



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Филип Н. Вукајловић

**УТИЦАЈ ИСХРАНЕ НА ЖИВОТНИ ЦИКЛУС
И МОРФОЛОШКУ ВАРИЈАБИЛНОСТ
Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae)**

Докторска дисертација

Крагујевац, 2021.



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF SCIENCE

Filip N. Vukajlović

**INFLUENCE OF DIET ON LIFE HISTORY
AND MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae)**

Doctoral Dissertation

Kragujevac, 2021.

Аутор
Име и презиме: Филип Н. Вукајловић
Датум и место рођења: 06. 10. 1988. године, Крагујевац, Република Србија
Садашње запослење: Асистент, Институт за биологију и екологију, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу.
Докторска дисертација
Наслов: Утицај исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност <i>Plodia interpunctella</i> (Lepidoptera: Pyralidae)
Број страница: 245
Број слика: 17 слика и 44 графика
Број библиографских јединица: 273
Установа и место где је рад израђен: Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Научна област (УДК): 595.782-591.53.063(497.11) Зоологија, Microlepidoptera. Мали мољци, Екологија животиња, Исхрана. Промене у исхрани, Србија
Ментор: Др Снежана Б. Пешић, ванредни професор, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Оцена и одбрана
Датум пријаве теме: 17. 05. 2017.
Број одлуке и датум прихватања теме докторске дисертације: IV-01-593/9 од 13. 09. 2017.
Комисија за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Др Снежана Пешић, доцент, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу; ужа научна област Екологија, биогеографија и заштита животне средине; <i>ментор</i> 2. Др Слободан Макаров, редовни професор, Биолошки факултет, Универзитет у Београду; ужа научна област Биологија развића животиња 3. Др Александар Остојић, ванредни професор, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу; ужа научна област Екологија, биогеографија и заштита животне средине (<i>председник комисије</i>) 4. Др Снежана Танасковић, ванредни професор, Агрономски факултет у Чачку, Универзитет у Крагујевцу; ужа научна област Заштита биља 5. Др Ана Митровски Богдановић, доцент, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу; ужа научна област Зоологија

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:

Др Слободан Макаров, редовни професор,
Биолошки факултет, Универзитет у Београду
Ужа научна област Биологија развића животиња

Др Александар Остојић, ванредни професор,
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област Екологија, биогеографија и заштита животне средине

Др Снежана Танасковић, ванредни професор,
Агрономски факултет у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област Заштита биља
Председник комисије

Др Ана Митровски Богдановић, доцент,
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област Зоологија

Др Урош Савковић, научни сарадник,
Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“,
Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду;
Научна област Биологија, ужа научна област Еволуциона биологија

Датум одбране дисертације:

Оцу Николи и сину Матији

Експериментални део ове докторске дисертације обухватао је лабораторијска истраживања реализована у Лабораторији за општу и примењену ентомологију Института за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу. Истраживања су већински финансирана од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије чији сам стипендиста-докторанд био током прве две године докторских студија у оквиру пројекта ИИИ 41010, као и средствима пројекта ОИ 173038 чији сам учесник био од 2018. године.

Највећу и најискренију захвалност дугујем ментору др Снежани Б. Пешић, ванредном професору на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, на указаном поверењу, професионалној подршци, усмеравањима, критикама, као и неизмерним пријатељским саветима, великом разумевању и огромном стрпљењу током свих 11 година наше сарадње. Неизмерно јој се захваљујем на пруженој шанси, помоћи око конципирања теме и циљева ове докторске дисертације, идејама, предлозима и примедбама током експерименталног рада, анализе, обраде резултата и писања дисертације.

Велику захвалност дугујем и др Снежани Танасковић, ванредном професору на Агрономском факултету у Чачку, председнику комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, на несебичној професионалној и пријатељској помоћи од самог почетка мог научног рада. Њено указано поверење је било иницијатор мојих истраживања складишних штеточина. Велику захвалност јој дугујем и на помоћи око конципирања теме ове дисертације, конструктивним предлозима, примедбама и идејама које су допринеле побољшању квалитета ове докторске дисертације.

Са задовољством се срдечно захваљујем члановима комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, проф. др Слободану Макарову, проф. др Александру Остојићу, доц. др Ани Митровски Богдановић и научном сараднику др Урошу Савковићу на значајним, конструктивним предлозима, примедбама и идејама које су допринеле побољшању квалитета ове докторске дисертације.

Огромну захвалност дугујем колегама са Института за биологију и екологију Природно-математичког факултета у Крагујевцу, Драгани Предојевић, Филипу Грбовићу и Марији Јовановић, на великој и несебичној помоћи приликом извођења експерименталног дела ове дисертације, утврђивања садржаја секундарних метаболита у хранљивим подлогама и сугестијама око статистичке обраде података.

Захваљујем се и др Соњи Гвозденац, научном сараднику Института за ратарство и повртарство у Новом Саду и др Весни Перишић, доценту Пољопривредног факултета у Крушевцу на великој помоћи током израде експерименталног дела и анализе резултата, као и на саветима, сугестијама и огромном пренетом знању о заштити ускладишених производа од складишних штеточина.

Истраживања су делом реализована и у Институту за јавно здравље у Крагујевцу, Центру за стрна жита у Крагујевцу и Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду. На помоћи при одређивању садржаја макронутријената и влаге у хранљивим подлогама неизмерно се захваљујем мр Весни Матовић из Института за јавно здравље у Крагујевцу и др Биљани Кипровски, вишем научном сараднику у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду.

На безусловној љубави, несебичној подршци и огромном разумевању током студирања и рада на овој докторској дисертацији неизмерну захвалност дугујем својој породици.

Апстракт

Циљ овог истраживања је експериментално испитивање и анализа утицаја садржаја влаге, макронутријената (протеина, масти, угљених хидрата, укупних и директно редукујућих шећери и скроба), пепела и секундарних метаболита (укупних фенолних једињења, флавоноида и танина) у хранљивим подлогама на особине животне историје (преживљавање, дужина и динамика развића развојних стадијума, утицај спаривања имага на дужину њиховог живота, трајање овипозиције и фекундитет) и морфолошку варијабилност (дужина тела и предњих крила) лабораторијске популације бакренастог пламенца *Plodia interpunctella*. Ларвама је као храна понуђено 28 прехранбених производа груписаних у три групе: сушено (16 врста) и језгасто воће (четири врсте) и жита (пет стрних и три врсте просоликих), као и стандардна лабораторијска подлога (СЛП). Утврђени су значајни ефекти исхране на животну историју и морфолошку варијабилност *P. interpunctella*. Добијени подаци о особинама животне историје су интегрисани у моделе за предвиђање динамике овипозиције, улуткавања и еклозије имага. Преживљавање преадултних стадијума је било највеће за ларве храњене језгастим воћем. Ларве одгајане на СЛП и језгастим воћем су најбрже прелазиле у наредни ступањ. Најкраће преадултно развиће су имале јединке храњене СЛП и језгастим воћем. Различита исхране није утицала на преживљавање стадијума лутке. Улуткавање и еклозија имага су били значајно бржи и уједначенији код јединки храњених СЛП и језгастим воћем. Имага одгајана на просоликим житима и језгастим воћем су најдуже живела. Разлике у дужини живота мужјака и женки углавном нису биле статистички значајне. Спарене женке су углавном живеле знатно краће од неспарених. У већини огледа, није уочена статистички значајна разлика у дужини живота између спарених мужјака и женки, односно неспарених мужјака и женки. Женке одгајене на језгастом воћу, СЛП, сушеним смоквама и гоци бобицама су полагале највећи број јаја. Дужина тела и предњих крила имага одгајених на језгастом воћу и СЛП је углавном била већа него оних на сушеном воћу и житима. СЛП, језграство воће, сушена смоква и гоци бобице су најпогоднија храна за *P. interpunctella*.

Кључне речи: бакренести пламенац, тип исхране, садржај нутријената, секундарни метаболити, особине животне историје, развиће, преживљавање, репродукција.

Abstract

The aim of this research is experimental investigation and analysis of the influence of content of moisture, macronutrients (proteins, fats, carbohydrates, total and reducing sugars and starch), ash, and secondary metabolites (total phenolics, flavonoids and tannins) in larval diet on the life history traits (survival, developmental duration and dynamics of all life stages, influence of mating on adult longevity, duration of oviposition, and fecundity) and morphological variability (body and forewing length) of the laboratory population of Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. The larvae were offered 28 diet types grouped into three groups: dried fruits (16 species), nuts (four species) and cereals (five small grain and three millet species), as well as a standard laboratory diet (SLD). Significant influence of nutrition on life history and morphological variability of *P. interpunctella* were found. The obtained data on the life history traits were integrated into models for predicting the dynamics of oviposition, pupation and adult emergence. Survival of preadult stages was the highest for larvae reared on nuts. Larvae reared on SLD and nuts were the fastest to move to the next instar. The shortest preadult development was in individuals reared on SLD and nuts. Different diets did not affect the survival of the pupa stage. Pupation and adult emergence were significantly faster and more synchronized in individuals reared on SLD and nuts. Adults reared on millet cereals and nuts lived the longest. Differences in the male and female longevity were generally statistically insignificant. Copulated females generally lived significantly shorter than uncopulated ones. Mostly, no significant difference in longevity between copulated males and females was observed, or between uncopulated males and females. Females reared on nuts, SLD, dried figs and goji berries laid the largest number of eggs. The body and forewing length of adults reared on nuts and SLD were generally longer than in those reared on dried fruits and cereals. SLD, nuts, dried figs and goji berries are the most suitable diet for *P. interpunctella*.

Keywords: Indian meal moth, diet type, nutrient content, secondary metabolites, life history traits, development, survival, reproduction.

Садржај

1. УВОД.....	1
1.1. Складиштење прехранбених производа	3
1.2. Штетни инсекти усладиштених прехранбених производа	4
1.3. Заштита ускладиштених прехранбених производа	6
1.4. Интегрално управљање штетним организмима	7
1.5. Теорија животне историје.....	8
1.5.1. Особине животних историја инсеката складишних штеточина	9
1.5.2. Исхрана инсеката складишних штеточина и њен утицај на особине животне историје	10
1.6. Бакренасти пламенац <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)	15
1.6.1. Морфолошке карактеристике стадијума имага.....	16
1.6.2. Морфолошке карактеристике стадијума јајета	19
1.6.3. Морфолошке карактеристике стадијума ларве	20
1.6.4. Морфолошке карактеристике стадијума лутке	23
1.6.5. Особине животне историје и екологија <i>Plodia interpunctella</i>	24
2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	28
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	31
3.1. Избор хранљивих подлога за узгој <i>Plodia interpunctella</i>	32
3.2. Одређивање хемијског састава хранљивих подлога.....	33
3.3. Лабораторијска популација <i>Plodia interpunctella</i>	35
3.4. Дизајн експеримента и процедуре	36
3.5. Статистичка анализа података и моделирање	40
4. РЕЗУЛТАТИ	43
4.1. Хемијски састав хранљивих подлога	44
4.2. Утицај исхране на особине животне историје <i>Plodia interpunctella</i>	48
4.2.1. Стадијум ларве	48
4.2.1.1. Бројност и преживљавање стадијума ларве.....	48
4.2.1.2. Стопа преживљавања ларви	51
4.2.1.3. Укупно преживљавање стадијума ларве	53
4.2.1.4. Утицај садржаја макронутријената и влаге на преживљавање ларви	54
4.2.1.5. Утицај садржаја секундарних метаболита на укупно преживљавање ларви	55
4.2.2. Стадијум лутке	56
4.2.2.1. Преживљавање стадијума лутке	56
4.2.2.2. Утицај садржаја макронутријената и влаге на преживљавање лутака	57
4.2.2.3. Утицај садржаја секундарних метаболита на преживљавање лутака	58
4.2.3. Стадијум имага	58
4.2.3.1. Бројност еклодираних имага (= преживљавање пререпродуктивних стадијума).....	58
4.2.3.1. Утицај садржаја макронутријената и влаге на бројност еклодираних имага	59
4.2.3.2. Утицај садржаја секундарних метаболита на бројност еклодираних имага	61
4.2.3.3. Бројност еклодираних имага према полу и однос полова.....	62
4.2.4. Дужина развића <i>Plodia interpunctella</i>	66
4.2.4.1. Дужина развића стадијума ларве	66
4.2.4.2. Дужина развића стадијума ларве према полу.....	66
4.2.4.3. Утицај макронутријената и влаге на дужину развића стадијума ларве... ..	67

4.2.4.4. Утицај секундарних метаболита на дужину развића стадијума ларве	69
4.2.4.5. Динамика раста ларви	69
4.2.4.6. Стопа раста ларви.....	70
4.2.4.7. Утицај макронутријената и влаге на динамику развића ларви.....	77
4.2.4.8. Утицај секундарних метаболита на динамику развића ларви	80
4.2.4.9. Дужина развића стадијума лутке	81
4.2.4.10. Дужина развића стадијума лутке према полу	81
4.2.4.11. Утицај макронутријената и влаге на дужину развића стадијума лутке.	82
4.2.4.12. Утицај секундарних метаболита на дужину развића стадијума лутке ..	83
4.2.4.13. Динамика улуткавања	85
4.2.4.14. Дужина преадултног периода	89
4.2.4.15. Дужина преадултног периода према полу	90
4.2.4.16. Утицај макронутријената и влаге на дужину преадултног периода	91
4.2.4.17. Утицај секундарних метаболита на дужину преадултног периода.....	92
4.2.4.18. Динамика еклозије имага.....	93
4.2.5. Дужина живота имага	107
4.2.5.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину живота имага	109
4.2.5.2. Утицај секундарних метаболита на дужину живота имага.....	110
4.2.5.3. Дужина живота имага мушког пола	111
4.2.5.4. Дужина живота имага женског пола	111
4.2.5.5. Разлике у дужини живота имага мушког и женског пола.....	112
4.2.5.6. Парење имага	112
4.2.5.7. Разлике у дужини живота спарених и неспарених мужјака	114
4.2.5.8. Разлике у дужини живота спарених и неспарених женки.....	117
4.2.5.9. Разлике у дужини живота спарених мужјака и женки	118
4.2.5.10. Разлике у дужини живота неспарених мужјака и женки	119
4.2.6. Овипозициони период	119
4.2.6.1. Почетак овипозиције.....	120
4.2.6.2. Трајање овипозиције	121
4.2.6.3. Фекундитет	124
4.2.6.4. Динамика овипозиције.....	125
4.2.6.5. Моделирање динамике овипозиције	130
4.2.6.6. Утицај макронутријената и влаге на фекундитет.....	132
4.2.6.7. Утицај секундарних метаболита на фекундитет	133
4.3. Утицај исхране на морфолошку варијабилност имага <i>Plodia interpunctella</i>	135
4.3.1. Дужина тела имага	135
4.3.1.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину тела имага	135
4.3.1.2. Утицај секундарних метаболита на дужину тела имага.....	138
4.3.1.3. Дужина тела имага према полу	139
4.3.1.4. Утицај макронутријената и влаге на дужину тела мужјака и женки	140
4.3.1.5. Утицај секундарних метаболита на дужину тела мужјака и женки.....	143
4.3.2. Дужина предњих крила имага.....	144
4.3.2.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину предњих крила имага.....	144
4.3.2.2. Утицај секундарних метаболита на дужину предњих крила имага	147
4.3.2.3. Дужина предњих крила имага према полу	148
4.3.2.4. Утицај макронутријената на дужину предњих крила мужјака и женки	149
4.3.2.5. Утицај секундарних метаболита на дужину предњих крила мужјака и женки	151
4.4. Погодност хранљивих подлога за исхрану <i>Plodia interpunctella</i>	153

4.4.1. Утицај макронутријената и влаге на осетљивост хранљивих подлога на напад <i>Plodia interpunctella</i>	153
4.4.2. Утицај секундарних метаболита на осетљивост хранљивих подлога на напад <i>Plodia interpunctella</i>	156
5. ДИСКУСИЈА.....	157
5.1. Хемијски састав хранљивих подлога.....	159
5.1.1. Хемијски састав сушеног воћа.....	159
5.1.2. Хемијски састав језгастог воћа.....	160
5.1.3. Хемијски састав жита.....	161
5.2. Утицај исхране на преживљавање <i>Plodia interpunctella</i>	162
5.2.1. „Парадокс прехранбеног домаћина”.....	162
5.2.2. Значај односа садржаја макронутријената и влаге у храни за преживљавање <i>Plodia interpunctella</i>	164
5.2.3. Утицај исхране на преживљавање ларви <i>Plodia interpunctella</i>	164
5.2.3.1. Значај односа садржаја макронутријената и влаге у храни за преживљавање ларви <i>Plodia interpunctella</i>	165
5.2.3.1. Значај (односа) садржаја секундарних метаболита у храни а преживљавање ларви <i>Plodia interpunctella</i>	167
5.2.3.2. Значај механичких својстава хране за преживљавање ларви <i>Plodia interpunctella</i>	167
5.2.4. Утицај исхране на преживљавање лутака <i>Plodia interpunctella</i>	168
5.2.5. Утицај исхране на број еклодираних имага <i>Plodia interpunctella</i>	168
5.3. Утицај исхране на дужину развића <i>Plodia interpunctella</i>	172
5.4. Утицај исхране на динамику развића <i>Plodia interpunctella</i>	174
5.4.1. Утицај исхране на динамику развића ларви <i>Plodia interpunctella</i>	174
5.4.2. Утицај исхране на динамику улуткавања и развиће лутке <i>Plodia interpunctella</i>	176
5.4.3. Утицај исхране на трајање преадултног периода живота <i>Plodia interpunctella</i>	178
5.4.4. Утицај исхране на еклозију имага <i>Plodia interpunctella</i>	179
5.5. Утицај исхране на дужину живота имага <i>Plodia interpunctella</i>	181
5.6. Утицај исхране на полагање јаја <i>Plodia interpunctella</i>	183
5.7. Утицај исхране на димензије тела имага <i>Plodia interpunctella</i>	188
5.8. Погодност хранљивих подлога за исхрану <i>Plodia interpunctella</i>	189
5.9. Могући правци даљих истраживања.....	191
6. ЗАКЉУЧЦИ.....	193
7. ЛИТЕРАТУРА.....	196
7.1. Интернет извори.....	212
8. ПРИЛОЗИ.....	213

