkciju rastvarača i materije koja omogućava lakše širenje toksičnih benzokinona, a tako i držanje prostora između individua. Ova supstanca može delovati i kao kopulacioni feromon (Writz et al., 1978; Villaverde et al., 2007; Laopongsit et al., 2014). Laopongsit et al. (2014) su takođe utvrdili prisustvo pentadecena i tribolurina u infestiranom lomljenom zrnju pšenice. Osim ove dve materije u nešto nižim količinama, u ovom ogledu, u infestiranim uzorcima zabeleženo je i prisustvo heksadekana i heptadekana. Za ove materije je zabeleženo da predstavljaju kopulacione feromone kod *T. confusum* (Writz et al., 1978).

### 5.3. Uticaj biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje *T. castaneum*

Svi ekstrakti i etarska ulja ispitivanih biljnih vrsta pokazala su repelenti efekat, osim etarskog ulja semena peršuna koje je pri najnižoj koncentraciji (0,01%), pokazalo statistički značajnu atraktivnost za *T. castaneum*. Brojna prethodna istraživanja su pokazala da biljni ekstrakti i etarska ulja različitih biljnih vrsta najčešće ispoljavaju repelentni efekat na skladišne insekte (Ukeh and Umoetok, 2011; Regnault-Roger et al., 2012), dok je atraktivnost utvrđena za manji broj biljnih ekstrakata i etarskih ulja (Sharaby et al., 2009; Licciardello et al., 2013; Bett et al., 2016).

U ovom ogledu etarsko ulje bosiljka je pokazalo generalno najveću repelentnost a slični rezultati zabeleženi su i u drugim istraživanjima. Testiranjem etarskih ulja 5 vrsta biljaka: (*Citrus autantium* (Limunovo ulje), *Cinnamomum zeylanicum* (Ulje kamfora), *Gaultheria fragrantissima* (Ulje zimzelena), *Lavandula officinalis* (Ulje lavande) i *Ocimum sanctum* (Ulje bosiljka) pri dozi od 5 $\mu$ l utvrđeno je da ulje bosiljka ima najjači repelenti efekat za *T. castaneum* (Pugazhvendan et al., 2012). Izrazito jaku repelentnost (86%) ekstrakta bosiljka (*O. sanctum*) pri dozi od 0,3ml/30cm<sup>2</sup> filter papira, za *T. castaneum* pomoću preferans testa su utvrdili i Oyegoke et al. (2012). Jak repelentni efekat ekstrakata bosiljka utvrđen je i za vrstu termita *Heterotermes indicola* (Manzoor et al., 2011) kao i za *C. maculatus* (Koubala et al., 2013).

Etarsko ulje žalfije je takođe imalo jak repelentni efekat na ispitivanu vrstu pri svim ispitivanim koncentracijama. Jak repelentni efekat etarskog ulja žalfije na insekte potvrđuju istraživanja koja su sproveli Conti et al. (2012) i Kayedi et al. (2014) i utvrdili da etarsko ulje ove biljke ima snažno repelentno dejstvo za komarce *Aedes albopictus* i *Anopheles stephensi*. Yoon et al. (2007) nije utvrdio repelentni efekat etarskog ulja žalfije za *S. oryzae*.

Pored jakog repelentnog efekta mirisa etarskog ulja bosiljka i žalfije u ovom ogledu zabeležen je i jak repelentni efekat etarskog ulja limunovih trava, čiji se repelentni potencijal za skladišne insekte sve više ispituje. Olivero-Verbel et al. (2013) su utvrdili da etarsko ulje *Cymbopogon citratus* pri dozi od 5 $\mu$ l/g ovsa, pokazuje jači efekat od komercijalnog repelenta na bazi alanina i beta alanina (IR3535), na *T. castaneum*. Slična istraživanja sprovedena nešto kasnije takođe su pokazala jači repelentni efekat etarskog ulja drugih vrsta ovog roda (*C. martinii* i *C. flexuosus*) od

pomenutog komercijalnog repelenta na istu insekatsku vrstu (Caballero-Gallardo et al., 2012; Hernandez-Lambrano et al., 2015).

Ekstrakt biljke *A. indica* u različitim istraživanjima pokazao je repelentni i insekticidni efekat na različite vrste insekata (Boeke et al., 2004; Koul, 2004, Showler et al., 2004; Adarkwah et al., 2010). Iako već komercijalizovan, bioinsekticid Neemazal na bazi ekstrakta *A. indica*, u ovom ogledu je pri središnjoj i najnižoj koncentraciji imao slabiji repelentni efekat, a pri najvišoj koncentraciji statistički značajno (4 puta) slabiji repelentni efekat od etarskog ulja bosiljka na *T. castaneum*.

U ovom ogledu, ekstrakt belog luka u odnosu na ostala ispitivana etarska ulja i ekstrakt biljke *A. indica*, imao je srednji repelentni efekat na *T. castaneum*. Khan et al. (2013) su došli do zaključka da ekstrakt belog luka ima srednji repelentni efekat (59,62%) na *T. castaneum*, koji je jači od repelentnog efekta ekstrakta biljke *Citrus lemon* (50,12%) a slabiji od repelentnog efekta ekstrakata biljaka *Eucaliptus globules* (76,29%) i *A. indica* (63,08%). Nasuprot ovome, Mobki et al. (2014) je utvrdio jak repelentni efekat ekstrakta belog luka na *T. castaneum* koji izaziva 95% repelentnost insekata nakon 4h izlaganja mirisima ekstrakta ove biljne vrste. Repelentni efekat ekstrakta belog luka zabeležen je i za insekatsku vrstu *Diaphorina citri* (Mann et al., 2011) kao i za vrstu krpelja *Hyalomma rufipes* (Nichu et al., 2016).

Etarsko ulje peršuna je pri najnižoj koncentraciji bilo atraktivno za ispitivanu vrstu. Rezultati prethodnih istraživanja takođe pokazuju da su etarska ulja pojedinih biljnih vrsta pokazala atraktivno dejstvo i na druge vrste skladišnih insekata. Tako su Sharaby et al. (2009), utvrdili atraktivno dejstvo etarskog ulja jagode, komorača i pomorandžine kore pri dozi od 0,01 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira, na *P. operculella*, dok je atraktivno dejstvo etarskog ulja biljke *C. lusitanica* pri koncentraciji od 0.20% v/w, na *S. zeamais*, zabeleženo od strane Bett et al. (2016). Etarsko ulje semena peršuna se pokazalo i kao slab repelent pri srednjoj koncentraciji, pri kojoj nije statistički značajno odbijalo insekte ispitivane vrste. Slabo repelentno dejstvo etarskih ulja i ekstrakta peršuna zabeleženo je i kod drugih insekatskih vrsta. Nicodemo i Couto (2004), su u poljskom ogledu utvrdili, da je od ekstrakta 5 ispitivanih biljnih vrsta: Agava (*Agave americana*), beli luk (*A. sativum*), duvan (*Nicotiana tabacum*), peršun (*Petroselinum sativum*) i rute (*Ruta graveolens*), najmanju repelentnost na pčele (*Apis mellifera*) pokazao ekstrakt peršuna (35%) i agave (20%). U ogledu sa Y olfaktometrom u kojem

se ispitivao uticaj etarskih ulja 17 biljnih vrsta na ponašanje *P. interpunctella*, Karahroodi et al. su (2009) pri dozi od 2 $\mu$ l/g brašna, utvrdili da najmanji procenat repelentnosti (9,48%) za ovu vrstu izaziva etarsko ulje peršuna dok je najveći procenat repelentnosti (100%), prouzrokovalo etarsko ulje peršunu srodne biljne vrste, mirođije (*Anethum graveolens*).

Pri najvišoj koncentraciji (1%) svi biljni ekstrakti i etarska ulja imala su statistički značajan repelentni efekat na *T. castaneum*. Insekti su tako u zavisnosti od vrste supstance provodili od 2,5 do 17 puta više vremena u kontrolnom kraku (n-heksan) nego u kraku sa mirisom ispitivanih biljnih ekstrakata i etarskih ulja. Pri srednjoj koncentraciji (0,1%) insekti su bili statistički značajno odbijeni mirisima ispitivanih supstanci i u zavisnosti od supstance provodili 2 - 4 puta više vremena u kontrolnim kracima nego u kracima sa mirisom ispitivanih biljnih ekstrakata i etarskih ulja. Jedini izuzetak je bilo etarsko ulje semena peršuna koje je pokazalo blagi ali ne i statistički značajan repelentni efekat. Pri najnižoj koncentraciji (0,01%), biljni ekstrakti belog luka i biljke *A. indica* kao i etarska ulja bosiljka, žalfije i biljaka *C. nervatus* i *C. schoenanthus*, pokazala su statistički značajnu repelentnost za ispitivanu vrstu pa su insekti provodili od 1,9 do 3,5 puta više vremena u kontrolnim kracima nego u kracima sa mirisom ovih supstanci. Etarsko ulje biljke *C. proximus* pri ovoj koncentraciji, pokazalo je slab repelentni efekat koji nije bio statistički značajan, dok je etarsko ulje semena peršuna ispoljilo atraktivni efekat na ispitivanu vrstu.

Različiti efekat istog etarskog ulja pri različitoj koncentraciji na ponašanje *T. castaneum* zabeležen je i u prethodnim istraživanjima. Tako su Caballero-Gallardo et al. (2012) utvrdili da je etarsko ulje biljke *C. flexuosus* pri višoj dozi od 0.2  $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira ispoljilo jak repelentni efekat (> 90%) dok pri znatno nižoj dozi od 0.000022  $\mu$ l/cm<sup>2</sup> nije imalo statistički značajan repelentni efekat (20%). Licciardello et al. (2013), su kao i u slučaju etarskog ulja semena peršuna u ovom ogledu, zabeležili suprotan efekat etarskog ulja iste biljne vrste pri različitoj dozi. Etarsko ulje ruzmarina, se pokazalo kao atraktant pri nižoj dozi (0,001 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira) dok se pri višoj dozi (0,01 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> filter papira) ponašalo kao repelent.

Uticaj koncentracije etarskog ulja bio je primetan i u slučaju bosiljka i biljke *C. nervatus* gde je repelentni efekat bio 3,5 i 2 puta jači pri najvišoj u odnosu na najnižu ispitivanu koncentraciju. Pugazhvendan et al. (2012) pri dozi od 10  $\mu$ l utvrđuju 10% jači

repelentni efekat etarskog ulja bosiljka na *T. castaneum* nego pri dozi od 5  $\mu$ l. Olivero-Verbel et al. (2013) su utvrdili da povećanjem koncentracije etarskog ulja biljke *C. citratus* raste jačina repellentnosti za *T. castaneum*, pa je pri dozi od 5  $\mu$ l/g brašna zabeležena 5 puta jača repellentnost, nego pri najnižoj dozi etarskog ulja od 0,0005  $\mu$ l/g brašna.

Prilikom poređenja uticaja različitih supstanci razlike su utvrđene pri najvišoj koncentraciji gde je etarsko ulje bosiljka imalo od 1,6 do 4,7 puta jači repellentni efekat od ostalih ispitivanih supstanci. Etarsko ulje semena peršuna je bilo statistički značajno manje repellentno od etarskih ulja bosiljka, žalfije, biljke *C. schoenanthus* i ekstrakta biljke *A. indica* i imalo 2,3; 2; 2,1 i 1,6 puta slabiji repellentni efekat od njih. Pri najnižoj koncentraciji, etarsko ulje semena peršuna je imalo od 1,5 do 3 puta slabiji repellentni efekat (atraktant) od svih ostalih ispitivanih supstanci.

### **5.3.1. Uticaj biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje mužjaka i ženki *T. castaneum***

Etarsko ulje peršuna je pri najnižoj koncentraciji bilo atraktivno za oba pola, s tim da su ženke bile statistički značajno više privučene mirisom ovog etarskog ulja. Pri srednjoj koncentraciji etarsko ulje peršuna se ponašalo kao repelent za mužjake, a kao atraktant za ženke, dok je pri najvišoj koncentraciji bilo podjednako repellentno za oba pola. Etarsko ulje bosiljka pri koncentracijama od 0,01 i 1%, je ispoljilo slabiji repellentni efekat za ženke u odnosu na mužjake *T. castaneum*. Etarsko ulje žalfije bilo je repellentno za oba pola pri svim ispitivanim koncentracijama sa tim da su pri najnižoj koncentraciji mužjaci provodili statistički značajno više vremena u kontrolnom kraku od ženki. Razlog različitom reagovanju mužjaka i ženki pri uticaju isparljivih organskih komponenti supstrata ili etarskih ulja može biti zbog drugačije biološke uloge polova. Glavni biološki cilj ženke, jeste pronalaženje partnera, parenje i polaganje jaja. Za postizanje ovih ciljeva potrebno je izraženo čulo mirisa. Da je čulo mirisa ženki drugačije od čula mirisa mužjaka i prilagođeno osnovnoj biološkoj ulozi ženke potvrđuju i istraživanja u kojima je utvrđeno da su ženke *T. castaneum* koje se nisu parile (grupa korišćena i u ovom ogledu, odvojena od mužjaka u stadijumu lutke) grupa koja je najviše reagovala na atraktivnost mirisa različitih delova zrna pšenice i prosa

(Seifelnasr et al., 1982). U testu sa olfaktometrom, Shimizu i Hori (2009) su utvrdili da zrno adžuki pasulja ispoljava blagu atraktivnost za ženke *C. chinensis* dok mužjaci nisu bili privučeni mirisom zrna pasulja. Piesik i Wenda-Piesik (2015) su pomoću Y olfaktometra utvrdili veću osetljivost ženki *S. granarius* na atraktivne isparljive komponente žitarica. U još jednom ogledu sa Y olfaktometrom, Tewari et al. (2015) su utvrdili različitu atraktivnost, različitih estarskih derivata heksadekanskih kiselina na mužjake i ženke *C. serratus*. Razlike u ponašanju mužjaka i ženki istih vrsta zabeležene su i pri uticaju mirisa etarskih ulja biljaka. Sharaby et al. (2009) su utvrdili da se etarsko ulje jagode ponašalo kao atraktant za ženke a kao repelent za mužjake, dok je etarsko ulje ananasa ispoljilo atraktivni efekat za mužjake a repelentni efekat za ženke *P. operculella*. Keita et al. (2001) su utvrdili da je fumigativno delovanje komponenti bosiljka prouzrokovalo statistički značajno veću smrtnost mužjaka u odnosu na ženke *C. maculatus*.

## 6. ZAKLJUČAK

- U eksperimentima koji su za cilj imali utvrđivanje uticaja početne gustine populacije na parametre razvića *T. castaneum* na proteinskim, ugljenohidratnim komponentama industrije hrane za domaće životinje kao i njenim i gotovim proizvodima, utvrđeno je da početna gustina populacije i vrsta supstrata statistički značajno utiču na dužinu razvića, brojnost i masu potomaka *T. castaneum*.
- Povećanjem početne gustine populacije produžavao se period eklozije imaga. Sa druge strane, početna gustina populacije nije uticala na dužinu stadijuma jajeta, larve i lutke. U supstratima bogatim proteinima potomstvo se nije razvilo. Najkraći ciklus razvića zabeležen je u pšeničnim mekinjama i pšeničnom belom brašnu sa dodatkom pivskog kvasca (kontrola), dok je najduži ciklus razvića zabeležen u kukuruznom stočnom brašnu.
- U eksperimentu sa neodređenim odnosom polova roditelja, povećanjem početne gustine populacije, povećavala se brojnost potomaka ali do početne gustine populacije od 50 insekata na 50g supstrata nakon koje je brojnost potomaka usled pojačane kompeticije i kanibalizma počela da stagnira, a u slučaju gotovih smeša za ishranu domaćih životinja i naglo opada. U eksperimentu sa određenim odnosom polova, nije dolazilo do ove pojave pa se brojnost potomaka povećavala porastom početne gustine populacije. Potomci su imali najveću brojnost na pšeničnim mekinjama i na pšeničnom belom brašnu sa dodatkom kvasca, dok je najmanja brojnost zabeležena na pšeničnoj prekrupi.
- Povećanje početne gustine populacije uslovljavalo je statistički značajno smanjenje mase potomaka. Najveća masa imaga na svim ispitivanim supstratima utvrđena je pri najnižoj početnoj gustini populacije dok je najmanja masa utvrđena pri najvišoj početnoj gustini populacije. Masa potomaka u ogledu sa neodređenim odnosom polova roditelja bila je najveća na mekinjama i kontroli a najmanja na kukuruznom stočnom brašnu i hrani za koke nosilje, dok u ogledu sa određenim odnosom polova roditelja, vrsta supstrata nije statistički značajno uticala na masu potomaka.

- Na osnovu analize sadržaja skroba i proteina u supstratima pre i nakon infestacije sa *T. castaneum* utvrđeno je značajno veće smanjenje sadržaja skroba od smanjenja sadržaja proteina.
- Rezultati ovih istraživanja pomažu boljem razumevanju životnog ciklusa *T. castaneum* i pružaju uvid u podložnost različitih biljnih sirovina i proizvoda napadu *T. castaneum* što doprinosi smanjenju gubitaka, unapređenju kvaliteta i bezbednosti biljnih sirovina i proizvoda industrije hrane za domaće životinje.
- Ispitivanjem uticaja mirisa biljnih sirovina i proizvoda industrije hrane za domaće životinje na ponašanje *T. castaneum*, utvrđeno je da njihovi mirisi ispoljavaju statistički značajnu atraktivnost za imaga *T. castaneum*. Poređenjem infestiranih i neinfestiranih supstrata međusobno, svi infestirani supstrati su ispoljili značajno veću atraktivnost od neinfestiranih.
- Najveću atraktivnost, u infestiranom i neinfestiranom obliku, ispoljio je miris mekinja i brašna sa pivskim kvascem u kojima su potomci bili najbrojniji, najbrže se razvijali i imali najveću masu, dok je najmanju atraktivnost u oba oblika pokazao miris prekrupe, u kojoj su insekti imali najmanji broj potomaka.
- Veliki atraktivni potencijal mirisa biljnih sirovina i proizvoda u infestiranom i neinfestiranom obliku u budućnosti može biti iskorišćen za praćenje pojave i brojnosti *T. castaneum* u skladištima.
- Ispitivanjem uticaja mirisa biljnih ekstrakata *A. sativum* i *A. indica* i etarskih ulja *O. basilicum*, *S. officinalis*, *P. crispum*, *C. nervatus*, *C. proximus* i *C. schoenanthus* na ponašanje *T. castaneum*, utvrđeno je da su svi ispitivani biljni ekstrakti i etarska ulja ispoljili repelentni efekat na imaga, osim etarskog ulja *P. crispum* koje se ponašalo kao atraktant pri najnižoj ispitivanoj koncentraciji (0,01%). Najjači repelentni efekat ispoljila su etarska ulja *O. basilicum* i *S. officinalis*, a najslabiji etarsko ulje *P. crispum*.
- Testiranjem efekta etarskog ulja *P. crispum* na mužjake i ženke *T. castaneum* utvrđeno je da je u koncentraciji 0,01% ispoljilo atraktivnost za oba pola, u koncentraciji 0, 1% je ispoljilo repelentni efekat na mužjake, a na ženke je delovalo kao atraktant, dok je u koncentraciji 1% bilo repelent za oba pola, što ukazuje na različito ponašanje polova *T. castaneum* pri uticaju mirisa ovog etarskog ulja. Etarsko ulje *O. basilicum* je u svim koncentracijama ispoljilo



repelentni efekat, s tim da je pri koncentracijama 0,01% i 1% ispoljilo značajniju repellentnost za mužjake u odnosu na ženke *T. castaneum*. Etarsko ulje *S. officinalis* je u svim koncentracijama za oba pola ispoljilo repellentni efekat, bez značajnih razlika između polova.

