



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за фитомедицину и заштиту животне средине

Марија Ристић

дипл. инж. пољопривреде

**Развиће врста из фамилије Tenebrionidae на смеши сточне
хране и јестивих инсеката**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2024.



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



Департман за фитомедицину и заштиту животне средине

Кандидат

Марија Ристић

Ментор

доц. др Милош Петровић

**Развиће врста из фамилије Tenebrionidae на смеси сточне
хране и јестивих инсеката**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2024.

Захвалница

У првом реду, желим да изразим захвалност свом ментору, доц. др Милошу Петровићу на помоћи током израде и писања мастер рада, на сугестијама за добар квалитет рада.

Велику захвалност дугујем комисији, проф. др Александри Поповић и доц. др Саши Крстовићу на стручним саветима приликом извођења огледа и писања самог рада.

Посебну захвалност упућујем својој породици, родитељима и сестрама који су ме у свему подржавали и били ослонац.

На крају, захваљујем се свим пријатељима који су ми били подршка током студирања, као и колегама из лабораторије у току израде овог мастер рада.

САДРЖАЈ

1.УВОД	1
1.1.Значај складишних штеточина	1
1.2.МАЛИ БРАШНАР- <i>Tribolium confusum</i> (du Val.)	2
1.3.ВЕЛИКИ БРАШНАР- <i>Tenebrio molitor</i> L.	5
1.4. <i>TENEBRIO MOLITOR</i> КАО АЛТЕРНАТИВНИ ИЗВОР ПРОТЕИНА	7
2.ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА	9
3.МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	10
3.1.Лабораторијски узгој инсеката	10
3.2.Припрема инсекатског брашна	10
3.3.Постављање огледа	11
3.4.Очитавање огледа	13
4.РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИКУСИЈОМ	14
5.ЗАКЉУЧАК	36
6.ЛИТЕРАТУРА	38

Развиће врста из фамилије Tenebrionidae на смеши сточне хране и јестивих инсеката

РЕЗИМЕ

Мали брашнар једна је од најдеструктивнијих врста која припада секундарним штеточинама ускладиштених производа. Јестиви инсекти се користе као алтернативни извор протеина за сточну храну, услед чега се тржиште јестивих инсеката повећало. Добрим извором протеина са хранљивом вредношћу сматрају се ларве *T. molitor*, које су познате као жути брашнасти црви. Ово истраживање има задатак да покаже да ли су смеше сточне хране, које су у одређеном проценту замењене брашном најпопуларније јестиве врсте инсекта – великим брашнарком, угрожене са аспекта контаминације *Tenebrio molitor* и *Tribolium confusum*. Огледи су постављени у 4 понављања. Свако понављање садржало је 20 грама одабране хране: храна за живину уз додатак инсекатског брашна у концентрацијама: 5, 7.5, 10, 12.5 и 15% и храна за рибе са инсекатским брашном у концентрацијама: 5, 10, 15, 20 и 25%. Након 65 дана вршен је преглед огледа. Статистичка анализа података извршена је статистичким методама и тестовима, ANOVA и PostHoc тестовима.

Кључне речи: Јестиви инсекти, инсекатско брашно, алтернативни протеин, *T. molitor*, *T. confusum*

The development of species from the family Tenebrionidae on a mixture of fodder and edible insects

SUMMARY

Confused flour beetle is one of the most destructive species belonging to the secondary pests of stored products. Edible insects are used as an alternative source of protein for animal feed, as a result of which the market for edible insects has increased. A good source of protein with nutritional value is the larvae of *T. molitor*, which are known as yellow mealworms. This research has the task of showing whether feed mixtures, which are replaced in a certain percentage by the flour of the most popular edible insect species - yellow mealworm beetle, are threatened from the aspect of *Tenebrio molitor* and *Tribolium confusum* contamination. Experiments were set up in 4 replicates. Each replicate contained 20 grams of the selected food: Poultry feed with the addition of insect meal in concentrations: 5, 7.5, 10, 12.5 and 15% and fish food with insect meal in concentrations: 5, 10, 15, 20 and 25%. After 65 days, the experiment was reviewed. Statistical data analysis was performed using statistical methods and tests, ANOVA and PostHoc tests.

Keywords: Edible insects, insect meal, alternative protein, *T. molitor*, *T. confusum*

1.УВОД

1.1.Значај складишних штеточина

Складишне штеточине имају велики значај, јер оне оштећују делимично или у потпуности производе биљног или животињског порекла, који се чувају у складиштима за даљу прераду или употребу. Штрбац (2002) дао је поделу штеточина на групе: штеточине жита и брашна, штеточине пасуља, штеточине грашка, штеточине сувог воћа, штеточине лековитог биља и листова дувана, штеточине сухомеснатих прерађевина и сирева, штеточине вуне, одеће и тепиха, инсекти који оштећују дрвене предмете у кућама и остале штеточине. Највеће штете у складиштима причињавају инсекти који се хране на стрним житима, брашну и другим производима.

Према штетности све врсте инсеката можемо поделити у три групе: примарне штеточине, секундарне штеточине и микофагне врсте. У групу примарних штеточина убрајамо инсекатске врсте од великог економског значаја, које проузрокују 90% штета на ускладиштеним производима. Мали број инсеката припада овој групи, а неки од представника су: *Sitophilus oryzae* (Linnaeus), *Sitophilus granarius* (Linnaeus), *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), *Rhizoperta dominica* (Fabricus), *Trogoderma granarium* (Everst), ларве *Sitotroga cerealela* (Oliver), *Plodia interpunctella* (Hübner) и друге (Hill, 2002). Ове врсте оштећују потпуно здрава зрна чиме отварају пут секундарним и микофагним врстама. Секундарне штеточине се развијају на претходно оштећеним зрнима и не могу оштетити здрава зрна. Неки од представника ове групе су врсте: *Tribolium confusum* (du Val.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium destructor* (Uyttenboogaart), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Штрбац, 2002).

Инсекти који се хране мицелијама гљива, које су се развиле на оштећеним зрнима називамо микофагне врсте. У ову групу убрајамо: *Typhaea stercorea* (Linnaeus), *Mycetophagus quadriguttatus* (Muller), *Ahasverus advena* (Waltl), *Alphitophagus bifasciatus* (Say), врсте рода *Cryptophagus spp.* (Група аутора, 1972).

1.2.МАЛИ БРАШНАР- *Tribolium confusum* (du Val.)

Мали брашнар једна је од најчешћих и најдеструктивнијих врста које се појављују у кућама, складиштима, силосима и продавницама (El-Sayed и сар., 2012). Ово је космополитска врста, која припада секундарним штеточинама ускладиштених производа (Штрбац, 2002). Животни циклус одвија се на оштећеним зрнима или на продуктима након њихове прераде (Park, 1934). Према класификацији мали брашнар припада следећим систематским категоријама:

- Раздео (Phylum): Arthropoda
- Класа (Class): Insecta
- Надред (Superorder): Coleopteroid
- Ред (Order): Coleoptera
- Подред (Suborder): Polyphaga
- Надфамилија (Superfamily): Tenebrionoidea
- Фамилија (Family): Tenebrionidae
- Врста (Species): *Tribolium confusum*



Слика бр. 1 Имаго *Tribolium confusum*

<https://smarterpestcontrol.com/pest-id/crawling-insects/confused-flour-beetle/>

Имаго је кестењасте, црвенкасте до рђасто смеђе боје (слика бр.1). Дужина тела је 2,6-4,4 mm, а ширина 1,2 mm. Пронотум је исте ширине као и покриоца, који је избраздан с редовима тачкастих удубљења. Антене се састоје од једанаест чланака, који су крупнији полазећи ка врху (слика бр. 2), односно шире се од основе према врху (Zohry и сар., 2019).