Листа табела

- Табела 1.** Просечне вредности (\pm SE) ширине главених капсула (у mm) различитих ларвених ступњева *Plodia interpunctella*.
- Табела 2.** Садржај ($\mu \pm$ SE) испитиваних макронутријената и маса 100 mL хранљивих подлога.
- Табела 3.** Садржај укупних фенолних једињења, флавоноида и танина ($\mu \pm$ SE) у метанолском екстракту тестираних хранљивих подлога.
- Табела 4.** Процентуална бројност ($\mu \pm$ SE) живих ларви *Plodia interpunctella* на воћним подлогама и СЛП у односу на број протеклих дана од поставке експеримента.
- Табела 5.** Вишеструко поређење Kaplan-Meier кривих преживљавања популација ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП помоћу појединачних log-rank тестова.
- Табела 6.** Укупно преживљавање ($\mu \pm$ SE) стадијума ларве популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 7.** Зависност укупног преживљавања ларви *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграсог воћа.
- Табела 8.** Укупно преживљавање ($\mu \pm$ SE) стадијума лутке популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 9.** Зависност преживљавања стадијума лутке *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграсог воћа.
- Табела 10.** Бројност еклодираних имага ($\mu \pm$ SE) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 11.** Зависност броја еклодираних имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава испитиваног сушеног воћа, језграсог воћа и жита.
- Табела 12.** Просечни број ($\mu \pm$ SE) еклодираних имага, полна структура и однос полова популација *Plodia interpunctella* одгајаних на испитиваним хранљивим подлогама.
- Табела 13.** Дужина развића стадијума ларве ($\mu \pm$ SE) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 14.** Дужина развића стадијума ларве ($\mu \pm$ SE) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП зависно од пола.
- Табела 15.** Зависност дужине развића стадијума ларве *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграсог воћа.
- Табела 16.** Просечне вредности ($\mu \pm$ SE) ширина главених капсула (у mm) ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП, мерених на седмичном нивоу.
- Табела 17.** Ларвени ступњеви *Plodia interpunctella* одгајани на воћним подлогама и СЛП, утврђени на основу вредности ширина главених капсула, по четири скале различитих аутора.
- Табела 18.** Просечне вредности ($\mu \pm$ SE) стопе раста ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 19.** Временска зависност просечних вредности ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама, утврђена природном логаритамском регресијом.
- Табела 20.** Просечно време (дани \pm SE) потребно популацијама ларви *Plodia interpunctella* одгајаним на различитим хранљивим подлогама да достигну одређени ларвени ступањ.
- Табела 21.** Зависност времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ларвени ступањ од хемијског састава испитиваног сушеног воћа.
- Табела 22.** Зависност времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ларвени ступањ од хемијског састава испитиваног језграсог воћа.

- Табела 23.** Дужина развића ($\mu \pm SE$) стадијума лутке (укупна и према полу) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 24.** Зависност дужине развића стадијума лутке популација *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграстог воћа.
- Табела 25.** Просечна дужина развића (дани $\pm SE$) од поставке експеримента до улуткавања првих и последњих јединки, максимално дневно улуткавање и укупан просечни период трајања улуткавања популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 26.** Вредности параметара логистичке сигмоидне функције акумулираног улуткавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- Табела 27.** Дужина ($\mu \pm SE$) преадултног периода (укупна и према полу) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на 21 хранљивој подлози.
- Табела 28.** Зависност дужине преадултног периода у развићу *Plodia interpunctella* од хемијског састава испитиваних хранљивих подлога.
- Табела 29.** Просечна дужина развића (дани $\pm SE$) до еклозије првих имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 30.** Просечно трајање развића (дани $\pm SE$) до еклозије последњих имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 31.** Максималне вредности ($\mu \pm SE$) дневног броја еклодираних имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 32.** Период трајања (дани $\pm SE$) еклозије имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 33.** Вредности параметара тропараметарске логистичке сигмоидне функције акумулиране еклозије имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 34.** Вредности параметара тропараметарске логистичке сигмоидне функције акумулиране еклозије мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 35.** Дужина живота имага (дани $\pm SE$) *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 36.** Зависност дужине живота имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.
- Табела 37.** Дужина прекопулационог периода (секунде $\pm SE$) спариваних имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 38.** Утицај парења на дужину живота имага (дани $\pm SE$) *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 39.** Почетак овипозиције (дани $\pm SE$) спарених женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 40.** Трајање овипозиције (дани $\pm SE$) спарених женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 41.** Фекундитет ($\mu \pm SE$) женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 42.** Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 43.** Вредности параметара логистичке сигмоидне функције акумулираног процентуалног фекундитета *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 44.** Зависност фекундитета женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

- Табела 45.** Просечна дужина тела ($\mu \pm SE$) имага *Plodia interpunctella* (укупно и по полу) одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 46.** Зависност дужине тела имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.
- Табела 47.** Зависност дужине тела мужјака *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.
- Табела 48.** Зависност дужине тела женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајене.
- Табела 49.** Просечна дужина предњих крила ($\mu \pm SE$) имага *Plodia interpunctella* (укупно и по полу) одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- Табела 50.** Зависност дужине предњих крила имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.
- Табела 51.** Зависност дужине предњих крила мужјака *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.
- Табела 52.** Зависност дужине предњих крила женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајене.
- Табела 53.** Просечне вредности индекса погодности и отпорности ($\mu \pm SE$) и процена осетљивости различитих хранљивих подлога на нападе *Plodia interpunctella*.
- Табела 54.** Зависност индекса осетљивости категорија хранљивих подлога на нападе *Plodia interpunctella* од њиховог хемијског састава.

Листа слика

- Слика 1.** Изглед имага врсте *Plodia interpunctella*.
- Слика 2.** Скенинг електронска микрографија главе и усног апарата имага *Plodia interpunctella*: р - пробосцис; а - антена; со - сложено око; lp - лабијални палупс.
- Слика 3.** Скенинг електронске микрографије антена *Plodia interpunctella*: (А) дорзална страна - женка; (В) дорзална страна - мужјак; (С) вентрална страна антене женке са видљивим сегментима; S: скапус; Р: педицелус; F11: први чланак бича; F12: други чланак бича; F143 - претпоследњи чланак бича; F144 - последњи чланак бича. Бар скала: (А) и (В) 100 μm , (С) 2 mm.
- Слика 4.** Грађа спољашњих гениталних структура мужјака и женке *Plodia interpunctella*.
- Слика 5.** Изглед јаја *Plodia interpunctella*
- Слика 6.** Скенинг електронске микрографије јаја *Plodia interpunctella*: 1 - бочни приказ јајета; 2 - микропила; 3 - део хориона у близини постериорног пола; 4 - предњи крај јајета са савијеним хорионом; 5 - аеропила.
- Слика 7.** Изглед грудних и трбушних екстремитета ларве *Plodia interpunctella*.
- Слика 8.** Различито обојене ларве *Plodia interpunctella* пред свилу по површини супстрата.
- Слика 9.** Шест ларвених ступњева *Plodia interpunctella*: А - први; В - други; С - трећи; DV - дорзални крвни суд; D - четврти; LS - латерални шавови; ES - епикранијални шав; PI - пинакуле; Е - пети; F - шести.
- Слика 10.** Ларва последњег ступња са приказом гениталија мужјака.
- Слика 11.** Ларве свилом обмотавају храну и амбалажу у којој се налазе.
- Слика 12.** Изглед лутке *Plodia interpunctella*.
- Слика 13.** Лутке *Plodia interpunctella* у свиленом кокону на површини хране.
- Слика 14.** Лутка *Plodia interpunctella* у свиленом кокону у жљебу амбалаже упакованог производа.
- Слика 15.** Схема експеримента - добијање почетне популације јаја *Plodia interpunctella* која ће бити коришћена у експерименту.
- Слика 16.** Дизајн експеримента и поставка огледа унутар њега.
- Слика 17.** Унутрашњост клима коморе са поставком дела огледа у експерименту тестирања утицаја исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност *Plodia interpunctella*.

Листа графика

- График 1.** Kaplan-Meier криве преживљавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним хранљивим подлогама и СЛП (Log-rank тест: $\chi^2 = 1125,53$; $p < 0,001$).
- График 2.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и укупног преживљавања ларви *Plodia interpunctella*.
- График 3.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и укупног преживљавања стадијума лутке *Plodia interpunctella*.
- График 4.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и броја еклодираних имага *Plodia interpunctella*.
- График 5.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја анализираних секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и броја еклодираних имага *Plodia interpunctella*.
- График 6.** Просечни број имага у популацијама *Plodia interpunctella* одгајаним на испитиваним хранљивим подлогама.
- График 7.** Однос полова имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- График 8.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у воћним хранљивим подлогама и СЛП и дужине развића ларви *Plodia interpunctella*.
- График 9.** Стопа раста ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
- График 10.** Трендови промена ширина главених капсула (ШГК) ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на сушеном и језграстом воћу у функцији времена, установљени природном логаритамском регресијом, према формули $ШГК = b_0 + b_1 * \ln(време)$.
- График 11.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ступањ.
- График 12.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ступањ.
- График 13.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине развића стадијума лутке *Plodia interpunctella*.
- График 14.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине развића стадијума лутке *Plodia interpunctella*.
- График 15.** Процентуално акумулирано улуткавање *Plodia interpunctella* одгајане на различитим воћним подлогама и СЛП у функцији времена од улуткавања прве јединке, добијено применом тропараметарске логистичке функције.
- График 16.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине преадултног периода *Plodia interpunctella*.
- График 17.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у различитим хранљивим подлогама и дужине преадултног периода *Plodia interpunctella*.
- График 18.** Процентуална акумулирана еклозија имага (у-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама, у функцији времена од еклозије првог имага (х-оса), добијена применом тропараметарске логистичке функције.
- График 19.** Процентуална акумулирана еклозија мужјака (у-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама у функцији времена од еклозије првог мужјака (х-оса), добијена применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције.
- График 20.** Процентуална акумулирана еклозија женки (у-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама у функцији времена од еклозије прве женке (х-оса), добијена применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције.

- График 21.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине живота имага *Plodia interpunctella*.
- График 22.** Дужина живота имага мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- График 23.** Разлике у дужини прекопулационог периода спарених имага *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- График 24.** Утицај парења на дужину живота мужјака *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- График 25.** Утицај парења на дужину живота женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- График 26.** Утицај парења на разлике у дужини живота спарених мужјака и женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- График 27.** Утицај парења на разлике у дужини живота неспарених мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.
- График 28.** Процентуална заступљеност женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама, по данима када су започеле овипозицију.
- График 29.** Процентуална дневна заступљеност трајања овипозиције женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- График 30.** Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на осам врста сушеног воћа током првих пет дана након спаривања.
- График 31.** Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на сушеној смокви, језграстом воћу, житима и стандардној лабораторијској подлози током првих пет дана након спаривања.
- График 32.** Процентуални акумулирани фекундитет (у-оса) женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама, у функцији времена од еклозије прве женке (х-оса), добијен применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције.
- График 33.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и фекундитета женки *Plodia interpunctella*.
- График 34.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и фекундитета женки *Plodia interpunctella*.
- График 35.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела имага *Plodia interpunctella*.
- График 36.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у различитим хранљивим подлогама и дужине тела имага *Plodia interpunctella*.
- График 37.** Дужина тела мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- График 38.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела мужјака и женки *Plodia interpunctella*.
- График 39.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела мужјака и женки *Plodia interpunctella*.
- График 40.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила имага *Plodia interpunctella*.
- График 41.** Дужина предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.
- График 42.** Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella*.

График 43. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella*.

График 44. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и индекса осетљивости тих подлога на нападе *Plodia interpunctella*.

1. УВОД

Енормни пораст броја становника на Земљи је један од најизазовнијих проблема човечанства. У 2019. години број становника на планети Земљи је достигао 7,7 милијарди. Пројекције Уједињених Нација указују да ће тај број до 2030. године порастати на 8,5 милијарди, до 2050. на 9,7 милијарди, а до 2100. на 10,9 милијарди (UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION, 2019). Обезбеђивање здравствено безбедне животне средине за све људе на планети, осим квалитетног ваздуха и воде подразумева и довољне количине адекватне хране, што ће оставити несагледиве последице на читаву биосферу (CRIST *et al.*, 2017), јер савремена пољопривреда директно утиче на угрожавање биодиверзитета, земљишта и вода, неодрживо експлоатисање ресурса, климатске промене, загађење и ширење инвазивних врста (GANIVET, 2020).

Предвиђања указују да ће пољопривредна производња до 2050. године морати да порасте за 50-70% како би потражња за храном била задовољена (CLAY, 2011). Пре свега, биће повећана потреба за житарицама и уљарицама, не само за исхрану људи и стоке, већ и за производњу етанола и биодизела (LAZZARI and LAZZARI, 2012). Да би повећана потражња за храном била задовољена, а здравље људи, животна средина и биодиверзитет били сачувани, потребно је обезбедити развој технологија за повећање приноса на већ постојећим површинама, као и интензивирање, а не ширење, производње. То подразумева ефикаснију потрошњу воде, рационалније коришћење ђубрива и пестицида, смањење расипања хране, прелазак на органску производњу и промене у прехранбеним навикама људи (CRIST *et al.*, 2017).

У склопу тога међу приоритетима свих држава, поред производње веће количине хране, морају да буду и чување, заштита и безбедност произведене хране, јер путујући од поља до потрошача, прехранбени производи пролазе низ процедура и постројења у којима се прерађују и складиште (NAYAK and DAGLISH, 2018).

Будући да квалитет и здравствена исправност хране представљају основне приоритете произвођача хране, са непрекидним развојем људске цивилизације, значајно су напредовале и методе производње, складиштења и чувања хране за људе и животиње. Правилно и безбедно складиштење прехранбених производа доприноси одржавању њиховог квантитета (чиме се спречава несташица хране и семенске робе) и квалитета до тренутка употребе за даљу прераду и/или конзумацију (LAZZARI and LAZZARI, 2012).

Ускладиштени производи намењени исхрани људи и животиња су одличан прехранбени ресурс различитим организмима, међу којима је и велики број инсеката. Борба са њима, тј. напори да се храна одбрани и сачува у што већој количини и добром квалитету су изазов савременој примењеној ентомологији и екологији. Овај рад представља скромни покушај да се упознавањем биологије и екологије једне од најзначајнијих складишних штеточина, бакренастог пламенца *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813), допринесе њеној контроли и сузбијању.

1.1. Складиштење прехранбених производа

Различити су типови прехранбених производа – од житарица, преко махунарки, уљарица, зачина, свежих или сушених плодови и/или семена воћа, поврћа и гљива, лековитог и зачинског биља, какаа, до производа животињског порекла. Разликује се и вид прехранбених производа: цело зрно или плодови, брашно и други млински производи, скроб, скробни и пекарски производи, тестенине, биљна уља и масти, кондиторски производи и друга људска храна, храна за домаће животиње, за кућне љубимце, итд. (CAMPBELL *et al.*, 2012; TREMMATERA, 2013). Прехранбени производи пореклом од биљака, животиња и гљива, чувају се краће или дуже у разним складиштима, која се разликују према активности и функцији (амбар, млин, погон за прераду хране, малопродајни објекат, супермаркет и др.), а могу бити стара или нова, од различитог грађевинског материјала, разне опремљености, величине и доступности зависно од географске локације.

Познати амерички еколог, Јудин Одум, поделио је све екосистеме на основу извора и потрошње енергије на четири типа: соларно напајан природни несубвенционисани тип, соларно напајан природни субвенционисани тип, соларно напајан антропогено-субвенционисани тип и урбано-индустријски тип напајан на фосилна горива (ODUM, 1989). На основу ове поделе је складиште хране класификовао као **соларно напајан антропогено-субвенционисани** тип екосистема, у којем су ускладиштени прехранбени производи означени као дормантни аутоτροφ, који представља извор енергије, али и станиште многим хетеротрофима, попут бактерија, гљивица, инсеката, гриња, птица и сисара (DUNKEL, 1992). Ти организми својим активностима могу да наносе различите штете ускладиштеним производима, па се зато означавају као складишне штеточине.

Складишта хране су отворени системи и могу бити посматрани као „острва у архипелагу“, повезана процесима транспорта, трговине и дистрибуције, тј. као острвски тип екосистема (MACARTHUR, 1972). Део су већег система који се протеже од поља до потрошача. Разумевање међусобне повезаности биолошких и физичких фактора, као и селекционих притисака у овом систему је од суштинског значаја за доношење одлука о управљању и заштити ускладиштених прехранбених производа (DUNKEL, 1992). Популације складишних штеточина воде порекло од малог броја јединки, оснивача, унетих у складиште заједно са прехранбеним производима. При колонизацији острва, врсте са високим вредностима природне стопе раста популације су у предности (MACARTHUR and WILSON, 1967) јер имају брзо развиће и кратак преовипозициони период.

Најзначајније групе организама складишних штеточина су **инсекти, гриње и микроорганизми** (нарочито плесни). Структура заједнице штеточина ускладиштених производа и њихова сукцесија се разликују зависно од групе. У случају заједнице плесни, преживљавање врста и сукцесије доста зависе од садржаја влаге и количине кисеоника (DUNKEL, 1992). Међутим, за заједницу инсекта су много значајније биолошке карактеристике самих животних форми инсеката, као и врста ускладиштеног прехранбеног производа, његова свежина и механичко стање (DUNKEL, 1992).

Инсекти су најзначајнија група складишних штеточина (HAGSTRUM and SUBRAMANIAM, 2009; LAZZARI and LAZZARI, 2012). Активност штетних инсеката доводи до квалитативних и квантитативних промена на ускладиштеним производима. Са повећањем бројности популација штетних инсеката, долази до квантитативних губитака у прехранбеним производима, а процењује се да губици у запремини ускладиштених производа износе и до 10% (LAZZARI and LAZZARI, 2012). Губитак суве материје последично доводи до промена квалитета, тј. физичких и хемијских својстава прехранбених производа:

промена боје, губитак хранљивих састојака (међу којима је најзначајнији губитак протеина), повећање киселости, смањење вијабилности и клијавости семенске робе. Осим тога долази до контаминације плеснима и микотоксинима, а у производу су присутни фрагменти тела и излучевине инсеката (GIRISH *et al.*, 1975; SINHA, 1983; LAZZARI and LAZZARI, 2012). Смањење количине и квалитета доводи до великих економских губитака, јер потрошачи одбацују такав прехранбени производ.