- Rezultati istraživanja su pokazali da etarska ulja *O. basilicum* i *S. officinalis* ispoljavaju značajan repellentni potencijal i da bi se u perspektivi mogla koristiti kao repelenti prirodnog porekla. S druge strane etarsko ulje *P. crispum* u koncentraciji 0,01%, bi se moglo koristiti kao atraktant, odnosno za praćenje brojnosti *T. castaneum* u skladišnim objektima.

## 7. LITERATURA

Adarkwah. C., Obeng-Ofori, D., Buttner, C., Reichmuth, C., Scholler, M. (2010): Bio-rational control of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored wheat with Calneem<sup>®</sup> oil derived from neem seeds. *Journal of Pest Science* 83: 471-479.

Adesina, J.M., Jose, A.R., Rajashekar, Y., Ileke, K.D. (2016): Effect of *Tribolium castaneum* herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) infestation on the nutritional quality of different wheat flour marketed in Nigeria. In: Proceedings of 2nd International Conference of School of Agriculture Ikorodu. Lagos State Nigeria, pp. 1-10.

Ahmad, F., Walter, G.H., Raghu, S. (2012): Comparative performance of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) across populations, resource types and structural forms of those resources. *Journal of Stored Products Research* 48: 73-80.

Ahmad, F., Ridley, A.W., Daghish, G.J., Burill, P.R., Walter, G.H. (2013): Response of *Tribolium castaneum* and *Rhyzopertha dominica* to various resources, near and far from grain storage. *Journal of Applied Entomology* 137: 773–781.

Ahmedani, M.S., Haque, M.I., Afzal, S.N., Aslam, M., Naz, S. (2009): Varietal changes in nutritional composition of wheat kernel (*Triticum aestivum* L.) caused by khapra beetle infestation. *Pakistan Journal of Botany* 41(3): 1511-1519.

Ajayi, O., Balusu, R., Morawo, T., Zebelo, S., Fadamiro, H. (2015): Semiochemical modulation of host preference of *Callosobruchus maculatus* on legume seeds. *Journal of Stored Products Research* 63: 31-37.

Alabi, T., Michaud, J.P., Arnaud, L., Haubruge, E. (2008): A comparative study of cannibalism and predation in seven species of flour beetle. *Ecological Entomology* 33: 716-726.

Almaši, R. (2008): Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita: U: Kljajić (Ed.), *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, str. 9-39.

Almaši, R., Poslonočec, D. (2014). Reproduction of confused flour beetle *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on common and spelt wheat and their products. *Pesticides and Phytomedicine* 29(3): 197-204.

Andrade-Dutra, K., Oliveira, J.V., Navarro, D.M., Barbosa, D.R.S., Santos, J.P.O. (2016): Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. with essential oils from four *Citrus* spp. plants. Journal of Stored Products Research 68: 25-32.

Angelini, DR., Jockusch, EL. (2008): Relationships among pest flour beetles of the genus *Tribolium* (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. Molecular Phylogenetics and Evolution, vol. 46(1): 127-141.

Apprich, S., Tirpanalan, O., Hell, J., Reisinger, M., Bohmdorfer, S., Siebenhandl-Ehn, S., Novalin, S., Kneifel, W. (2014): Wheat bran-based biorefinery 2: valorization of products. LWT - Food Science and Technology 56: 222-231.

Arthur, F.H., Hartzer, K.L., Throne, J.E., Flinn, P.W. (2015): Susceptibility of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Trogoderma inclusum* (Coleoptera: Dermestidae) to cold temperatures. Journal of Stored Products Research 64: 45-53.

Assie, L.K., Brostaux, Y., Haubruge, E. (2008): Density-dependent reproductive success in *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research 44: 285-289.

Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Boukouvala, M. (2016): Population growth of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on different commodities. Journal of Stored Products Research 69: 72-77.

Baker, J.E. (1988): Development of four strains of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on barley, corn maize), rice, and wheat. Journal of Stored Products Research 24: 193-198.

Barak, A.V., Burkholder, W.E. (1985): A versatile and effective trap for detecting and monitoring stored-product Coleoptera. Agriculture, Ecosystems and Environment 12: 207-218.

Barrer, P.M., Jay, E.G. (1980): Laboratory observations on the ability of *Ephesia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) to locate, and to oviposit in response to a source of grain odour. Journal of Stored Products Research 6: 1-7.

Barrer, P.M. (1983): A field demonstration of odour-based, host-food finding behaviour in several species of stored grain insects. Journal of Stored Products Research 3(19): 105-110.

Beckel, H., Lorini, I., Lazzari, S. (2007): Rearing method of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) on various wheat grain granulometry. *Revista Brasileira de Entomologia* 51(4): 501-505.

Bekon, K.A., Lassard, F. (1988): Ségrégation olfactive et alimentaire réalisée par les adultes de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae) entre les grains de six espèces céréalières. *Acta. Oecologica* 9: 153-172.

Bergerson, O., Wool, D. (1987): Attraction of flour beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col., Tenebrionidae) to wheat flour: heritable character or "conditioning"? *Journal of Applied Entomology* 104: 179-186.

Bett, P.K., Deng, A.L., Ogendo, J.O., Kariuki, S.K., Kamatenesi-Mugisha, M., Mihale, J.M., Torto, B. (2016): Chemical composition of *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus saligna* leaf essential oils and bioactivity against major insect pests of stored food grains. *Industrial Crops and Products* 82: 51–62.

Boeke, S.J., Baumgarta, I.R., van Loona, J.A., van Huisa, A., Dickea. M., Kossou. D.K. (2004): Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research* 40: 423-438.

Bossou, A., Ahoussi, E., Ruysbergh E., Adams, A., Smagghe, G., De Kimpe, N., Alvessi, F., Sohounhloue, D., Mangelinckx, S. (2015): Characterization of volatile compounds from three *Cymbopogon* species and *Eucalyptus citriodora* from Benin and their insecticidal activities against *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and Products* 76: 306-317.

Borzoui, E., Naseri, B., Nouri-Ganbalani, G. (2016): Effects of food quality on biology and physiological traits of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 110(1): 1-8.

Bry, R.E., Davis, R. (1985): *Tribolium confusum* and *Tribolium castaneum*. In: Singh, P., Moore, R.F. (Eds.), *Handbook of Insect Rearing*, vol. 1. Elsevier, Amsterdam-Oxford-NewYork-Tokyo, pp. 291-293.

Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J., Stashenko., E. (2012): Repellency and toxicity of essential oils from *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon flexuosus* and *Lippia organoides* cultivated in Colombia against *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research* 50: 62-65.

Cavallaro, V., Barbera, A.C., Maucieri, C., Gimma, G., Scalisi, C., Patane, C. (2016): Evaluation of variability to drought and saline stress through the germination of different ecotypes of carob (*Ceratonia siliqua* L.) using a hydrotime model. *Ecological Engineering* 95: 557–566.

Chown, S. L. and Gaston, K. J. (2010): Body size variation in insects: a macroecological perspective. *Biological Reviews* 85: 139–169.

Collie, K., Kim, S.J., Baker, M. (2013): Fitness consequences of sibling egg cannibalism by neonates of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Animal Behaviour* 85: 329-338.

Collins, L.E., Wakefield, M.E., Chambers, J., Cox, P.D. (2004): Progress towards a multi-species lure: comparison of behavioural bioassay methods for multi-species attractants against three pests of stored grain. *Journal of Stored Products Research* 40: 341–353.

Conti, B., Benelli, G., Leonardi, M., Afifi, F., Cervelli, C., Profeti, R., Pistelli, L., Canale, A. (2012): Repellent effect of *Salvia dorisiana*, *S. longifolia*, and *S. sclarea* (Lamiaceae) essential oils against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research* 1(111): 291-299.

Cosimi, S., Rossi, E., Cioni, P.L., Canale, A. (2009): Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research* 45: 125–132.

Dowdy, A., Mullen, M. (1998): Multiple stored-product insect pheromone use in pitfall traps. *Journal of Stored Products Research* 34: 75–80

Edde, P.A., Phillips, T.W. (2006): Potential host affinities for the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae): behavioral responses to host odors and pheromones and reproductive ability on non-grain hosts. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 119: 255–263.

Edde, P.A. (2012): A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research* 48: 1-18.

Fabres, A., Macedo da Silva, J.C., Fernandes, K., Xavier-Filho, J., Lazzaro Rezende, G., Amancio Oliveira, A.E. (2014): Comparative performance of the red flour

beetle *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on different plant diets. Journal of pest science 87: 495-506.

Fardisi, M., Mason, L.J., Ileleji, K.E. (2013): Development and fecundity rate of *Tribolium castaneum* (Herbst) on distillers dried grains with solubles. Journal of Stored Products Research 52: 74-77.

Fardisi, M., Mason, L.J., Ileleji, K.E., Richmond, D. (2016): Investigating Dried Distiller's Grains with Solubles vulnerability to *Tribolium castaneum* (Herbst) infestation by using choice and no-choice experiments. Journal of Stored Products Research 66: 25-34.

Fields, P. (2006): Effect of *Pisum sativum* fractions on the mortality and progeny production of nine stored-grain beetles. Journal of Stored Products Research 42: 86–96.

Finete, V.L.M., Gouvea, M.M., Marques, F.F.C., Netto, A.D.P. (2013): Is it possible to screen for milk or whey protein adulteration with melamine, urea and ammonium sulphate, combining Kjeldahl and classical spectrophotometric methods. Food Chemistry 141: 3649–3655.

Freedman, B., Mikolajczak, K.L., Smith Jr, C.R., Kwolek, W.F., Burkholder., W.E. (1982): Olfactory and aggregation responses of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to extracts from oats. Journal of Stored Products Research 18: 75-82.

Giner, M., Avilla, J., Zutter, N., Ameye, M., Balcells, M., Smagghe, G. (2013): Insecticidal and repellent action of allyl esters against *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Industrial Crops and Products 47: 63– 68.

Gonzalez, J.O.W., Gutierrez, M.M., Ferrero, A.A., Band, B.F. (2014): Essential oils nanoformulations for stored-product pest control – Characterization and biological properties. Chemosphere 100: 130–138.

Good, N.E. (1936): Flour beetles of the genus *Tribolium*. USDA, Washington, D.C. Teeh. Bull, No. 498.

Gorham, J.R. (1991): Food pests as disease vectors. In: Gorham, J.R. (Ed.), Ecology and Management of Food-Industry Pests. Association of Official Analytical Chemists, FDA Technical Bulletin 4, Virginia, USA, pp. 477-483.

Gusmao, N.V.S., Oliveira, J.V., Navarro, D.M., Dutra, K.A., Silva, W.A., Wanderlay, M.J.A. (2013): Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus*

*citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). *Journal of Stored Products Research* 54: 41-47.

Halliday, W., Thomas, A., Blouin-Demers, G. (2015): High temperature intensifies negative density dependence of fitness in red flour beetles. *Ecology and Evolution* 5(5): 1061–1067.

Hamalainen, M., Loschiavo, S.R. (1977): Effect of synthetic b-vitamin and natural enrichment of flour on larval development and fecundity of *Tribolium confusum* and *T. castaneum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 21: 29-37.

Harein, C.R., Soderstrom, E.L. (1966): Coleoptera infesting stored products. In: Smith, C.N. (Ed.), *Insect Colonization and Mass Production*. Academic Press, New York and London, pp. 241-257.

Hernandez-Lambrano, R., Pajaro-Castro, N., Caballero- Gallardo, K., Stashenko E., Olivero-Verbel, J. (2015): Essential oils from plants of the genus *Cymbopogon* as natural insecticides to control stored product pests. *Journal of Stored Products Research* 62: 81-83.

Ho, F. K., Dawson, P.S. (1966): Egg cannibalism by *Tribolium* larvae. *Ecology* 47: 318-322.

Huang, Y., Ho, S.H. (1998): Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Products Research* 1 (34): 11-17.

Hussain, A., Phillips, T. W., Mayhew, T. J., AliNiasee M. T. (1994): Pheromone biology and factors affecting its production in *Tribolium castaneum*. In *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product*, USA, pp. 533-536

Jagadeesan, R., Nayak, M.K., Dawson, K., Byrne, V., Collins, P.J. (2013): Dietary media for mass rearing of rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and flat grain beetle, *Cryptolestes pusillus* (Schonherr) (Coleoptera: Cucujidae). *Journal of Stored Products Research* 55: 68-72.

Junsomboon, J., Jakmune, J. (2008): Flow injection conductometric system with gas diffusion separation for the determination of Kjeldahl nitrogen in milk and chicken meat. *Analytica Chimica Acta* 627: 232–238.

Kamizake, N., Goncalves, M., Zaia, C., Zaia, D. (2003): Determination of total proteins in cow milk powder samples: a comparative study between the Kjeldahl method and spectrophotometric methods. *Journal of Food Composition and Analysis* 16: 507–516.

Karahroodi, ZR., Moharramipour, S., Rahbarpour, A. (2009): Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. *Am-American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 3(2): 181–184.

Kayedi, M.H., Haghdoost, A.A., Salehnia, A., Khamisabadi. K. (2014): Evaluation of Repellency Effect of Essential Oils of *Satureja khuzestanica* (Carvacrol), *Myrtus communis* (Myrtle), *Lavendula officinalis* and *Salvia sclarea* using Standard WHO Repellency Tests. *Iranian Journal of Arthropod-Borne Diseases* 8(1): 61-68.

Keita, S.M., Vincent, C., Schmit, J.P., Thor Arnason, J., Belanger, A. (2001): Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Stored Products Research* 37: 339-349.

Khan, F.Z.A., Sagheer, M., Hasan, M., Saeed, S., Ali, K., Gul, H.T., Bukhari, S.A., Manzoor, S.A. (2013): Toxicological and repellent potential of some plant extracts against stored product insect pest, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *International Journal of Biosciences* 3(9): 280-286.

Kim, S., Roh, J.Y., Kim, D.H., Lee, H.S., Ahn, Y.J. (2003): Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research* 39: 293-303.

Kiran, S., Parkash, B. (2015): Toxicity and biochemical efficacy of chemically characterized *Rosmarinus officinalis* essential oil against *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*. *Industrial Crops and Products* 74: 817–823.

Koubala, B.B., Miafo, A.T., Bouba, D., Kamda, A.G.S. (2013): Evaluation of insecticide properties of ethanolic extract from *Balanites aegyptiaca*, *Melia azedarach* and *Ocimum gratissimum* leaves on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Asian Journal of Agricultural Sciences* 5(5): 93-101.

Koul, O. (2004): Biological activity of volatile di-*n*-propyl disulfide from seeds of neem, *Azadirachta indica* (Meliaceae), to two species of stored grain pests, *Sitophilus*



*oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Economic Entomology 97(3): 1142-1147.

Kraler M., Schedle K., Domig K.J., Heine D., Michlmayr H., Kneifel W. (2014): Effects of fermented and extruded wheat bran on total tract apparent digestibility of nutrients, minerals and energy in growing pigs. Animal Feed Science and Technology 197: 121-129.

Lale, N.E.S., Lawan, M., Ajayi, F.A. (2000): Effects of temperature and yeast supplementation on the development of *Tribolium castaneum* (Herbst) in whole meal and polished flour derived from four cereals in Maiduguri, Nigeria. Journal of Pest Science 73: 89-92.

Laopongsit, W., Szrednicki, G., Craske, J. (2014): Preliminary study of solid phase micro-extraction (SPME) as a method for detecting insect infestation in wheat grain. Journal of Stored Products Research 59: 88-95.

LeCato, G.L., Flaherty, B.R. (1973): *Tribolium castaneum* progeny production and development on diets supplemented with eggs or adults of *Plodia interpunctella*. Journal of Stored Products Research 9: 199-203.

Levinson, H.Z., Levinson, A.R. (1978): Dried seeds, plant and animal tissues as food favoured by storage insect species. Entomologia Experimentalis et Applicata 24: 305-317.

Lewis, S.M., Tigreros, N., Fedina, T., Ming, Q.L. (2012): Genetic and nutritional effects on male traits and reproductive performance in *Tribolium* flour beetles. Journal of Evolutionary Biology 25: 438-451.

Licciardello F., Muratore G., Suma P., Russo A., Nerín C. (2013): Effectiveness of a novel insect-repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*Tribolium castaneum*). Innovative Food Science and Emerging Technologies 19: 173-180.

Li, L., Arbogast, R. (1991): The effect of grain breakage on fecundity, development, survival, and population increase in maize of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research 27: 87-94.

Liu, C.H., Mishra, A.K., Tan, R.X., Tang, C., Yang, H., Shen, Y.F. (2006): Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and

*Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. *Bioresource Technology* 97: 1969–1973.

Longstaff, B. (1995): An experimental study of the influence of food quality and population density on the demographic performance of *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research* 31: 123-129.

Mahroof, M., Hagstrum, D.W. (2012): Biology, behavior, and ecology of insects in processed commodities. In: Hagstrum, D.W., Philips, T.W., Cuperus, G. (Eds.), *Stored Product Protection*. Kansas State University, pp. 33-45.

Mann, R.S., Rouseff, R.L., Smoot, J.M., Castle, W.S., Stelinski, L.L. (2011): Sulfur volatiles from *Allium* spp. Affect Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), response to citrus volatiles. *Bulletin of Entomological Research* 101: 89–97.

Manzoor, F., Beena, W., Malik, S., Naz, N., Syed, W.H. (2011): Preliminary evaluation of *Ocimum sanctum* as toxicant and repellent against termite, *Heterotermes indicola* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). *Pakistan Journal of Science* 1(63): 59-62.

Mason, L.J., McDonough, M. (2012): Biology, behavior, and ecology of stored grain and legume insects. In: Hagstrum, D.W., Philips, T.W., Cuperus, G. (Eds.), *Stored Product Protection*. Kansas State University, pp. 7-21.

Mertz, D. B., Robertson, J.R. (1970): Some developmental consequences of handling, egg-eating, and population density for flour beetle larvae. *Ecology* 51: 989 - 998.

Mikhael, A. (2011): Potential of some volatile oils in protecting packages of irradiated wheat flour against *Ephestia kuehniella* and *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research* 47: 357-364.

Ming, Q.L., Cheng, C. (2012): Influence of Nutrition on Male Development and Reproduction in *Tribolium castaneum*. *Journal of Economic Entomology* 4(105): 1471-1476.