Слика бр. 2 Приказ антене

<https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5314096>

Ларва првог узраста има дужину 1 mm, док одрасла 5-6 mm. Боја тела је жућкаста са два израштаја која су изражено угласта и налазе се на последњем трбушном сегменту (слика бр. 3). Тек преображена лутка је беле боје, са старењем пожути, очи добијају црну боју, док су црвено смеђи урогоморфи и мандибуле (Но, 1967; Kavallieratos и сар., 2020).

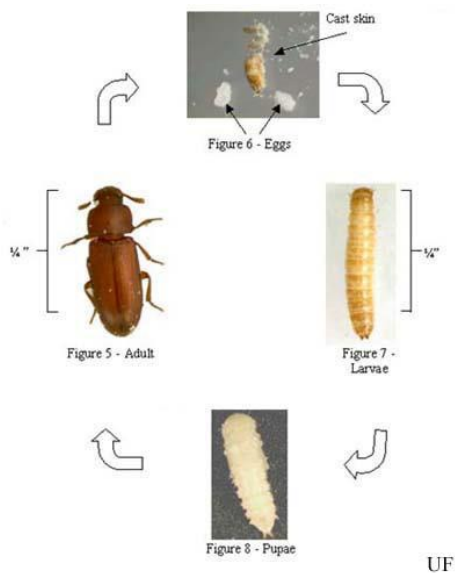


Слика бр. 3 Ларва *T. confusum*

<https://www.biolib.cz/en/image/id352445/>

Имаго малог брашнара распрострањен је широм света јер је способан да се размножава на температурама од 19° до 37,5 °C и преживи при ниској релативној влажности (Rees, 2004). Развија се при температурама од 20-37,5° C, релативној влажности ваздуха 10-90%, оптимум је 32,5° C и 70% релативне влажности ваздуха. У повољним условима развој траје 25 дана (Kavallieratos и сар., 2020).

Стадијум јаја траје око 4 дана при температури 35° C до 37,5° C, а око 30 дана на 17,5° C. Испуљене ларве су дужине око 1 mm и оне се веома тешко примећују у брашну (Штрбац, 2002). Вредност релативне влажности ваздуха која је најпогоднија за развој је 70% (Estay и сар., 2011). Развој и исхрана ларви траје 20-30 дана при оптималним условима, док у неповољним условима развој траје до 98 дана. За то време пресвлади се 6-12 пута. У доступној литератури за ову врсту наводи се да годишње има две генерације у складишту, само у повољним условима може имати више (Bullock и сар., 2020).



Слика бр. 4 Животни циклус *Tribolium sp.*

(Photograph by Rebecca Baldwin and Andrew Koehler, University of Florida)

1.3.ВЕЛИКИ БРАШНАР- *Tenebrio molitor* L.

Према класификацији велики брашнар припада следећим систематским категоријама:

- Раздео (Phylum): Arthropoda
- Класа (Class): Insecta
- Надред (Superorder): Coleopteroidea
- Ред (Order): Coleoptera
- Подред (Suborder): Polyphaga
- Надфамилија (Superfamily): Tenebrionoidea
- Фамилија (Family): Tenebrionidae
- Врста (Species): *Tenebrio molitor*



Слика бр. 5 Имаго *Tenebrio molitor*

(Jan Zima, 2015)

Велики брашнар је космополитска врста, која паразитира житарице, брашно и разне прехранбене производе (Ramos-Elorduy и сар., 2002).

Велики брашнар је међу највећим складишним штеточинама. Одрастао инсект (слика бр. 5) је црне боје са металним одсјајем, на трбушној страни и ногама је црномеђе боје. Има спљоштено тело дужине 12-17 mm. Глава је ужа од пронотума. Пронотум је истачкан и шири од своје дужине, са бочним ивицама према напред угласто продуженим. Елитре су широке као и пронотум са тачкастим удубљењима по дужини. Антене су нитасте и састоје се од 11 чланака (Јовичић и сар., 2022).

Има четири животна стадијума: јаје, ларву, лутку и одраслог инсекта. Женке полажу око 500 јаја, која се излегу после 3–9 дана и постају ларве на 25 °C (Siemianowska и сар., 2013). Стадијум ларве траје 1–8 месеци и светло жуто-браон боје је (слике бр. 6 и 7). Стадијум лутке траје 5–28 дана на 18 °C, а стадијум имага траје 2–3 месеца (Ghaly and Alkokaik, 2009).



Слика бр. 6 Ларва великог брашнара (Nigel Cattlin, 19/2/11)



Слика бр. 7 Ларве великог брашнара (Ricki Lewis, PhD, February 3, 2022)

1.4. *TENEBRIO MOLITOR* КАО АЛТЕРНАТИВНИ ИЗВОР ПРОТЕИНА

Јестиви инсекти се користе као алтернативни извор протеина за сточну храну, услед чега се тржиште јестивих инсеката повећало. Добрим извором протеина са хранљивом вредношћу, сварљивошћу, укусом и функционалном способношћу сматрају се ларве *T. molitor*, које су познате као жути брашнасти црви. Лако се узгајају и хране, због стабилног садржаја протеина, без обзира на исхрану. Ларве великог брашнара индустријски се производе као храна за кућне љубимце, животиње у зоолошким вртovima, па чак и за животиње у производњи (Hong и сар., 2020).

T. molitor је инсект са идеалним особинама за узгој, лако се гаји, добре нутритивне вредности, могућност коришћења у исхрани животиња и људи у разним облицима. Сува материја ларви ове врсте садржи сирове протеине 55,83% и сирове масти 25,19% и низак проценат безазотних екстрактивних материја. Резултати су показали висок садржај незасићених масних киселина нпр. олеинске киселине која чини већинску липидну компоненту од 40,83%, за којом следи линолна киселина (омега-6 масна киселина) са 29,80% и линолеинска киселина са 1,08%. Есенцијалне аминокиселине су високо заступљене у узорцима (у % суве материје). То се пре свега односи на изолеуцин (4,12), тирозин (3,86), фенилаланин (3,06), леуцин (2,96), лизин (2,67) и метионин (1,76) (Јајић и сар., 2020).

За одржавање састава хранљивих материја ларви *T. molitor*, потребно је побољшати процесе прераде инсеката, загревање или замрзавање, сушење и млевење за сточну храну. Поред наведених ларве се обрађују одмашћивањем или хидролизом пре млевења. Висок квалитет и количина протеина и аминокиселина, представљају замену сојине сачме или рибљег брашна, као одржив извор протеина. Такође у кутикули садржи хитин, који представља несварљиво влакно са позитивним утицајем на имуни систем (Hong и сар., 2020).

Ентомофагија представља употребу инсеката у исхрани и традиционално је практикована у многим деловима света, првенствено у Африци, Азији и Латинској

Америци. У Европи конзумирање инсеката као хране, представља се као културно неприхватљиво (Cito и сар., 2017).

У исхрани и преради користи се седам врста и то велики жути брашнар (*Tenebrio molitor* L.), мали брашнар (*Alphitobius diaperinus* Penzer), кућни попац (*Acheta domesticus* L.), ливадски зрикавац (*Gryllus assimilis* L.), тропски кућни зрикавац (*Grylloides sigillatus* Walker), црна војничка мува (*Hermetia illucens*) и кућна мува (*Musca domestica* L.) (Matin и сар., 2019).

Инсекти ће у будућности имати главну улогу у будућим изворима протеина за сточну храну, не само због своје нутритивне вредности, већ и због утицаја на животну средину. За разлику од других домаћих животиња (нпр. свиња, говеда и живина), инсекти мање производе гасове стаклене баште, мање коришћење обрадивог земљишта и воде (Miglietta и сар., 2015). Производња инсеката за сточну храну је одржива, а *T. molitor* се користи за биоразградњу органског отпада до протеина (Veldkamp и сар., 2012; Neckmann и сар., 2018).