1.2. Штетни инсекти ускладиштених прехранбених производа

Инсекти који својом активношћу или присуством директно или индиректно узрокују негативне промене на ускладиштеним прехранбеним производима су **складишне штеточине**. Од око 30 таксономских редова инсеката, представници свега три реда се могу сврстати у групу најзначајнијих складишних штеточина (ALMAŠI, 2008; NAYAK and DAGLISH, 2018) – према броју врста, убедљиво предњаче тврдокрилци (Coleoptera), а затим Lepidoptera (лептири) и Psocoptera (прашне ваши). Поред ове три групе, складиштима могу повремено да настањују и представници редова Hemiptera (риличари) и Hymenoptera (опнокрилци), који нису штеточине, већ се у складиштима јављају као предатори или паразитоиди складишних штеточина (REES, 2004; ALMAŠI, 2008).

У еколошком смилу, животна форма „штеточине ускладиштених производа” не постоји. Готово све врсте складишних штеточина се могу наћи и ван система људских складишта хране, на местима попут птичјих гнезда, мравињака, јазбина глодара, у опалим и сасушеним плодовима и семенима у пољу, у стељи, испод коре дрвета или на лешинама (PLARRE, 2010). Тако је нпр. утврђено да тврдокрилци познати из житних складишта, житни кукуљичар *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) и *Prostephanus truncatus* (Horn, 1878) (Coleoptera: Bostrichidae), примарно живе испод коре дрвета у тропским и суптропским пределима. За поједине врсте пламенаца (Lepidoptera: Pyralidae) се претпоставља да у природним условима настањују незреле, или осушене плодове, док неке врсте Psocoptera воде порекло из шумске стеље (REES, 2004). У таквим стаништима ови инсекти морају да прелазе велике раздаљине у потрази за храном и адекватним местом за дијапаузу, хибернацију и полагање јаја (HAGSTRUM *et al.*, 1996). Тек када се нађу у условима људског складишта прехранбених производа, постају складишне штеточине (PLARRE, 2010), јер им ускладиштени прехранбени производи представљају богат извор хране и веома погодно место за развој, које ће радије да настањују него старо, природно станиште (NAYAK and DAGLISH, 2018). У новом станишту, складишне штеточине се одликују опортунистичком стратегијом животне историје, која се карактерише кратким животним циклусом, раном репродукцијом, недостатком бриге о потомству, брзом стопом раста популације, високом плодношћу, великом покретљивошћу и високом активношћу у потрази за храном и местом за полагање јаја (HOLM, 1988; PEŠIĆ *i sag.*, 2009). Једина врста која никада није уочена ван складишта жита и савршено је прилагођена овом антропогеном систему је житни жижак *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) (PLARRE, 2010).

HAGSTRUM и SUBRAMANYAM (2009) наводе 1.663 врсте инсеката за које је утврђено да су повезане са прехранбеним производима током складиштења, прераде, транспорта или продаје. Међутим, око 430 врста можемо сматрати најзначајнијим, јер праве највеће штете. Ови аутори наводе четири главне категорије инсеката штеточина ускладиштених прехранбених производа: који се првенствено налазе у/на ускладиштеним производима и објектима за складиштење, који инфестирају производе у пољу пре жетве и могу да наставе да живе и да се размножавају у складиштима, инсекти који су првенствено

штеточине у пољу и који се углавном не размножавају у складишту, али се у складишту могу појавити у довољном броју да захтевају примену метода контроле и сузбијања, и паразитоиди или предатори, као природни непријатељи складишних штеточина.

Око 1.100 најзначајнијих ускладиштених прехранбених производа груписаних у 28 категорија могу бити инфицирани са око 235 врста штетних инсеката (HAGSTRUM *et al.*, 2013). Од њих се 12 врста (11 врста тврдокрилаца и једна врста лептира) може наћи на преко 75% категорија производа. То су најчешће и економски најзначајније складишне штеточине: *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797), *T. confusum* Jacquelin du Val, 1863, (Coleoptera: Tenebrionidae); *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792), *C. hemipterus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Nitidulidae); *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792), *Ptinus tectus* Boieldieu, 1856, *Stegobium paniceum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Ptinidae); *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae); *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae); *Tenebroides mauritanicus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Trogossitidae); *Anthrenus verbasci* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Dermestidae); и *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae).

Складишне штеточине могу да инфицирају све врсте ускладиштених прехранбених производа, и то у свим фазама „од њиве до трпезе“, тј. у процесима млевења, прераде, складиштења, транспорта, дистрибуције и у самим домаћинствима, узрокујући знатне економске губитке (ARTHUR, 2018). Складишне штеточине проузрокују **квантитативне и квалитативне штете** на ускладиштеним прехранбеним производима (NAYAK and DAGLISH, 2018). Квантитативне штете се огледају кроз директни физички губитак масе због храњења инсеката. Велики број врста се храни ендоспермом семена, чиме директно узрокују губитак у маси и квалитету зрна. Постоје и врсте које се хране клицом, што резултира умањеном клијавошћу и вијабилности семена (REES, 2004; ALMAŠI, 2008; GVOZDENAC *et al.*, 2018c). Активношћу складишних инсеката ускладиштени производи губе и на физичком и нутритивном квалитету, подложнији су кварењу и постају погодно тло за раст плесни, међу којима су и врсте које могу да производе микотоксине (FLEURAT-LESSARD, 2002; LEVIĆ *et al.*, 2008; NAYAK and DAGLISH, 2018). Квалитативне штете се огледају у контаминацији ускладиштених производа угинулим инсектима и њиховим остацима (попут фецеса, егзувија, свиле и прашине), који код конзумента могу да изазову алергије, а и да буду токсични (FLEURAT-LESSARD, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008; STEJSKAL *et al.*, 2018). Оштећени производи су мање погодни и непривлачни за људску исхрану, и остају непродати, услед чега настају велики економски губици. Житне штеточине могу својом активношћу да повисе топлоту и повећају влажност у ускладиштеној маси, што погодује развићу других инсеката и микроорганизама, услед чега долази до кварења производа и ризика од самозапаљења жита (LAZZARI and LAZZARI, 2012). Примене мера за контролу и сузбијање штеточина, попут употребе пестицида, изискују додатне трошкове, а осим тога те супстанце за хемијску борбу са штеточинама представљају ризик по људско и здравље животиња, као и по животну средину. Поврх свега, појава контаминираних производа доводи до обуставе трговине њима, како би се спречило ширење карантинских штеточина које могу да проузрокују огромне проблеме када се појаве у деловима света где дотле нису биле присутне (REES, 2004).

1.3. Заштита ускладиштених прехранбених производа

Заштита ускладиштених прехранбених производа од штетних инсеката обухвата примену **превентивних и интервентних (куративних) мера** (ALEXANDER and KENKEL, 2012). Превентивне мера се уводе ради спречавање појаве заразе, док се интервентне мере користе за сузбијање већ присутних популација штетних инсеката (ALEXANDER and KENKEL, 2012; STEJSKAL, 2015; KENKEL and ADAM, 2018).

Превентивне мере служе да спрече или отежају појаву, развиће и опстанак штетних инсеката у складишту. Изузетно су значајне и ефикасне уколико се примене стручно и на време, тј. пре уласка нових производа и материјала у складиште, одговарајућом припремом самог складишног објекта (HEAPS, 2012; STEJSKAL, 2015). Са превентивним мерама се почиње од екстеријера (HEAPS, 2012), неопходном инспекцијом и поправкама вентилационих система, прозора, врата, мрежама на отворима, затварањем пукотина и рупа у подовима и зидовима (ARTHUR, 2018), како не би дошло до задржавања инсеката у тим склоништима, али и уласка штеточина из спољашње средине (STEJSKAL, 2015). Најзначајније превентивне мере су хигијена и уредно одржавање опреме и машина, ваљано затварање складишта, правилан размештај производа, праћење појаве и бројности штеточина и превентивни хемијски третмани објеката (HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017; ARTHUR, 2018). Међутим, у пракси се превентивне мере често неквалитетно изводе или у потпуности изостају (STEJSKAL *et al.*, 2015). У таквим условима, појава и развиће штетних инсеката у складишту је неизбежна. Тада следи примена интервентних мера заштите, чиме се значајно увећавају трошкови складиштења (KENKEL and ADAM, 2018).

Интервентне мере сузбијања обухватају **физичке, хемијске и биолошке методе** које се примењују у току транспорта и складиштења прехранбених производа. Примењују се у: складишту из кога се преузима пошиљка, превозном средству по приспећу пошиљке, потом простору за фумигацију (уколико постоји), и на крају у посебној просторији поред складишта или самом складишном објекту. Пре саме примене интервентних мера, најпре треба утврдити о којим врстама штеточина се ради, која врста је доминантна, који је развојни стадијум најзаступљенији и колики је инзензитет (степен) напада (HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017).

Физичке мере обухватају третмане високим или ниским температурама, методе контролисања и модификовања атмосфере (манипулисање гасовима и атмосферским притиском), вакуум третмане и коришћење јонизујућег зрачења (HAGSTRUM *et al.*, 2012; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). За хемијско сузбијање се користе инсектициди у различитом облику: фумиганти који делују као гасови; течне формулације инсектицида којима се третира складишни простор, семенска или меркантилна роба; и аеросола који се наносе замагљивањем и задимљавањем (HAGSTRUM *et al.*, 2012; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). Биолошке мере обухватају примену паразитоида, предатора, ентомопатогених организама и феромона (HAGSTRUM *et al.*, 2012; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017).

У прошлости, већина програма сузбијања штетних инсеката у складиштима се готово у потпуности заснивала на примени инсектицида и фумиганата. Међутим, услед нових правила регулаторних тела, забране употребе одређених једињења (попут метил бромид), специфичних захтева потрошача, великих трошкова развоја и регистрације нових препарата, као и појаве резистентности инсеката, број ових једињења је у сталном паду (ARTHUR and PHILLIPS, 2003; TREMMATERA, 2013). Од 70-их година XX века, прехранбена индустрија у развијеним земљама, а све више и земаља у развоју, постепено напушта примену структурних фумигација и редовних календарских примена ве-

штачких пестицида и окреће се програмима **интегралног управљања штетним организмима** (енг. *Integrated Pest Management, IPM*) (KOGAN, 1998; TREMMATERA, 2013; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017; HAGSTRUM and ATHANASSIOU, 2019).

У циљу успешне заштите ускладиштених прехранбених производа и постизања веће ефикасности метода сузбијања и контроле, као и у доношења одлука о управљању штетним организмима, велики број научних студија је усмерен на истраживања њихове биологије и екологије у циљу проналажења „болних тачака“ и момената када би ефикасност примењених мера контроле и сузбијања била најефикаснија (HEAPS, 2006; HAGSTRUM and ATHANASSIOU, 2019).

1.4. Интегрално управљање штетним организмима

Концепт интегралног управљања штетним организмима (IPM) се заснива на сагледавању и интеграцији свих доступних, здравствено безбедних, еколошки и економски оправданих метода и мера за заштиту ускладиштених производа (PEDIGO, 1989). У Србији га регулише ЗАКОН О СРЕДСТВИМА ЗА ЗАШТИТУ БИЉА (СЛУЖБЕНИ ГЛАСНИК РС, БР. 41/2009-124, 17/2019-18). На овај начин се употреба конвенционалних средстава за заштиту ускладиштених производа смањује на одрживији и прихватљивији ниво, а постиче се примена природних механизма контроле штеточина.

Од почетка примене концепта IPM-а (интегралне контроле, STERN *et al.*, 1959; и управљања штетним организмима, GEIER, 1966), резултати еколошких истраживања су представљали важну базу у програмима сузбијања штеточина. Екологија чини теоријску основу и концептуално је важна за управљање штеточинама (PETERSON *et al.*, 2018). SMITH (1962) је навео „концепт екосистема“ као први принцип интегралне контроле, дефинишући га на следећи начин: „*читав комплекс организама, култура усева и услова животне средине заједно чине јединство – екосистем*“. Према овом принципу, екосистем укључује земљиште и управљање земљиштем, биљке и њихове културе, корове, биљне болести, све штеточине, пре свега инсекте и гриње, природне непријатеље и конкуренте штеточина, услове животне средине, као и друге аспекте. Временом, екологија добија све већу улогу у IPM-у (KOGAN, 1998; PEDIGO and RICE, 2009; PETERSON *et al.*, 2018). Међутим, употреба еколошких принципа у стварној пракси управљања штеточинама да се често занемарује (KOGAN, 1998; PETERSON *et al.*, 2018).

Поред еколошких, истраживања из домена еволуционе биологије су данас веома значајна за сузбијање и контролу штетних организама (PETERSON *et al.*, 2018). Управо је главни покретач развоја концепта IPM-а био, пре 60 година веома актуелни еволуциони проблем, развој отпорности штеточина на инсектициде (STERN *et al.*, 1959). Проблем развоја резистентности штеточина, како на инсектициде, тако и на тактике управљања, и данас је један од највећих економских и еколошких изазова управљања штеточинама ускладиштених производа, али, све веће укључивање еволуционих истраживања у заштити животне средине и јавног здравља, доводи до преиспитивања и мењања будућег развоја IPM-а (PETERSON *et al.*, 2018). Ипак, изузев општих еволуционих питања у вези отпорности штеточина, њиховој еволуцији је посвећено релативно мало пажње.

За успешно управљање складишним штеточинама, потребно је познавање структуре и начина рада прехранбених објеката, таксономије, понашања, биологије и екологије штеточина и алата за одлучивање у програмима управљања штетним инсектима ускладиштених производа (TREMMATERA, 2013).

Главни алати које се користе за одлучивање у програмима IPM-а ускладиштених производа су мониторинг присуства и утврђивање густине популација штетних инсеката, одређивање економског прага штетности, модели предвиђања и експертски системи који утврђују најбоље време за примену метода сузбијања штетних инсеката (TREMATERA, 2013; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). Утврђивање густине популација штетних инсеката се заснива на одређивању густине при којој се јављају економски губици (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). Густина популације штеточина при којој ће примена третмана сузбијања обезбедити економску исплативост, назива се **економски праг штетности** (TREMATERA, 2013) и зависи од стратегије за сузбијање штеточина, раста популације штеточина, срединских фактора и штете коју инсект проузрокује (TREMATERA, 2013), као и типа и економске вредности производа (HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017).

Модели предвиђања су веома значајни алати у програмима сузбијања штетних инсеката. Најчешће се користе за предвиђање раста бројности и старосне структуре популација, као и просторне дистрибуције штетних инсеката. Постоје и модели којима се предвиђају утицаји различитих фактора на популације штетних инсеката, попут времена жетве, аерације, фумигације, појаве природних непријатеља, отпорности на инсектициде, итд. (HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). Комбиновањем модела предвиђања, резултата бројних истраживања и знања великог броја експерата, креирани су рачунарски програми, познати под називом експертски системи, који служе за оптимизацију одлука у IPM-у (HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017).

Екологија складишних штеточина, а самим тим и адекватан програм управљања њима су јединствени за сваки ланац производње, складиштења и промета прехранбених производа, сваки пут када се програм примењује (TREMATERA, 2013). Зато су еколошка и еволуциона истраживања инсеката штеточина ускладиштених производа веома важна у програмима интегралног управљања штетним организмима. Међу овим истраживањима, посебно је значајно познавање екологије и животне историје штетних организмима (NYLIN, 2001; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). Проучавања екологије штеточина помажу у разумевању бројних проблема, попут утицаја доступности и типа хране на штетне инсекте, начина деловања и ефикасности инсектицида и фумиганата, и улоге репелентности (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017). У IPM-у се примена анализе животне историје најчешће користи приликом предвиђања бројности и динамике популације инсеката, али такође даје и увид у компоненте адаптивне вредности, који могу да послуже приликом доношења одлука и оптимизацији времена примене IPM-а (NYLIN, 2001; HAGSTRUM and PHILLIPS, 2017).

1.5. Теорија животне историје

Теорија животне историје, као део еволуционе екологије, представља концепт који, комбиновањем великог броја параметара, објашњава разноврсност животних стратегија организама (STEARNS, 1992; ROFF, 1992, 2002). Заснива се на испитивању утицаја природне селекције на најзначајније параметре животног циклуса организама, попут преживљавања, раста и размножавања. Разумевање узрока и последица генетичких и срединских варирања у животној историји су међу најзначајнијим циљевима истраживања животне историје (BRAENDLE *et al.*, 2011).

За успешан раст, развој и размножавање, свим бићима су потребни одговарајући ресурси, пре свега хранљиве материје. Међутим, у природним условима ресурси су ограничени, недовољни, недоступни, или постоји конкуренција, па организми морају да ра-

споређују доступне ресурсе на животне активности попут раста, преживљавања (соматског одржавања) и размножавања (IMURA, 1990). Животна историја представља начине и стратегије распоређивања доступних ресурса од стране одређеног организма.

Сви организми теже да распореде доступне ресурсе на активности и процесе којима се повећава способност преживљавања и размножавања. Ова способност се означава као **адаптивна вредност или Дарвиновски фитнес** (у даљем тексту фитнес). Фитнес се, на пример, може огледати кроз способност трагања за храном или елиминацију ривала током борбе око партнера (BRAENDLE *et al.*, 2011). Пошто су доступни ресурси ограничени, организми не могу да подједнако и истовремено улажу енергију у све своје активности или процесе (STEARNS, 1989). Ова расподела ресурса која је усмерена према једном процесу на уштрб другог назива се **узајамно ограничење** (енгл. *trade-off*). Неки од примера узајамних ограничења су избори између повећања величине тела и продужења дужине живота, или између броја потомака и њихове крупноће (STEARNS, 1989, 1992). Проучавањем узајамних ограничења и њиховог утицаја на стратегије животне историје, могуће је утврдити како природна селекција делује на организме. Организми који ефикасније распоређују своје ресурсе, остављају већи број потомака, а током генерација природна селекција повећава те особине у популацији (SHEFFERSON, 2010; FABIAN and FLATT, 2012). Након дугог временског периода, формирају се врсте са стратегијама животне историје које су добро прилагођене животnoj средини. Ове стратегије се разликују за сваку врсту, у зависности од њених особина, животне средине и других ограничења (FABIAN and FLATT, 2012).