Mobki, M., Safavy, S.A., Safaralizadeh, M.H., Omid, P. (2014): Toxicity and repellency of garlic (*Allium sativum* L.) extract grown in Iran against *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae and adults. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 1(47): 59-68.

Naik, R.H., Mohankumar, S., Naik, S.O., Pallavi, M.S., Srinivasan, M.R., Chandrasekaran, S. (2016): Influence of food sources on developmental period of *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. Indian Journal of Plant Protection 1(44): 63-68.

Nenaah, G. (2014): Chemical composition, toxicity and growth inhibitory activities of essential oils of three *Achillea* species and their nano-emulsions against *Tribolium castaneum* (Herbst). Industrial Crops and Products 53: 252-260.

Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E. (2010): Repellent activity of essential oils: A review. Bioresource Technology 101(1): 372-378.

Nestel, D., Papadopoulos, N., Pascacio-Villafán, C., Righini, N., Altuzar-Molina, A., Aluja, M. (2016): Resource allocation and compensation during development in holometabolous insects. Journal of Insect Physiology 95: 78–88.

Nichu, F., Magano, S., Eloff, J.N. (2016): Repellent activities of dichloromethane extract of *Allium sativum* (garlic) (Liliaceae) against *Hyalomma rufipes* (Acari). Journal of the South African Veterinary Association 87(1): 1-5.

Nicodemo, D., Couto, N. (2004): use of repellents for honeybees (*Apis mellifera* L.) *IN vitro* in the yellow passion-fruit (*Passiflora edulis* Deg) crop and in confined beef cattle feeders. Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases 1, vol. 10: 77-85.

Ninkovic, V., Dahlin, I., Vucetic, A., Petrovic-Obradovic, O., Glinwood, R., Webster, B. (2013): Volatile exchange between undamaged plants: A new mechanism affecting insect orientation in intercropping. PLoS One 8(7): e69431. pmid:23922710.

Olivero-Verbel, J., Tirado-Ballestas, I., Caballero-Gallardo, K., Stashenko, E. (2013): Essential oils applied to the food act as repellents toward *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research 55: 145-147.

Oliveira, H.D., Sousa, D.O.B, Oliveira, J.T.A, Carlini, C.R., Oliveira, H.P. Pereira, M.L., Rocha, R.O., Morais, J.K.S., Filho, E., Vasconcelos, I.M. (2010): Gm-TX, a new toxic protein from soybean (*Glycine max*) seeds with potential for controlling insect pests. Process Biochemistry 45: 634–640.

Olsson, C. (2001): The function of food volatiles: insect behaviour and pest control. Tryck: Reprocentralen, Lunds Universitet, Lund 2001.

- Omar, E., Pavlović, I., Drobac, M., Radenković, M., Branković, S., Kovačević, N. (2016): Chemical composition and spasmolytic activity of *Cymbopogon nervatus* (Hochst.) Chiov. (Poaceae) essential oil. *Industrial Crops and Products* 91: 249-254.
- Oppert, B., Morgan, T., Hartzler, K., Lenarcic, B., Galesa, K., Brzin, J., Turk, V., Yoza, K., Ohtsubo, K., Kramer, K. (2003): Effects of proteinase inhibitors on digestive proteinases and growth of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 134: 481-490
- Oyegoke, O., Barbarinde, S., Akintola, A., Olatunji, Z. (2012): Bioactivity of *Ocimum sanctum* Linn. Leaf Powder and Extracts against *Tribolium castaneum* Herbst. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology* 6(1): 56-59.
- Pan, J., Zhu, Y., Cao, W. (2007): Modeling plant carbon flow and grain starch accumulation in wheat. *Field Crops Research* 101: 276–284.
- Park, T., Ziegler, J.R., Mertz, D.B. (1974): The cannibalism of eggs by *Tribolium* larvae. *Physiological Zoology* 47: 37–58.
- Pettersson, J. (1970): An aphid sex attractant I. Biological studies. *Entomologica scandinavica* 1: 63-73.
- Phillips T. W., Jiang, X.L., Brukholder, W.E., Phillips, J.K., Tran, H.Q. (1993): Behavioral responses to food volatiles by two species of stored-product coleoptera, *Sitophilus oryzae* (curculionidae) and *Tribolium castaneum* (tenebrionidae). *Journal of Chemical Ecology* 19(4): 723-734.
- Piesik, D., Wenda-Piesik, A. (2015): *Sitophilus granarius* responses to blends of five groups of cereal kernels and one group of plant volatiles. *Journal of Stored Products Research* 62: 36-39.
- Pugazhvendan, S.R., Ronald Ross, P., Elumalai K. (2012): Insecticidal and repellent activities of plants oil against stored grain pest, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* S412-S415.
- Rees, D.P. (2004): *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A. (1994): Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, 8(13): 624-628.

Regnault-Roger, C., Vincent, C., Thor Arnason, J. (2012): Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* 57: 405-424.

Reichmuth, C., Schöller, M., Ulrichs, C. (2007): *Stored product pests in grain*. AgroConcept, Bonn.

Rosenfelder, P., Eklund, M., Mosenthin, R. (2013): Nutritive value of wheat and wheat by-products in pig nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology* 185: 107– 125.

Runagall-McNaull, A., Bonduriansky, R., Crean, A.J. (2015): Dietary protein and lifespan across the metamorphic boundary: protein-restricted larvae develop into short-lived adults. *Scientific Reports* | 5:11783 | DOI: 10.1038/srep11783.

Seifelnasr, Y., Hopkins, T., Mills, R. (1982): Olfactory responses of adult *Tribolium castaneum* (Herbst), to volatiles of wheat and millet kernels, milled fractions, and extracts. *Journal of Chemical Ecology* 12(8): 1463-1472.

Senthilkumar, T., Jayas, D.S., White, N.D.G., Freund, M.S., Shafai, C., Thomson, D.J. (2012): Characterization of volatile organic compounds released by granivorous insects in stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 1: 295-311.

Sharaby, A., Abdel-Rahman, H., Moawad, S. (2009): Biological effects of some natural and chemical compounds on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). *Saudi Journal of Biological Sciences* 16: 1–9.

Shaurub, E.S., Gharsa, G.A. (2012): Food consumption and utilization by *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae and their susceptibility to the acetone extract of *Nerium oleander* L. (Apocynaceae) leaves in relation to three types of flour. *Journal of Stored Products Research* 51: 56-60.

Shimizu C., Hori M. 2009: Repellency and toxicity of troponoid compounds against the adzuki bean beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 45: 49-53.

Showler, A.T., Greenberg, S.M., Arnason, J.T. (2004): Deterrent effects of four neem-based formulations on gravid female boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition on cotton squares. *Journal of Economic Entomology* 97(2): 414-421.

Sokal, R.R., Karten, I. (1964): Competition among genotypes in *Tribolium castaneum* at varying densities and gene frequencies (the black locus). *Genetics* 49: 195-211.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1995): *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, third ed. W.H. Freeman and company, New York.

Sokoloff, A., Franklin, I.R., Overton, L.F., Ho, F.K. (1966a): Comparative studies with *Tribolium* (Coleoptera, Tenebrionidae) - I: productivity of *T. castaneum* (Herbst) and *T. confusum* Duv. On several commercially-available diets. *Journal of Stored Products Research* 1: 295-311.

Sokoloff, A., Franklin, I.R., Lakhanpal, R.K. (1966b): Comparative studies with *Tribolium* (Coleoptera, Tenebrionidae) - II: productivity of *T. castaneum* (Herbst) and *T. confusum* Duv. on natural, semi-synthetic and synthetic diets. *Journal of Stored Products Research* 1: 313-324.

StatSoft, (2005): *STATISTICA (Data Analysis Software System)*, Version 7.1. StatSoft, Tulsa, OK, USA.

StatSoft Inc. (2011): *STATISTICA*, version 10. StatSoft, Tulsa, OK, USA.

Stenberg, J., Ericson, L. (2007): Response to: Comment on ‘Visual cues override olfactory cues in the host-finding process of the monophagous leaf beetle *Altica engstroemi*’. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 125(1): 81 – 88.

Suzuki, T., Sugawara, R. (1979): Isolation of an aggregation pheromone from the red flour beetles, *Tribolium castaneum* and *T. confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Applied Entomology and Zoology* 14: 228-230.

Tamgno, B., Tinkeu, N. (2014): Application of the flour of four leguminous crops for the control of Tenebrionidae beetle (*Tribolium castaneum* Herbst). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 1: 8474-8487.

Taylor, T.A. (1974): Observations on the effects of initial population densities in culture, and humidity on the production of “active” females of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera, Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 10: 113-122.

Teixeira, I.R.N., Beijo, L.A., Barchuk, A.R. (2016): Behavioral and physiological responses of the bean weevil *Zabrotes subfasciatus* to intraspecific competition. *Journal of Stored Products Research* 69: 51-57.

Tewari, H., Jyothi, K.N., Kasana, V.K., Prasad, A.R., Prasuna, A.L. (2015): Insect attractant and oviposition enhancing activity of hexadecanoic acid ester derivatives for monitoring and trapping *Caryedon serratus*. *Journal of Stored Products Research* 61: 32-38.

Trematerra, P., Fontana, F., Mancini, M., Sciarretta, A. (1999): Influence of intact and damaged cereal kernels on the behaviour of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 35: 265-276.

Trematerra, P., Sciarretta, A., Tamasi, E. (2000): Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged *durum* wheat kernels. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94: 195–200.

Trematerra, P., Ianiro, R., Athanassiou, C., Kavallieratos, N. (2013): Behavioral responses of *Sitophilus zeamais* Motschulsky adults to conditioned grain kernels. *Journal of Stored Products Research* 53: 77-81.

Trematerra, P., Savoldelli, S. (2014): Pasta preference and ability to penetrate through packaging of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae). *Journal of Stored Products Research* 59: 126-132

Trematerra, P., Ianiro, R. (2015): Behavioral interactions between *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*: the first colonizer matters. *Journal of Pest Science* 88(3): 573-581.

Tucker, A., Campbell, J., Arthur, F., Zhu, K.J. (2014): Mechanisms for horizontal transfer of methoprene from treated to untreated *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research* 57: 36-42.

Tuncbilek, A., Kansu, A. (1996): The influence of rearing medium on the irradiation sensitivity of eggs and larvae of the flour beetle *Tribolium confusum* (J. du. Val). *Journal of Stored Products Research* 32: 1-6.

Ukeh, D.A., Umoetok, S.B.A. (2011): Repellent effects of five monoterpenoid odours against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in Calabar, Nigeria. *Crop Protection* 30: 1351-1355.

Ungsunantwiwat, A., Mills, R. (1979): Influence of medium and physical disturbances during rearing on development and numbers of *Sitophilus* progeny. *Journal of Stored Products Research* 15: 37-42.

Unruh, L.M., Xu, R., Kramer, K. (1998): Benzoquinone levels as a function of age and gender of the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 28: 969–977.

Vandenborre, G., Smagghe, G., Van Damm, E.J.R. (2011): Plant lectins as defense proteins against phytophagous insects. *Phytochemistry* 72: 1538–1550.

Villaverde, L., Juarez, P., Mijailovsky, S. (2007): Detection of *Tribolium castaneum* (Herbst) volatile defensive secretions by solid phase microextraction–capillary gas chromatography (SPME-CGC). *Journal of Stored Products Research* 43: 540-545.

Vohra, P., Shariff, G., Robinson D.W., Qualset, C.O., Gall, G.A.E. (1979): Nutritional evaluation of starches, rice flours and carbohydrates using *Tribolium castaneum* larvae and chickens. *Nutrition Reports International* 3(18): 289-300.

Wakefield, M.E., Bryning, G.P., Chambers, J. (2005): Progress towards a lure to attract three stored product weevils, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *S. oryzae* (L.) and *S. granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 41: 145-161.

Walski, T., Van Damm, E.J.R., Smagghe, G. (2014): Penetration through the peritrophic matrix is a key to lectin toxicity against *Tribolium castaneum*. *Journal of Insect Physiology* 70: 94–101.

Wirtz, R.A., Taylor, S.L., Semey, H.G. (1978): Concentrations of substituted p-benzoquinones and 1-pentadecene in the flour beetles *Tribolium confusum* J. du Val and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Comparative Biochemistry and Physiology* 61: 25-28.

Wistrand, H. (1974): The msg mutant: genotype-environment interaction for productivity in *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Tribolium confusum* Duval. *Journal of Stored Products Research* 10: 133-146.

Wong, N., Lee, C. (2011): Relationship between population growth of the red flour beetle *Tribolium castaneum* and protein and carbohydrate content in flour and starch. *Journal of Economic Entomology* 104: 2087-2209.

Wu, J., Jayas, D.S., Zhang, Q., White, N.D.G., York, R.K. (2013): Feasibility of the application of electronic nose technology to detect insect infestation in wheat. *Canadian Biosystems Engineering* 55: 3.1-3.9.



Xue, M., Subramanyam, B., Shi, Y.-C., Campbell, J., Hartzer, M. (2010): Development, relative retention, and fecundity of *Tribolium castaneum* (Herbst) on different starches. *Julius-Kühn-Archiv* 425: 207–211.

Yao, X., Chu, J., He, X., Si, C. (2014): Grain yield, starch, protein, and nutritional element concentrations of winter wheat exposed to enhanced UV-B during different growth stages. *Journal of Cereal Science* 60: 31-36.

Yoon, C., Kang, S.H., Jang, S.A., Kim, Y.J., Kim, G.H. (2007): Repellent efficacy of caraway and Grapefruit oils for *Sitophilus oryzae* (Coleoptera-Curculionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 10(3): 263-267.

You, C.X., Zhang, W.J., Guo, S.S., Wang, C.F., Yang, K., Liang, J.Y., Wang, Y., Geng, Z.F., Du, S.S., Deng, Z.W. (2015): Chemical composition of essential oils extracted from six *Murraya* species and their repellent activity against *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and Products* 76: 681–687

Zapata, N., Smagghe, G. (2010): Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and *Drimys winteri* against *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and Products* 32: 405–410.

Ziegler, J.R. (1977): Dispersal and reproduction in *Tribolium*: the influence of food level. *Journal of Insect Physiology* 23: 955-960

<http://www.ifif.org>

## 8. PRILOZI

### Prilog 1. Uticaj početne gustine populacije sa neodređenim odnosom polova roditelja na brojnost i dužinu perioda eklozije imaga

Tabela P1.1. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u kontroli pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	10								25								50								100							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	2	0	0	0	0	0	4	3	2	5	0	0	0	0	3	5	1	1	0	2	4	1	1	0	5	3	2	5	0	0
	4	7	16	4	2	4	1	5	25	15	9	23	0	1	8	5	16	16	13	9	0	10	14	8	10	5	18	13	7	12	4	7
	15	9	30	12	7	16	7	25	25	35	15	21	7	16	16	17	27	49	30	31	15	34	36	24	8	15	16	14	25	35	7	26
	26	31	50	27	20	40	28	44	50	52	28	62	18	51	31	38	64	96	41	51	42	44	38	38	31	54	41	18	25	45	21	43
	28	29	47	31	33	39	28	50	85	66	46	70	38	64	46	48	71	113	70	76	54	100	90	74	50	88	42	21	53	120	14	78
	27	29	57	34	32	28	33	65	78	105	78	93	46	73	75	72	101	126	105	115	78	125	130	80	78	105	89	41	80	161	24	111
5. dan	100	105	200	108	94	127	97	189	263	273	176	269	109	205	176	180	279	400	259	282	189	313	308	224	177	267	206	107	190	373	70	265
	41	71	70	51	55	36	37	60	124	137	86	161	94	101	132	102	150	169	139	131	101	106	152	110	97	134	73	54	83	205	26	104
	22	47	64	54	81	77	72	82	138	118	95	153	100	110	117	86	201	150	125	112	114	110	134	128	72	123	89	45	113	165	51	110
	23	46	60	37	52	70	67	73	99	87	115	119	92	95	97	91	129	111	118	110	97	102	106	105	65	82	105	44	112	106	48	94
	34	40	40	57	70	60	66	70	122	104	131	121	87	120	82	103	144	122	146	108	127	113	111	105	81	125	113	58	97	127	46	117
	30	39	39	50	60	56	78	70	104	94	98	108	91	97	75	111	148	87	133	102	119	90	113	107	106	118	104	83	86	130	52	136
10. dan	150	243	273	249	318	299	320	355	587	540	525	662	464	523	503	493	772	639	661	563	558	521	616	555	421	582	484	284	491	733	223	561
	30	34	8	45	49	58	66	50	94	81	105	114	75	87	65	48	141	83	87	65	103	58	96	102	154	122	90	101	102	103	62	103
	4	20	4	25	24	47	32	23	43	32	73	32	44	37	38	35	61	16	52	32	79	44	58	68	136	105	167	118	105	70	102	75
	1	14	4	14	12	31	18	10	14	10	39	20	18	11	16	21	25	8	28	18	50	42	35	56	154	54	161	136	134	33	110	72
	2	5	1	8	5	15	11	9	21	8	24	16	12	9	12	6	25	7	21	16	20	28	20	36	104	39	122	118	84	30	97	51
	1	4	1	5	10	10	5	9	10	2	19	14	14	3	13	12	7	5	17	7	23	22	16	32	60	24	46	92	60	24	72	31

15. dan	38	77	18	97	100	161	132	101	182	133	260	196	163	147	144	122	259	119	205	138	275	194	225	294	608	344	586	565	485	260	443	332		
	1	2	0	4	1	5	6	1	10	5	14	8	9	4	7	7	13	3	7	5	12	16	12	17	21	16	33	62	60	12	76	14		
	0	0	0	3	0	3	1	1	5	3	3	2	5	3	4	2	1	0	4	2	5	8	4	11	15	6	13	37	40	4	75	9		
	0	0	0	1	0	3	0	1	2	1	5	1	2	3	4	4	4	0	3	2	4	3	5	10	8	7	4	21	25	3	43	11		
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	2	1	0	1	0	3	1	3	2	6	2	5	6	12	2	21	4		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	1	2	1	1	7	5	1	18	0		
20. dan	1	2	0	8	1	11	7	3	18	11	25	12	16	11	17	15	19	3	15	9	27	29	25	41	52	32	56	133	142	22	233	38		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	4	2	0	15	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	4	2	0	21	0		
Ukupno	289	427	493	462	513	598	556	648	1054	960	988	1144	752	886	840	810	1332	1166	1141	993	1050	1059	1178	1116	1261	1226	1337	1096	1312	1393	990	1196		