2.ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Ово истраживање има задатак да покаже да ли су смеше сточне хране, које су у одређеном проценту замењене брашном најпопуларније јестиве врсте инсекта – великим брашнаром, угрожене са аспекта контаминације великим и малим брашнаром (*Tenebrio molitor* и *Tribolium confusum*). Циљ овог експеримента била је симулација услова који би се десили у складишту, те одрасле јединке које су дуго живеле нису издвајане, него су остављене да заједно са новоформираним ларвама чине ентомофауну.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

3.1. Лабораторијски узгој инсеката

Инсекти коришћени за спровођење огледа су део вишегодишње популације узгајаних у Лабораторији за ентомологију, Департмана за фитомедицину и заштиту животне средине на Пољопривредном факултету у Новом Саду. За узгој малог брашнара *Tribolium confusum* коришћена је стандардна храна која се састојала од белог брашна тип 500 уз додатак 5% пивског квасца. Велики брашнар *Tenebrio molitor* узгојен је на комбинацији крупних пшеничних мекиња са додавањем извора влаге, комади јабуке, мркве или кромпира, три пута у току недељу дана. Обе врсте су узгајане у клима комори са подешеним микроклиматским условима 26 °C и 55% релативне влажности ваздуха.

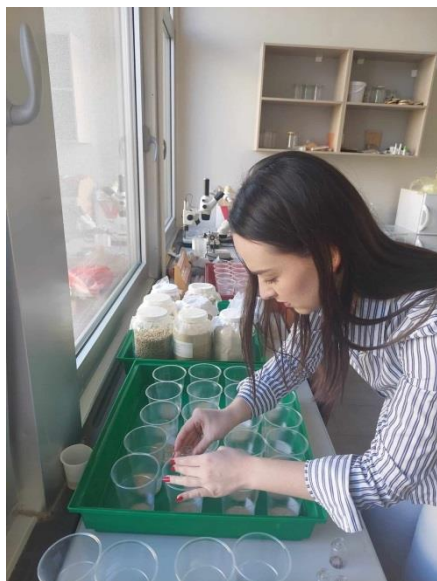
3.2. Припрема инсекатског брашна

Припрема осушених ларви и брашна урађена је по стандардној процедури коју препоручује IPPIF (International Platform of Insects for Food and Feed). Ларве великог брашнара су издвојене са хране, просејане ситом и прегледане на присуство угинулих ларви и других нечистоћа, после чега су остављене 24 часа на изгладњивање и пражњење ограна за варење. По завршетку процедуре изгладњивања, ларве су скуване, бланширањем које је трајало 180 секунди. Након кувања и цеђења воде, однете су у

Лабораторију за испитивање квалитета сточне хране, Департмана за сточарство, где су у сушницама осушене до стабилне влаге. Сушење је у овом случају трајало 48 сати и изведено је на температури од 65 °C. Након сушења, ларве су пребачене у вакуум кесе и ускладиштене у фрижидер на температуру од 4 °C. У случају брашна, оно је припремљено млевењем ларви након сушења. Ларве су постављене у лабораторијски млин и спрашене, тако је добијено брашно било хомогено. По млевењу је постављено у вакуум кесу и ускладиштено у фрижидер.

3.3. Постављање огледа

Оглед је вршен на две различите врсте хране са праћењем могућности развића две врсте брашнара (*Tenebrio molitor* и *Tribolium confusum*). У првом делу огледа вршен је експеримент могућности развића врсте *Tribolium confusum* на храни за живину и рибе контаминирану инсекатским брашном. Огледи су постављени у 4 понављања. Свако понављање садржало је 20 грама одабране хране: храна за исхрану живине (пилићи) уз додатак инсекатског брашна у следећим концентрацијама: 5, 7.5, 10, 12.5 и 15% и храна за рибе (шаран) са инсекатским брашном у концентрацијама: 5, 10, 15, 20 и 25%. У сваком понављању постављено је 25 одраслих инсеката, који су са храном пренети у пластичне посуде запремине 0,3 l (слика бр. 8 и 9), чији је отвор заштићен памучном крпом порозне структуре која омогућава несметан проток ваздуха, а истовремено спречава испадање инсеката и влажење огледних храна. Посуде су смештене у клима комору са подешеним микроклиматским условима од 26 °C и 55% рел.вл. ваздуха и држане су 65 дана. У другом делу огледа испитивана је врста *Tenebrio molitor*, чији је поступак постављања на хране и узгој (слика бр. 10 и 11) идентичан претходно описаном код врсте *Tribolium confusum*. За великог брашнара коришћене су пластичне посуде запремине 1,0 l, које су смештене у клима комору са одређеним микроклиматским условима у временском трајању од 65 дана. За врсту *Tenebrio molitor* било је потребно додавати изворе влаге (комади мркве, кромпира или јабуке) три пута у току недељу дана. Контролна група такође је постављена у 4 понављања. Контролна храна за узгој малог брашнара је пшенично брашно са додатком 5% пивског квасца, а великог брашнара пшеничне мекиње са додатком квасца и изворима влаге.



Слика бр. 8 и 9 Постављање инсеката на смешу *Tribolium confusum*
(Фото: Марија Ристић)



Слика бр. 10 и 11 Постављање инсеката на смешу *Tenebrio molitor*
(Фото: Марија Ристић)

3.4. Очитавање огледа

Након 65 дана, вршен је преглед огледа на присуство различитих стадијума обе врсте брашнара као и њихово пребројавање (слика бр. 12-15). Циљ овог експеримента била је симулација услова који би се десили у складишту, те одрасле јединке које су дуго живеле нису издвајане и остављене су да заједно са новоформираним ларвама чине ентомофауну.



Слика бр. 12 и 13 Просејавање и пребројавање инсеката у огледним јединицама



Слика бр. 14 и 15 Издвајање различитих стадијума испитиваних врста
(Фото: Марија Ристић)

4.РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИКУСИЈОМ

Просечан број живих одраслих јединки малог брашнара *T. confusum* у контролној групи и оброцима за пилиће налази се у табели 1. Просечне вредности су се кретале од 32,25 која је забележена у групи са 5% инсекатског брашна до 43,50 у третману са 15% инсекатског брашна. Најмања стандардна девијација (2,58) забележена је у третману са 10% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 12,5% инсекатског брашна (27,00) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима (број имага је у два понављања био 20, док је у преостала два био 50 и 76). ANOVA резултати, F вредност која је износила 0,3049 и p вредност која је износила 0,9035 указују да је просечна бројност живих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “a”.