Теорија животне историје анализира компоненте фитнеса и њихову интеракцију (FABIAN and FLATT, 2012). Анализа животне историје укључује испитивање кључних демографских карактеристика, означених као **особине животне историје** (STEARNS, 1992; FABIAN and FLATT, 2012), а најзначајније су: преживљавање, развиће и репродукција (IMURA, 1990). Ове особине се прате на основу бројних параметара, попут величине јединки након рођења (излегања), динамике раста, старости и величине адултних јединки, броја, величине и односа полова потомака, старосно или узрасно зависног репродуктивног улагања, старосно или узрасно зависне стопе преживљавања и дужине живота. Због свог значаја на обликовање адаптивне вредности, особине животне историје се означавају и као **основне компоненте адаптивне вредности** (STEARNS, 1992; ROFF, 1992, 2002).

1.5.1. Особине животних историја инсеката складишних штеточина

IMURA (1990) на основу дужине живота имага разликује две животне стратегије, тј. два типа животних историја складишних штеточина. Први је **дугоживећи тип**, где спадају врсте које се одликују брзим развићем и дугим животом имага. Овој групи припада већина складишних штеточина из реда Coleoptera, а одликује их у просеку преко 100 дана дуг животом имага (REES, 2004; HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2009; HAGSTRUM *et al.*, 2013). Други је **краткоживећи тип**, који обухвата врсте које се одликују брзим развићем и кратком дужином живота имага. Ту спадају све складишне штеточине из реда Lepidoptera и неки представници Coleoptera, а дужина живота имага у просеку је краћа од три седмице (REES, 2004; HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2009; HAGSTRUM *et al.*, 2013).

Имага дугоживећих врста се хране истом храном као и ларве, и полажу јаја у континуитету, током дужег временског периода (IMURA, 1990), па се зато сврставају у итеропарне врсте (COLE, 1954). Имага краткоживећих врста се обично не хране и пола-

жу највећи део јаја у периоду од неколико дана након еклозије, па су семелпарне врсте (COLE, 1954). Просечна дневна продукција јаја краткоживећих врста је већа од дугоживећих, али дугоживеће врсте полажу укупно већи број јаја. Краткоживеће врсте улажу већи репродуктивни напор (просечан број положених јаја по женки по дану) од дугоживећих врста, што указује да краткоживеће врсте улажу више енергије у репродукцију по јединици времена него дугоживеће врсте (IMURA, 1990). Код складишних штеточина постоји узајамно ограничење између узрасно специфичног фекундитета и узрасно специфичне стопе преживљавања, односно врсте које су полагале више јаја, живе краће као имага (FABIAN and FLATT, 2012).

Пошто су ускладиштени прехранбени производи необновљиви ресурс, бројност популација врста складишних штеточина ће након раста неизбежно бити у опадању, како због смањења количине ресурса и природних сукцесија врста услед промене микроуслова, тако и због примена мера сузбијања од стране човека. У таквим стресогеним условима, природна селекција фаворизује дугоживеће итеропарне јединке (MERTZ, 1971). Дугоживеће врсте експлоатишу ресурсе компетитивно, током дугог временског периода и остају у истом складишту до уношења нових ресурса, или док им се не укаже прилика за колонизовање нових складишта (IMURA, 1990), па у стресогеним условима имају специфично узајамно ограничење између високе стопе морталитета пререпродуктивних стадијума и ниске стопе морталитета имага (SCHAFFER, 1974). Ова појава се назива *bet hedging* (VILLA MARTIN *et al.*, 2019). Са друге стране, стратегија краткоживећих врста је опортунистичка, јер ове врсте експлоатишу ресурсе брзо и ефемерно, након чега одлазе у потрагу за новим стаништима (IMURA, 1990).

Анализирањем особина животних историја складишних штеточина и погодности прехранбених производа за њихов развој, можемо боље да разумемо биологију и екологију ових инсеката (STOREDPRODUCTINSECTS.COM, HAGSTRUM и SUBRAMANYAM, 2006). То омогућава креирање модела и компјутерских симулација које предвиђају динамику бројности популација штеточина (FONTENOT *et al.*, 2012; HAGSTRUM and ATANASSIOU, 2019), а последично и успостављање бољих метода управљања складишним штеточинама јер омогућава процену када ће прехранбени производ бити нападнут (DEFILIPPO *et al.*, 2019). Услед различитих стратегија животних историја складишних штеточина, потребне су и различите стратегије управљања штеточинама, у зависности од типа животних историја врста (IMURA, 1990). Особине животних историја инсеката складишних штеточина могу да варирају услед деловања различитих фактора средине, пре свега, температуре, садржаја влаге, типа исхране и нутритивних вредности ускладиштенних производа, и густине популације (REES, 2004; HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2009; HAGSTRUM *et al.*, 2013; HAGSTRUM and ATANASSIOU, 2019). Генетичка варијабилност и фенотипска пластичност у особинама животних историја омогућавају складишним штеточинама да се адаптирају на просторне и временске промене у складишту (CHEVIN and HOFFMANN, 2017).

1.5.2. Исхрана инсеката складишних штеточина и њен утицај на особине животне историје

На основу броја биљних врста којима се хране, фитофагни инсекти се могу поделити на **монофагне, олигофагне и полифагне** врсте (BERNAYS and SHARPMAN, 1994). У монофагне врсте се убрајају инсекти који се хране једном биљном врстом или већим бројем врста из истог рода. Олигофагне су врсте које се хране већим бројем биљних врста из исте породице, док полифагне врсте користе велики број биљних врста из разли-

читих породица (BERNAYS and SHAPMAN, 1994). Међу складишним штеточинама, готово да нема монофагних врста, док је мали број врста олигофаган (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2009; HAGSTRUM *et al.*, 2013).

Инсекти складишне штеточине имају различите прехранбене навике и могу да се хране ускладиштеним прехранбеним производима пореклом од различитих делова биљака, а у мањој мери и животиња и гљива. Ускладиштени прехранбени производи су овим инсектима храна, а истовремено склониште од предатора, паразита и паразитоида и место за репродукцију. Карактеристике хране су стога од великог значаја за преживљавање, развиће и репродукцију инсеката складишних штеточина (CARRASCO *et al.*, 2015).

На основу начина исхране и прехранбених навика, складишне штеточине могу бити **примарне (унутрашње), секундарне (спољашње) и микофагне штеточине** (ŠTRVAC, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008).

Примарне штеточине се хране целим, неоштећеним семенима и/или плодовима, тако што прогризу нетакнути перикарп и улазе у семе, унутар кога се развијају и хране ендоспермом и/или клицом. Хранећи се, наносе директну штету ускладиштеним производима, али и креирају услове за развој секундарних штеточина и микроорганизама. Примарне штеточине из реда Coleoptera су жишци *Sitophilus granarius*, *S. oryzae* (Linnaeus, 1763), *S. zeamais* (Motschulsky, 1855), житни кукуљичар *R. dominica* и неколико врста зрновки (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), а из реда Lepidoptera, житни мољац *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789).

Секундарне штеточине нису у стању да пробију кутикулу зрна, па се хране зрнима оштећеним различитим механичким дејствима (приликом жетве/бербе, сушења, чишћења, транспорта, паковања, складиштења и др.), или деловањем примарних штеточина, или једу клицу. Најзначајније секундарне штеточине из реда Coleoptera су *Cryptolestes ferrugineus*, суринамски брашнар *O. surinamensis*, кестењаста брашнар *Tribolium castaneum* и мали брашнар *T. confusum*. Ларве неколико врста пламенаца (Pyralidae), *P. interpunctella*, врсте родова *Ephestia*, *Cadra* и *Corcyra* оштећују спољашњи омотач зрна или плода и хране се унутрашњим садржајем, али се развиће не одвија унутар зрна.

Микофагне штеточине не нападају само зрно, већ се хране плеснима у/на храни или складишту и међу њима су најзначајнији представници реда Psocoptera, као и тврдокрилци из породице Mucetophagidae.

ŠTRVAC (2002) наводи поделу складишних штеточина на основу начина исхране, односно оштећења прехранбених производа: штеточине зрна, бушачи зрна, штеточине брашна и зрна, штеточине брашна, штеточине сувог и језграстог воћа и поврћа.

На основу стратегија исхране, инсекти складишне штеточине се могу сврстати у шест група (REES, 2004; ALMAŠI, 2008; NAYAK and DAGLISH, 2018):

- 1. који се директно хране ускладиштеним прехранбеним производима:** примарне штеточине жита – тврдокрилци *Sitophilus granarius*, *S. oryzae*, *S. zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Prostephanus truncatus*, мољац *Sitotroga cerealella*, примарне штеточине махунарки - тврдокрилци *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), *Callosobruchus* spp., *Caryedon serratus* (Olivier, 1790), *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833); секундарне штеточине жита, производа од жита и махунарки – тврдокрилци *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Cryptolestes* spp., *Trogoderma granarium* (Everts, 1898), *T. variabile* (Ballion, 1878), *Oryzaephilus* spp., пламенци *Cadra cautella* (Walker, 1863), *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866), *Plodia interpunctella*, *Ephestia* spp., прашне ваши *Liposcelis* spp.; штеточине сушеног и језграстог воћа: тврдокрилац *Carpophilus*

- hemipterus*, пламенци *P. interpunctella*, *Ephestia elutella* (Hübner, 1796), *Cadra cautella*, *C. figulilella* (Gregson, 1871); штеточине лековитог и зачинског биља, дувана и хране за кућне љубимце: тврдокрилци *Lasioderma serricorne*, *Stegobium paniceum*, *Trogoderma glabrum* (Herbst, 1783), *T. ornatum* (Say, 1825), *Alphitobius diaperinus* (Panzner, 1797), пламенац *P. interpunctella*, мољац *Tineola bisselliella* (Hummel, 1823);
2. **инсекти који се хране плеснима:** тврдокрилци из породица Latridiidae и Mucetophagidae;
 3. **предатори, који не наносе директне штете ускладиштеним производима, већ лове друге инсекте присутне у складишту:** тврдокрилци из породица Histeridae, Cleridae, Tenebrionidae и Trogossitidae; стенице *Lyctocoris campestris* (Fabricius, 1794), *Xylocoris* spp., *Amphibolus venator* (Klug, 1830), *Peregrinator biannulipes* (Montrouzier and Signoret, 1861);
 4. **паразитоиди јаја или ларви других инсеката присутних у складишту:** осице *Trichogramma* spp., *Habrobracon* spp., *Venturia canescens* (Gravenhorst, 1829), *Anisopteromalus calandrae* (Howard, 1881), *Uscana* spp., *Theocolax elegans* (Westwood, 1874);
 5. **лешинари, који не наносе директне штете ускладиштеним производима, већ се хране уинулим инсектима или њиховим остацима у складишту:** тврдокрилци из породица Ptinidae, Cleridae и Dermestidae;
 6. **остали инсекти, који су се случајно нашли у складишту у потрази за храном или су штеточине дрвета:** мрави (Formicidae), ксилофагни тврдокрилци који разлажу дрвну грађу у складиштима, трчуљци (Carabidae), представници редова Blattodea, Isoptera и Dermaptera, *Lepisma saccharina* Linnaeus, 1758 (*Zygentoma*).

Свака врста инсеката има одређени капацитет за конзумацију хране, а укупна потрошња хране представља збир губитка масе хране који су изазвали ларва и имаго (DEMIANYK and SINHA, 1988). Имага тврдокрилаца праве већу штету јер живе много дуже од ларви. Са друге стране, имага представника реда Lepidoptera (пламенци и мољци) се не хране, па је штета углавном резултат исхране ларви. Међутим, при процењивању штете важно је узети у обзир и прехранбене навике посматраних врста. На примеру жита, нпр., примарне штеточине, попут *Sitophilus* spp., *Rh. dominica* и *S. cerealella* се хране клицом и ендоспермом, и значајно смањују масу зрна, док секундарне штеточине, попут *T. castaneum*, *O. surinamensis* и *P. interpunctella*, не смањују значајно укупну масу зрна (LAZZARI and LAZZARI, 2012).

Врста, квалитет и количина хране, у комбинацији са абиотичким условима средине утичу на преживљавање, дужину трајања развића, размножавање и друге особине животне историје складишних штеточина (SUBRAMANYAM and HAGSTRUM, 1991). Складишне штеточине живе у трофички хомогеним срединама и потрага за храном, као и нутритивна вредност хране и садржај влаге значајно утичу на особине животне историје ових инсеката, јер јединке морају да обезбеде довољно одговарајућих нутријената (HILL, 2002). Иако биљке поседују све потребне нутријенте за исхрану фитофагних инсеката, њихова количина и однос могу значајно да варирају. Ове разлике су посебно изражене код биљака које припадају различитим врстама. Међутим, варирања количине и односа нутријената се могу јавити и у оквиру исте врсте, услед генотипских разлика и срединских фактора, као и зависно од фенофазних промена у биљкама (BERNAYS and SHARMAN, 1994). Зато особине животне историје складишних штеточина могу јако да варирају зависно од сорте или хибрида прехранбеног производа којим се хране.

Квалитативни и квантитативни прехранбени захтеви складишних штеточина се разликују између врста, па чак и унутар исте врсте инсеката, у складу са развојним

стадијумом. Природна селекција често фаворизује врсте које могу да регулишу балансиран унос нутријената (ВЕНМЕР, 2009). Унос угљених хидрата може бити регулисан, јер могу да се синтетишу из масти и/или протеина. Међутим, складишне штеточине не могу активно да регулишу унос свих потребних нутријената, попут стерола, витамина и многих аминокиселина (ВЕНМЕР, 2009).

У најзначајније групе нутријената спадају угљени хидрати, протеини (аминокиселине), липиди, витамини, минерали, микроелементи и вода (ВЕНМЕР, 2009). Међу нутријентима, посебно су значајне три групе једињења, који се заједничким именом називају макронутријенти, јер представљају извор енергије и структурних молекула, па су неопходни у највећим количинама (JENSEN *et al.*, 2017). У макронутријенте спадају угљени хидрати, протеини и липиди. Квалитативни и квантитативни састав макронутријената је веома значајан за раст, развој, преживљавање и репродукцију складишних штеточина (DOUGLAS and SIMPSON, 2012).

Угљени хидрати служе као извор енергије и могу се претворити у депое масти, или допринети производњи аминокиселина (JENSEN *et al.*, 2017). Угљени хидрати су неопходни и могу бити потребни у великим количинама (СНАРМАН, 1998). Складишне штеточине могу да користе различите групе угљених хидрата, попут шећера, скроба и других полисахарида. У многим случајевима, у недостатку угљених хидрата у храни, њихову функцију могу да замење протеини и масти из хране, зависно од способности инсеката да претвори протеине и масти у полупроизоде, који се могу користити у енергетским циклусима, и брзине којом се те реакције одвијају (DOUGLAS and SIMPSON, 2012).

Протеини из хране су веома важни, јер се састоје од аминокиселина, које су потребне инсекатима за производњу сопствених структурних протеина и ензима (DOUGLAS and SIMPSON, 2012). Количина унетих протеина и аминокиселина је веома значајна за оптималан раст и развој инсеката. Одсуство било које есенцијалне аминокиселине, па чак и неких неесенцијалних омета раст и развој инсеката (DOUGLAS and SIMPSON, 2012). Протеини представљају најзначајнији извор азота, који је често лимитирајући елемент у природи, па су се фитофагни инсекти адаптирали да веома ефикасно усвајају протеине, чак и из нископротеинске хране (JENSEN *et al.*, 2017).

Иако већином неесенцијални, липиди су веома значајни макронутријенти, јер улазе у састав сваке ћелијске мембране, а представљају главни облик складиштења енергије (DOUGLAS and SIMPSON, 2012).

Поред макронутријената, садржај воде (влаже) у храни је веома важан за складишне штеточине, пошто оне воду добијају из хране, апсорпцијом из ваздуха и метаболизмом, док је губе евапорацијом, дисањем, излучевинама и репродукцијом (LAZZARI and LAZZARI, 2012). Апсорпција воде из хране је повезана са активним кретањем јона кроз међућелијске просторе епитела средњег црева и ректалних папила, што резултира повећаним осмотским притиском у тим просторима и пасивним протоком воде у лумену црева. Током варења, вода се апсорбује у различитим деловима средњег црева и Малпигијевим цевчицама. Међутим, у складиштима је веома строго регулисана влажност, тј. храна штеточина је прилично сува, па оне морају да рационално метаболишу воду и њихове ректалне папиле поново апсорбују воду из урина (СНАРМАН, 1998).

Још неки нутријенти су веома значајни за складишне штеточине. То су пре свега витамини и неорганске соли, који су неопходни у малим количинама. Витамини су структурне компоненте коензима и неопходно је да буду унети храном, јер се не могу

синтетизовати у телу инсекта (DOUGLAS and SIMPSON, 2012), и њихов недостатак може утицати на формирање различитих телесних структура и активности (LAZZARI and LAZZARI, 2012). За већину складишних штеточина неопходни су витамини Б комплекса (LAZZARI and LAZZARI, 2012). Остали витамини су специфичнији за одређене врсте. На пример, многим инсектима је потребан α -токоферол (витамин Е) и утврђено је да је повезан са фекундитетом *P. interpunctella* (DADD, 1973). Неорганске соли су неопходне за јонску равнотежу ћелијске активности и кофактора, или могу бити саставни део неких ензима (СНАРМАН, 1998).

Друга једињења у храни могу да утичу на усвајање нутријената или да реагују са њима. Таква су полифенолна једињења (DOUGLAS and SIMPSON, 2012), која могу да смање сварљивост протеина код лептира, док танини могу бити штетни, али могу бити и нутријенти (ВЕНМЕР, 2009). Када је однос протеина и угљених хидрата у исхрани у дисбалансу, танини могу да доведу до оштећења црева код инсеката, или могу да постану јаки инхибитори исхране, чиме доводе до гладовања (DOUGLAS and SIMPSON, 2012).