Tabela P1.2. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u mekinjama pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	10								25								50								100							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljaj nja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	1	0	5	0	0	2	1	1	0	0	5	4	7	3
	2	1	0	0	6	3	1	4	4	1	1	6	19	10	22	22	5	5	1	2	16	11	14	19	2	3	3	10	16	18	16	18
	2	2	1	0	15	18	4	35	10	5	11	9	26	41	46	34	10	19	12	6	20	42	35	43	4	10	7	4	13	29	27	33
	3	5	2	4	15	25	12	26	13	7	34	9	39	61	36	27	16	21	25	19	21	71	66	61	13	16	9	15	19	35	42	49
	4	12	5	10	8	32	16	37	26	31	41	28	38	59	30	36	46	50	49	44	34	90	82	35	41	39	36	52	13	47	50	35
	7	17	9	14	13	25	14	39	50	31	33	40	40	34	35	46	47	74	76	60	61	88	62	80	89	58	53	78	19	67	54	40
5. dan	18	37	17	28	57	103	47	141	103	75	120	92	162	205	169	165	124	169	163	131	152	302	259	238	149	126	108	159	187	196	189	175
	18	25	10	21	19	29	15	47	84	71	67	71	44	53	63	74	78	112	105	108	80	75	63	82	106	95	101	85	13	75	60	21
	27	31	4	32	31	44	26	61	69	51	64	54	51	36	72	48	92	110	108	83	43	94	64	85	115	72	78	94	9	70	57	32
	27	53	6	35	35	63	31	95	75	50	100	60	104	94	128	97	135	104	101	104	45	70	84	55	70	52	74	103	9	49	28	42
	30	56	18	50	35	40	41	70	80	66	94	72	73	72	79	78	110	92	93	80	79	91	118	105	67	55	60	85	10	40	28	41
	28	60	10	36	25	41	40	69	88	75	95	80	95	97	96	105	108	114	103	79	92	145	114	96	72	80	81	99	16	74	39	38
10. dan	130	225	48	174	145	217	153	342	396	313	420	337	367	352	438	402	523	532	510	454	339	475	443	423	430	354	394	466	231	308	212	174
	32	60	17	48	37	53	43	70	70	86	126	68	84	89	107	94	140	146	175	96	91	102	89	93	114	90	86	98	6	49	43	41
	20	54	13	40	16	33	22	39	56	57	75	54	24	103	67	80	114	105	115	106	49	69	52	79	71	86	81	101	6	42	44	27
	13	48	12	29	8	15	22	11	84	40	58	43	26	91	57	45	113	110	106	115	83	135	87	101	64	78	91	83	16	46	24	29
	5	15	4	11	9	10	6	5	75	26	29	32	19	52	23	26	110	84	90	71	72	110	86	79	74	66	78	79	6	60	36	45
	3	12	0	7	7	4	9	1	42	29	14	27	12	35	26	19	64	99	90	85	68	94	69	85	61	73	70	72	8	66	57	35
15. dan	73	189	46	135	77	115	102	126	327	238	302	224	165	370	280	264	541	544	576	473	363	510	383	437	384	393	406	433	215	263	204	177
	2	12	2	4	2	1	2	3	49	27	15	21	11	15	20	25	66	88	73	88	65	65	47	63	66	74	79	57	12	72	42	33
	1	11	1	7	1	1	6	1	28	16	11	9	8	18	7	23	31	42	42	49	83	35	32	55	47	69	57	42	4	41	39	34
	2	5	0	1	0	1	3	0	18	13	5	6	7	8	6	13	23	33	39	39	73	28	36	27	52	75	58	65	4	43	34	30

	1	5	0	2	1	0	0	0	17	4	4	3	4	5	6	10	22	24	13	18	47	20	19	18	41	75	43	41	5	49	41	21		
	0	2	0	2	0	1	1	0	5	0	2	1	6	6	3	4	8	9	6	8	27	8	11	17	35	65	22	26	3	42	30	17		
20. dan	6	35	3	16	4	4	12	4	117	60	37	40	36	52	42	75	150	196	173	202	295	156	145	180	241	358	259	231	189	247	186	135		
	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	3	4	3	4	6	6	9	18	6	17	12	11	51	22	8	4	55	27	16		
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	1	2	4	5	5	5	12	2	8	6	9	53	12	12	12	51	37	30		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	4	2	3	8	1	3	3	10	43	4	6	8	50	31	14		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	3	1	2	7	1	2	4	10	31	7	7	6	49	41	25		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	2	1	11	19	5	6	8	48	30	33		
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	12	5	8	10	19	14	19	50	10	32	26	51	197	50	39	179	253	166	118		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	6	8	6	4	9	23	35	41		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	5	16	14	24		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	13	34	20		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13	33	22	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	17	15	
30. dan	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	6	14	9	5	110	74	133	122		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	9	9	
Ukupno	227	486	114	354	283	439	314	613	948	686	879	693	735	991	934	920	1348	1460	1437	1279	1206	1453	1263	1308	1262	1443	1226	1333	1128	1352	1111	918		

Tabela P1.3. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u prekrupi pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	10								25								50								100							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
I. dan	3	1	0	0	1	0	2	0	2	2	1	3	4	2	3	8	1	0	0	0	0	2	4	2	2	0	1	0	0	1	0	2
	4	6	2	2	4	6	4	2	3	5	4	5	4	3	4	7	3	0	0	4	2	4	5	4	4	2	3	3	1	1	0	1
	10	11	16	7	11	10	7	2	12	24	16	15	10	4	4	8	9	8	2	14	5	2	6	4	15	5	6	4	0	0	0	1
	11	15	21	15	9	16	8	9	23	23	14	18	16	3	12	10	23	13	13	18	1	10	8	3	14	16	16	7	1	2	4	8
	12	19	18	10	19	14	11	11	15	12	11	16	14	10	18	19	15	22	15	14	4	12	14	9	11	10	16	10	4	4	4	6
	7	17	9	6	29	24	21	20	13	15	9	12	33	9	20	20	9	14	14	15	4	10	13	10	11	12	12	4	0	2	4	4
5. dan	44	68	66	40	72	70	51	44	66	79	54	66	77	29	58	64	59	57	44	65	16	38	46	30	55	45	53	28	6	13	12	20
	13	23	18	13	22	39	31	32	13	14	12	16	30	10	15	20	16	18	6	14	4	5	14	4	5	7	6	9	0	4	1	4
	9	18	11	13	23	36	17	28	11	7	14	17	21	17	13	16	15	19	15	10	8	8	9	8	8	9	10	5	1	2	2	3
	7	11	14	15	20	36	26	31	10	5	12	8	23	10	13	18	14	8	10	8	6	8	6	7	6	3	8	4	0	2	2	6
	15	10	14	15	33	28	18	20	15	20	14	16	15	8	26	12	17	23	12	8	6	10	4	6	11	6	13	9	1	2	2	4
	14	21	8	18	22	30	18	17	26	18	26	16	11	7	12	12	27	18	19	15	6	3	4	3	11	11	14	7	1	2	1	2
10. dan	58	83	65	74	120	169	110	128	75	64	78	73	100	52	79	78	89	86	62	55	30	34	37	28	41	36	51	34	3	10	8	19
	18	23	8	12	22	35	18	16	20	15	22	13	14	7	7	11	31	19	17	21	6	15	5	6	15	11	18	6	0	1	3	3
	14	14	4	8	11	25	9	16	14	16	24	8	12	7	14	14	24	17	20	31	6	6	7	8	14	6	22	6	1	1	5	8
	10	6	2	2	6	12	6	13	10	7	6	4	21	13	14	19	25	26	28	13	4	10	5	4	17	16	19	13	0	0	6	7
	4	5	0	1	13	16	10	16	14	3	9	2	26	16	18	24	27	21	17	20	9	11	7	7	17	5	29	11	2	1	1	8
	6	3	2	0	13	11	5	8	4	3	9	1	21	18	25	27	5	12	8	17	11	14	6	6	21	12	14	14	1	1	4	6
15. dan	52	51	16	23	65	99	48	69	62	44	70	28	94	61	78	95	112	95	90	102	36	56	30	31	84	50	102	50	4	4	19	32
	4	3	1	0	9	5	8	6	3	2	9	3	16	22	27	30	8	9	6	12	11	21	13	10	27	13	19	12	4	2	6	6
	1	1	0	0	6	3	5	4	1	2	4	0	19	25	24	29	3	5	9	8	14	30	15	18	23	14	13	18	2	2	4	7
	1	0	0	0	1	1	2	2	1	2	1	1	11	10	13	20	8	2	5	4	12	22	7	13	16	11	4	19	3	3	3	7
	0	0	0	0	1	1	2	1	1	0	0	0	4	25	8	10	6	2	4	5	18	18	11	20	18	9	15	19	1	1	3	7
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	25	6	8	1	1	3	3	20	24	18	25	12	9	8	16	3	2	2	8

20. dan	6	4	1	0	17	10	18	13	6	6	14	4	53	107	78	97	26	19	27	32	75	115	64	86	96	56	59	84	13	18	18	35	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	5	2	2	2	3	2	24	17	12	20	5	10	3	9	2	2	5	12	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	2	5	2	1	0	2	20	23	21	21	5	9	3	9	2	3	5	13	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	3	1	1	0	0	1	26	21	26	22	2	10	2	4	2	4	4	17	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	20	20	16	13	2	5	2	2	0	0	4	17	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	25	8	23	16	4	0	0	1	2	3	3	20	
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	38	12	9	5	3	3	5	115	89	98	92	18	34	10	25	8	22	21	79	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6	14	21	2	0	0	1	2	1	9	24	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5	17	14	0	0	0	2	4	3	10	13	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	12	15	0	0	0	1	7	2	12	18	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	10	15	0	0	0	0	4	3	8	23	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	7	0	0	0	0	6	6	9	19	
30. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	16	57	72	2	0	0	4	23	36	48	97	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0	6	5	16	20	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12	8	20	16		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	16	4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	14	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	5	22	2	
35. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0	59	56	88	47	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7	23	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	7	24	2		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5	20	2		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	9	15	2		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	13	15	1		
40. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	65	97	9		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6	12	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	9	10	1		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5	7	0		

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	12	6	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	4	0
45. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	51	39	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1	0	
50. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	5	0	
Ukupno	163	207	148	137	275	348	229	254	211	195	217	174	335	289	308	351	292	260	226	259	329	352	339	344	298	221	276	225	332	283	355	341



Tabela P1.4. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u kukuruznom stočnom brašnu pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	10								25								50								100								
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. dan	0	0	0	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1	2	3	1	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	2	4	2	1	0	1	0	2	0	3	4	5	3	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	
	2	2	1	4	0	2	0	2	5	5	2	5	3	4	4	2	1	4	1	4	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	1	1	
	4	3	6	3	4	3	1	3	7	0	2	7	4	3	4	3	1	12	2	3	2	2	0	2	1	4	2	4	0	3	2	1	
	6	5	6	4	4	3	2	4	9	3	2	7	2	6	7	2	7	4	4	5	2	3	5	2	1	1	1	4	1	2	1	1	
	4	10	9	6	4	4	3	5	10	6	2	3	4	9	4	6	9	4	5	5	4	5	1	3	3	4	2	2	1	2	1	5	
5. dan	16	20	22	19	16	14	7	14	32	14	10	22	16	26	24	16	18	26	14	17	14	10	7	9	5	10	8	10	2	8	7	9	
	9	4	5	11	7	5	3	4	14	10	9	7	6	9	5	7	3	6	12	3	2	2	1	3	1	0	4	4	2	2	5	2	
	3	7	12	9	7	2	5	5	11	10	11	7	9	4	8	5	3	3	5	5	2	3	2	2	0	1	2	3	0	1	3	2	
	2	8	5	13	7	6	5	3	13	8	5	8	3	3	6	4	3	11	8	3	6	4	2	2	3	1	4	3	1	0	2	1	
	6	12	13	14	6	5	4	5	8	9	14	8	10	3	11	10	10	8	11	4	4	2	1	4	1	1	2	9	3	2	2	2	
	8	15	23	13	12	4	5	7	21	11	9	11	10	12	15	13	12	11	17	11	7	4	4	6	1	5	1	10	1	2	4	0	
10. dan	28	46	58	60	39	22	22	24	67	48	48	41	38	31	45	39	31	39	53	26	21	15	10	17	6	8	13	29	7	7	16	7	
	10	11	22	18	12	8	12	14	16	19	15	16	13	6	23	17	13	11	10	11	5	8	4	11	2	2	4	8	0	2	5	1	
	12	14	21	13	14	8	13	15	35	28	15	18	11	9	15	6	15	11	27	10	3	18	2	11	5	2	3	10	0	3	1	0	
	10	10	15	12	17	11	11	12	35	22	23	19	17	22	12	17	20	21	30	8	7	7	5	8	5	3	5	15	0	2	4	1	
	7	12	18	13	9	12	6	11	30	27	22	20	26	14	14	15	36	30	29	12	10	9	7	7	9	8	8	15	3	7	5	1	
	4	9	12	12	17	19	7	12	25	36	18	19	19	8	16	16	20	17	24	30	11	14	7	6	9	6	5	27	2	5	4	4	
15. dan	43	56	88	68	69	58	49	64	141	132	93	92	86	59	80	71	104	90	120	71	36	56	25	43	30	21	25	75	5	19	19	7	
	9	12	12	7	17	10	9	9	28	27	25	22	21	16	18	14	21	22	40	28	16	22	17	11	15	14	9	23	4	4	2	3	
	2	11	4	8	16	7	12	7	21	23	17	19	23	14	24	17	20	26	21	19	14	18	21	14	13	21	11	51	1	0	4	1	

	1	1	7	7	14	8	7	8	21	15	19	20	19	21	19	18	20	29	32	16	13	16	6	17	18	18	17	41	3	5	5	1
	0	3	3	7	16	4	6	6	15	18	14	19	25	23	11	16	18	38	31	15	16	14	13	10	13	19	13	47	5	8	4	1
	3	1	5	9	10	4	8	6	18	20	16	12	26	18	15	12	19	30	18	30	19	12	19	12	22	21	13	43	7	12	6	2
20. dan	15	28	31	38	73	33	42	36	103	103	91	92	114	92	87	77	98	145	142	108	78	82	76	64	81	93	63	205	20	29	21	8
	2	5	5	5	7	3	5	5	16	18	24	18	22	12	14	12	26	25	20	15	15	22	16	9	22	28	17	45	5	6	7	2
	2	2	2	2	4	2	7	3	12	16	20	24	14	13	13	12	32	20	26	17	16	21	20	8	36	42	21	47	7	6	6	5
	1	2	2	1	1	0	2	2	4	18	10	17	8	14	20	12	24	22	16	18	19	18	20	11	31	44	20	36	8	7	13	5
	0	1	0	1	0	1	0	2	2	4	6	9	7	12	11	7	23	11	22	23	14	12	20	14	43	48	23	43	11	9	16	7
	1	1	0	1	0	1	0	1	2	4	5	6	8	8	3	8	14	9	16	9	21	22	22	14	48	28	39	21	20	14	17	12
25. dan	6	11	9	10	12	7	14	13	36	60	65	74	59	59	61	51	119	87	100	82	85	95	98	56	180	190	120	192	51	42	59	31
	1	1	0	0	0	0	0	0	8	8	10	7	10	12	9	7	24	9	13	11	30	16	27	17	32	56	42	21	20	15	28	16
	1	0	0	0	0	0	0	0	4	8	7	4	8	8	10	6	12	9	9	14	25	25	35	17	45	67	29	19	17	15	42	14
	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	2	3	7	7	10	6	11	10	11	13	28	21	23	17	36	52	46	13	20	14	34	20
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	6	3	7	7	5	3	18	7	11	13	24	19	24	11	27	66	59	7	20	21	18	18
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	0	3	3	5	3	7	5	9	9	21	11	27	11	16	50	37	8	38	35	24	26
30. dan	2	1	0	0	0	0	0	0	21	32	32	17	35	37	39	25	72	40	53	60	128	92	136	73	156	291	213	68	115	100	146	94
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	2	3	3	4	2	4	2	4	9	13	6	20	15	8	22	26	4	43	40	34	30
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	2	0	2	4	2	6	5	6	5	20	8	12	23	26	4	53	46	54	20
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	2	1	2	4	1	3	3	12	7	20	10	3	12	17	1	43	32	50	47
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	1	5	3	0	3	5	3	13	8	4	13	13	3	48	30	51	34
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	3	4	2	4	5	2	8	12	1	50	30	50	31
35. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	9	6	3	9	5	8	17	10	13	23	40	23	77	46	29	78	94	13	237	178	239	162
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	3	2	1	1	2	3	2	8	2	46	38	50	31
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	2	4	3	5	0	35	27	25	26
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	2	2	2	4	1	26	26	21	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	2	1	2	1	32	18	24	22
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	3	0	23	14	17	23

40. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	0	17	3	1	1	13	12	8	22	4	162	123	137	127
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	3	0	11	12	10	15	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	3	0	15	9	9	16	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	7	10	6	20	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	3	10	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	2	8	
45. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	1	0	8	0	46	47	30	69	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	2	7	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	3	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	3	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	5	
50. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	18	4	22	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	10	
Ukupno	110	162	208	196	211	135	136	151	408	393	349	344	352	315	344	288	460	443	496	410	407	374	431	327	500	699	566	596	657	576	679	546

Tabela P1.5. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u hrani za svinje pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	100								50								50								100							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	0	0	3	7	2	3	0	2	1	0	4	9	4	4	0	0	1	1	7	5	9	2	0	0	0	1	3	0	2	0
	1	2	3	0	17	18	11	15	2	1	1	3	14	31	30	23	0	5	15	1	14	17	13	11	4	4	6	8	4	5	6	4
	1	4	10	0	23	32	33	28	5	9	2	2	21	40	39	27	1	5	22	3	20	23	16	21	4	4	2	9	17	11	13	5
	5	8	18	5	35	24	36	30	17	18	18	10	24	37	59	20	4	12	52	11	25	27	20	17	7	9	9	34	17	12	10	5
	12	20	36	10	23	38	40	34	36	19	52	46	28	40	40	15	12	37	120	35	18	17	11	11	5	13	21	71	17	7	5	2
	21	17	42	24	23	46	41	35	41	38	39	62	23	17	25	20	12	46	135	38	13	18	8	13	13	20	21	94	6	4	2	3
5. dan	40	51	109	39	121	158	161	142	101	85	112	123	110	165	193	105	29	105	74	88	90	102	68	73	33	50	59	47	61	39	36	19
	35	36	44	45	32	61	45	50	65	62	52	93	38	30	36	16	55	56	136	40	30	21	8	19	12	21	20	86	3	5	2	4
	36	42	56	64	42	51	34	56	82	67	56	84	47	32	51	17	53	74	143	35	22	16	8	5	12	20	13	62	3	1	4	0
	22	38	61	57	40	50	34	59	71	51	52	46	26	26	33	17	40	35	73	20	7	6	2	2	9	18	19	48	2	3	3	0
	35	39	59	65	38	45	32	50	63	43	48	72	31	36	36	16	48	61	66	17	11	8	4	3	5	11	9	45	3	1	1	1
	30	35	43	59	65	62	38	62	65	43	39	52	36	58	48	17	43	42	48	22	5	10	0	2	2	13	8	40	2	1	0	1
10. dan	158	190	263	290	217	269	183	277	346	266	247	347	178	182	204	83	239	268	214	134	75	61	22	31	40	83	69	64	13	11	10	6
	25	43	56	73	58	58	31	54	72	39	41	54	36	68	71	16	63	28	73	27	12	8	3	5	1	14	6	54	3	1	0	0
	16	25	53	48	42	59	19	26	62	42	52	43	52	62	64	26	68	57	111	34	11	4	4	5	0	12	7	29	3	1	0	0
	14	26	20	43	22	35	6	14	77	51	60	50	53	78	52	30	53	48	67	23	13	6	4	4	3	13	5	22	1	2	2	1
	5	9	8	14	12	14	0	4	66	42	61	40	41	53	50	25	66	53	35	23	15	15	4	6	2	4	4	28	1	3	0	0
	4	4	6	8	3	5	3	8	45	51	65	22	38	60	51	38	73	67	16	42	8	9	1	7	3	2	3	45	0	3	2	1
15. dan	64	107	143	186	137	171	59	106	322	225	279	209	220	321	288	135	323	253	242	149	59	42	16	27	9	45	25	26	8	10	4	2
	7	4	1	4	5	5	3	4	31	29	38	26	58	41	32	38	59	71	20	55	16	7	3	4	4	5	4	65	0	2	1	1
	1	4	1	5	2	2	0	1	27	36	48	29	36	45	31	32	112	70	15	75	13	7	7	5	1	9	4	52	2	2	0	0
	1	1	2	3	3	1	0	0	18	32	35	12	31	22	23	35	64	51	11	90	17	8	3	6	5	6	8	47	3	1	3	1
	0	2	1	3	2	2	1	2	12	16	25	5	22	27	9	37	41	42	3	51	13	10	2	4	5	13	6	46	1	0	0	0