Табела 1. Број живих одраслих јединки *T. confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	46	18	53	39	76	19
ПОН. 2	40	47	17	41	20	53
ПОН. 3	38	43	51	37	50	32
ПОН. 4	46	21	9	43	20	70
Стандардна девијација	4,12	14,86	22,77	2,58	27,00	22,55
Средња вредност	42,50 а	32,25 а	32,50 а	40,00 а	41,50 а	43,50 а
ANOVA			F	0,3049		
			p	0,9035		

Просечан број мртвих одраслих јединки малог брашнара у контролној групи и оброцима за пилиће налази се у табели 2. Просечне вредности су се кретале од 7,75 која је забележена у контролној групи до 23,50 у третману са 7,5% инсекатског брашна. Најмања стандардна девијација (1,29) забележена је у третману са 10% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 7,5% инсекатског брашна (15,94) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима (број имага био је 9,11,33 и 41). ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,7018 и p вредност која је износила 0,1852 указују да је просечна бројност мртвих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 2. Број мртвих одраслих јединки *T. confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	5	32	9	12	17	31
ПОН. 2	11	6	33	10	33	17
ПОН. 3	12	9	11	13	14	18
ПОН. 4	3	29	41	11	29	15
Стандардна девијација	4,42	13,39	15,94	1,29	9,17	7,27
Средња вредност	7,75 а	19,00 а	23,50 а	11,50 а	23,25 а	20,25 а
ANOVA			F	1,7018		
			p	0,1852		

Просечан број ларви *T. confusum* избројаних у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 3. Бројност ларви у контролној групи износила је у просеку 60,75 док је у оброцима њен број варирао од 364,25 у концентрацији 12,5% удела инсекатског брашна до 502,50 у концентрацији 10% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је у контролној групи, такође била најнижа и износила је 10,34, док су у три концентрације ове вредности биле изнад 100. Тако је у концентрацији 5% она била 102,80, у концентрацији 7,5% 118,91 и у концентрацији 15% она је била 138,37. У преостала два третмана варирао је од 60,56 у концентрацији 12,5% до 99,84% у концентрацији 10%. Анализа варијансе утврдила је постојање статистички значајних резултата на шта указују вредности $F=11,3013$ и $p=0,0000$. Duncan-ов *post hoc* тест хомогености група је ове резултате раздвојио у две групе „а“ и „б“. Све средње вредности израчунате у третманима где је удео соје замењен инсекатским брашном припадале су групи „а“, док је вредност добијена у контроли припадала групи „б“.

Табела 3. Број ларви *Tribolium confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	48	481	528	516	295	602
ПОН. 2	59	502	457	630	418	340
ПОН. 3	73	594	358	390	332	360
ПОН. 4	63	345	255	474	412	575
Стандардна девијација	10,34	102,80	118,91	99,84	60,56	138,37
Средња вредност	60,75 б	480,50 а	399,50 а	502,50 а	364,25 а	469,25 а
ANOVA			F	11,3013		
			p	0,0000		

Просечна маса ларви *T. confusum* избројаних у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 4. Маса ларви у контролној групи износила је у просеку 0,1623 док је у оброцима њен број варирао од 0,5140 у концентрацији 12,5% удела инсекатског брашна до 0,9190 у концентрацији 10% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је у контролној групи, такође била најнижа и износила је 0,02, док су у три концентрације ове вредности биле 0,24 у концентрацији 7,5%, 0,33 у концентрацији 5% и 0,34 у концентрацији 10%. У преостала два третмана износила је 0,09 у концентрацији 12,5% и 0,16 у концентрацији 15%. Анализа варијансе утврдила је постојање статистички значајних резултата на шта указују вредности $F=4,4243$ и $p=0,0083$. Duncan-ов post hoc тест хомогености група је ове резултате раздвојио у три групе „а“, „б“ и „ц“. Групи „а“ припадају средње вредности израчунате у третманима 7,5 и 12,5% инсекатског брашна, док је вредност добијена у концентрацији од 10% инсекатског брашна припадала групи „б“. Вредност добијена у контроли припадала групи „ц“, а у групу „аб“ сврстане су вредности концентрација 5 и 15%.

Табела 4. Маса ларви *Tribolium confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	0,1384	0,5221	0,8452	1,0071	0,4771	0,7868
ПОН. 2	0,1403	0,8111	0,5186	1,3187	0,6429	0,6789
ПОН. 3	0,1841	0,9602	0,5447	0,4869	0,5101	0,4120
ПОН. 4	0,1866	0,2083	0,2405	0,8635	0,4262	0,7511
Стандардна девијација	0,02	0,33	0,24	0,34	0,09	0,16
Средња вредност	0,1623 ц	0,6254 аб	0,5372 а	0,9190 б	0,5140 а	0,6572 аб
ANOVA			F	4,4243		
			p	0,0083		

Просечан број лутака малог брашнара *T. confusum* у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 5. Просечна бројност лутака у контролној групи је износила 31,00, док је у оброцима њена вредност варијала од 17,25 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 66,75 у концентрацији 15% удела инсекатског брашна. Најнижа стандардна девијација забележена је у контролној групи где је износила 6,00, што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највиша вредност стандардне девијације забележена у оброку у ком је концентрација удела инсекатског брашна 15%, где је износила 74,91, што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. Остале вредности стандардне девијације износиле су 15,52 у концентрацији 5%, затим 24,50 у концентрацији 7,5%, 27,05 у концентрацији 10% и на крају 58,82 у концентрацији 12,5%. Анализом варијансе утврђено је да не постоји статистички значајна разлика између броја лутака, што се може видети из добијених вредности F која је износила 0,8007 и p која је износила 0,5635. Ове резултате потврђује и Duncan post hoc тест, где су резултати сврстани у једну хомогену групу која је означена са “а”.

Табела 5. Број лутака *Tribolium confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	36	6	55	55	128	20
ПОН. 2	36	28	10	17	10	68
ПОН. 3	28	33	35	5	78	7
ПОН. 4	24	2	1	59	5	172
Стандардна девијација	6,00	15,52	24,50	27,05	58,82	74,91
Средња вредност	31,00 а	17,25 а	25,25 а	34,00 а	55,25 а	66,75 а
ANOVA			F	0,8007		
			p	0,5635		

Просечна маса лутака *T. confusum* измерена у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 6. Маса лутака у контролној групи износила је у просеку 0,0845 док је у оброцима њен број варирао од 0,0290 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 0,1352 у концентрацији 15% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је била најнижа у контролној групи где је износила 0,01, а највиша вредност од 0,14 забележена је у концентрацији 15% удела инсекатског брашна. У осталим концентрацијама вредности стандардне девијације кретале су се од 0,02 у концентрацији 5%, затим 0,03 у концентрацији 7,5%, 0,04 у концентрацији 10% до 0,11 у концентрацији 12,5%. Анализом варијансе утврђено је да не постоји статистички значајна разлика између масе лутака, што се може видети из добијених вредности F која је износила 1,021 и p која је износила 0,435. Ове резултате потврђује и Duncan post hoc тест, где су резултати сврстани у једну хомогену групу која је означена са “а”.

Табела 6. Маса лутака *Tribolium confusum* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	0,1026	0,0125	0,0917	0,1133	0,2505	0,0439
ПОН. 2	0,096	0,0533	0,0240	0,0339	0,0260	0,1442
ПОН. 3	0,0697	0,0504	0,0572	0,0120	0,1643	0,0165
ПОН. 4	0,0696			0,0997	0,0116	0,3363
Стандардна девијација	0,01	0,02	0,03	0,04	0,11	0,14
Средња вредност	0,0845 а	0,0290 а	0,0432 а	0,0647 а	0,1131 а	0,1352 а
ANOVA			F	1,021		
			p	0,435		

Просечан број живих одраслих јединки малог брашнара *T. confusum* у контролној групи и оброцима за рибе налази се у табели 7. Просечне вредности су се кретале од 42,50 која је забележена у контроли до 119,25 у третману са 15% инсекатског брашна. Најмања стандардна девијација (4,12) забележена је у контроли што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 25% инсекатског брашна (84,93) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,367 и p вредност која је износила 0,283 указују да је просечна бројност живих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “a”.