1.6. Бакренасти пламенац *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813)

Врсту *Plodia interpunctella* је 1813. године описао немачки ентомолог Јакоб Хубнер (Jacob Hübner) под називом *Tinea interpunctella*. Прихваћени назив рода *Plodia* дао је Француз Ашил Гуне (Achille Guenée) 1845. године. Након описа је више пута мењано име врсте или рода, па је добијала следеће називе: *Euclita interpunctalis* (Hübner, 1816), *Elucita interpunctalis* (Hübner, 1825), *Phycita interpunctella* (Treitschke, 1832), *Phycis interpunctella* (Duponchel, 1836), *Myeloides interpunctella* (Zeller, 1839), *Ephestia interpunctella* (Herrich-Schäffer, 1849), *Tinea zaeae* (Fitch, 1856), *Ephestia zaeae* (Clemens, 1860), *Plodia interpunctalis* (Butler, 1879), *Ephestia interpunctalis* (Druce, 1896), *Plodia interpunctella castaneella* Reutti, 1898, *Unadilla latercula* (Hampson, 1901) и *Ephestia glycinivora* (Matsumura, 1917), *Ephestia glycinivorella* (Matsumura, 1932) (TZANAKAKIS, 1959), који су синоними за усвојено име.

Према подацима базе научних имена и дистрибуција европских копнених и слатководних животиња, Fauna Europaea, *P. interpunctella* припада следећој таксономској хијерархији (KARSHOLT and VAN NIEUKERKEN, 2013):

Regnum: Animalia
Subregnum: Eumetazoa
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Hexapoda
Classis: Insecta
Ordo: Lepidoptera
Superfamilia: Pyraloidea
Familia: Pyralidae
Subfamilia: Phycitinae
Tribus: Phycitini
Genus: *Plodia* Guenée, 1845
Species: *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813)

Народни називи за *P. interpunctella* у нашем језику одсликавају доминантну боју тела имага ове врсте – бакренасти пламенац /брашна/, бакренасти мољац (ALMAŠI, 2008), пламенац сушеног воћа или бакренасти брашнени мољац (ALMAŠI, 1984). Назив на енглеском језику „*Indian meal moth*” (енг. *Indian-meal moth*, *Indianmeal moth*), предложио је амерички ентомолог Ејса Фич (енгл. *Asa Fitch*), након што је закључио да је ова врста честа штеточина кукурузног брашна и паленте (енгл. *Indian meal*) (BAХTER, 2008). У литератури на енглеском језику се још могу наћи и називи „*pantry moth*”, „*meal-worm moth*”, „*flour moth*”, „*grain moth*”, „*peach worm*”, „*cloaked knothorn*” и „*compressed vegetable moth*” (TZANAKAKIS, 1959).

Пламенци (Pyralidae) представљају велику фамилију лептира у коју је класификовано близу 6.000 описаних врста, сврстаних у преко 1.000 родова (SOLIS, 2007; VAN NIEUKERKEN *et al.*, 2011). Заједно са породицом Crambidae чине надфамилију Pyraloidea, која са близу 16.000 описаних врста представља трећу најбројнију надфамилију лептира (SOLIS, 2007; VAN NIEUKERKEN *et al.*, 2011). Пламенци настањују све географске области, али се претпоставља да велики број врста из ове фамилије још увек није описан, посебно из тропских предела (REGIER *et al.*, 2012). Овој фамилији припада велики број економски значајних штеточина усева, ускладиштене хране, шума, украсних биљака, али и врста које се успешно користе као агенси за биолошку контролу инвазивних биљака (ZHANG, 1994).

Пламенци су углавном малих или средњих димензија (5-75 mm), са уским телом и дугим екстремитетима за ходање. Предња крила су им уска и троугласта, док су задња шира. Фамилија Pyralidae укључује пет подфамилија: Phycitinae, Epiraschiinae, Pyralinae, Chrysauginae и Galleriinae. Филогенетски односи указују на врло блиске (сестринске) односе подфамилија Epiraschiinae и Phycitinae (SOLIS, 2007). Подфамилија Phycitinae је најбројнија међу пламенцима. Обухвата врсте малих димензија, космополитског распрострањења. Укључује многе познате штеточине ускладиштених производа, попут врста из родова *Plodia*, *Ephestia*, *Cadra*, *Ectomyelois* и *Etiella* (SOLIS, 1999).

Plodia interpunctella је космополитски распрострањена, а најприсутнија је у тропским, суптропским и топлим умереним пределима. Најбрже се размножава у тропским пределима (REES, 2004; BURKS and JOHNSON, 2012). ARBOGAST и сарадници (2002) наводе да је *P. interpunctella* умерено отпорна на хладноћу, па може да презими већину зима у умереним регионима. Њено географско порекло није са сигурношћу познато, па једни наводе да води порекло из Европе (HAMLIN *et al.*, 1931; TZANAKAKIS, 1959), Азије (DYJECINSKI, 1967), а други са америчких континената (HEINRICH, 1956). MYERS и HAGSTRUM (2012) тврде да није аутохтона у Северној Америци, али је дуго присутна и да је успоставила стабилне популације. У суптропским и умереним пределима Аустралије и јужног дела САД, по производњи хране веома важним регијама у свету, *P. interpunctella* је најзначајнија штеточина прерађених и упакованих прехранбених производа, а штете наноси током производње, дистрибуције, продаје и у домаћинствима (REES, 2004). Убрза се у економски најзначајније штеточине ускладиштених прехранбених производа, а најчешћа је врста штеточине која се може наћу у домаћинствима (REES, 2004). ŠTRBAC (2002) наводи да је *P. interpunctella* честа врста у Србији, а да су велике штете примећене у складиштима кукуруза и сунцокрета поред већих река, попут Дунава и Саве.

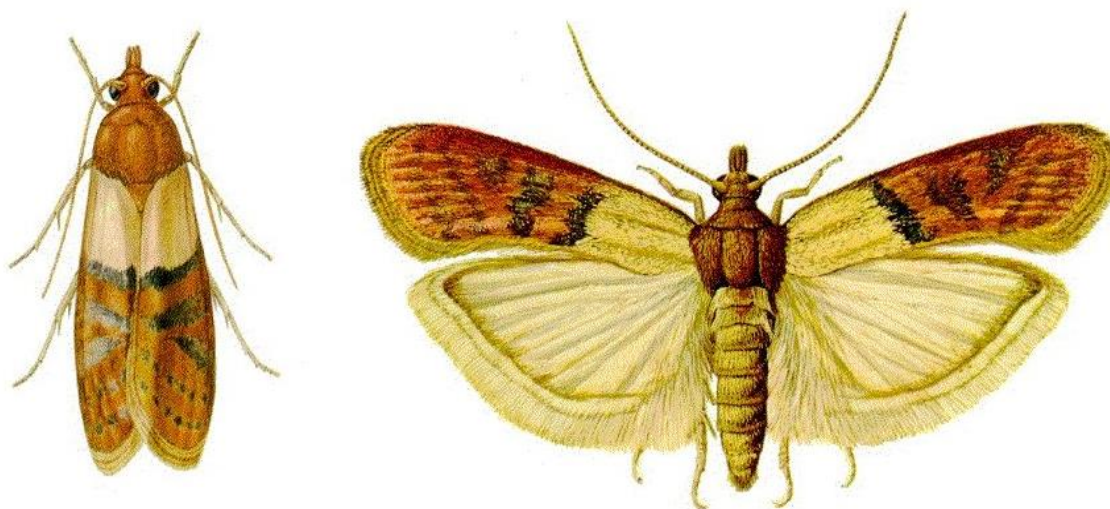
1.6.1. Морфолошке карактеристике стадијума имага

Укупна дужина тела имага *P. interpunctella* са крилима износи 6–10 mm (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008; BARCABA and KRENN, 2015). Крила су дуга 7–9 mm (REES, 2004), а распон им је 13–20 mm (ALMAŠI, 2008). Дистални део предњих крила покрива и прелази дужину трбуха (BARCABA and KRENN, 2015). Имага живе релативно кратко, једну до три седмице (ALMAŠI, 2008).

Крила имага *P. interpunctella* су веома карактеристично обојена (Сл. 1). Базална трећина предњих крила је светлија - сребрнкасто-бела, крем, жућкаста или сива (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008), са веома слабо израженим ситним тамним тачкама, неправилном тамном мрком линијом јасно одвојена од тамнијег, дисталног дела. Преостале две трећине (спољашњи, дистални део) предњих крила су бакарноцрвене или црвено-смеђе боје (отуда и називи у нашем језику), са неправилним, тамним, сиво-плавим линијама (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008). Задњи пар крила и трбух су сиве боје са прљаво зеленкастим преливима (ŠTRBAC, 2002; ALMAŠI, 2008). Крила имага су током мировања сложена преко трбуха као кровић.

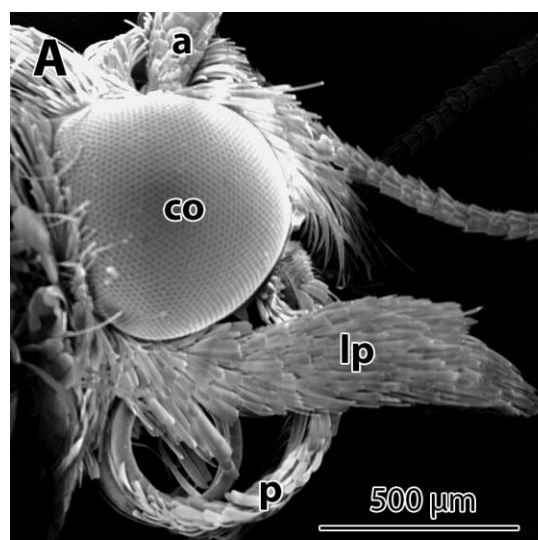
Утврђено је присуство већег броја мутираних форми *P. interpunctella*, које одликује другачија боја тела, односно боја љуспица које га покривају, и/или другачијом бојом очију, и одсуством љуспица (BROWER, 1972, 1982, 1983; WEHRMAKER, 1975; ВЕЕМАН, 1983). Најзначајне мутиране форме су тзв. „златни” и „бакарни” сој, који настају услед спонтаних мутација узрочника промене боје љуспица на крилима и телу у потпуно златну (ВЕЕМАН, 1983), односно бакарну боју (BROWER, 1983). Забележене су форме

код којих у потпуности изостају љуспице на телу, меланичне форме (BROWER, 1972), као и форме са белим и кестењасто обојеним очима (BROWER, 1982; BEEMAN, 1983).



Слика 1. Изглед имага врсте *Plodia interpunctella* [1].

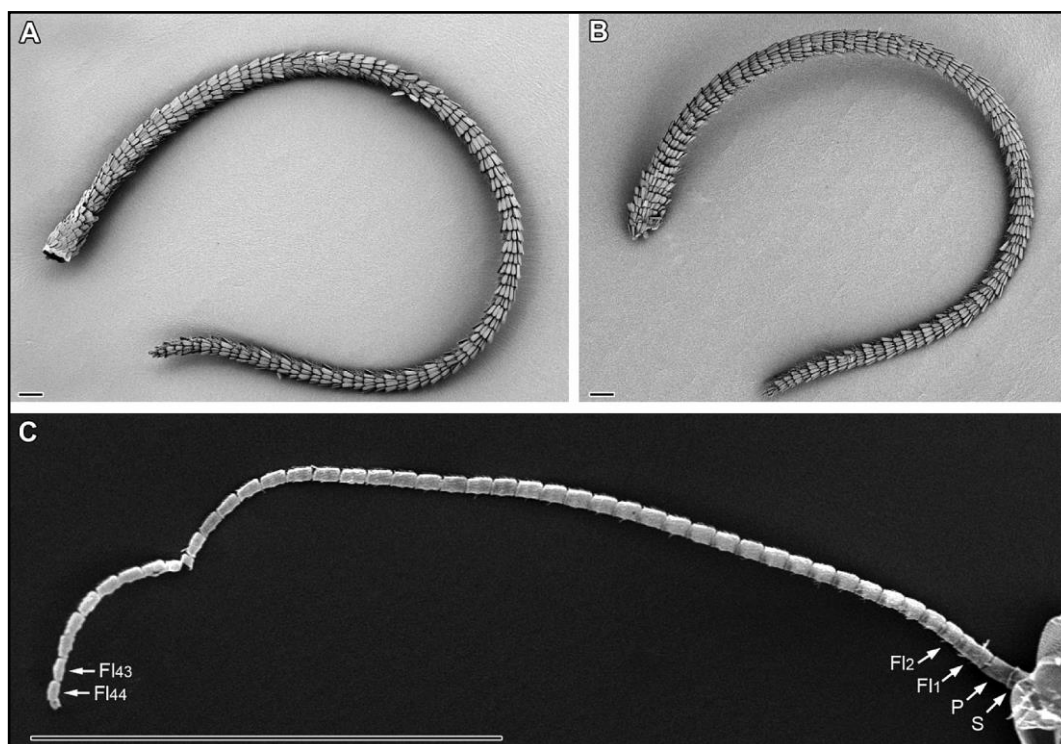
Усни апарат имага *P. interpunctella* је морфолошки сличан онима код других врста пламенаца (BARCABA and KRENN, 2015). Граде га ситни лабрум, рудиментиране мандибуле, максила са максиларним палпусима, плочасти лабрум и крупни лабијални палпуси (Сл. 2). Иако имага *P. interpunctella* поседују потпуно функционалан усни апарат за сисање, већина истраживача сматра да се имаго не храни. FASULO и KNOX (2009) наводе да воћни сокови привлаче имага ове врсте, али не и да ли се заиста храни. BARCABA и KRENN (2015) закључују да имага *P. interpunctella* не морају да узимају храну, иако поседују потпуно функционалан пробосцис.



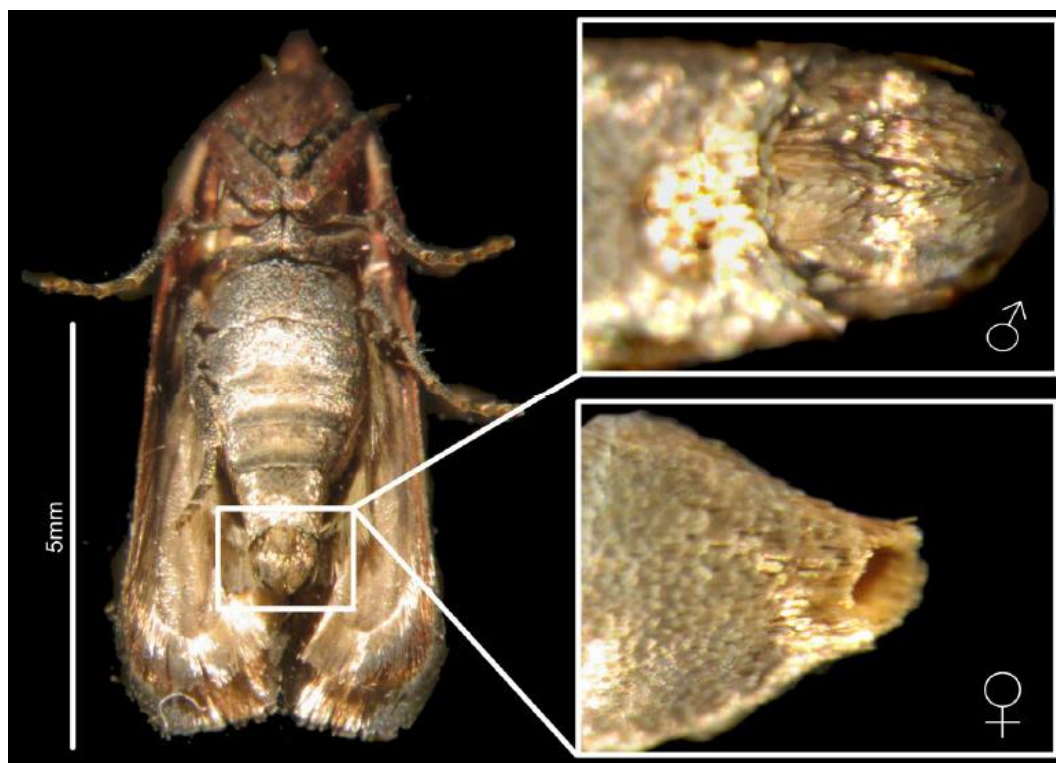
Слика 2. Скенинг електронска микрографија главе и усног апарата имага *Plodia interpunctella*: p - пробосцис; a – антена; co – сложено око; lp – лабијални палупс (BARCABA and KRENN, 2015).

Антене *P. interpunctella* су дуге, кончасте и по грађи сличне код мужјака и женки (Сл. 3А и В). Састоје се из скапуса, педицелуса (који су покривени неправилно распоређеним љуспицама) и бича који се састоји од већег броја чланака (Сл. 3С) (NDOMO-MOUALEU et al., 2014).

Изражен је полни диморфизам, тј. мужјаци и женке се јасно разликују на основу грађе спољашњих делова гениталног апарата (Сл. 4).



Слика 3. Скенинг електронске микрографије антена *Plodia interpunctella*:
 (А) дорзална страна - женка; (В) дорзална страна - мужјак; (С) вентрална страна
 антене женке са видљивим сегментима; S: скапус; P: педицелус; F11: први чланак бича;
 F12: други чланак бича; F143 – претпоследњи чланак бича; F144 – последњи чланак бича.
 Бар скала: (А) и (В) 100 μm , (С) 2 mm (NDOMO-MOUALEU *et al.*, 2014).



Слика 4. Грађа спољашњих гениталних структура мужјака и женке
Plodia interpunctella (BAXTER, 2008).