	0	0	1	1	1	2	0	0	6	5	12	4	14	13	5	51	23	40	5	41	12	11	2	4	3	11	7	65	0	1	0	0
20. dan	9	11	6	16	13	12	4	7	94	118	158	76	161	148	100	193	299	274	295	312	71	43	17	23	18	44	29	30	6	6	4	2
	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	6	4	3	3	2	29	10	13	1	35	10	8	3	3	1	8	1	37	2	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	0	3	1	3	53	6	8	0	47	16	11	4	13	1	5	3	46	2	1	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	2	1	1	31	3	7	3	31	18	11	5	11	1	7	4	41	1	1	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	1	2	2	0	35	7	4	1	8	22	8	2	4	3	13	3	55	2	2	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	1	2	23	4	5	1	10	23	12	2	8	4	12	1	27	3	3	2	1
25. dan	0	0	0	0	1	0	0	0	6	13	22	7	11	8	8	171	30	37	66	131	89	50	16	39	10	45	12	23	10	8	5	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	9	0	2	0	5	25	18	3	7	6	8	6	24	2	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	0	2	26	21	5	8	3	6	0	12	3	3	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	34	15	5	13	5	8	2	14	4	5	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11	3	10	6	15	4	5	4	6	0	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	12	4	6	4	12	2	2	0	3	0	1
30. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3	17	3	3	4	7	124	77	20	44	24	49	14	29	13	17	0	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15	4	6	9	19	7	2	1	2	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14	4	8	15	17	8	2	0	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	3	5	19	17	3	1	3	3	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	26	2	6	12	18	8	1	1	3	0	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	24	7	11	8	12	3	1	1	1	0	0
35. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	104	20	36	63	83	29	58	6	10	1	5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	22	6	10	10	25	6	1	4	3	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	23	7	10	10	24	12	2	1	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	24	5	15	16	27	10	0	1	3	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	24	5	12	24	28	6	0	2	2	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	2	5	25	34	7	0	2	4	0	1
40. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	111	25	52	85	138	41	88	10	13	3	7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19	3	11	33	17	8	0	3	3	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	28	3	16	24	20	11	0	0	1	0	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	2	12	28	19	13	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	3	17	43	20	12	0	0	2	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25	4	22	41	10	23	0	1	1	1	0
45. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	108	15	78	169	86	67	107	4	8	2	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	2	18	51	13	16	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	2	13	44	14	26	0	1	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	9	22	4	13	0	1	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	14	17	1	16	0	2	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	15	11	3	13	0	1	1	1	0	
50. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	65	10	69	145	35	84	88	5	5	2	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10	6	2	14	0	1	2	1	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14	3	0	8	0	2	5	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15	0	0	10	0	3	7	2	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	14	1	0	13	0	2	6	1	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	5	0	1	2	0	2	
55. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	60	10	2	50	21	9	22	5	7	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	7	0	4	1	0	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	0	0	2	0	4	2	0	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	1	0	2	3	0	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	0	0	2	0	1	3	2	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	2	0	2	2	0	2	
60. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	26	0	0	14	5	13	11	2	6	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	1	0	1	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	2	0	1	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	2	0	5	2	0	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	3	2	0	2	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	3	1	1	
65. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7	0	0	5	2	11	7	1	4	

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
70. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0	0		
Ukupno	271	359	521	531	492	617	409	535	869	709	820	762	685	835	800	708	923	940	896	822	831	775	306	567	606	660	498	589	172	167	77	70

Tabela P1.6. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u hrani za koke nosilje pri početnoj gustini populacije od 10, 25, 50 i 100 insekata

Gustine	10								25								50								100							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	6	6	3	0	0	0	1	5	6	2	10	1	0	3	0	1	2	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	21	31	20	7	1	3	0	2	17	12	8	14	1	1	2	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
	29	37	24	19	4	8	7	8	37	19	18	31	0	2	3	0	1	5	2	7	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	49	53	56	40	24	26	16	26	45	21	37	47	1	9	5	1	2	6	5	8	2	0	1	2	0	0	1	1	1	2	0	1
	54	74	58	24	21	21	20	26	77	31	58	58	3	17	17	3	2	9	10	13	2	0	1	3	0	0	1	0	1	2	0	1
5. dan	158	201	164	93	50	58	43	63	181	89	123	160	6	29	30	4	6	25	18	35	5	2	2	7	1	0	3	3	2	4	0	4
	62	71	47	27	40	31	15	26	54	27	48	50	6	22	9	4	2	14	14	0	5	1	0	2	0	0	3	2	2	1	0	1
	89	77	47	20	26	21	22	17	84	60	61	93	3	14	6	3	4	25	19	11	0	0	0	2	1	1	1	3	0	0	0	1
	89	62	48	35	30	12	25	22	69	73	57	66	3	19	4	2	5	27	19	17	1	0	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0
	69	82	60	29	32	26	23	31	78	70	85	114	2	22	4	2	5	28	27	17	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0
	64	48	15	44	32	21	29	32	56	64	61	68	2	70	7	2	5	29	26	16	0	0	0	3	4	0	0	1	1	0	0	0
10. dan	373	340	217	155	160	111	114	128	341	294	312	391	16	147	30	13	21	123	105	61	6	1	1	8	5	1	6	12	3	2	0	2
	64	39	25	20	24	20	25	32	47	119	96	95	1	30	7	1	6	36	31	26	1	2	0	1	1	1	1	2	0	0	1	0
	42	24	13	15	26	18	16	28	25	104	81	54	1	19	3	1	12	29	24	24	0	2	1	0	2	2	0	0	0	1	1	0
	42	23	11	23	23	13	16	23	25	67	72	52	1	18	10	1	5	33	24	29	1	1	0	0	1	0	2	1	1	0	1	0
	24	9	3	7	21	21	19	35	15	65	60	28	2	22	3	1	9	39	32	30	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1
	10	6	6	4	21	26	14	23	6	58	48	18	2	40	3	2	6	40	35	34	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
15. dan	182	101	58	69	115	98	90	141	118	413	357	247	7	129	26	6	38	177	146	143	2	6	2	2	5	5	3	3	1	2	3	1
	0	0	1	1	9	16	17	23	2	26	17	7	2	48	2	2	8	41	36	37	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0
	2	1	4	2	7	5	14	20	1	19	11	4	1	31	6	3	10	47	58	47	1	0	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0



	2	2	1	0	2	6	5	10	1	12	6	3	1	20	15	2	10	62	34	60	2	0	0	0	3	4	3	1	0	1	0	0
	1	2	2	0	1	1	2	5	0	10	5	2	1	12	9	1	9	68	46	73	0	0	0	0	6	4	0	0	0	2	0	1
	0	2	0	0	3	1	1	1	1	7	4	2	5	2	11	5	11	55	44	69	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0
20. dan	5	7	8	3	22	29	39	59	5	74	43	18	10	113	43	13	48	273	218	286	5	3	2	3	16	11	4	4	0	3	0	1
	1	1	0	0	1	1	1	0	2	5	1	1	12	10	18	10	12	41	26	55	1	1	4	3	1	0	1	1	0	3	0	0
	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	11	5	14	9	13	65	30	66	6	1	1	3	5	1	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	2	12	6	11	63	25	51	6	1	3	8	5	1	0	1	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	17	4	14	42	26	42	5	1	2	4	4	0	0	1	0	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	17	6	17	37	19	38	5	2	3	3	5	1	1	1	0	0	1	0
25. dan	1	1	0	0	1	2	1	0	3	5	4	1	48	21	78	35	67	248	126	252	23	6	13	21	20	3	2	4	0	5	2	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	17	8	16	26	16	24	6	0	1	3	12	0	1	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	19	6	22	8	15	18	4	1	2	5	13	5	2	1	2	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	7	5	16	3	1	2	4	1	2	3	13	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	24	7	13	6	11	9	2	1	1	2	12	6	1	1	2	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	27	10	19	5	6	6	3	1	2	3	24	4	2	1	0	1	1	0
30. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1	94	36	86	48	49	59	19	4	8	16	74	16	7	4	4	2	2	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	31	26	21	5	2	5	4	3	4	3	16	8	2	3	1	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	60	15	27	2	8	1	9	2	4	4	19	3	1	1	0	1	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	37	16	27	1	1	1	8	1	4	3	19	7	2	1	1	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	23	15	24	0	2	1	7	3	2	5	24	6	2	1	2	1	2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	47	20	29	1	2	2	8	3	4	6	26	3	1	1	1	0	2	1
35. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	198	92	128	9	15	10	36	12	18	21	104	27	8	7	5	3	6	3
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	40	17	24	0	2	0	7	2	6	7	26	10	0	0	0	1	3	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	10	19	28	0	0	1	6	3	6	7	38	3	2	0	1	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	11	18	23	0	1	1	7	3	4	7	38	11	2	3	1	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	5	17	10	0	0	1	11	5	4	7	22	13	4	0	1	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	7	12	9	0	1	0	5	1	3	6	31	13	6	2	1	1	0	1
40. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	73	83	94	0	4	3	36	14	23	34	155	50	14	5	4	3	5	3

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	2	13	7	0	0	0	4	2	2	3	33	12	2	3	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	19	6	0	0	0	6	4	2	3	26	10	4	3	1	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	1	23	7	0	0	0	10	5	4	12	22	12	3	4	2	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	20	4	0	0	0	15	4	6	5	18	19	4	2	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	10	10	4	0	0	0	8	2	2	4	10	20	10	3	0	1	0	0
45. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	0	14	85	28	0	0	0	43	17	16	27	109	73	23	15	3	2	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	19	2	0	0	0	3	1	7	5	5	15	6	1	0	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	15	0	0	0	0	8	3	4	5	4	19	5	4	1	1	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	18	0	0	0	0	8	3	3	5	4	18	4	4	0	1	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	19	0	0	0	0	15	2	5	6	0	16	3	4	1	1	2	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	11	0	0	0	0	8	1	8	6	0	9	10	0	1	1	2	0
50. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	82	2	0	0	0	42	10	27	27	13	77	28	13	3	4	7	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7	0	0	0	0	9	5	3	7	0	12	4	3	1	1	2	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	0	0	0	0	9	4	2	7	0	6	7	2	1	2	2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	12	1	4	5	0	4	6	5	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	3	6	8	0	6	5	3	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	3	3	0	7	1	0	1	1	0	1
55. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	19	0	0	0	0	45	14	18	30	0	35	23	13	4	4	4	3
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	6	0	2	2	1	1	1	0	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	11	0	1	2	0	0	1	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	3	12	0	4	3	0	1	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	9	0	2	2	1	0	1	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6	0	0	1	1	0	1	1	1
60. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	19	12	44	0	9	10	3	2	5	3	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	6	0	0	2	1	1	2	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	3	2	0	0	1	1	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	1	0	0	1	1	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1



Tabela P1.7. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u kontroli pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	1								2								5								10							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	0	1	0	0
	2	2	5	0	2	8	9	3	3	10	8	1	8	5	15	6	4	4	4	7	11	25	28	16	8	10	13	15	6	21	4	17
	8	8	9	3	10	12	14	15	15	13	14	12	18	24	31	10	12	11	12	11	41	28	31	32	19	34	32	35	18	36	14	30
	7	12	16	6	22	15	18	18	16	19	15	23	15	18	31	29	22	20	13	11	35	44	43	46	30	37	40	25	16	49	25	26
	12	14	12	13	13	15	9	11	20	25	19	27	24	22	29	28	29	23	47	27	49	40	33	32	40	37	45	52	40	44	37	38
	18	17	14	24	18	13	12	19	26	23	26	21	28	32	27	35	37	32	27	36	42	39	51	36	39	48	33	41	27	25	40	47
5. dan	47	53	56	46	65	63	62	66	80	90	82	84	93	101	133	108	104	90	103	92	178	176	186	162	136	166	163	168	107	175	120	158
	11	10	12	14	18	8	20	14	19	17	18	19	20	18	18	33	25	52	38	46	33	30	48	43	15	28	27	20	28	24	44	35
	15	8	10	12	8	10	15	20	20	16	15	10	15	17	15	24	42	37	21	36	18	20	20	13	20	17	26	19	20	26	32	13
	13	12	12	15	11	6	10	9	15	12	11	15	12	12	10	17	25	28	31	23	15	26	15	14	21	18	16	27	20	21	13	17
	10	8	6	5	4	8	5	5	15	17	16	10	10	15	11	10	23	22	21	21	17	15	11	17	13	14	15	18	25	21	13	17
	0	13	2	1	1	6	3	2	13	12	9	16	7	13	15	13	20	15	14	19	12	20	10	22	26	22	20	10	25	21	28	14
10. dan	49	51	42	47	42	38	53	50	82	74	69	70	64	75	69	97	135	154	125	145	95	111	104	109	95	99	104	94	118	113	130	96
	0	8	1	1	0	2	0	3	7	4	7	6	4	5	5	4	17	20	21	12	9	8	11	10	23	8	9	11	12	18	20	12
	1	5	0	0	1	1	1	0	6	6	11	6	2	2	1	1	11	15	9	12	8	4	6	12	19	14	14	4	13	18	10	7
	0	1	0	0	0	1	0	0	2	3	5	3	1	2	1	1	9	13	4	15	7	3	4	5	21	10	6	3	23	20	8	11
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	0	0	1	8	5	2	10	4	4	2	4	14	8	3	3	8	8	5	11
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	10	4	0	12	3	3	1	0	4	6	1	0	8	6	5	5
15. dan	1	14	1	1	1	4	1	3	19	13	25	17	8	9	7	7	55	57	36	61	31	22	24	31	81	46	33	21	64	70	48	46
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	7	0	1	0	1	3	2	2	0	5	4	2	3

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	1	2	2	1	1	3	4	3	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	4	2	3	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	6	4	4	1	13	10	8	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno	98	118	99	94	108	105	117	119	181	181	176	171	165	185	209	212	297	302	264	298	305	311	316	304	318	316	305	286	302	369	306	305

Tabela P1.8. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u mekinjama pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	10								2								5								10															
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled											
Ponavljjanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	1	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	2	5	0	1	5	1	0	1	0	2	1	4	0	3	1	1	1	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0
	1	5	0	0	4	3	4	0	2	6	1	6	6	9	8	6	4	19	4	7	17	13	9	5	9	6	10	14	10	4	4	8	1	7	0	3	8	4	2	3
	1	7	0	3	8	4	2	3	11	8	6	2	11	9	11	9	20	15	5	5	18	14	13	13	17	6	15	17	20	16	10	12	0	4	0	1	13	8	3	5
	0	4	0	1	13	8	3	5	6	3	2	2	13	16	12	14	8	9	7	11	12	16	16	25	12	14	11	9	15	17	15	12	2	6	2	3	17	7	9	10
	2	6	2	3	17	7	9	10	14	10	3	5	20	11	13	13	17	15	14	11	35	17	14	18	26	7	15	18	16	17	28	16	3	9	4	5	14	10	10	10
	3	9	4	5	14	10	10	10	16	12	12	19	20	15	20	16	20	26	24	26	17	20	23	15	33	16	31	23	30	18	22	18	5. dan							
	7	31	6	12	56	32	28	28	49	39	24	34	70	60	64	58	69	84	54	60	99	80	75	76	97	49	82	81	91	72	79	66	3	9	11	18	10	13	20	9
	3	9	11	18	10	13	20	9	17	21	22	21	18	13	22	18	30	26	30	30	24	18	27	24	58	35	40	30	32	26	25	35	10. dan							
	10	17	13	9	11	11	20	7	14	18	21	22	20	25	18	21	29	28	23	31	22	17	20	35	39	35	41	35	40	48	24	26	8	7	16	10	13	9	16	14
	8	7	16	10	13	9	16	14	12	14	25	16	15	21	18	18	24	18	22	33	23	17	23	21	35	33	20	27	25	33	24	21	7	13	10	11	8	10	16	10
	7	13	10	11	8	10	16	10	14	13	17	13	11	15	16	16	22	12	17	21	20	25	13	18	26	22	23	25	23	25	22	17	5	11	12	7	9	10	15	10
	5	11	12	7	9	10	15	10	17	13	18	12	12	20	13	14	14	7	16	19	27	25	20	19	18	22	22	16	30	24	22	27	10. dan							
	33	57	62	55	51	53	87	50	74	79	103	84	76	94	87	87	119	91	108	134	116	102	103	117	176	147	146	133	150	156	117	126	12	18	12	10	6	6	8	9
	12	18	12	10	6	6	8	9	21	11	17	15	10	17	12	12	23	13	15	10	18	19	20	25	17	16	19	16	25	30	16	22	10	6	5	7	5	5	8	7
	10	6	5	7	5	5	8	7	11	6	15	10	12	10	8	8	14	6	8	7	18	20	15	20	6	5	14	15	26	22	18	10	5	5	11	6	2	1	6	2
	5	5	11	6	2	1	6	2	11	5	17	14	11	8	6	7	10	6	7	4	19	17	12	17	4	11	11	9	23	19	17	18	2	4	11	8	3	1	2	3
	2	4	11	8	3	1	2	3	7	6	9	4	5	3	5	3	4	8	6	3	6	13	11	9	4	6	3	2	17	10	12	19	3	2	6	3	1	0	2	3
	3	2	6	3	1	0	2	3	4	3	5	3	2	2	1	1	3	5	5	3	5	5	6	2	2	8	6	8	5	6	6	8	15. dan							
	32	35	45	34	17	13	26	24	54	31	63	46	40	40	32	31	54	38	41	27	66	74	64	73	33	46	53	50	96	87	69	77	3	1	5	2	0	0	0	0
	3	1	5	2	0	0	0	0	3	1	5	2	1	0	1	0	2	1	4	0	2	4	1	3	3	7	4	2	8	6	8	8								