Табела 7. Број живих одраслих јединки *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	46	51	115	42	47	205
ПОН. 2	40	62	19	142	71	33
ПОН. 3	38	62	138	129	98	24
ПОН. 4	46	41	92	164	28	54
Стандардна девијација	4,12	10,09	51,54	53,48	30,29	84,93
Средња вредност	42,50 а	54,00 а	91,00 а	119,25 а	61,00 а	79,00 а
ANOVA			F	1,367		
			p	0,283		

Просечан број мртвих одраслих јединки малог брашнара *T. confusum* у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 8. Просечне вредности кретале су се од 7,75 у контролној групи, до 26,50 у obroку са 25% удела инсекатског брашна. Вредности стандардне девијације кретале су се од 3,09 при obroку са 5% инсекатског брашна, до 9,98 при obroку са 25% инсекатског брашна. У контролној групи, стандардна девијација износила је 4,42, у третману са 10% инсекатског брашна 6,68, затим при третману са 15% инсекатског брашна 5,12 и 8,22 при третману са 20% инсекатског брашна. Анализом варијансе утврђено је постојање статистички значајних резултата у бројности угинулих јединки, где је F вредност износила 5,249 а p вредност износила 0,004. Duncan-ов post hoc тест хомогености је добијене резултате поделио у три групе “а”, “б” и “ц”. Групи „а“ припадају средње вредности израчунате у контроли и третманима са 5% и 20% инсекатског брашна. Средња вредност добијена при третману 10% сврстана је у групу “бц”, а вредност добијена при третману 15% у групу “аб”. У групу „ц“ сврстана је средња вредност добијена третманом са 25% инсекатског брашна.

Табела 8. Број мртвих одраслих јединки *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	5	15	19	10	3	37
ПОН. 2	11	11	33	18	13	33
ПОН. 3	12	8	28	12	15	19
ПОН. 4	3	9	20	21	23	17
Стандардна девијација	4,42	3,09	6,68	5,12	8,22	9,98
Средња вредност	7,75 а	10,75 а	25,00 бц	15,25 аб	13,50 а	26,50 ц
ANOVA			F	5,249		
			p	0,004		

Просечан број ларви *T. confusum* у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 9. Просечна бројност ларви у контролној групи износила је 60,75 док је у оброцима њен број варирао од 149,50 у концентрацији 15% удела инсекатског брашна до 318,00 у концентрацији 20% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је била најнижа у контролној групи где је износила 10,34, док је највећа вредност стандардне девијације забележена при третману са 25% инсекатског брашна. Остале вредности стандардне девијације кретале су се од 59,5 при третману са 10% инсекатског брашна, затим 83,90 при третману са 20 %, и 85,82 при третману са 5% односно 85,92 при третману са 15%. Анализа варијансе утврдила је постојање статистички значајних резултата на шта указују вредности $F=5,895$ и $p=0,002$. *Duncan-ov post hoc* тест хомогености је ове резултате раздвојио у четири групе “а”, “б”, “ц” и “д”. Контрола припада хомогеној групи „а”, док третман са 15% инсекатског брашна припада групи “аб”. У хомогену групу “абц” сврстана је средња вредност добијена третманом са 10% инсекатског брашна, а групи “бцд” припада средња вредност добијена третманом са 5% инсекатског брашна. Хомогеној групи “цд” припада средња вредност добијена третманом са 25%. У групу “д” сврстана је средња вредност добијена при третману са 20% инсекатског брашна.

Табела 9. Број ларви *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	48	252	156	278	334	174
ПОН. 2	59	207	258	101	262	265
ПОН. 3	73	185	117	103	246	453
ПОН. 4	63	377	172	116	430	284
Стандардна девијација	10,34	85,82	59,5	85,92	83,90	116,36
Средња вредност	60,75 а	255,25 бцд	175,75 абц	149,50 аб	318,00 д	294,00 цд
ANOVA			F	5,895		
			p	0,002		

Просечна маса ларви *T. confusum* избројаних у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 10. Маса ларви у контролној групи износила је у просеку 0,1623 док је у оброцима њен број варирао од 0,2847 у концентрацији 10% удела инсекатског брашна до 0,5978 у концентрацији 20% удела инсекатског брашна. Најнижа стандардна девијација од 0,02 забележена је у контролној групи, док је највиша забележена у концентрацији 15% удела инсекатског брашна и износила је 0,24. При осталим третманима вредности стандардне девијације кретале су се од 0,09 при третману са 5% инсекатског брашна, 0,13 при третману са 20%, затим 0,15 при третману са 10% и 0,19 при третману са 25% инсекатског брашна. ANOVA резултати, F вредност која је износила 4,509 и p вредност која је износила 0,008 указују да је просечна маса ларви у свим третманима била статистички значајна. Duncan-ов post hoc тест хомогености група је ове резултате раздвојио у три групе „а“, „б“ и „ц“. Групи „а“ припадају средње вредности израчунате у контроли и третману са 10% инсекатског брашна, док су вредности добијене при концентрацијама 5% и 15% инсекатског брашна припадале групи „аб“. Вредност добијена у третману са 20% инсекатског припадала групи „ц“, а у групу „бц“ сврстана је вредност при концентрацији 25%.

Табела 10. Маса ларви *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	0,1384	0,3788	0,2192	0,6733	0,5080	0,2594
ПОН. 2	0,1403	0,2543	0,5040	0,1959	0,6259	0,5928
ПОН. 3	0,1841	0,2122	0,1668	0,1581	0,4830	0,6664
ПОН. 4	0,1866	0,4218	0,2491	0,1895	0,7744	0,6594
Стандардна девијација	0,02	0,09	0,15	0,24	0,13	0,19
Средња вредност	0,1623 а	0,3167 аб	0,2847 а	0,3042 аб	0,5978 ц	0,5445 бц
ANOVA			F	4,509		
			p	0,008		

Просечан број лутака малог брашнара *T. confusum* у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 11. Просечна бројност лутака у контролној групи је износила 31, док је у оброцима њена вредност варирала од 73,00 при третману са 5% инсекатског брашна до 139,75 при третману са 25% инсекатског брашна. Најнижа стандардна девијација забележена је у контролној групи где је износила 6,00 што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највиша вредност стандардне девијације забележена у оброку у ком је концентрација удела инсекатског брашна 25%, где је износила 106,96, што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. Остале вредности стандардне девијације износиле су 38,82 при концентрацији од 5%, затим 53,34 при третману са 10% инсекатског брашна и 73,60 при концентрацији од 20%. ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,623 и p вредност која је износила 0,205 указују да је просечна бројност лутака у свим третманима био без статистички значајне разлике. Добијени резултати су Duncan-овим post hoc тестом хомогености подељени у две групе “а” и “б”. Групи „а“ припада средња вредност добијена контролним третманом, док је у групу „б“ сврстана вредност добијена при третману са 25% инсекатског брашна. Остале средње вредности добијене при третманима са 5%, 10%, 15% и 20% инсекатског брашна сврстане су у групу „аб“.

Табела 11. Број лутака *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	36	108	119	88	79	149
ПОН. 2	36	89	24	94	172	103
ПОН. 3	28	77	124	81	187	26
ПОН. 4	24	18	143	71	34	281
Стандардна девијација	6,00	38,82	53,34	9,88	73,60	106,96
Средња вредност	31,00 а	73,00 аб	102,50 аб	83,50 аб	118,00 аб	139,75 б
ANOVA			F	1,623		
			p	0,205		