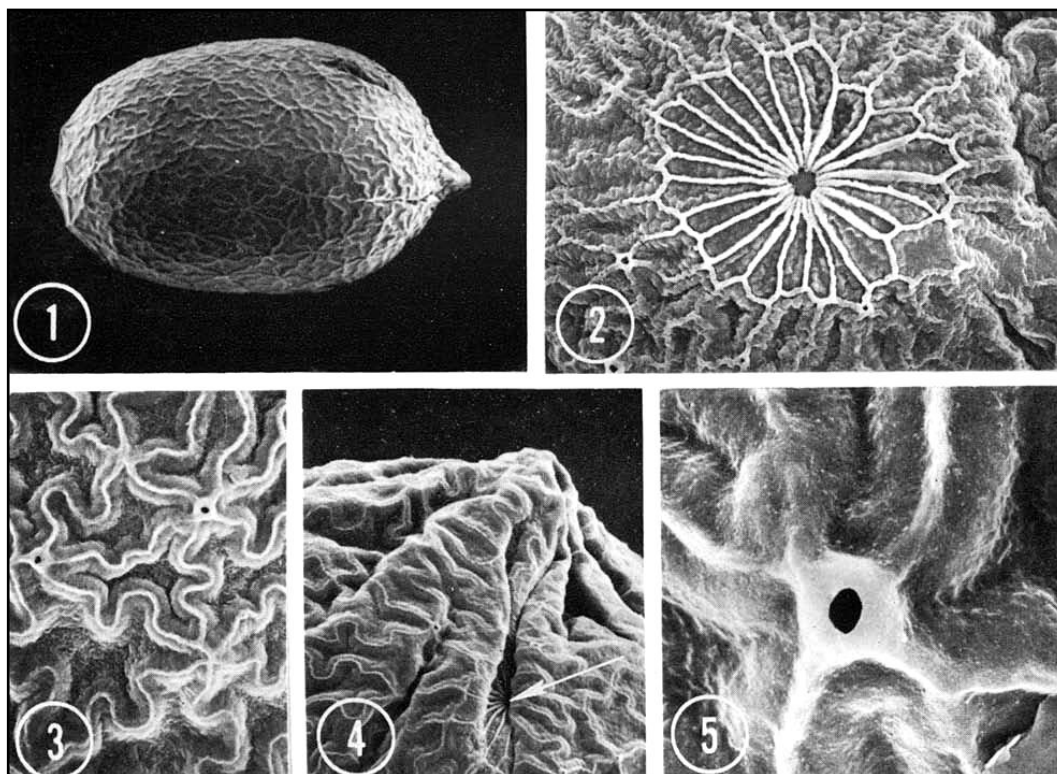
1.6.2. Морфолошке карактеристике стадијума јајета

Женка полаже до 400 јаја на или у близини хранљивог супстрата (JOHNSON *et al.*, 1992; ALMAŠI, 2008). Јаје је беле до светложуте боје, овалног облика (Сл. 5 и 6), дугачко око 0,5 mm, а широко око 0,3 mm (ARBOGAST *et al.*, 1980). Површина хориона је мрежасто рељефна, док је предњи део најчешће сужен и формира брадавичасту структуру праћену дубоким савијањем хориона (Сл. 6). ARBOGAST и сарадници (1980) су детаљно описали грађу јаја *P. interpunctella* и дали кључ за разликовање јаја честих врста лептира штеточина ускладиштених производа.



Слика 5. Изглед јаја *Plodia interpunctella* [2].

GAUTAM и сарадници (2015) су анализирали ултраструктуру и респираторне отворе (аеропиле) хориона. Испод ламеластог егзохориона се налази трабекуларни слој, док је ендохорион јако танак. Иначе, јаја свих пламенаца поседују велики број аеропила, што се може повезати са њиховом смањеном отпорношћу на фумиганте (GAUTAM *et al.*, 2015).



Слика 6. Скенинг електронске микрографије јаја *Plodia interpunctella*:
 1 – бојни приказ јајета; 2 – микропила; 3 – део хориона у близини постериорног пола;
 4 – предњи крај јајета са савијеним хорионом; 5 – аеропила (ARBOGAST *et al.*, 1980).

Женка убрзо након еклозије копулира и полаже јаја (RAMASWAMY *et al.*, 1997; ВЕСКЕМЕЈЕР and SHIRK, 2004) захваљујући развићу фоликула и органогенези јајника већ током почетних стадијума развића. Завршетак формирања јаја у телу женке се дешава током последњег ларвеног ступња и у стадијуму лутке (RAMASWAMY *et al.*, 1997; ВЕСКЕМЕЈЕР and SHIRK, 2004). Јајници тек еклодираних женки садрже већ формиране фоликуле који омогућавају брзи завршетак хориогенезе и само седам сати након еклозије постају способни за оплођење (ZIMOWSKA *et al.*, 1995b). Овипозициони период траје и до 18 дана, док се ларве излежу 3–10 дана по полагању (ALMAŠI, 1984).

1.6.3. Морфолошке карактеристике стадијума ларве

Тек излежене ларве су дуге око 1 mm, док најстарије могу достићи дужину 9-19 mm. Глава је браон-мрка, а остатак тела је најчешће бео (Сл. 7), али може бити сивкасте, ружичасте или зеленкасте боје (ALMAŠI, 2008) (Сл. 8 и 9), зависно од типа исхране, старости и физиолошког стања ларви. Нпр. ларве у кукурузу су сивкасте, а у пшеници прљаво беле боје (ŠTRVAC, 2002). На телу су присутне дуге длачице (Сл. 7, 9 и 10) које израстају из тамно смеђих пега, чији је положај важна особина при идентификацији ларви ове врсте (ŠTRVAC, 2002). Трбушни екстремитети су купастог облика, са канцицама на врху (Сл. 7).



Слика 7. Изглед грудних и трбушних екстремитета ларве *Plodia interpunctella* [3].



Слика 8. Различито обојене ларве *Plodia interpunctella* пред свилу по површини супстрата [4].

Као и за ларве других инсеката, на основу броја пресвлачења се утврђују ларвени ступњеви. Највећи број истраживања указује на постојање пет ларвених ступњева, али различите студије наводе од четири до седам ступњева (TZANAKAKIS, 1959; MCGAUGHEY, 1978; ВАХТЕР, 2008; BARRERA-ILLANES *et al.*, 2017) (Сл. 9). Тешко је утврдити тачан број ступњева јер су ларве у хранљивом супстрату, па је њихове егзувије у растреситој подлози скоро немогуће уочити.

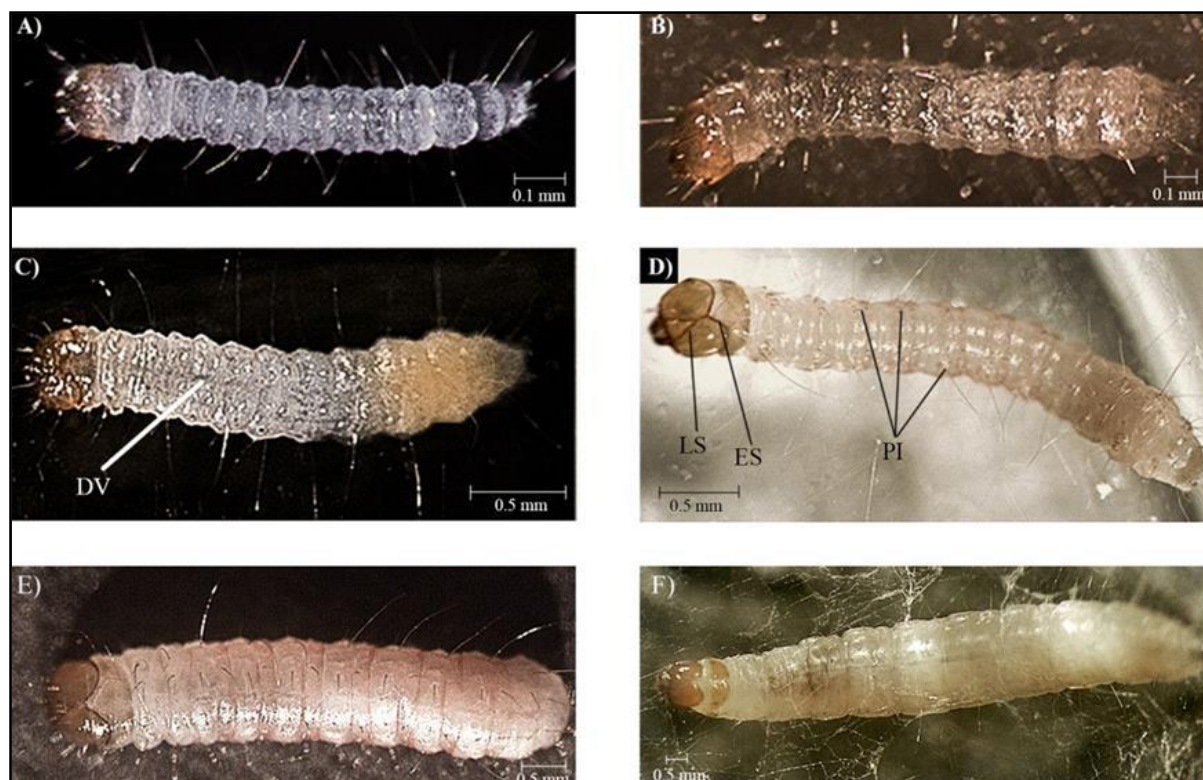
Наредни описи најважнијих морфолошких и понашајних карактеристика шест ларвених ступњева *P. interpunctella* одгајених на језгру ораха су из истраживања BARRERA-ILLANES и сарадника (2017).

Након испиљења, ларве првог ступња (Сл. 9А) су дуге око 1 mm, прозачно беле, са провидним длачицама, и главеном капсулом светло браон боје. Активно се крећу у потрази за храном, а у недостатку другог извора, хране се и угинулим остацима имага

своје врсте. Први ларвени ступањ просечно траје око седам дана. Пред крај овога ступња, последњи каудални сегменти задебљавају, док боја тела постаје светло жута.

Ларве другог ступња су просечно дуге око 1,75 mm и карактеришу се задебљаним каудалним делом тела. Боја тела је светло браон и временом тамни, а грудни штит је уочљив. По телу су провидне, или беле длачице (Сл. 9В).

Током трећег ступња долази до сужавања тела у последњим сегментима абдомена. Тело је у просеку дуго око 2,7 mm, беле боје, док је неколико последњих сегмената жућкасто-браон. На крају тела су присутне дуге, жућкасте длачице (Сл. 9С).



Слика 9. Шест ларвених ступњева *Plodia interpunctella*: А – први; В – други; С – трећи: DV – дорзални крвни суд; D – четврти: LS – латерални шавови; ES – епикранијални шав; PI - пинакуле; Е – пети; F – шести (BARRERA-ILLANES *et al.*, 2017).

Ларве четвртог ступња имају упечатљиво широке главене капсуле (Сл. 9D), шире од тела, наранцасте до светло браон боје. Предњи сегменти добијају розе боју, што се посебно уочава на боковима тела. Ларве су просечно дуге око 3,7 mm.

Пети ларвени ступањ се карактерише црвенкастом бојом тела, просечне дужине око 5,5 mm (Сл. 9Е). Главена капсула се благо издужује, тамно наранцасте је боје, а временом прелази у светло браон. Длачице су у основи браон боје, док им је врх светлији.

Током шестог ступња, боја тела ларви је разнолика, од розе до жуте, мада може бити и зеленкаста. Предњи део тела је доста ужи од задњег (Сл. 9F). Овај ступањ се карактерише највећим растом током животног циклуса. На почетку ступња, ларве су дуге око 6 mm, док могу достићи дужину до 19 mm. Пред улуткавање, ларве су мање активне, слабије се хране и подлогу/амбалажу прекривају свилом (Сл. 11), улазе у међу-стадијум прелутке, који обично траје један дан. Прелутке су зеленкасте боје, не хране се, слабо су активне, а глава се спушта на доле, у хипогнатан положај.

Ларвени ступњеви се могу разликовати и на основу ширине главених капсула (ALLOTEY and GOSWAMI, 1990; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; BARRERA-ILLANES *et al.*, 2017) (Таб. 1). Ова метода утврђивања ларвеног ступња има широку практичну примену, јер представља једноставну и брзу методу.

Табела 1. Просечне вредности (\pm SE) ширине главених капсула (у mm) различитих ларвених ступњева *Plodia interpunctella*.

Ларвени ступањ	Литературни извор			
	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA (2004)	TRIGGS (2011)	BARRERA-ILLANES <i>et al.</i> (2017)
I	0,25 \pm 0,001	0,16 \pm 0,001	0,15-0,20	0,17 \pm 0,01
II	0,43 \pm 0,001	0,37 \pm 0,001	0,28-0,33	0,21 \pm 0,02
III	0,66 \pm 0,003	0,61 \pm 0,002	0,40-0,45	0,35 \pm 0,02
IV	0,71 \pm 0,003	0,83 \pm 0,002	0,60-0,70	0,49 \pm 0,05
V	0,96 \pm 0,003	1,03 \pm 0,003	0,85-1,15	0,58 \pm 0,02
VI	-	-	-	0,83 \pm 0,02

Упоређивањем ларви последњег ступња могуће је разликовати пол. Ларве мушког пола, са дорзалне стране абдомена имају видљиву браон мрљу унутар тела, која представља будуће гениталије мужјака (Сл. 10). Код ларви женског пола, таква мрља не постоји.

Ларве су једини стадијум у животном циклусу *P. interpunctella* који се храни, и управо су оне „заслужне” што ова врста представља једну од најзначајнијих штеточина ускладиштених прехранбених производа (MOHANDASS *et al.*, 2007).



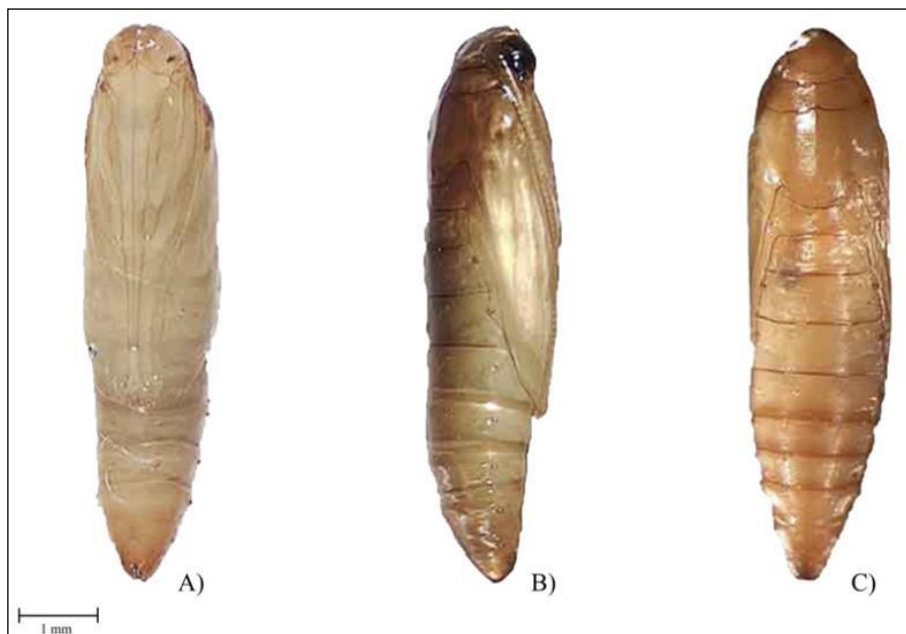
Слика 10. Ларва последњег ступња са приказом гениталија мужјака [5].



Слика 11. Ларве свилом обмотавају храну и амбалажу у којој се налазе [6].

1.6.4. Морфолошке карактеристике стадијума лутке

Лутка *P. interpunctella* је вретенастог облика (Сл. 12), дуга 6–11 mm (ŠTRVAC, 2002). Површина луткине чехуре је глатка и сјајна. Младе лутке су светло смеђе боје, а временом боја постаје тамнија.



Слика 12. Изглед лутке *Plodia interpunctella* (BARRERA-ILLANES *et al.*, 2017).

Ларве се најчешће улуткавају у површинском слоју нападнуте ускладиштене хране (Сл. 13), или на амбалажи ускладиштених производа, махом у рубовима и жљебовима (Сл. 14). Пред улуткавање, ларве последњег ступња преду око себе густе беличасте свилени кокон (Сл. 13 и 14), који луткама пружа механичку заштиту од спољашњих утицаја. Кокони се могу наћи и на другим склоњеним местима у складишту (ŠTRVAC, 2002). Стадијум лутке траје од три дана до неколико месеци, зависно од температуре спољашње средине. Након тог периода, имага еклодирају из луткине чехуре (ŠTRVAC, 2002).



Слика 13. Лутке *Plodia interpunctella* у свиленом кокону на површини хране [7].



Слика 14. Лутка *Plodia interpunctella* у свиленом кокону у жљебу амбалаже упакованог производа [8].

1.6.5. Особине животне историје и екологија *Plodia interpunctella*

На основу поделе животних историја инсеката складишних штеточина (IMURA, 1990), *P. interpunctella* припада краткоживећим врстама. Прегледне податке о особинама животне историје и екологији *P. interpunctella* дају ŠTRBAC (2002), REES (2004), HAGSTRUM и SUBRAMANYAM (2006, 2009), MOHANDASS и сарадници (2007), ALMAŠI (2008) и HAGSTRUM и сарадници (2012, 2013). Особине животне историје *P. interpunctella* зависе од низа фактора, а пре свега од температуре и релативне влажности ваздуха (у даљем тексту р.в.в.) средине у којој се јединке развијају (BELL, 1975), као и типа исхране ларви (BURKS and JOHNSON, 2012).

Женке *P. interpunctella* полажу јаја на прехранбене производе, или у њиховој непосредној близини (BURKS and JOHNSON, 2012), најчешће у сумрак или током ноћи (REES, 2004), током неколико дана након еклозије (ALMAŠI, 1984; MBATA, 1985; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; AKINNEYE *et al.*, 2017), али само када је температура спољашње средине у интервалу 15–35°C (REES, 2004), а по неким подацима 17–37°C (ŠTRBAC, 2002). Трајање ембрионалног развоја зависи од температуре спољашње средине (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006; ALMAŠI, 2008). Ларве се излежу након 2–10 дана, у зависности од температуре спољашње средине (IMURA and SINHA, 1986; ŠTRBAC, 2002; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; AKINNEYE *et al.*, 2017). При температури од 25°C и р.в.в. 53%, ларве се излежу након 4–5 дана (ALMAŠI, 2008). Краће излагање јаја ниским температурама утиче на продужење ембрионалног развића (ŠTRBAC, 2002), јер им треба више времена да достигну температурну константу (PEŠIĆ, 2011). Одмах након пиљења, ларве првог ступња почињу потрагу за храном (REES, 2004). Привучене мирисом хране, тек испиљене ларве дуге свега око 1 mm могу да пређу и до 80 cm у потрази за храном (ŠTRBAC, 2002; MOHANDASS *et al.*, 2007). Захваљујући малим димензијама тела младе ларве могу да продру кроз најситније пукотине у паковањима прехранбених производа (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; MULLEN *et al.*, 2012).