	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	7	1	7	5	3	2	5	3	1	6	1	3	5	6	3	8	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	12	4	2	1	6	3	2	4	5	5	9	7	7	10	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	1	3	4	7	5	6	2	9	8	10	12		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	4	2	1	8	3	3	6	8	6	5	
20. dan	4	1	7	2	0	0	0	0	4	1	5	3	1	0	1	0	17	5	25	11	12	9	19	15	14	30	19	15	37	35	34	43	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	3	2	2	6	4	5	2	3	2	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	5	2	5	0	1	4	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	3	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	1	1	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	1	3	2	5	14	10	14	6	6	10	11	
Ukupno	76	125	120	103	126	98	143	102	181	151	195	167	187	196	189	176	260	225	230	232	298	266	266	284	329	286	313	294	381	357	309	324	

Tabela P1.9. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u prekrupi pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	1								2								5								10															
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled											
Ponavljjanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	0	0	0	0	2	4	0	1	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
	0	1	1	0	1	2	3	0	1	0	0	2	1	3	0	2	0	2	0	0	1	1	4	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	
	1	1	0	0	2	0	2	1	1	0	0	1	1	5	3	0	0	3	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1	1	4	4	2								
	0	0	0	1	3	4	5	2	3	1	1	1	3	5	4	2	1	5	2	0	2	2	1	2	7	3	1	3	2	1	2	2								
	3	2	3	5	4	5	4	4	3	3	2	6	6	5	3	7	3	7	3	7	2	5	6	7	2	3	2	5	2	6	5	7								
5. dan	4	4	4	6	12	15	14	8	9	4	4	11	11	20	10	11	4	17	5	8	6	10	14	10	11	7	3	10	6	13	14	12								
	2	2	2	6	3	6	5	3	6	8	2	9	4	4	8	2	6	8	3	8	6	4	7	4	3	2	4	4	2	8	8	9								
	3	4	5	4	2	5	7	6	4	4	2	7	8	10	3	10	3	10	3	6	7	5	2	7	6	7	3	3	5	7	6	8								
	4	4	2	8	6	6	10	4	3	1	5	8	5	7	5	5	0	9	2	4	6	4	12	6	2	2	3	1	2	4	7	10								
	1	2	6	2	3	3	5	2	2	3	1	6	5	5	1	2	4	5	1	3	3	0	8	3	1	2	5	2	2	5	7	6								
	0	2	1	1	2	2	5	1	4	2	2	2	3	4	5	5	3	2	3	7	5	3	3	3	2	1	3	7	3	7	5	6								
10. dan	10	14	16	21	16	22	32	16	19	18	12	32	25	30	22	24	16	34	12	28	27	16	32	23	14	14	18	17	14	31	33	39								
	4	3	1	1	1	1	4	1	3	1	0	4	3	1	2	1	1	5	0	5	2	5	2	4	2	0	3	7	3	5	4	3								
	0	2	4	4	2	1	2	2	3	5	6	6	4	1	4	5	6	10	2	5	2	6	3	6	4	4	5	2	9	9	4	6								
	4	6	3	8	1	0	1	3	2	2	7	3	1	2	2	3	1	11	2	7	2	2	1	2	6	3	6	4	5	4	2	2								
	2	3	2	4	1	1	1	2	1	4	0	1	1	1	3	2	3	4	1	8	3	2	2	2	4	9	4	10	6	5	2	2								
	2	2	2	1	1	0	2	2	2	1	0	3	7	6	8	9	4	2	3	4	2	1	1	3	3	9	4	4	2	3	5	1								
15. dan	12	16	12	18	6	3	10	10	11	13	13	17	16	11	19	20	15	32	8	29	11	16	9	17	19	25	22	27	25	26	17	14								
	1	2	1	1	0	1	3	1	1	2	3	7	2	0	2	1	2	2	1	1	3	0	1	2	1	3	7	7	3	2	4	2								
	0	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	3	0	1	1	2	6	5	4	0	2	1	0	3	3	2	1	3	2	2	3	1								



	2	0	0	1	0	1	1	2	0	0	4	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1	5	1	2	3	1	1	1	
	2	1	0	0	1	0	1	2	0	0	4	1	2	0	1	1	4	2	0	2	0	0	1	0	1	3	3	1	2	2	2	0	
	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	1	0	1	1	0	1	2	1	3	1	0	1	1	1	2	4	3	2	1	0	1		
20. dan	5	5	3	6	2	3	7	8	4	5	13	13	6	3	5	6	14	14	7	7	1	1	1	0	7	15	16	16	12	8	10	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	1	1	0	2	16	10	10	11	1	5	1	2	0	1	1	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1	6	1	1	1	0	0	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	1	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	6	2	1	0	0	7	5	1	3	16	10	10	11	3	19	4	10	1	2	1	2	
Ukupno	31	39	35	51	36	44	66	42	44	42	44	79	62	65	57	61	56	104	33	75	61	54	66	61	54	80	63	80	58	82	75	72	

Tabela P1.10. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u kukuruznom stočnom brašnu pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	10								5								5								10							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	2	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	0	0	1	2	2	3	3	0	0	4	1	0	1	3	2	1	0	0	1	0	1	2	2	2	1	1	0	1	0	1	0	0
	0	0	3	2	2	1	4	0	0	3	0	0	0	0	5	2	0	1	2	2	0	4	1	5	3	5	3	2	2	0	0	1
	0	1	5	3	2	6	5	0	3	3	0	1	4	4	5	0	0	0	0	0	4	1	2	2	1	0	1	2	4	3	0	0
	3	1	1	3	2	8	1	1	0	2	0	0	4	5	8	5	1	2	5	2	2	6	0	8	5	5	2	5	4	5	2	1
5. dan	3	2	10	12	9	19	14	1	4	14	1	1	9	12	21	8	1	3	8	4	7	14	5	17	10	12	6	10	10	9	3	2
	2	0	4	2	3	5	8	0	5	5	6	1	6	9	5	5	1	4	4	1	5	6	8	8	2	10	3	4	8	6	1	1
	4	0	6	9	1	2	5	3	3	3	2	2	5	5	3	7	1	7	4	3	6	8	5	7	4	2	3	1	14	7	5	4
	7	5	2	7	5	1	4	3	5	4	11	0	4	9	4	7	4	2	3	4	6	4	5	5	8	7	6	6	9	7	1	2
	4	3	5	7	4	0	5	3	5	9	4	6	11	7	6	4	3	4	6	2	15	13	13	17	7	6	6	4	16	10	2	6
	5	4	7	8	2	6	2	8	6	4	4	2	5	4	8	7	4	8	4	6	5	8	9	4	3	12	11	6	15	5	5	9
10. dan	22	12	24	33	15	14	24	17	24	25	27	11	31	34	26	30	13	25	21	16	37	39	40	41	24	37	29	21	62	35	14	22
	4	2	3	5	10	5	1	8	4	6	5	6	8	8	4	11	10	4	4	8	6	9	5	5	10	12	6	7	13	7	7	11
	5	6	8	4	8	5	6	9	5	6	9	3	8	8	7	14	0	4	3	6	10	7	9	5	23	6	6	9	15	11	6	6
	4	4	4	4	10	4	7	4	9	11	10	7	13	7	10	14	7	4	5	9	8	7	6	9	8	11	12	5	18	12	8	13
	1	7	4	2	5	6	4	6	12	8	7	5	10	4	10	10	9	8	7	7	7	13	9	13	16	20	17	13	17	22	15	15
	6	8	1	1	4	4	3	8	8	9	10	7	7	6	8	9	10	9	15	14	11	15	5	12	18	24	20	15	15	25	16	22
15. dan	20	27	20	16	37	24	21	35	38	40	41	28	46	33	39	58	36	29	34	44	42	51	34	44	75	73	61	49	78	77	52	67
	5	6	1	2	2	3	3	4	9	10	10	7	13	6	6	9	10	10	18	15	10	13	8	13	10	14	15	15	23	26	19	21
	4	5	2	3	1	2	2	2	7	6	6	4	5	3	6	7	9	10	14	11	20	20	10	15	24	21	14	16	20	23	22	22
	0	5	2	7	2	2	1	4	3	5	3	7	6	3	5	6	8	8	9	9	19	18	13	15	19	23	16	12	6	21	29	23
	1	2	3	2	1	0	2	1	3	6	7	3	4	3	5	4	12	4	15	9	15	14	10	13	12	16	9	17	13	14	22	20

	0	4	0	0	0	3	2	1	3	3	5	3	2	1	6	3	1	10	15	14	13	11	9	12	15	5	16	18	12	14	30	29	
20. dan	10	22	8	14	6	10	10	12	25	30	31	24	30	16	28	29	40	42	71	58	77	76	50	68	80	79	70	78	74	98	122	115	
	0	2	1	0	0	0	0	1	5	2	1	2	2	1	1	1	4	8	9	5	16	10	10	11	15	10	16	15	11	11	20	16	
	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	4	2	1	0	0	5	6	11	8	11	9	7	7	12	10	15	13	7	8	15	14	
	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	4	1	0	1	0	4	5	8	7	7	7	8	5	8	4	6	16	6	5	10	8	
	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	5	0	0	0	0	6	3	1	14	3	2	3	2	8	3	4	2	5	3	5	8	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	5	2	6	2	2	4	3	3	3	5	7	3	1	5	4	
25. dan	0	2	1	0	0	0	0	1	14	8	6	15	5	2	2	1	22	27	31	40	39	30	32	28	46	30	46	53	32	28	55	50	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	7	7	2	1	3	0	3	2	9	9	3	2	5	3	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	4	1	0	3	1	2	2	3	7	1	1	1	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	3	0	1	2	1	2	2	0	4	1	0	2	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	2	0	3	1	1	4	1	1	1	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					3	1	1	1	0	1	0	0	
30. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	19	16	4	2	10	2	13	8	14	25	6	5	9	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	1	0	0	0	0	
Ukupno	55	65	63	76	67	67	69	66	105	118	106	79	121	97	116	126	122	134	184	178	206	212	171	202	252	241	228	237	262	253	255	261	

Tabela P1.11. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u hrani za svinje pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	1								2								5								10															
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled											
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	0	0	1	0	1	2	0	0	2	3	2	2	0	2	0	1	3	1	0	1	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	2	0	3
	0	0	0	2	3	5	1	0	4	2	5	6	4	5	7	6	4	4	4	7	7	5	4	9	2	0	2	5	3	8	5	4								
	0	2	1	2	4	2	2	5	8	5	5	12	7	10	12	6	12	11	12	11	14	12	13	10	14	12	11	15	15	12	13	12								
	1	5	3	5	5	4	3	7	16	10	11	18	13	10	11	17	22	20	13	11	24	26	17	20	16	10	23	15	19	14	29	19								
	1	1	6	5	9	6	7	2	27	23	12	20	19	14	16	12	28	25	13	10	17	25	29	14	21	15	19	18	29	16	17	18								
	1	3	1	5	8	6	6	6	22	30	14	22	18	14	29	21	29	25	11	19	16	30	29	25	18	22	25	14	25	15	24	16								
5. dan	3	11	11	19	29	23	19	20	77	70	47	78	61	53	75	62	95	85	53	58	78	98	92	78	71	59	80	67	91	65	88	69								
	4	4	4	5	6	6	11	5	19	17	13	12	10	20	16	16	18	14	12	16	12	25	21	24	10	15	13	12	29	16	24	24								
	4	8	6	11	8	9	9	9	15	14	13	8	15	15	16	13	25	13	12	27	19	27	20	21	17	18	24	20	29	25	19	30								
	6	8	11	6	11	6	11	11	12	9	27	14	12	10	17	16	18	7	17	14	17	16	14	23	20	24	29	11	22	26	31	22								
	5	14	12	8	9	9	10	12	16	17	13	13	11	10	16	18	24	18	18	16	16	15	14	16	21	20	15	14	30	27	17	21								
	2	11	5	10	7	6	10	9	16	11	11	22	11	11	12	17	20	18	10	12	15	20	13	15	10	12	13	15	22	20	10	20								
10. dan	21	45	38	40	41	36	51	46	78	68	77	69	59	66	77	80	105	70	69	85	79	103	82	99	78	89	94	72	132	114	101	117								
	5	14	9	18	8	6	10	10	16	13	8	12	11	10	12	18	6	10	10	13	13	11	12	12	7	9	16	21	16	21	17	19								
	2	10	4	1	5	5	9	8	13	10	8	12	10	6	10	13	12	16	11	16	11	12	12	17	14	16	18	20	16	22	13	16								
	4	5	4	2	5	4	4	8	8	5	4	4	6	5	6	6	13	12	8	15	12	12	12	14	18	13	13	10	13	24	15	16								
	4	3	1	2	2	2	5	4	5	11	2	6	5	4	4	3	17	9	24	19	11	10	7	9	22	17	26	29	12	20	15	9								
	3	5	5	3	1	1	2	0	0	5	0	4	2	3	2	1	8	8	15	22	7	6	9	7	25	16	21	28	13	16	13	8								
15. dan	18	37	23	26	21	18	30	30	42	44	22	38	34	28	34	41	56	55	68	85	54	51	52	59	86	71	94	108	70	103	73	68								
	2	3	4	2	0	1	1	1	0	2	1	4	1	0	1	0	6	4	23	19	6	8	7	7	47	37	26	27	10	18	10	10								
	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	5	1	3	1	0	12	1	21	9	4	5	4	4	27	25	23	22	8	6	12	8								

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1	1	11	6	2	3	2	2	17	14	11	11	5	7	6	7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2	4	1	3	2	3	7	4	6	8	5	5	6	6
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	0	2	1	1	5	5	5	1	3	2	3	2	
20. dan	2	5	4	2	0	1	1	1	1	4	2	10	4	6	3	1	21	8	60	40	13	21	16	17	103	85	71	69	31	38	37	33
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	2	0	1	4	2	9	14	2	1	2	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	8	2	2	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	1	1	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	2	0	1	13	5	23	21	5	3	3	1	
Ukupno	44	98	77	87	92	80	101	97	200	189	150	197	158	155	189	185	282	221	252	271	227	275	243	257	351	309	362	337	329	325	302	291

Tabela P1.12. Brojnost potomaka i dužina perioda eklozije imaga u hrani za koke nosilje pri početnoj gustini populacije od 1, 2, 5 i 10 parova insekata

br. parova	1								2								5								10							
	I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled				I ogled				II ogled			
Ponavljanja	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1. dan	1	0	2	1	1	0	0	2	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0
	2	0	2	2	3	1	2	4	1	3	0	2	3	0	5	2	0	0	1	1	1	1	2	2	0	3	0	0	2	1	0	0
	10	0	11	3	5	5	4	5	0	1	5	3	9	1	5	1	3	0	1	1	1	5	5	4	0	1	1	0	4	1	2	1
	15	2	11	6	8	12	4	7	2	1	5	0	9	5	4	4	4	3	9	0	7	9	8	9	0	4	4	0	6	3	1	1
	15	2	10	11	9	14	13	11	2	4	9	6	14	7	9	9	5	4	3	3	8	11	4	8	0	5	3	1	10	6	5	4
	12	4	8	14	8	7	8	7	2	9	14	9	13	7	14	10	3	9	7	2	7	16	9	11	4	5	6	3	9	9	6	2
5. dan	54	8	42	36	33	39	31	34	7	18	33	20	48	20	37	26	15	16	21	7	24	42	28	34	4	18	14	4	31	20	14	8
	5	5	12	10	6	10	15	10	7	11	22	12	17	11	8	11	8	15	8	7	11	24	12	18	7	11	5	4	19	10	9	8
	9	5	7	7	9	8	9	6	16	11	21	14	16	21	13	17	13	23	14	10	20	15	12	21	22	27	10	3	27	13	10	10
	10	16	2	9	10	7	11	7	17	14	15	14	14	20	17	20	26	28	25	12	23	16	17	23	23	36	21	8	19	18	26	12
	12	4	13	6	9	7	10	6	14	10	13	11	10	15	15	13	25	11	13	6	15	13	13	17	16	20	25	11	19	15	20	12
	9	19	12	8	10	11	13	5	12	9	15	20	9	16	15	15	15	6	10	4	10	16	11	12	11	12	11	17	12	11	15	13
10. dan	45	49	46	40	44	43	58	34	66	55	86	71	66	83	68	76	87	83	70	39	79	84	65	91	79	106	72	43	96	67	80	55
	3	8	13	7	6	7	5	6	15	11	12	11	8	11	10	16	17	12	13	2	15	15	14	11	20	13	22	17	13	13	14	18
	1	2	8	12	5	4	5	3	9	3	4	12	7	12	8	10	13	17	7	4	16	12	11	13	10	8	6	4	12	16	17	17
	1	5	4	10	3	2	2	1	6	3	3	10	6	12	7	18	11	11	6	7	13	17	17	10	8	13	7	10	14	14	20	15
	1	2	6	5	2	1	2	1	13	7	4	5	5	7	7	12	18	5	10	5	25	20	13	13	13	6	10	11	14	16	15	6
	0	1	1	0	1	2	1	0	5	12	3	11	3	4	4	8	19	18	6	6	19	10	19	10	14	13	15	15	16	14	23	22
15. dan	6	18	32	34	17	16	15	11	48	36	26	49	29	46	36	64	78	63	42	24	88	74	74	57	65	53	60	57	69	73	89	78
	0	2	0	0	1	0	1	0	4	5	2	8	1	3	2	4	22	15	16	6	20	10	14	7	17	14	23	13	26	16	20	15
	0	2	1	1	0	0	0	0	3	1	4	6	2	2	2	4	13	15	8	4	17	10	13	10	26	13	17	8	14	15	18	25

	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	5	1	1	0	4	7	9	9	8	10	7	11	6	17	12	15	11	16	18	18	20		
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	1	2	1	4	4	3	12	2	10	6	10	4	10	7	9	3	11	16	16	29		
	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4	0	1	0	3	6	6	17	5	7	4	10	3	9	17	18	9	6	9	10	21		
20. dan	0	4	1	1	1	0	1	0	13	9	11	28	5	9	5	19	52	48	62	25	64	37	58	30	79	63	82	44	73	74	82	110		
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	4	16	10	4	2	7	2	10	14	19	16	5	8	7	28		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22	10	2	1	3	1	2	4	17	16	3	7	5	22		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	17	12	1	1	2	1	4	8	7	18	3	6	5	15		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	14	13	2	2	2	0	3	8	5	22	2	2	3	11		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	16	1	0	0	1	1	7	3	20	1	1	2	11		
25. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9	8	72	61	10	6	14	5	20	41	51	92	14	24	22	87		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0	0	1	0	1	2	1	17	0	1	1	5		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	15	0	0	0	0	0	5	2	12	1	0	1	1		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	15	0	0	0	0	0	2	1	13	0	0	0	1		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	1	2	0	4	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	
30. dan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	64	0	0	1	0	2	12	4	48	1	1	2	7		
Ukupno	106	79	123	112	96	98	105	81	135	119	156	170	149	158	147	185	243	219	269	220	265	244	240	219	249	294	283	288	285	260	289	345		