Просечна маса лутака *T. confusum* измерена у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 12. Маса лутака у контролној групи износила је у просеку 0,0845 док је у оброцима њен број варирао од 0,1186 при концентрацији 5% инсекатског брашна до 0,3101 при концентрацији 25% инсекатског брашна. Стандардна девијација је била најнижа у контролној групи где је износила 0,01, док је највиша вредност од 0,25 забележена при третману са 25% инсекатског брашна. При осталим третманима вредности стандардне девијације кретале су се од 0,04 при третману са 15% инсекатског брашна, 0,06 при третману са 5% инсекатског брашна, 0,08 при третману са 10% инсекатског брашна и 0,18 при третману са 20% инсекатског брашна. Анализом варијансе добијене су вредности $F=1,632$ и $p=0,202$ што указује на то да је просечна маса лутака у свим третманима била без статистички значајне разлике. Добијене резултате потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 12. Маса лутака *Tribolium confusum* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	0,1026	0,1885	0,2004	0,2332	0,1498	0,2553
ПОН. 2	0,096	0,1380	0,0635	0,1778	0,4333	0,2628
ПОН. 3	0,0697	0,1211	0,2091	0,1498	0,4394	0,0570
ПОН. 4	0,0696	0,0269	0,2539	0,1238	0,0849	0,6653
Стандардна девијација	0,01	0,06	0,08	0,04	0,18	0,25
Средња вредност	0,0845 а	0,1186 а	0,1817 а	0,1712 а	0,2769 а	0,3101 а
ANOVA			F	1,632		
			p	0,202		

Просечан број живих одраслих јединки великог брашнара *T. molitor* у контролној групи и оброцима за пилиће налази се у табели 13. Просечне вредности су се кретале од 6,25 које су забележене у групама са 5 и 15% инсекатског брашна до 8,75 у контроли. Најмања стандардна девијација (1,91) забележена је у третману са 12,5% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 15% инсекатског брашна (4,57) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. ANOVA резултати, F вредност која је износила 0,375 и p вредност која је износила 0,859 указују да је просечна бројност живих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 13. Број живих одраслих јединки *Tenebrio molitor* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	9	9	12	7	5	3
ПОН. 2	13	3	6	7	9	5
ПОН. 3	6	9	8	12	5	4
ПОН. 4	7	4	4	5	7	13
Стандардна девијација	3,09	3,20	3,41	2,98	1,91	4,57
Средња вредност	8,75 а	6,25 а	7,50 а	7,75 а	6,50 а	6,25 а
ANOVA			F	0,375		
			p	0,859		

Просечан број мртвих одраслих јединки великог брашнара *T. molitor* у контролној групи и оброцима за пилиће налази се у табели 14. Просечне вредности су се кретале од 16,25 која је забележена у контролној групи до 18,75 у третману са 5 и 15% инсекатског брашна. Најмања стандардна девијација (1,91) забележена је у третману са 12,5% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 15% инсекатског брашна (4,57) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. ANOVA резултати, F вредност која је износила 0,375 и p вредност која је износила 0,859 указују да је просечна бројност мртвих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 14. Број мртвих одраслих јединки *Tenebrio molitor* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	16	16	13	18	20	22
ПОН. 2	12	22	19	18	16	20
ПОН. 3	19	16	17	13	20	21
ПОН. 4	18	21	21	20	18	12
Стандардна девијација	3,09	3,20	3,41	2,98	1,91	4,57
Средња вредност	16,25 а	18,75 а	17,50 а	17,25 а	18,50 а	18,75 а
ANOVA			F	0,375		
			p	0,859		

Просечан број ларви *T. molitor* избројаних у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 15. Бројност ларви у контролној групи износила је у просеку 387,75 док је у оброцима њен број варирао од 582,25 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 832,25 у концентрацији 12,5% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је била најнижа у концентрацији 15%, износила је 105,52, док су у три концентрације ове вредности биле изнад 200. Тако је у концентрацији 5% она била 246,01, у концентрацији 10 % 237,81 и у концентрацији 12,5% она је била 217,82. У преостала два третмана варирао је од 169,91 у контроли и 192,31 у концентрацији 7,5%. ANOVA резултати, $F=2,108$ и $p=0,111$, чиме је утврђено да нема статистички значајне разлике. Duncan-ов post hoc тест хомогености група је ове резултате раздвојио у две групе „а“ и „б“. Групи „а“ припала је вредност контроле, групи „б“ концентрација 12,5%, док су групи „аб“ припале концентрације 5, 7.5, 10 и 15%.

Табела 15. Број ларви *Tenebrio molitor* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	624	633	688	316	1019	591
ПОН. 2	282	906	444	894	1017	760
ПОН. 3	248	440	910	659	600	673
ПОН. 4	397	350	736	593	693	515
Стандардна девијација	169,91	246,01	192,31	237,81	217,82	105,52
Средња вредност	387,75 а	582,25 аб	694,50 аб	615,50 аб	832,25 б	634,75 аб
ANOVA			F	2,108		
			p	0,111		

Просечна маса ларви *T. molitor* избројаних у контролној групи као и оброцима за пилиће налази се у табели 16. Маса ларви у контролној групи износила је у просеку 13,75 док је у оброцима њен број варирао од 11,22 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 16,46 у концентрацији 12,5% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је у контролној групи била највиша и износила је 4,69, док су у три концентрације ове вредности биле 3,92 у концентрацији 5%, 3,71 у концентрацији 7,5% и 3,18 у концентрацији 12,5%. У преостала два третмана износила је 2,58 у концентрацији 10% и 2,51 у концентрацији 15%. ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,023 и p вредност која је износила 0,433 указују да је просечна маса ларви у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 16. Маса ларви *Tenebrio molitor* у оброцима за пилиће

	Контрола	Храна за пилиће 5%	Храна за пилиће 7,5%	Храна за пилиће 10%	Храна за пилиће 12,5%	Храна за пилиће 15%
ПОН. 1	20,10	14,48	9,54	9,88	16,90	12,70
ПОН. 2	14,25	14,30	9,40	15,82	20,52	13,14
ПОН. 3	9,32	9,82	14,53	12,88	12,87	16,84
ПОН. 4	11,34	6,30	16,85	11,08	15,58	10,82
Стандардна девијација	4,69	3,92	3,71	2,58	3,18	2,51
Средња вредност	13,75 а	11,22 а	12,58 а	12,41 а	16,46 а	13,37 а
ANOVA			F	1,023		
			p	0,433		

Просечан број живих одраслих јединки великог брашнара *T. molitor* у контролној групи и оброцима за рибе налази се у табели 17. Просечне вредности су се кретале од 5,25 које су забележене у групама са 10% инсекатског брашна до 8,75 у контроли. Најмања стандардна девијација (0,95) забележена је у третману са 15% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 25% инсекатског брашна (3,69) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,295 и p вредност која је износила 0,309 указују да је просечна бројност живих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 17. Број живих одраслих јединки *Tenebrio molitor* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	9	9	3	6	6	4
ПОН. 2	13	3	7	7	5	9
ПОН. 3	6	4	8	5	8	13
ПОН. 4	7	7	3	5	9	8
Стандардна девијација	3,09	2,75	2,62	0,95	1,82	3,69
Средња вредност	8,75 а	5,75 а	5,25 а	5,75 а	7,00 а	8,50 а
ANOVA			F	1,295		
			p	0,309		

Просечан број мртвих одраслих јединки великог брашнара *T. molitor* у контролној групи и оброцима за рибе налази се у табели 18. Просечне вредности су се кретале од 16,25 која је забележена у контролној групи до 19,75 у третману са 10% инсекатског брашна. Најмања стандардна девијација (0,95) забележена је у третману са 15% инсекатског брашна што указује на ниску варијабилност међу поновљеним мерењима, док је највећа стандардна девијација забележена у третману са 25% инсекатског брашна (3,69) што указује на велику варијабилност у поновљеним мерењима. ANOVA резултати, F вредност која је износила 1,295 и p вредност која је износила 0,309 указују да је просечна бројност мртвих инсеката у свим третманима била без статистички значајне разлике, што потврђује и Duncan post hoc тест који је све вредности сврстао у јединствену групу означену са “а”.