Приликом исхране, ларве свиленим нитима обмотавају храну, правећи дроњаве грумуљице и чинећи прехранбени производ непожељним за употребу (ŠTRBAC, 2002; REES, 2004; BURKS and JOHNSON, 2012).

У стадијуму ларве, *P. interpunctella* може да проведе 2–7 месеци, односно 35–327 дана, зависно од температуре, влажности ваздуха и типа исхране (ALMAŠI, 2008). Развиће презимљујућих ларви траје јако дуго, због њиховог преласка у дијапаузу. SIMMONS *et al.* (1931) наводе да је развиће ларви летње генерације у складишту сушених смокава у Калифорнији, САД, трајало 47,4 дана, а презимљујућих 204 дана. Наиме, у рану јесен, скраћење дужине дана покреће промене у понашању последњег ларвеног ступња (BELL, 1975) – ларва формира заштитни свилени кокон око себе лепећи га за подлогу (зид, плафон, жљебове и порубе на амбалажи, и друго) и улази у дијапаузу (TZANAKAKIS, 1959). Ларве у дијапаузи могу да преживе и до шест месеци, зависно од фотопериодизма и температуре (BELL, 1975, 1982). Дијапауза се завршава у касно пролеће, када ларве настављају развиће.

Пред улуткавање, ларве последњег ступња интензивно покривају паучинастом свиластом превлаком инфестиране прехранбене производе, па таква храна изгледа као да је покривена фином свиленом тканином (ŠTRBAC, 2002), која поседује антимикробна својства (STEFANOVIĆ *et al.*, 2020), тј. свила има извесну заштитну улогу. Ларве последњег ступња напуштају место где су се храниле и траже тамна и заклоњена места, погодна за улуткавање. Следи краткотрајни (1–2 дана према MBATA и OSUJI, 1983) стадијум

прелутке. Дужина развића стадијума лутке највише зависи од температуре спољашње средине (BELL, 1975) – на 30°C је 3–8 дана, на 25°C траје 8–10 дана, на 18°C нешто више од месец дана, док у току зиме може да траје и више месеци (ŠTRVAC, 2002). Од укупног трајања развића преадултних стадијума, 73% времена припада развићу стадијума ларве, 16% лутке, а 11% јајета (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006).

У складиштима, ларве и лутке су презимљујући стадијуми, док у пролеће еклодира прва генерација имага (SIMMONS *et al.*, 1931; ŠTRVAC, 2002). У току године, зависно од микроклиматских услова и типа ускладиштене хране, *P. interpunctella* може максимално да формира седам генерација, а најчешће 2–5 (WILLIAMS, 1964). У Србији, су најчешће три генерације (ŠTRVAC, 2002).

Развиће преадултних стадијума *P. interpunctella* у великој мери зависи од температуре и влажности ваздуха спољашње средине (ŠTRVAC, 2002; REES, 2004; HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006; ALMAŠI, 2008). Оптимална температура развића износи 28–32°C, а релативна влажност ваздуха 70–75% (ŠTRVAC, 2002; REES, 2004; ALMAŠI, 2008). За развој *P. interpunctella* оптимални садржај влаге у храни износи 14% (ALMAŠI, 2008). HAGSTRUM и SUBRAMANYAM (2006) наводе да дужина развића од стадијума јајета до еклозије имага траје 150,9 дана на 17,5°C и да се овај период смањује до оптималних 30°C, где дужина развића траје 34,9 дана. На температурама изнад 30°C, дужина развића преадултних стадијума се опет повећава, па тако на 35°C износи 49,1 дан, док се изнад 35°C *P. interpunctella* не развија.

Убрзо након еклозије имага почињу потрагу за партнером. Генерално, репродуктивно понашање *P. interpunctella* је добро истражено и састоји се од сложеног координисаног ритуала удварања, које укључује испуштање феромона женке, уз плес, тј. махање крилима мужјака и ултразвучну комуникацију, подизање краја абдомена женке, контакт предњег и задњег дела тела и спаривање (GRANT *et al.*, 1975; GRANT and BRADY, 1975; PHELAN and BAKER, 1990; TREMATERRA and PAVAN, 1995). Компликовано удварање је присутно код великог броја врста из подфамилије Phycitinae и може бити повезано са чињеницом да многе врсте из ове подфамилије поседују бар једну специфичну компоненту феромона чиме се спречава интерспецијска хибридизација (PHELAN and BAKER, 1990). Хемијски састав полних феромона којима женке привлаче мужјаке је научно познат. У највећој количини присутно је једињење (3,Е)-9,12-тетрадекадиенил-ацетат (скраћено ЗЕТА) (BRADY *et al.*, 1971; KUWANARA *et al.*, 1971; ZHU *et al.*, 1999). Мужјаци *P. interpunctella* такође производе полне феромоне (GRANT, 1971, 1974), што је права реткост у свету лептира, па је можда правилније назвати их „афродизијацима” (BIRCH, 1974). Афродизијак се испушта из жлезде у бази предњих крила (GRANT, 1974; GRANT and BRADY, 1975). Када мужјак открије присуство женке, одмах почиње брзи лепет крилима, све док се не приближи довољно близу како би визуелно могао да се оријентише према врху абдомена женке. Тада се активирају жлезде и мужјак ослобађа афродизијак (GRANT and BRADY, 1975) и убрзо потом подиже абдомен изнад тела и долази до спаривања имага. И мужјаци и женке *P. interpunctella* су полигамни (COOK and GAGE, 1995; COOK, 1999).

Пре овипозиције, женке активно траже прехранебне производе на које ће да положи јаја, прелећући до 135 m (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM 2006), а у одсуству погодне хране за ларве полажу јаја на било коју подлогу. Најчешће, женка почиње са полагањем јаја до три дана након парења (ALMAŠI, 1984; MBATA, 1985; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; AKINNEYE *et al.*, 2017). Стимуланси за почетак овипозиције могу бити мириси хране (NANSEN and PHILLIPS, 2003; PHILLIPS and STRAND, 1994), али и секретни из мандибуларних жлезда ларви (MOSSADEGH, 1978, 1980; PHILLIPS and STRAND,

1994) које имага могу да детектују. Овипозиција траје 1–18 дана, с тим да је најинтензивнија у прва 2–4 дана након парења (ALMAŠI, 1984). Женка полаже јаја појединачно или у групицама. У различитим истраживањима констатован је различити фекундитет. Утврђено је да зависи од неколико фактора – температуре спољашње средине, типа исхране, величине тела и физиолошког стања женки (МВАТА, 1985). REES (2004) наводи да женке полажу 150-200 јаја на температури 15–35°C и р.в.в. 25–90%. Са друге стране, ŠTRVAC (2002) и HILL (2002) наводе да женка може да положи до 400 јаја. JOHNSON и сарадници (1992, 1995) као најподеснију температуру за максималну продукцију јаја наводе 31°C, али у комбинацији са нутритивно погоднијом исхраном, док МВАТА (1985) наводи температуру од 30°C као најидеалнију за овипозицију.

Имага могу да живе до три седмице (MARZBAN *et al.*, 2001; ŠTRVAC, 2002; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; GVOZDENAC *et al.*, 2018a), зависно од температуре спољашње средине, типа исхране ларви и времена почетка парења (ALMAŠI, 1984; BORZOU *et al.*, 2018). HAGSTRUM и SUBRAMANYAM (2006) наводе да одлагање парења продужава живот женкама, али се смањује њихова плодност и број јаја која могу да положи. Аутори наводе да дужина живота женки просечно траје 6,2 дана када парење почне један дан након еклозије, а 6,6 дана када се парење одложи четири дана. Женка полаже 25 јаја мање са сваким даном кашњења парења, док плодност јаја након пет дана закашњења износи 0%.

Поред температуре и релативне влажности ваздуха, исхрана представља најзначајнији фактор који утиче на особине животне историје *P. interpunctella* (HAGSTRUM and SUBRAMANYAM, 2006). Ларве *P. interpunctella* су изразито полифагне – HAGSTRUM и сарадници (2013) наводе 179 различитих прехранбених производа. Најчешће се хране кукурузом (WILLIAMS, 1964; ABDEL-RAHMAN *et al.*, 1968; МВАТА, 1990; KALIYAN *et al.*, 2005; ARBOGAST, 2007; LIMONTA *et al.*, 2013; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018b) и другим врстама жита (WILLIAMS, 1964; LOCATELLI and LIMONTA, 1998; LOCATELLI *et al.*, 2006; GVOZDENAC *et al.*, 2018a), производима од жита, попут брашна (VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; AKINNEYE *et al.*, 2017), сушених клица (JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; SILHASEK and MURPHY, 2005, 2006, 2008; VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012), мекиња (NASIRIAN *et al.*, 2014), пахуљица (VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012), сушеним воћем (HAMLIN *et al.*, 1931; SIMMONS *et al.*, 1931; SAVOV, 1973; ALMAŠI, 1984; JOHNSON *et al.*, 1995; RAD *et al.*, 2000; ALMAŠI and VELJKOVIĆ, 2006; BOUAYAD *et al.*, 2008; ALMAŠI and POSLONČEC, 2010; BORZOU *et al.*, 2018) и поврћем (ALMAŠI, 1984; NA and RYOO, 2000), језграстим воћем (WILLIAMS, 1964; SAVOV, 1973; МВАТА and OSUJI, 1983; МВАТА, 1987; JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; RAD *et al.*, 2000; MARZBAN *et al.*, 2001; SHOJAADDINI, 2005; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; BARRERA-ILLANES *et al.*, 2017; BORZOU *et al.*, 2018; EL-SHAFEI *et al.*, 2018), семенима сунцокрета (ALMAŠI, 1984; GVOZDENAC *et al.*, 2018c), кондиторским производима (HERMS, 1917; ALMAŠI, 1984; OLSSON *et al.*, 2005), семенском робом (PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; FASULO and KNOX, 2008), лековитим и зачинским биљем (RICHARDS and HERFORD, 1930; SWATONEK, 1973), дуваном (FASULO and KNOX, 2008) и другим прехранбеним производима. Међу наведеним производима, *P. interpunctella* се наводи као најзначајнија штеточина сушеног и језграстог воћа, као и чоколаде (JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; REES, 2004; BURKS and JOHNSON, 2012; NAVARRO and NAVARRO, 2018). Такође, *P. interpunctella* представља најзначајнију и најчешћу врсту пламенца међу штеточинама ускладиштеног жита и производа од жита (MONDASS *et al.*, 2007). HILL (2002) наводи да је *P. interpunctella* велика штеточина кукуруза у свим климатским зонама, стрних жита у суптропској зони, а производа од жита (брашно, палента, хлеб, кондиторски производи, макароне и друго) у топлијим крајевима.

Као изразито полифагна врста, *P. interpunctella* се може наћи у готово свим објектима у којима се чува и прерађује храна биљног порекла, попут складишта жита, махунарки, сунцокрета, магацина, млинова, малопродајних објеката, оставама, подрумима и слично (REES, 2004). У таквој нутритивно хетерогеној средини, богатој пре свега угљеним хидратима, *P. interpunctella* је развила животну историју која веома зависи од квантитативних и квалитативних особина хране (DEANS, 2015; BORZOUI *et al.*, 2018).

2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања ове докторске дисертације је биологија и екологија лабораторијске популације полифагне фитофагне инсекатске економски веома значајне штеточине усладиштених прехранбених производа, бакренастог пламенца *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae).

На основу наведеног предмета истраживања, дефинисан је **општи циљ** овог истраживања: експериментално лабораторијско испитивање и анализа утицаја квалитативног и квантитативног састава различитих типова хране на особине животне историје и морфолошку варијабилност лабораторијске популације бакренастог пламенца, *P. interpunctella*, пореклом из централне Србије.

На основу утврђеног општег циља, формулисани су **специфични циљеви**:

- хемијска анализа и упоређивање квалитативног и квантитативног састава (садржај макронутријената, влаге, пепела и секундарних метаболита) у 28 људских и животињских прехранбених производа (16 типова сушених плодова воћа, четири типа семена језграстих плодова и осам жита) и стандардној лабораторијској подлози за узгој, којима ларве *P. interpunctella* могу да се хране;
- експериментално утврђивање и анализа разлика особине животне историје зависно од типа и хемијског састава хране коју су конзумирале ларве *P. interpunctella*, а конкретно на основу праћења:
 - преживљавања појединачних развојних стадијума (ларви, лутака и имага оба пола), изражено кроз стопу и укупно преживљавање,
 - динамике развића појединачних развојних стадијума, са акцентом на динамику улуткавања и еклозије имага,
 - дужине трајања појединачних развојних стадијума са посебним освртом на утицај спаривања имага на дужину њиховог живота,
 - трајања и динамике овипозиције, и
 - фекундитета;
- утврђивање и анализа разлика морфолошких карактеристика имага оба пола изазваних различитом исхраном ларви; и
- интеграција сакупљених података о особинама животне историје из појединачних експеримената у моделе за предвиђање:
 - динамике овипозиције и
 - динамике развића свих појединачних развојних стадијума у животном циклусу *P. interpunctella*, са акцентом на динамику улуткавања и еклозије имага, и то раздвојено по половима.

У складу са предметом и циљевима истраживања, постављене су следеће **хипотезе**:

- трофички фактори у виду комплекса квантитативних и квалитативних особина (садржај макронутријената, влаге, пепела и секундарних метаболита) хранљивих подлога којима су храњене ларве *P. interpunctella* утичу на разлике у елементима животне историје;
- морфолошка варијабилност имага *P. interpunctella* је узрокована трофичким факторима у стадијуму ларве;
- хранљиве подлоге са већим садржајем протеина и/или масти и уља су погодније за исхрану *P. interpunctella*;

- преживљавање преадултних стадијума *P. interpunctella* је веће када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља;
- дужина развића *P. interpunctella* је краћа када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља;
- динамика развића различитих стадијума *P. interpunctella* је бржа и уједначенија када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља;
- полагања јаја се одвија брже и уједначеније када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља;
- број положених јаја је већи када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља; и
- димензије тела имага (укупна дужина тела и дужина предњих крила) су веће када се ларве хране производима са већим садржајем протеина и/или масти и уља.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

3.1. Избор хранљивих подлога за узгој *Plodia interpunctella*

Будући да је *P. interpunctella* изразито полифагна врста, за експериментално тестирање ефеката трофичких фактора на особине њене животне историје и морфолошку варијабилност имага одабрано је 29 прехранбених производа/подлога, којима ларве потенцијално могу да се хране. Одабране прехранбене производе можемо поделити у четири групе: сушени плодови воћа (у даљем тексту сушено воће), семе језграстих плодова (у даљем тексту језграсто воће) (сушено и језграсто воће заједно чине воћне подлоге), семе житарица (у даљем тексту жита) и стандардна лабораторијска подлога за узгој *P. interpunctella* (SILHASEK and MILLER, 1972) (у даљем тексту СЛП). Подела и груписање хранљивих подлога је извршена на основу пољопривредне и технолошке класификације (ŠOŠKIĆ, 2006). Све хранљиве подлоге су набављене у локалним продавницама здраве хране.

Из групе сушеног воћа, коришћени су комерцијално доступни сушени плодови 15 различитих врста. Из групе коштуњавих плодова – шљива (*Prunus domestica* L.), кајсија (*P. armeniaca* L.) и вишња (*P. cerasus* L.). Међу бобичастим воћем, одабрани су сушени плодови грожђа (*Vitis vinifera* L.) у две варијанте - тамно и светло грожђе, америчке бруснице (*Vaccinium macrocarpon* Aiton), евроазијске (*V. myrtillus* L.) и америчке боровнице (*V. corymbosum* L.), гоци бобица (*Lycium barbarum* L.) и банане (*Musa acuminata* Colla, подгрупа Кавендиш). Коришћени су и сушени плодови јабуке (*Malus domestica* Borkh.) и ароније [*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott], чији су плодови у ботаничком смислу класификовани као помум. Поред споменутих, коришћени су и плодови смокве (*Ficus carica* L.), који спадају у групу плодова цвасти, збирни плодови малине (*Rubus idaeus* L.) и купине (*R. fruticosus* L.), који се налазе у групи збирних коштуница, и плодови баштенске јагоде (*Fragaria × ananassa* Duchesne), која представља збирну орашицу.

Из групе језграстог воћа, коришћено је семе ораха, *Juglans regia* L., бадема, *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, чији плодови, у ботаничком смислу, спадају у коштуницу, као и лешника, *Corylus avellana* L., чији плод, у ботаничком смислу, спада у орашицу. Иако плод кокоса *Cocos nucifera* L. у ботаничком смислу припада групи коштуњавих плодова, у огледу је коришћен меснати део зрелог ендосперма кокосовог ораха који је по биохемијским карактеристикама ближи језграстом воћу, па је и сврстан у ову групу.

Из групе жита, коришћено је семе пет локалних (селекционисаних у Центру за стрна жита у Крагујевцу), комерцијално доступних врста стрних жита: пшенице (*Triticum aestivum* L., сорта Визија), ражи (*Secale cereale* L., сорта Раша), јечма (*Hordeum vulgare* L., сорта Рекорд), овса (*Avena sativa* L., сорта Вранац) и тритикалеа (*× Triticosecale* Wittm. ex A. Camus., сорта Фаворит). Коришћено је и семе три комерцијално доступних врста просоликих жита, селекционисаних у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду: просо (*Panicum miliaceum* L., сорта Бисерка), крмни сирак (*Sorghum bicolor* L., сорта Титан) и суданска трава (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., сорта Сава).