**Prilog 2. Uticaj mirisa infestiranih i neinfestiranih supstrata na ponašanje *T. castaneum***

Tabela P2.1. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom ili u kraku olfaktometra sa mirisom neinfestiranih supstrata

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama											
	Kontrola	ksb*	Kontrola	hkn	Kontrola	hs	Kontrola	p	Kontrola	m	Kontrola	bk
1	150	310	155	420	160	305	60	500	0	600	0	600
2	120	290	210	285	115	445	65	520	160	430	95	410
3	15	570	125	450	95	470	0	510	200	390	45	440
4	0	600	0	580	0	550	220	180	95	450	15	570
5	25	565	135	170	100	365	30	480	15	535	0	600
6	0	600	105	495	0	600	45	455	10	520	0	600
7	0	365	110	325	70	525	0	560	0	580	0	600
8	0	600	125	390	160	285	60	540	65	480	0	600
9	30	570	185	400	15	575	110	420	0	600	0	590
10	95	270	85	490	55	520	0	600	0	600	30	570
11	45	525	140	400	130	295	75	500	0	595	45	485
12	260	335	105	245	160	420	30	555	35	540	110	465
13	0	600	30	570	225	325	160	315	180	370	0	600
14	0	600	200	385	0	600	115	435	0	565	30	560
15	20	580	0	600	170	420	60	540	240	325	180	400
16	0	600	0	570	0	600	40	365	50	545	40	490
17	255	315	105	120	15	515	0	535	0	600	0	600
18	0	600	0	600	0	560	0	600	0	600	0	600
19	170	180	200	380	60	530	220	300	45	550	0	600
20	0	590	0	600	0	600	0	500	5	550	225	350
<b>Ukupno</b>	<b>1185</b>	<b>9665</b>	<b>2015</b>	<b>8475</b>	<b>1530</b>	<b>9505</b>	<b>1290</b>	<b>9410</b>	<b>1100</b>	<b>10425</b>	<b>815</b>	<b>10730</b>

\*ksb-kukuruzno stočno brašno, hkn-hrana za koke nosilje, hs-hrana za svinje, p-pšenična prekrupa, m-pšenične mekinje, bk-brašno sa pivskim kvascem



Tabela P2.2. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom ili u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranih supstrata

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama											
	Kontrola	ksb*	Kontrola	hkn	Kontrola	hs	Kontrola	p	Kontrola	m	Kontrola	bk
1	25	300	45	115	0	420	200	345	225	290	255	275
2	0	540	200	230	105	320	295	180	0	570	225	240
3	0	600	140	430	15	550	35	395	55	515	220	350
4	20	400	160	200	0	430	150	330	15	540	0	600
5	285	240	135	120	145	450	205	95	285	315	95	415
6	105	420	135	145	35	505	120	300	0	600	85	180
7	10	305	155	195	95	235	130	265	20	85	280	225
8	0	600	95	310	100	240	200	345	110	225	85	495
9	190	255	260	195	0	590	280	260	0	595	100	220
10	0	350	170	230	25	380	165	210	0	585	210	360
11	0	595	0	600	230	285	225	120	0	600	30	560
12	40	375	0	600	60	320	160	365	0	600	150	450
13	50	445	185	180	210	340	45	285	0	515	165	180
14	180	225	85	65	90	415	180	410	0	570	0	600
15	195	400	90	205	0	590	0	590	0	460	85	515
16	0	600	175	200	0	600	190	395	40	410	135	460
17	10	475	15	335	150	150	90	430	70	515	105	340
18	120	275	225	165	115	270	225	185	70	490	0	450
19	125	430	165	265	170	170	285	280	0	540	135	335
20	45	430	140	440	0	590	75	260	60	485	120	455
<b>Ukupno</b>	<b>1400</b>	<b>8260</b>	<b>2575</b>	<b>5225</b>	<b>1545</b>	<b>7850</b>	<b>3255</b>	<b>6045</b>	<b>950</b>	<b>9505</b>	<b>2480</b>	<b>7705</b>

\*ksb-kukuruzno stočno brašno, hkn-hrana za koke nosilje, hs-hrana za svinje, p-pšenična prekrupa, m-pšenične mekinje, bk-brašno sa pivskim kvascem

Tabela P2.3. Broj sekundi koje su insekti proveli u kraku olfaktometra sa mirisom infestiranih ili neinfestiranih supstrata

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama											
	i* ksb**	ksb	ihk	hk	ihs	hs	ip	p	im	m	ibk	bk
1	235	80	485	30	230	240	450	125	265	70	340	180
2	285	265	185	315	540	25	355	120	210	240	350	195
3	495	55	405	45	350	170	370	190	600	0	405	145
4	600	0	145	135	355	25	240	210	580	0	560	0
5	205	85	325	100	455	10	255	215	490	40	245	170
6	355	150	355	55	510	60	600	0	600	0	335	210
7	550	0	590	0	435	35	370	190	560	0	545	30
8	245	135	340	90	140	0	145	230	420	140	360	195
9	500	0	480	10	600	0	265	215	600	0	405	90
10	305	195	360	220	600	0	395	135	450	40	520	45
11	285	100	280	120	275	70	180	265	570	0	480	35
12	600	0	195	150	260	65	410	185	305	55	305	175
13	445	0	570	30	125	10	260	185	240	175	315	190
14	205	210	200	45	540	40	430	155	415	0	320	245
15	65	45	250	130	440	55	330	175	480	60	525	95
16	195	75	320	15	560	15	370	120	95	20	310	250
17	425	95	380	115	480	75	280	250	410	60	360	240
18	600	0	130	45	585	0	600	0	335	170	260	130
19	495	0	190	350	200	20	320	120	100	65	380	125
20	445	20	165	5	600	0	600	0	360	90	185	300
<b>Ukupno</b>	<b>7535</b>	<b>1510</b>	<b>6350</b>	<b>2005</b>	<b>8280</b>	<b>915</b>	<b>7225</b>	<b>3085</b>	<b>8085</b>	<b>1225</b>	<b>7505</b>	<b>3045</b>

\*i-infestirani supstrati, \*\*ksb-kukuruzno stočno brašno, hkn-hrana za koke nosilje, hs-hrana za svinje, p-pšenična prekrupa, m-pšenične mekinje, bk-brašno sa pivskim kvascem

Tabela P2.4. Broj sekundi koje su insekti proveli u kracima olfaktometra sa mirisom različitih infestiranih supstrata (poređenje uticaja različitih infestiranih supstrata)

Ponavljaj ja	Trajanje posete u sekundama																													
	ksb *		ksb hkn		ksb k		ksb p		ksb m		hkn. hs.		hkn m		hkn p		hkn. k		hs k		hs m		hs p		p k		m p		k m	
1	275	160	600	0	320	250	220	70	0	490	105	365	200	360	365	120	0	260	40	350	20	570	430	15	305	80	180	300	315	160
2	430	60	285	75	150	285	170	105	230	360	240	195	250	205	135	200	235	170	450	130	100	465	220	140	110	170	340	50	0	600
3	245	260	275	175	180	265	600	0	60	305	0	540	0	600	560	0	15	565	0	580	5	535	565	20	170	335	580	0	0	450
4	420	170	300	240	55	360	300	230	65	470	105	325	0	600	330	155	185	195	255	125	80	505	410	155	40	225	125	125	0	600
5	600	0	410	140	210	285	310	215	80	225	25	400	0	535	600	0	90	330	200	390	70	365	465	105	200	340	255	180	0	600
6	235	135	600	0	145	365	415	85	100	445	0	580	55	520	365	125	245	145	0	550	105	430	590	0	45	305	245	265	35	290
7	195	105	555	25	85	445	415	125	20	205	60	270	20	175	555	25	65	120	135	245	0	600	140	70	235	160	480	95	20	550
8	130	50	370	50	215	230	75	130	0	600	0	260	30	80	305	235	40	320	40	420	0	570	490	75	135	310	180	25	220	130
9	240	155	550	10	145	185	600	0	20	535	0	600	160	425	430	105	50	545	250	310	40	365	435	160	145	425	305	350	200	320
10	180	300	590	0	155	380	90	0	145	385	105	255	75	445	550	40	55	330	0	600	20	540	135	335	150	430	440	45	10	540
11	140	265	585	0	300	200	470	100	190	125	170	400	130	460	60	65	115	180	15	565	0	470	250	345	50	400	230	300	180	120
12	125	245	575	0	100	295	285	245	0	600	5	245	25	260	390	200	70	520	135	205	215	355	420	10	30	325	395	125	235	360
13	350	175	545	0	210	100	180	220	195	250	225	265	170	425	470	35	90	130	0	595	0	600	270	325	75	375	430	105	0	600
14	390	140	580	0	65	480	385	80	35	535	245	290	220	360	600	0	70	130	240	345	125	295	475	10	190	390	290	30	0	580
15	190	70	165	80	210	330	110	215	0	600	0	570	0	600	130	285	540	45	190	305	165	360	570	10	240	70	600	0	170	225
16	195	380	580	0	0	595	20	140	0	600	205	325	10	575	345	250	135	195	250	210	160	325	480	90	20	505	600	0	0	455
17	390	135	420	160	125	135	230	145	140	415	0	600	30	120	260	220	370	20	130	130	0	555	125	100	195	305	435	130	0	600
18	330	235	440	35	20	570	600	0	0	330	300	195	420	175	460	100	150	390	440	120	10	550	535	0	145	405	600	0	385	185
19	600	0	595	0	90	130	600	0	190	405	25	310	85	485	25	470	70	420	10	395	25	565	245	235	265	225	600	0	0	600
20	290	135	595	0	25	570	180	110	25	350	0	500	5	550	510	70	85	510	60	195	0	600	140	360	230	370	520	25	55	280
<b>Ukupno</b>	<b>595</b>	<b>317</b>	<b>961</b>		<b>280</b>	<b>645</b>	<b>625</b>	<b>221</b>	<b>149</b>	<b>823</b>	<b>181</b>	<b>749</b>	<b>188</b>	<b>795</b>	<b>744</b>	<b>270</b>	<b>467</b>	<b>552</b>	<b>284</b>	<b>676</b>	<b>114</b>	<b>962</b>	<b>739</b>	<b>256</b>	<b>297</b>	<b>615</b>	<b>783</b>	<b>215</b>	<b>182</b>	<b>824</b>

\*ksb-kukuruzno stočno brašno, hkn-hrana za koke nosilje, hs-hrana za svinje, p-pšenična prekrupa, m-pšenične mekinje, bk-brašno sa pivskim kvascem

Tabela P2.5. Broj poseta strani kutije bez supstrata (kontrola) ili strani kutije sa neinfestiranim supstratima

Ponavljanja	Broj poseta											
	hs*	kontrola	hkn	kontrola	m	kontrola	p	kontrola	bk	kontrola	ksb	kontrola
1	10	0	6	2	8	1	3	3	9	0	6	1
2	8	1	5	2	10	0	3	4	6	2	8	0
3	10	0	7	1	6	2	10	0	10	0	6	2
4	10	0	6	2	10	0	4	3	4	2	6	1
5	1	4	2	3	1	3	6	1	5	2	3	2
6	10	0	5	5	10	0	8	1	10	0	10	0
7	7	1	9	1	9	0	10	0	10	0	6	2
8	6	2	3	2	2	3	2	3	9	0	5	3
9	10	0	7	1	5	2	7	2	8	2	4	3
10	4	3	7	2	9	1	9	0	10	0	8	0
11	9	1	10	0	3	3	7	1	8	0	9	0
12	10	0	5	2	10	0	5	2	9	0	4	2
13	0	4	10	0	10	0	7	0	4	3	10	0
14	9	0	5	1	7	2	5	3	8	1	1	3
15	7	1	2	4	4	3	7	0	9	1	7	1
16	2	3	5	3	4	2	6	2	8	0	10	0
17	9	0	4	4	4	2	5	3	10	0	6	3
18	10	0	10	0	10	0	3	3	9	0	6	1
19	1	3	9	0	5	5	7	0	8	1	9	0
20	9	1	3	3	8	1	7	1	9	0	6	2
<b>Prosek</b>	<b>7,1</b>	<b>1,2</b>	<b>6</b>	<b>1,9</b>	<b>6,75</b>	<b>1,5</b>	<b>6,05</b>	<b>1,6</b>	<b>8,15</b>	<b>0,7</b>	<b>6,5</b>	<b>1,3</b>

\*hs-hrana za svinje, hkn-hrana za koke nosilje, m-pšenične mekinje, p-pšenična prekrupa, bk-brašno sa pivskim kvascem, ksb-kukuruzno stočno brašno

Tabela P2.6. Broj poseta strani kutije bez supstrata (kontrola) ili strani kutije sa infestiranim supstratima

Ponavljjanja	Broj poseta											
	hs*	kontrola	hkn	kontrola	m	kontrola	p	kontrola	bk	kontrola	ksb	kontrola
1	10	0	10	0	10	0	6	2	9	0	2	4
2	9	0	7	1	7	1	9	0	10	0	4	2
3	10	0	5	2	10	0	7	1	10	0	5	2
4	9	1	8	0	6	2	9	0	10	0	6	1
5	9	0	8	1	5	3	4	2	9	0	6	0
6	9	1	10	0	8	0	4	4	5	2	8	0
7	8	1	10	0	1	2	7	2	2	3	10	0
8	6	2	7	0	10	0	9	0	10	0	8	1
9	10	0	8	1	10	0	3	3	10	0	10	0
10	10	0	7	2	7	1	7	0	8	1	8	0
11	5	2	10	0	10	0	10	0	8	0	7	1
12	7	2	8	2	1	4	3	4	10	0	2	2
13	8	1	9	0	10	0	10	0	4	2	8	0
14	10	0	5	3	7	1	9	0	9	1	8	0
15	7	0	5	2	10	0	4	3	10	0	10	0
16	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	5	2
17	8	0	6	2	8	0	8	0	10	0	8	1
18	10	0	8	0	10	0	6	1	10	0	4	3
19	10	0	9	1	10	0	10	0	10	0	6	2
20	10	0	9	0	9	0	8	0	10	0	6	1
<b>Prosek</b>	<b>8,75</b>	<b>0,5</b>	<b>7,95</b>	<b>0,85</b>	<b>7,95</b>	<b>0,7</b>	<b>7,15</b>	<b>1,1</b>	<b>8,7</b>	<b>0,45</b>	<b>6,55</b>	<b>1,1</b>

\*hs-hrana za svinje, hkn-hrana za koke nosilje, m-pšenične mekinje, p-pšenična prekrupa, bk-brašno sa pivskim kvascem, ksb-kukuruzno stočno brašno

Tabela P2.7. Broj poseta strani kutije sa infestiranim ili neinfestiranim supstratima

Ponavljjanja	Broj poseta											
	i*hs**	hs	ihkn	hkn	im	nm	ip	np	ibk	bk	iksb	ksb
1	8	0	3	1	10	0	6	1	0	9	8	2
2	10	0	10	0	9	0	2	0	10	0	10	0
3	10	0	7	1	0	0	4	3	10	0	2	0
4	10	0	5	0	7	0	8	0	1	3	7	0
5	8	0	10	0	7	3	3	7	5	1	0	5
6	0	10	0	6	9	0	2	2	0	6	10	0
7	10	0	6	0	0	9	10	0	4	0	4	0
8	6	0	6	0	7	0	6	1	0	8	8	0
9	10	0	6	0	9	0	3	3	10	0	5	2
10	10	0	9	0	3	1	7	0	8	0	4	3
11	10	0	4	3	6	0	7	1	2	3	10	0
12	10	0	3	0	0	10	2	6	9	0	9	0
13	10	0	5	0	3	1	3	3	9	0	6	1
14	10	0	10	0	7	0	5	0	0	10	0	0
15	0	10	8	0	0	10	7	2	10	0	4	0
16	10	0	9	0	10	0	9	0	5	0	7	0
17	0	0	5	0	9	0	4	3	6	0	10	0
18	10	0	10	0	6	2	8	2	10	0	9	0
19	6	0	1	0	9	0	6	0	0	5	0	0
20	10	0	5	0	3	0	5	2	3	0	6	1
<b>Prosek</b>	<b>7,9</b>	<b>1</b>	<b>6,1</b>	<b>0,55</b>	<b>5,7</b>	<b>1,8</b>	<b>5,35</b>	<b>1,8</b>	<b>5,1</b>	<b>2,25</b>	<b>5,95</b>	<b>0,7</b>

\*i-infestirani supstrat, \*\*hs-hrana za svinje, hkn-hrana za koke nosilje, m-pšenične mekinje, p-pšenična prekrupa, bk-brašno sa pivskim kvascem, ksb-kukuruzno stočno brašno

Tabela P2.8. Poređenje uticaja različitih infestiranih supstrata (broj poseta)

Ponavljanja	Broj poseta																													
	hs	p	hs	m	hs	bk	hs	hkn	hs	ksb	hkn	bk	hkn	ksb	hkn	p	hkn	m	m	p	m	bk	m	ksb	p	ksb	p	bk	bk	ksb
1	5	1	9	0	0	7	7	0	2	8	2	4	0	4	3	2	0	9	5	2	0	7	3	2	2	6	0	6	1	3
2	5	0	0	5	0	10	3	6	2	5	1	3	0	9	3	5	0	9	4	1	3	3	8	2	2	3	2	2	7	1
3	8	0	2	5	10	0	1	5	2	4	2	7	5	4	4	2	1	7	3	2	7	0	2	2	0	9	0	10	2	3
4	4	3	2	3	0	10	6	3	3	3	0	10	2	5	10	0	4	2	6	2	0	5	4	1	3	1	0	6	7	3
5	2	8	2	7	1	6	0	10	3	6	0	10	0	4	2	2	3	5	10	0	3	2	7	3	0	5	0	9	6	4
6	2	1	5	3	2	2	8	0	4	1	2	4	3	3	0	8	3	4	5	2	1	1	4	1	0	9	4	5	6	2
7	4	1	2	3	0	5	2	4	0	6	0	9	2	4	4	3	1	2	0	5	6	0	7	0	5	2	2	6	3	2
8	3	2	0	10	0	7	6	0	0	5	4	4	0	5	4	3	2	4	10	0	10	0	6	0	7	0	2	5	5	3
9	7	0	2	5	1	6	0	4	5	4	0	10	1	7	5	1	0	9	6	2	3	1	6	2	0	5	0	7	0	6
10	0	4	0	3	2	6	5	2	1	5	1	2	2	2	1	4	1	5	9	1	5	1	7	2	2	4	1	8	9	0
11	5	3	0	10	2	3	4	0	0	6	4	5	1	6	9	0	2	3	7	1	10	0	5	2	2	8	2	5	9	0
12	0	8	0	10	4	4	3	4	2	5	2	4	0	8	2	5	2	1	8	0	3	2	7	0	6	2	0	9	5	0
13	5	3	2	4	0	8	0	7	0	8	2	3	0	6	2	4	2	4	4	0	4	2	4	5	2	6	0	10	4	2
14	10	0	1	4	0	10	0	10	4	2	3	5	2	5	0	10	0	10	5	2	3	3	0	3	2	1	1	5	4	5
15	10	0	2	3	3	4	7	3	4	3	7	0	9	0	7	0	2	3	4	1	2	4	8	0	4	2	0	9	3	0
16	7	1	2	4	0	9	2	0	3	4	0	8	2	5	6	3	1	3	6	0	4	2	4	1	2	5	1	6	2	3
17	5	0	2	5	0	5	4	5	0	10	3	2	0	7	2	0	2	6	4	0	2	3	7	2	2	4	0	7	8	0
18	4	5	2	3	10	0	7	0	3	2	0	8	2	1	5	3	1	4	5	0	3	4	8	1	5	5	1	5	7	3
19	0	5	1	7	0	8	4	3	0	8	0	6	6	0	2	4	3	2	5	0	10	0	10	0	3	6	3	4	3	6
20	8	1	2	4	0	7	4	4	2	5	4	1	0	10	6	0	0	9	5	0	9	0	5	0	3	3	0	9	9	0
<b>Prosek</b>	<b>4,7</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>4,9</b>	<b>1,75</b>	<b>5,85</b>	<b>3,65</b>	<b>3,5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1,85</b>	<b>5,25</b>	<b>1,85</b>	<b>4,75</b>	<b>3,85</b>	<b>2,95</b>	<b>1,5</b>	<b>5,05</b>	<b>5,55</b>	<b>1,05</b>	<b>4,4</b>	<b>2</b>	<b>5,6</b>	<b>1,45</b>	<b>2,6</b>	<b>4,3</b>	<b>0,95</b>	<b>6,65</b>	<b>5</b>	<b>2,3</b>