Табела 18. Број мртвих одраслих јединки *Tenebrio molitor* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	16	16	22	19	19	21
ПОН. 2	12	22	18	18	20	16
ПОН. 3	19	21	17	20	17	12
ПОН. 4	18	18	22	20	16	17
Стандардна девијација	3,09	2,75	2,62	0,95	1,82	3,69
Средња вредност	16,25 а	19,25 а	19,75 а	19,25 а	18,00 а	16,50 а
ANOVA			F	1,295		
			p	0,309		

Просечан број ларви *T. molitor* избројаних у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 19. Бројност ларви у контролној групи износила је у просеку 387,75 док је у оброцима њен број варирао од 668,50 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 1091,50 у концентрацији 25% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација је била најнижа у концентрацији 5%, износила је 50,96, док су у четири концентрације ове вредности биле изнад 100. Тако је у концентрацији 20% она била 159,55, у контроли 169,91, у концентрацији 25% 195,01 и 10% 307,08. У преосталом третману била је 54,25 у концентрацији 15%. ANOVA резултати, $F=6,812$ и $p=0,001$ утврдила је постојање статистички значајних резултата. Duncan-ов post hoc тест хомогености група је ове резултате раздвојио у три групе „а“, „б“ и „ц“. Групи „а“ припада контрола, групи „б“ концентрације 5, 10 и 20%, „бц“ 15% и „ц“ 20% удела инсекатског брашна.

Табела 19. Број ларви *Tenebrio molitor* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	624	726	816	907	827	1369
ПОН. 2	282	694	907	920	1028	912
ПОН. 3	248	613	1016	799	658	1048
ПОН. 4	397	641	321	878	736	1037
Стандардна девијација	169,91	50,96	307,08	54,25	159,55	195,01
Средња вредност	387,75 а	668,50 б	765,00 б	876,00 бц	812,25 б	1091,50 ц
ANOVA			F	6,812		
			p	0,001		

Просечна маса ларви *T. molitor* избројаних у контролној групи као и оброцима за рибе налази се у табели 20. Маса ларви у контролној групи износила је у просеку 13,75 док је у оброцима њен број варирао од 10,53 у концентрацији 5% удела инсекатског брашна до 20,56 у концентрацији 25% удела инсекатског брашна. Стандардна девијација у контролној групи износила је 4,69, најнижа 0,86 у концентрацији 5%. ANOVA резултати, F вредност која је износила 6,333 и p вредност која је износила 0,001 указују да је просечна маса ларви у свим третманима била статистички значајна. Duncan post hoc тест је све вредности сврстао у три групе означене са “а”, “б” и “ц”. Групе “а” припадају концентрације 5 и 10%, “аб” контрола и концентрација 15%, “бц” концентрација 20% и “ц” концентрација 25%.

Табела 20. Маса ларви *Tenebrio molitor* у оброцима за рибе

	Контрола	Храна за рибе 5%	Храна за рибе 10%	Храна за рибе 15%	Храна за рибе 20%	Храна за рибе 25%
ПОН. 1	20,10	11,47	11,98	14,73	16,98	21,36
ПОН. 2	14,25	10,77	11,80	16,70	18,36	18,90
ПОН. 3	9,32	10,52	16,98	11,91	19,28	21,44
ПОН. 4	11,34	9,39	6,21	13,12	14,63	20,54
Стандардна девијација	4,69	0,86	4,40	2,07	2,02	1,17
Средња вредност	13,75 аб	10,53 а	11,74 а	14,11 аб	17,31 бц	20,56 ц
ANOVA			F	6,333		
			p	0,001		

Rumbos и сар. (2020) су вршили истраживање са циљем да се испита могућност развоја неколико важнијих врста складишних штеточина на брашну произведеном од ларви врсте *Tenebrio molitor*. Праћен је раст популације неколико врста: *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) и *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) на брашну ларви *T. molitor*, као и на супстратима на бази брашна *T. molitor* са различитим садржајем пшеничних мекиња (0, 25, 50, 75, 90, 95 и 100%). Резултати показују да *T. molitor* и *T. confusum* могу да развијају значајне популације на 100% брашну *T. molitor*, док се *A. diaperinus* и *T. granarium* нису развијали на брашну.

Слично истраживање обавили су Rigorouloу и сар. (2023) са циљем да се утврди могућност развића 13 врста складишних штеточина на брашну произведеном од ларви врсте *Alphitobius diaperinus*. Према резултатима, јединке 6 врста (*Alphitobius diaperinus*, *Tenebrio molitor*, *Trogoderma granarium*, *Lasioderma serricorne*, *Tribolium confusum* и *Tribolium castaneum*) су успеле да се развију и да оставе потомство на 100% брашну *A. diaperinus*. По успешности развића се посебно издвајају *T. granarium* и *T. castaneum*, код којих се бележи убрзан пораст и велики број јединки у потомству. Јединке преосталих 7 врста нису успеле да се развију на овом супстрату (*Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*,

Rhizopertha dominica, *Prostephanus truncates*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Callosobruchus maculatus* и *Cryptolestes ferrugineus*).

Riudavets и сар. (2002) у свом истраживању које се односило на одређивање фауне ускладиштених производа карактеристичних за Каталонију наводе да велик број артропода може да контаминира производе који су по хемијском саставу слични јестивим инсектима. Узорци су узети из сировина као што су житарице (пшеница, овас, раж, кукуруз и пиринач), суво воће и ораси (бадеми, пистаћи, урме, суво грожђе и суве кајсије), махунарке, лековито биље (*Chamomilla recutita*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Opuntia ficus-indica*, *Foeniculum vulgare*) зачини (коријандер, кора ораха, црвена паприка, сусам) и прерађени производи као што су брашно, гриз, тестенине, печурке и храна за кућне љубимце. Укупно је пронађено 29 врста артропода који представљају шест редова и 15 породица. На житарицама најзаступљеније штеточине су биле: *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhizopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae). Предаторска гриња *Blattisocius tarsalis* Berl. (Mesostigmata: Blattisociidae) такође је била присутна у пшеници и пиринчу. У сушеном биљу и зачинима најзаступљеније су *Lasioderma serricorne* F. (Coleoptera: Ptinidae), *Stegobium paniceum* L. (Coleoptera: Ptinidae), пошто су полифагне пронађене су и код пшенице, ражи, тестенина и хране за кућне љубимце. *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae) била је једина врста забележена у урмама, сувом грожђу и кајсијама. Мољци *Plodia interpunctella* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) и *Ephestia* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) били присутни у бадемима и пистаћима. У пшеничном брашну нађени су: *O. surinamensis*, *P. interpunctella*, *Cryptolestes ferrugineus* S. (Coleoptera: Laemophloeidae), као и гриња *Tyrophagus putrescentiae* S. (Sarcoptiformes: Acaridae).

Слично истраживањима наведених аутора, врста *Tribolium confusum* у нашем истраживању успела је да заврши циклус развића на хранивима која су контаминирана инсекатским брашном различитих концентрација као хранива за исхрану пилића и риба. С друге стране врста *Tenebrio molitor* није у потпуности завршила циклус, где није долазило до преображаја ларви у стадијум лутака.

5.ЗАКЉУЧАК

Просечан број живих и мртвих одраслих јединки *T. molitor* у оброцима за пилиће није се статистички разликовао у третманима у односу на контролу, као и у оброцима за рибе.

Број ларви *T. molitor* у оброцима за пилиће статистички се разликовао у односу на контролу. Просечна вредност контроле је до два пута нижа у односу на вредност третмана, као и у оброцима за рибе.

Просечна маса ларви *T. molitor* у оброцима за пилиће била је без статистички значајне разлике контроле и третмана, док је у оброцима за рибе била је статистички значајна.

Просечан број живих одраслих јединки *T. confusum* у оброцима за пилиће нема статистички значајну разлику свих третмана у односу на контролу, као и у оброцима за рибе.

Просечан број мртвих одраслих јединки *T. confusum* у оброцима за пилиће у свим третманима је без статистички значајне разлике, док је у у оброцима за рибе била је статистички значајна чије су вредности третмана биле и до четири пута већа у односу на контролу.

Просечан број ларви *T. confusum* у оброцима за пилиће, разликују се у односу на контролу, где су вредности у свим третманима шест до осам пута веће од вредности контроле и утврђено је постојање статистички значајних резултата, као и у оброцима за рибе где су вредности третмана и до пет пута веће у односу на контролу.

Маса ларви *T. confusum* статистички се разликовала у оба obroка (пилићи и рибе), где су вредности третмана три до пет пута већи у односу на контролу у obroку за пилиће, док је у у obroцима за рибе пет пута већа.

Просечан број лутака *T. confusum* у obroцима за пилиће и рибе био је без статистички значајне разлике.

Просечна маса лутака *T. confusum* у obroцима за пилиће и рибе био је без статистички значајне разлике.

6. ЛІТЕРАТУРА

Bullock, M., Legault, G., Melbourne, B.(2020): **Interspecific Chemical Competition Between *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Reduces Fecundity and Hastens Development Time.** Annals of the Entomological Society of America, 113(3). 216-222.

Cito A., Dreassi E., Frosinini R., Zanfini A., Pianigiani C., Botta M., Francardi V. (2017): **The potential beneficial effects of *Tenebrio molitor* (Coleoptera Tenebrionidae) and *Galleria mellonella* (Lepidoptera Pyralidae) on human health.** REDIA, 100, 2017: 125-133.

El-Sayed H. Shaurub, Genan M., Abou Gharsa (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, Volume 51, Pages 56-60.

Estey, S., Clavijo-Baquet, S., Lima, M., Bozinovic, F. (2011): **Beyond average: an experimental test of temperature variability on the population dynamics of *Tribolium confusum*.** Population Ecology. 53,53-58.

Ghaly, A.E., Alkoaik, F.N. (2009): **The yellow mealworm as a novel source of protein.** American Journal of Agricultural and Biological Sciences. Vol. 4, No. 4, 319-331 ref. 41.

Heckmann L.H., Andersen J.L., Gianotten N., Calis M., Fischer C.H., Calis H. (2018): **Sustainable mealworm production for feed and food.** In Edible Insects in Sustainable Food Systems; Springer: New York, 321–328.

Hill, D.S (2002): **Pests of Stored Foodstuf and their Control.** Institute of Biodiversity and Environmental Conservation, Universiti Malaysia Sarawak, Malaysia, 61-217.

Ho, F. K. (1967). **Identification of *Tribolium* Larvae by Their Setal Characteristics (Coleoptera: Tenebrionidae).** Annals of the Entomological Society of America, 60(4), 729–732.

Hong J., Han T., Kim Y. (2020): **Mealworm (*Tenebrio molitor* Larvae) as an Alternative Protein Source for Monogastric Animal: A Review**. *Animals*, 10(11), 2068.

Jajić, I., Popović, A., Urošević, M., Krstović, S., Petrović, M., Guljaš, D., Samardžić, M. (2020): **Masnokiselinski i aminokiselinski profil larvi crva brašnara (*Tenebrio molitor* L.)**. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 36: 167-180.

Kavallieratos, G. Nickolas., Andrić, Goran., Golić, Pražić, Andrijana., Nika, P. Erifili., Skourti, Anna., Kljajić, Petar., Papanikolaou, E. Nikos. (2020): **Biological Features and Population Growth of Two Southeastern European *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) Strains**. *Insects*, 2020. 11(4), 218.

Matin, A., Majdak, T., Janječić, Z., Grubor, M. (2019): **Mogućnost korišćenja alternativnih izvora bjelančevina u hranidbi životinja**. *Krmiva*. 61: 23-28.

Miglietta P., De Leo F., Ruberti M., Massari S. (2015): **Mealworms for food: A water footprint perspective**. *Water*. 7, 6190–6203.

Park, T. (1934): **Observations on the General Biology of the Flour Beetle, *Tribolium Confusum***. *The Quarterly Review of Biology*, Volume 9, Number 1 , Page 36 (1934). National Research Council Fellow in the Biological Sciences, Department of Biology, School of Hygiene and Public Health, The Johns Hopkins University.

Ramos-Elorduy, J.; González, E.A.; Hernández, A.R.; Pino, J.M. (2002): **Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens**. *Journal of Economic Entomology*, Volume 95, Issue 1, 214–220.

Rees, D. (2004): **Insects of Stored Products**; Manson Publishing: London, UK.

Rigopoulou, M., Rumbos, C., Athanassiou, C. (2023): **Evaluation of the susceptibility of *Alphitobius diaperinus* meal to infestations by major stored-product beetle species**. *Environmental science and pollution research international*, 30(29), 73628–73635.

Riudavets, J., Lucas, E., Pons José, M. (2002): **Insects and mites of stored products in the northeast of Spain**. *Integrated Protection of Stored Products*. IOBC Bulletin Vol. 25 (3), 41-44.

Rumbos, C.I., Rigopoulou, M., Athanassiou, C.G. (2020). **Are insect meals prone to insect infestation during storage? Development of major storage insects on substrates based on *Tenebrio molitor* larvae meal**. *Journal Pest Sci* 93, 1359–1367.

Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K.A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., Jedras, M. (2013): **Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food**. *Agricultural Sciences*. Vol.4 No.6, Article ID:33693. DOI:10.4236/as.2013.46041.

Veldkamp T., Van Duinkerken G., Van Huis A., Lakemond C.M., Ottevanger E., Bosch G., Van Boekel T. (2012): **Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets: A Feasibility Study**. Insecten als Duurzame Diervoedergrondstof in Varkens-en Pluimveevoeders: Een Haalbaarheidsstudie, (No. 638); Wageningen UR Livestock Research: Wageningen, The Netherland.

Zohry, H. M. Nasra., El-Sayed, A. Mohamed. (2019): **Morphology, histology, and chemistry of the wings of Tribolium castaneum and Tribolium confusum (Coleoptera: Tenebrionidae)**. The Journal of Basic and Applied Zoology. Article number: 16 (2019).

Група аутора (1972): **Штеточине у складиштима: биологија и сузбијање са основама ускладиштења пољопривредних производа**. Институт за заштиту биља, Нови Сад, 130-210.

Јовичић И., Андрић Г., Пражић Голић М., Кљајић П. (2022): **ПРИСУСТВО МАЊЕ ЗНАЧАЈНИХ ВРСТА ШТЕТНИХ ИНСЕКАТА У СКЛАДИШТИМА СА КУКУРУЗОМ И ПШЕНИЦОМ У СРБИЈИ**. Биљни лекар. Вол. 50, бр. 5, 353-362.

Штрбац, П. (2002): **Штеточине ускладиштених производа**. Издавач: Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.

Слике:

<https://smarterpestcontrol.com/pest-id/crawling-insects/confused-flour-beetle/> преузето: октобар 2024.

<https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5314096> преузето: октобар 2024.

<https://www.biolib.cz/en/image/id352445/> преузето: октобар 2024.

<https://www.biolib.cz/en/image/id402989/> преузето: октобар 2024.

<https://www.naturepl.com/stock-photo-yellow-mealworm-tenebrio-molitor-beetle-larva-on-grain-nature-image01321526.html?srsId=AfmBOor94jwCS7FpVIDIu8XH9Z8HkIgahhgCM5UUYf-KP34-LWU8DUf> преузето: октобар 2024.

<https://dnascience.plos.org/2022/02/03/yellow-mealworm-genome-sequence-may-ease-farming-insects-for-food/> преузето: октобар 2024.

https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/beetles/red_flour_beetle.htm преузето: октобар 2024.