\*hs-hrana za svinje, hkn-hrana za koke nosilje, m-pšenične mekinje, p-pšenična prekrupa, bk-brašno sa pivskim kvascem, ksb-kukuruzno stočno brašno

### Prilog 3. Uticaj mirisa biljnih ekstrakata i etarskih ulja na ponašanje *T. castaneum*

Tabel P3.1. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja bosiljka pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	140	0	265	55	300	20
2	170	0	275	15	505	20
3	205	0	245	70	385	25
4	170	35	235	115	495	20
5	310	0	270	80	345	130
6	435	0	175	20	370	30
7	330	130	275	150	550	0
8	240	175	435	5	600	0
9	175	190	95	100	390	30
10	65	230	130	160	335	0
11	145	195	310	0	445	0
12	470	0	120	85	590	0
13	385	170	395	20	385	10
14	270	190	335	160	405	50
15	110	100	600	0	260	5
16	295	50	315	0	465	20
17	495	5	270	150	375	85
18	290	165	340	90	415	30
19	210	30	195	65	425	0
20	255	0	260	25	325	0
<b>Ukupno</b>	<b>5165</b>	<b>1665</b>	<b>5540</b>	<b>1365</b>	<b>8365</b>	<b>475</b>

Tabel P3.2. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja žalfija pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	335	65	540	0	255	0
2	290	0	105	110	155	50
3	420	145	490	5	390	40
4	165	30	205	80	550	0
5	220	85	190	80	395	0
6	130	95	80	150	250	95
7	575	0	305	55	225	40
8	370	45	260	125	330	30
9	165	175	155	150	455	0
10	455	90	60	130	220	110
11	290	140	375	115	265	0
12	215	135	295	115	265	75
13	280	110	110	230	230	75
14	235	105	275	0	250	15
15	350	130	160	15	220	60
16	340	40	165	85	240	0
17	300	55	375	80	270	0
18	280	110	355	55	245	70
19	435	35	420	0	230	100
20	175	135	260	0	190	10
<b>Ukupno</b>	<b>6025</b>	<b>1725</b>	<b>5180</b>	<b>1580</b>	<b>5630</b>	<b>770</b>



Tabela P3.3. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja peršuna pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	25	350	230	85	335	60
2	50	165	250	10	225	275
3	190	280	290	195	195	65
4	60	210	355	125	205	10
5	70	55	95	150	125	165
6	215	190	170	200	385	0
7	85	365	280	200	200	115
8	0	195	175	115	265	100
9	210	250	75	465	495	0
10	10	265	135	15	220	10
11	5	515	305	220	345	15
12	50	225	75	205	170	60
13	160	200	285	120	385	10
14	215	0	190	0	175	30
15	180	270	205	90	260	0
16	70	280	175	100	490	25
17	80	385	65	305	215	45
18	105	275	275	25	265	75
19	35	220	350	120	265	20
20	75	345	195	440	330	90
<b>Ukupno</b>	<b>1890</b>	<b>5040</b>	<b>4175</b>	<b>3185</b>	<b>5550</b>	<b>1170</b>

Tabela P3.4. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja *C. nervatus* pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	270	75	325	100	435	45
2	370	0	280	105	480	80
3	210	20	320	95	375	0
4	295	55	270	45	390	65
5	280	145	325	75	335	0
6	260	185	110	170	445	0
7	90	170	140	110	465	10
8	365	120	160	135	270	70
9	320	15	280	90	275	75
10	330	185	80	235	405	0
11	140	50	305	40	285	95
12	280	45	380	105	290	85
13	55	300	255	75	365	20
14	300	70	125	55	465	0
15	260	110	255	100	480	30
16	160	25	120	60	240	165
17	395	70	320	80	380	100
18	190	60	135	240	305	95
19	240	100	180	95	335	50
20	145	100	220	95	110	25
<b>Ukupno</b>	<b>4955</b>	<b>1900</b>	<b>4585</b>	<b>2105</b>	<b>7130</b>	<b>1010</b>

Tabela P3.5. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja biljke *C. proximus* pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	95	285	290	125	235	45
2	230	185	190	225	400	80
3	120	300	205	125	340	190
4	75	260	395	35	410	50
5	140	200	140	250	200	105
6	335	0	375	80	230	145
7	295	95	175	80	130	110
8	235	0	160	30	520	0
9	170	255	345	15	300	70
10	205	70	420	85	380	85
11	400	130	425	75	190	155
12	400	120	350	100	490	0
13	75	405	135	170	450	55
14	85	390	235	165	435	55
15	300	100	415	120	270	145
16	330	35	195	120	185	150
17	335	55	185	90	335	75
18	215	105	225	195	390	75
19	330	255	180	35	255	15
20	25	165	185	225	310	60
<b>Ukupno</b>	<b>4395</b>	<b>3410</b>	<b>5225</b>	<b>2345</b>	<b>6455</b>	<b>1665</b>

Tabela P3.6. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom etarskog ulja biljke *C. schoenanthus* pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	245	45	240	10	345	25
2	255	95	230	20	225	95
3	225	220	600	0	260	140
4	360	35	205	90	300	145
5	160	195	185	120	205	135
6	75	315	285	120	205	155
7	85	65	240	150	210	70
8	310	50	275	130	215	190
9	200	120	505	10	370	55
10	175	100	140	205	230	195
11	420	70	310	10	305	40
12	280	50	285	130	215	95
13	150	240	250	55	275	90
14	335	65	135	120	130	270
15	405	85	375	110	370	65
16	150	150	465	95	360	70
17	400	35	300	10	230	100
18	165	45	340	0	150	185
19	280	15	205	85	315	40
20	145	90	240	65	125	60
<b>Ukupno</b>	<b>4820</b>	<b>2085</b>	<b>5810</b>	<b>1535</b>	<b>5040</b>	<b>2220</b>

Tabela P3.7. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom ekstrakta belog luka pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	190	165	165	90	365	70
2	255	115	470	0	145	140
3	460	35	40	25	180	70
4	355	40	240	165	280	130
5	155	225	270	140	360	40
6	295	25	160	230	200	120
7	140	75	115	90	195	145
8	315	80	225	75	355	105
9	225	50	375	65	20	285
10	170	215	145	245	445	0
11	65	185	185	95	160	55
12	195	230	160	95	200	120
13	180	170	140	0	330	150
14	200	25	310	10	135	250
15	220	60	60	85	320	15
16	210	95	260	130	120	90
17	85	285	80	90	160	150
18	300	155	410	0	275	105
19	230	80	500	95	305	10
20	295	25	425	95	325	60
<b>Ukupno</b>	<b>4540</b>	<b>2335</b>	<b>4735</b>	<b>1820</b>	<b>4875</b>	<b>2110</b>

Tabela P3.8. Broj sekundi koje su insekti proveli u kontrolnom kraku olfaktometra ili kraku sa mirisom ekstrakta biljke *A. indica* pri koncentracijama od 0,01; 0,1 i 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama					
	Heksan	EU (0,01%)	Heksan	EU (0,1%)	Heksan	EU (1%)
1	165	70	435	10	360	15
2	295	65	295	80	150	20
3	405	40	305	40	200	60
4	200	140	180	145	440	110
5	430	40	180	115	345	0
6	240	190	205	90	450	0
7	210	250	515	10	450	0
8	190	175	310	115	360	20
9	235	180	240	165	345	85
10	235	70	305	120	415	40
11	385	85	345	90	265	110
12	300	30	445	95	325	155
13	190	250	245	55	120	235
14	35	225	250	185	115	230
15	335	25	280	305	185	105
16	220	115	320	120	355	90
17	360	165	200	115	375	130
18	235	250	460	20	275	135
19	270	180	195	105	285	205
20	185	205	350	35	410	175
<b>Ukupno</b>	<b>5120</b>	<b>2750</b>	<b>6060</b>	<b>2015</b>	<b>6225</b>	<b>1920</b>

Tabela P3.9. Broj sekundi koje su mušjaci i ženke proveli u kontrolnom (heksan) ili u kracima sa mirisom etarskih ulja peršuna, bosiljka i žalfije pri koncentraciji ulja od 0,01%

Ponavljjanja	Trajanje posete u sekundama											
	Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke	
	heksan	peršun	heksan	peršun	heksan	bosiljak	heksan	bosiljak	heksan	žalfija	heksan	žalfija
1	20	250	215	200	380	80	140	275	470	55	140	170
2	120	260	125	380	320	185	50	355	560	10	145	250
3	165	265	55	435	70	220	300	90	205	40	285	70
4	110	300	90	445	365	35	100	225	215	185	110	40
5	135	150	20	520	205	125	310	50	460	15	230	305
6	80	370	175	385	235	105	315	0	360	110	340	200
7	100	370	60	255	325	70	390	170	325	150	120	305
8	150	230	110	250	145	100	325	45	140	100	155	190
9	180	300	80	265	100	155	205	150	200	165	320	130
10	220	210	95	260	265	35	205	130	355	160	325	110
11	130	295	45	280	165	80	120	130	510	40	390	130
12	165	290	80	345	175	225	145	410	450	130	190	65
13	225	260	140	285	520	0	220	145	320	40	365	45
14	140	370	160	195	75	105	145	170	310	60	245	150
15	180	200	0	420	230	190	165	175	285	110	255	120
16	140	340	160	285	265	115	165	245	310	235	320	60
17	185	305	190	305	150	55	300	25	185	140	95	175
18	90	190	0	460	230	200	100	145	580	0	340	40
19	235	180	0	575	490	125	80	315	305	195	320	110
20	175	340	95	360	230	30	110	255	270	155	330	160
<b>Ukupno</b>	<b>2945</b>	<b>5475</b>	<b>1895</b>	<b>6905</b>	<b>4940</b>	<b>2235</b>	<b>3890</b>	<b>3505</b>	<b>6815</b>	<b>2095</b>	<b>5020</b>	<b>2825</b>
<b>Prosek</b>	<b>147,25</b>	<b>273,75</b>	<b>94,75</b>	<b>345,25</b>	<b>247</b>	<b>111,75</b>	<b>194,5</b>	<b>175,25</b>	<b>340,75</b>	<b>104,75</b>	<b>251</b>	<b>141,25</b>

Tabela P3.10. Broj sekundi koje su mušjaci i ženke proveli u kontrolnom (heksan) ili u kracima sa mirisom etarskih ulja peršuna, bosiljka i žalfije pri koncentraciji ulja od 0,1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama											
	Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke	
	heksan	peršun	heksan	peršun	heksan	bosiljak	heksan	bosiljak	heksan	žalfija	heksan	žalfija
1	275	155	100	265	170	175	215	100	335	0	260	120
2	395	70	125	335	375	0	335	65	370	170	545	30
3	525	20	230	165	260	30	360	35	400	120	490	15
4	350	85	110	360	355	85	230	290	525	0	465	40
5	185	260	435	120	140	100	400	0	270	160	225	20
6	290	205	235	280	365	30	535	60	305	190	365	185
7	180	150	280	230	435	20	115	140	470	50	375	25
8	200	110	215	220	430	60	155	245	240	70	285	55
9	255	175	175	315	50	235	125	140	190	160	490	45
10	320	195	285	265	125	265	195	215	365	10	360	50
11	205	255	225	265	215	195	160	115	265	85	410	85
12	315	105	100	380	125	165	415	30	355	160	540	40
13	320	5	60	405	370	35	220	200	165	20	320	160
14	375	40	110	330	260	175	280	145	310	115	270	10
15	195	210	190	95	505	30	275	185	400	0	240	85
16	345	120	180	330	290	100	400	45	555	0	375	55
17	305	185	115	355	435	50	385	75	510	0	305	75
18	355	130	280	210	250	235	85	225	330	115	370	120
19	125	185	185	275	300	60	95	225	520	40	385	195
20	135	225	120	350	265	100	575	0	470	0	390	15
<b>Ukupno</b>	<b>5650</b>	<b>2885</b>	<b>3755</b>	<b>5550</b>	<b>5720</b>	<b>2145</b>	<b>5555</b>	<b>2535</b>	<b>7350</b>	<b>1465</b>	<b>7465</b>	<b>1425</b>
<b>Prosek</b>	<b>282,5</b>	<b>144,25</b>	<b>187,75</b>	<b>277,5</b>	<b>286</b>	<b>107,25</b>	<b>277,75</b>	<b>126,75</b>	<b>367,5</b>	<b>73,25</b>	<b>373,25</b>	<b>71,25</b>

Tabela P3.11. Broj sekundi koje su mušjaci i ženke proveli u kontrolnom (heksan) ili u kracima sa mirisom etarskih ulja peršuna, bosiljka i žalfije pri koncentraciji ulja od 1%

Ponavljanja	Trajanje posete u sekundama											
	Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke		Mušjaci		Ženke	
	heksan	peršun	heksan	peršun	heksan	bosiljak	heksan	bosiljak	heksan	žalfija	heksan	žalfija
1	510	0	435	65	480	25	280	95	210	50	450	65
2	335	70	240	95	475	50	190	30	440	0	195	0
3	240	110	525	60	410	30	170	170	255	70	405	20
4	310	40	285	80	600	0	405	10	405	5	460	0
5	315	95	390	150	365	50	300	80	370	105	430	85
6	225	140	130	155	200	60	420	100	245	10	485	0
7	260	160	320	120	335	125	425	85	480	85	345	35
8	555	0	225	65	385	125	195	45	450	0	260	150
9	345	145	115	130	115	185	115	235	360	160	240	220
10	140	240	555	0	300	115	180	250	285	135	440	35
11	330	180	345	140	415	35	195	265	405	110	210	140
12	325	185	225	170	215	330	350	100	270	10	330	60
13	200	245	220	110	305	140	475	20	520	10	450	0
14	350	130	240	150	425	25	260	120	445	30	380	40
15	85	175	325	30	355	25	230	230	180	150	455	0
16	375	35	510	70	305	65	110	360	485	45	240	230
17	300	65	260	125	330	75	105	105	360	110	380	45
18	335	35	520	15	105	230	230	50	545	15	300	105
19	460	0	245	115	310	160	150	165	520	45	440	95
20	380	140	390	40	325	85	165	275	145	80	350	50
<b>Ukupno</b>	<b>6375</b>	<b>2190</b>	<b>6500</b>	<b>1885</b>	<b>6755</b>	<b>1935</b>	<b>4950</b>	<b>2790</b>	<b>7375</b>	<b>1225</b>	<b>7245</b>	<b>1375</b>
<b>Prosek</b>	<b>318,75</b>	<b>109,5</b>	<b>325</b>	<b>94,25</b>	<b>337,75</b>	<b>96,75</b>	<b>247,5</b>	<b>139,5</b>	<b>368,75</b>	<b>61,25</b>	<b>362,25</b>	<b>68,75</b>

## Biografija

Diplomirani inženjer Nikola Đukić rođen je 10. juna 1985. u Zemunu. Osnovnu školu je završio u Batajnici, a srednju poljoprivrednu školu u Beogradu. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2004/2005. godine. Studije na Odseku za zaštitu bilja i prehrambenih proizvoda je završio 2009. godine odbranom diplomskog rada na temu: „Biološka karakterizacija virusa mozaika krastavca (Cucumber mosaic virus, CMV) iz tikava“ sa ocenom 10 i prosečnom ocenom 8,21 tokom studija.

Doktorske studije, modul Fitomedicina upisao je školske 2010/11. godine. Od jula 2010. godine volontirao je u Institutu za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, gde je bio zaposlen od januara 2011. do januara 2013. godine. Od januara 2013. angažovan je na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu kao istraživač pripravnik, a od 12. juna 2014. godine kao istraživač saradnik, na Katedri za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju. Učesnik je projekta broj III46012 pod nazivom: „Istraživanje savremenih biotehnoških postupaka u proizvodnji hrane za životinje u cilju povećanja konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti hrane“, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Pohađao je kurs pod nazivom: “PhD course Plant communication and trophic interactions: from plant behaviour to sustainable cropping“, održan od 23-27. novembra 2015. godine u Ekenäs Manor, (Švedska).

Član je entomološkog društva Srbije i Društva za zaštitu bilja Srbije.

Do sada je objavio 7 naučnih radova.

Govori engleski jezik.

## Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora: Nikola Đukić

Broj indeksa : 10/36

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom UTICAJ OSOBINA USKLADIŠTENIH BILJNIH SIROVINA I PROIZVODA NA RAZVIĆE I PONAŠANJE KESTENJASTOG BRAŠNARA TRIBOLIUM CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu,

**Potpis doktoranda**

---



# Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora : Nikola Đukić

Broj indeksa: 10/36

Studijski program: Poljoprivredne nauke, modul fitomedicina

Naslov rada: Uticao osobina uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na razvicio i ponašanje kestenjastog brašnara Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Mentori : dr Anđa Radonjić, docent; dr Goran Andrić, naučni saradnik

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjena u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu,

---

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Uticao osobina uskladištenih biljnih sirovina i proizvoda na razviće i ponašanje kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
- 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

**Potpis doktoranda**

U Beogradu,

---

**1. Autorstvo** – Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

**2. Autorstvo** – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

**3. Autorstvo** – nekomercijalno – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

**4. Autorstvo** – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

**5. Autorstvo** – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

**6. Autorstvo** – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.