Поред три наведене групе биљних подлога, коришћена је и стандардна лабораторијска подлога (СЛП) за лабораторијски узгој *P. interpunctella* (SILHASEK and MILLER, 1972), која се састоји од беле кукурузне паленте (26%), интегралног пшеничног брашна (23%), млевене хране за псе (10%), сувог пиварског квасца (5%), овсених пахуљица (4%), сушених пшеничних клица (2%), глицерола (16%) и меда (14%). Ова подлога се сматра нутритивно оптималном за успешан раст и развој *P. interpunctella* у лабораторијским условима, па је управо због тога коришћена као контролна подлога.

3.2. Одређивање хемијског састава хранљивих подлога

Одређивање хемијског састава испитиваних хранљивих подлога је реализовано у Центру за хигијену и хуману екологију, Института за јавно здравље у Крагујевцу и Одељењу за алтернативне културе и органску производњу, Института за ратарство и повртарство у Новом Саду. Испитивања су укључивала утврђивање садржаја воде, пепела и макронутријената (укупних протеина, масти и уља, укупних угљених хидрата, међу којима посебно укупних шећера, директно редукујућих шећера и скроба, као и одабраних група секундарних метаболита: укупних фенолних једињења, флавоноида и танина. Одређивање хемијског састава је вршено у три понављања за све испитиване хемијске параметре, а резултати су приказани табеларно као просечна вредност три мерења \pm стандардна грешка (SE).

Одређивање укупне влажности хранљивих подлога. Метода за одређивање укупне влажности сушеног и језграстог воћа је преузета из *Правилника о методама узимања узорака и вршења хемијских и физичких анализа ради контроле квалитета производа од воћа и поврћа* (SLUŽBENI LIST SFRJ 29, 1983). Укупна влажност представља количину воде која испарава из хранљивих подлога под дефинисаним условима. Одређивање укупне влажности сушеног и језграстог воћа је вршено методом њиховог сушења у обичној сушници на $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$, при чему се ова метода заснива на утврђивању разлика у маси узорака пре и после сушења. Узорци сушеног и језграстог воћа су сушени током 1h на $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$, а потом пренети у ексикатор да се охладе до собне температуре, након чега им је измерена маса, и затим процес сушења и хлађења понављан све док разлика у маси после два узастопно изведена сушења није била мања од 0,001 g. Садржај воде у испитиваним житима и СЛП је утврђен по сличном принципу, али на температури $130\text{-}133^\circ\text{C}$ (ICC STANDARD No. 110/1, 1976). Процент укупне влажности (V) је израчунат према формули:

$$V(\%) = 100\% - \frac{(M_2 - M_0) * 100}{M_1 - M_0}$$

где су:

M_0 – маса суда у којој се налази узорак (у грамима),

M_1 – маса истог суда са испитиваним узорком пре сушења (у грамима),

M_2 – маса истог суда са остатком после сушења (у грамима).

Одређивање садржаја пепела. Садржај пепела је одређиван методом директног спаљивања у пећи за жарене (TRAJKOVIĆ *i sar.*, 1982) – узорци сушеног и језграстог воћа на $550 \pm 25^\circ\text{C}$, а узорци жита и СЛП на $900 \pm 25^\circ\text{C}$. Спаљивање је вршено све док пепео није добио белу боју. Садржај пепела је утврђиван израчунавањем разлика у маси узорка пре и након спаљивања, према истој формули као и за израчунавање процента укупне влажности.

Одређивање садржаја укупних протеина. Садржај укупних протеина у хранљивим подлогама је утврђен методом по Kjeldahl-у, која се заснива на одређивању садржаја укупног азота (SRPS ISO 937, 1992; ICC STANDARD METHOD No.105/2, 1994; LATIMER, 2016), тј. израчунат множењем утврђеног садржаја укупног азота са фактором конверзије, који износи 6,25 за сушено и језграсто воће, јечам, овас, просо, крмни сирак, суданску траву и СЛП, односно 5,7 за пшеницу, раж и тритикале.

Одређивање садржаја укупних масти и уља. Садржај укупних масти и уља је одређен методом по Soxhlet-у, екстракцијом петрол-етром током 8h на 70°C (TRAJKOVIĆ *i sar.*, 1982). Хомогенизовани узорци хранљивих подлога су стављени у посуду за

екстракцију, загревани у концентрованој хлороводоничној киселини на 70°C, након чега је растворени узорак филтриран кроз мокар филтер папир (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Осушени филтрирани узорак је екстрахован са 70 ml петрол-етра у Soxhlet апарату. Садржај укупних масти и уља је утврђен израчунавањем разлике масе узорка пре и након екстракције.

Одређивање садржаја укупних угљених хидрата. Садржај укупних угљених хидрата је утврђен методом разлике (LATIMER, 2016), тачније када је сума садржаја влаге, пепела, укупних протеина, масти и уља одузета од 100%.

Одређивање садржаја укупних и директно редукујућих шећера. Садржај укупних и директно редукујућих шећера је утврђиван за сушено и језгасто воће, и СЛП, Luff-Schoorl методом (SLUŽBENI LIST SFRJ 29, 1983). Узорци од по 5 g су екстраховани у 200 ml дестиловане воде. Како би се уклониле баластне материје, у растворени узорак је додато по 5 ml Carrez I и Carrez II раствора, након чега је добијени раствор филтриран, чиме је добијен Филтрат 1, који је присут у одмерну тиквицу (запремине 250 ml) у коју је затим додата дестилована вода до 250 ml. Садржај је промешан и филтриран. 25 ml добијеног филтрата је пипетирано у одмерну тиквицу запремине 100 ml и растворено дестилованом водом до црте. У нову одмерну тиквицу запремине 300 ml, додато је 25 ml раствореног филтрата и 25 ml Luff-Schoorl раствора, а потом је добијени раствор присут у ерленмајер боцу и загреван 2 min директно на пламенику. Загревање се наставља још 10 min, након чега следи хлађење раствора до собне температуре, додаје 10 ml 30% KI и 25 ml 6 mol/L H₂SO₄, и титрира са 0,1 mol/L Na₂S₂O₃ док смеша не пожути. Затим је додато неколико капи раствора скроба (до плаве боје) и титрација је настављена док плава боја није ишчезла. Паралелно је рађена слепа проба (бланк), у којој су нередукујући шећери прво трансформисани киселом хидролизом до редукованих моносахарида, а процедура је настављена коришћењем Luff-Schoorl реагенса. За одређивање садржаја укупних шећера, 10 ml Филтрата 1 је помешано са 30 ml дестиловане воде у одмерној тиквици запремине 100 ml, додато 0,5 ml концентроване HCl и раствор је загреван 30 min, а након хлађења неутрализован 1 mol/L NaOH. У одмерну тиквицу се потом додаје дестилована вода до црте, а за утврђивање садржаја укупних шећера, процедура је настављена коришћењем Luff-Schoorl реагенса. Садржај укупних и редукујућих шећера је израчунат као разлика утрошка 0,1 mol/L Na₂S₂O₃ између титрације узорка и титрације слепе пробе и изражена је у mg. Резултати су изражени као проценат масе узорка.

Одређивање садржаја скроба. Садржај скроба је утврђен само у испитиваним врстама жита, полариметријском методом (SRPS EN ISO 10520, 2008). Метода се заснива на принципу потпуне хидролизе шећера помоћу хлороводоничне киселине и таложења протеина, при чему се након филтрације раствора добија раствор шећера у којем се садржај скроба одређује углом оптичке ротације поларизоване светлости.

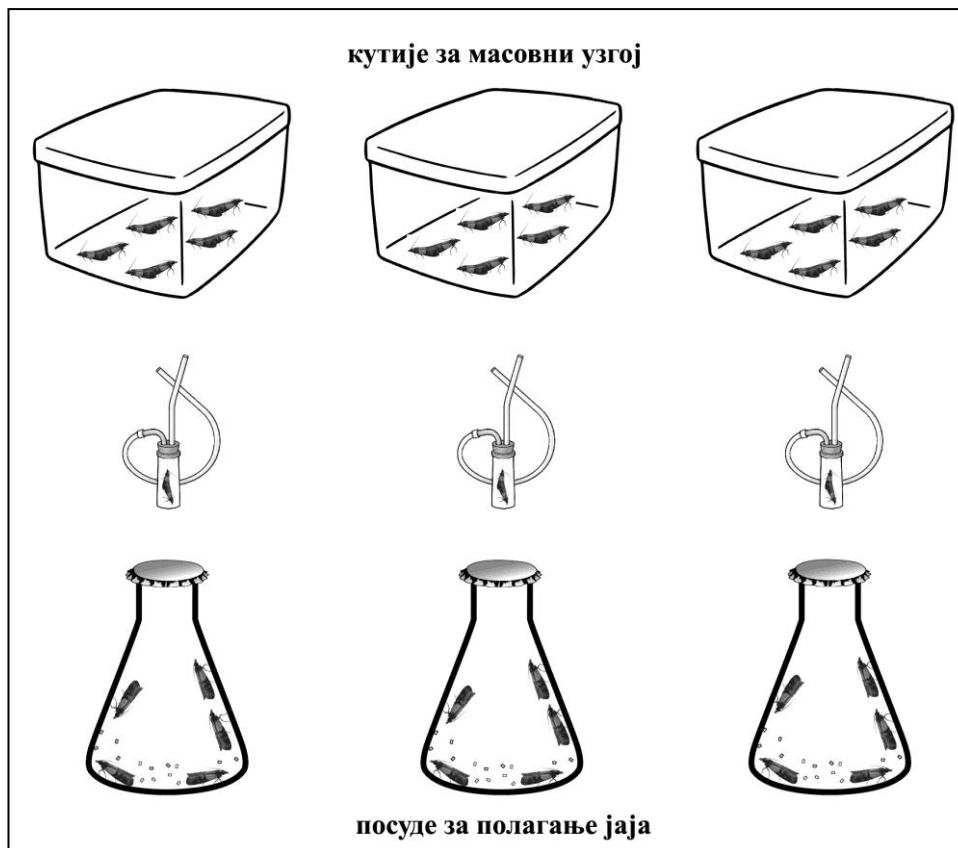
Одређивање садржаја укупних фенолних једињења, флавоноида и танина. Пре екстракције и одређивања садржаја укупних фенолних једињења, флавоноида и танина, узорци свих тестираних супстрата су замрзнути потапањем у течни азот, након чега су уситњени у авану и хомогенизовани у блендеру. Укупна фенолна једињења, флавоноиди и танини су екстраховани растварањем 10 g хомогената узорка у 50 ml метанола (99,8%) у ултрасоничном купатилу, током 15 min. Након тога, растворени узорци су остављени да се растварају још 24 часа на собној температури, а затим центрифугирани 20 min на 10000 × g. Добијени супернатант је филтриран кроз 0,2 mm целулозне филтере (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) и чуван у фрижидеру на 4°C до наредних анализа. Садржај укупних фенолних једињења је утврђен Folin-Ciocalteu методом (WOOTTON-BEARD *et al.*, 2011), а изражен као еквивалент галне киселине

($\mu\text{g GAE/g}$ екстракта), применом једначине линеарне корелације ($y = 0,006x + 0,0069$; $R^2 = 0,994$). Садржај укупних флавоноида је одређиван методом алуминијум хлорида (QUETTIER-DELEU *et al.*, 2000), а изражен као еквивалент рутина ($\mu\text{g RU/g}$ екстракта), применом једначине линеарне корелације ($y = 0,014x + 0,027$; $R^2 = 0,995$). Садржај укупних кондензованих танина је одређиван помоћу бутанол-НСИ методе (МАККАР, 2000). Цијанидин хлорид је коришћен као стандард за калибрацију стандардне криве, а концентрација укупних танина је утврђена применом једначине линеарне корелације ($y = 0,0094x + 0,006$; $R^2 = 0,999$) и изражена као $\mu\text{g CChE/g}$ екстракта.

3.3. Лабораторијска популација *Plodia interpunctella*

Као ентомолошки материјал за огледе у којима смо тестирали ефекте различитих трофичких фактора на особине животне историје и морфологију ларви и имага, коришћена је популација *P. interpunctella* узгајана током ~50 генерација (осам година) у Лабораторији за општу и примењену ентомологију, на Институту за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу. Популација је гајена у четвртастим посудама за масовни узгој од полипропиленске пластике, запремине шест литара, у условима собне температуре, влажности ваздуха и природне осветљености, а за исхрану ларви је коришћена СЛП.

Из посуда за масовни узгој ентомолошким аспиратором су издвајана имага *in copuli*, стара до 24 часа, и максимално по пет парова пребацивано у стаклене 0,25 l Ерленмајер посуде, затворене тупферима од вате обложене памучним платном, ради нормалног протока ваздуха, где су женке у наредна 24 часа полагале јаја (Сл. 15).



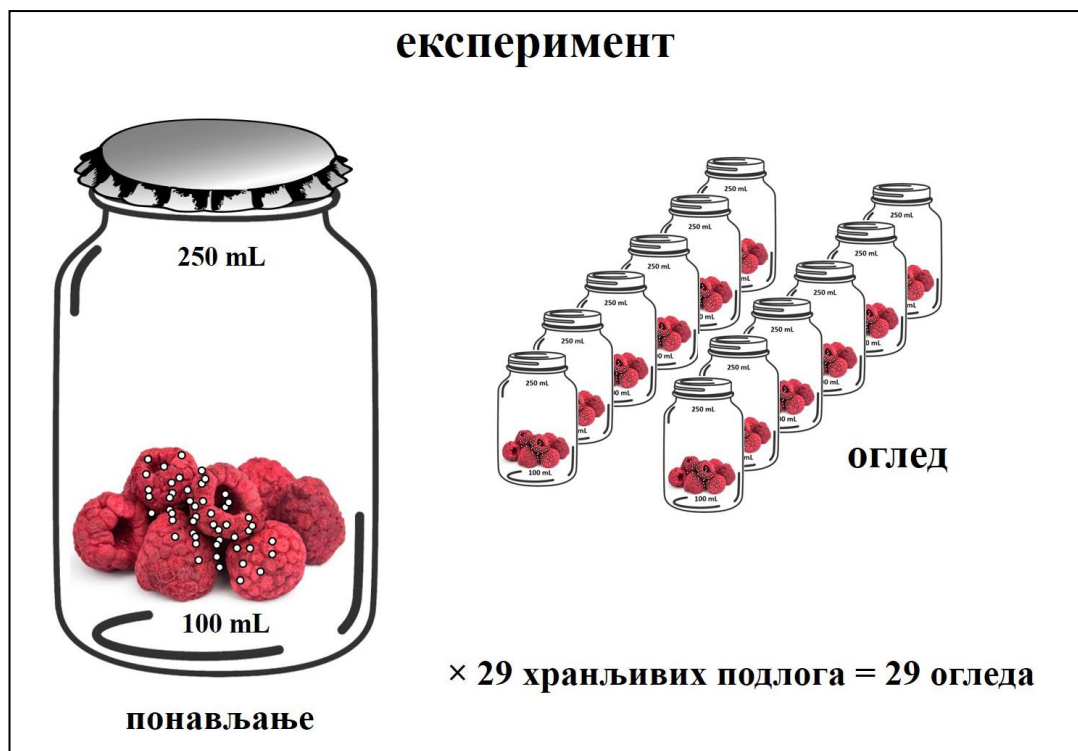
Слика 15. Схема експеримента – добијање почетне популације јаја *Plodia interpunctella* која ће бити коришћена у експерименту.

Финим четкицом су издвајана положена јаја и визуално под бинокуларном лупом бирана морфолошки цела, неоштећена јаја, за поставку огледа. Преостале живе женке су из Ерленмајер посуда аспиријатором издвајане и преношене у нове, презне Ерленмајер посуде, како би наставиле да полажу јаја. Поступак је понављан на свака 24 часа, до угинућа свих женки.

3.4. Дизајн експеримента и процедуре

Експериментални део истраживања је реализован у Лабораторији за општу и примењену ентомологију, Института за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу.

Као храна за ларве *P. interpunctella* експериментално је тестирано 28 типова прехранбених производа и СЛП. Постављено је 29 огледа, тј. по један за сваки вид хранљивих подлога. Сваки оглед је имао по 12 понављања, тј. укупно их је било 348. Једно понављање је подразумевало да је у стаклену теглицу запремине 0,25 l убачено 100 ml хранљиве подлоге¹, а на њену површину финим четкицом положено по 50 јаја *P. interpunctella*, старих до 24 часа (Сл. 16) и теглица затворена тупфером од вате обложене памучним платном. Теглице су пребачене у клима комору (Сл. 17), где су били следећи услови: температура $28\pm 1^\circ\text{C}$, релативна влажност ваздуха $60\pm 10\%$ и фотопериод 14:10 (светло : тама). За свако понављање је измерена маса 100 ml хранљиве подлоге, а резултати измерене масе су приказани табеларно као просечна вредност 12 мерења \pm SE.



Слика 16. Дизајн експеримента и поставка огледа унутар њега.

¹ Пошто се тестиране хранљиве подлоге разликују по маси и густини, зарад постизања уједначења просторних експерименталних услова коришћена је једнака запремина за све.

Праћење животне историје стадијума ларве. У првим данима након излегања, младе ларве *P. interpunctella* су веома ситне, нежне и тешко уочљиве, па је пребројавање живих ларви почињало тек након 14 дана од поставке огледа, када су порасле и нису више толико осетљиве. Садржај сваке теглице је пажљиво истресан у Петри посуду и прегледан под бинокуларном лупом (МБС-9, СССР) на увећању 16 пута. Бројност преживелих ларви није утврђивана у огледима на житима, јер су у овим огледима ларве биле неуочљиве, па је њихово пребројавање било онемогућено. Прегледања садржаја теглица са сушеним воћем, језграстим воће и СЛП су понављања на сваких седам дана, до улуткавања или угинућа последње ларве у сваком појединачном понављању. На овај начин, утврђиван је број ларви у сваком понављању, и преживљавање ларви на седмичном нивоу изражавано као проценат преживелих ларви у односу на почетних 50 унетих јаја. Након улуткавања ларви за свако понављање је утврђена дужина трајања стадијума ларве, која је представљена као просечан број дана од поставке огледа до улуткавања сваке ларве. Након еклозије свих имага у једном огледу, утврђена је дужина трајања стадијума ларве зависно од пола, и то само за оне ларве које су еклодирале у имага.



Слика 17. Унутрашњост клима коморе са поставком дела огледа у експерименту тестирања утицаја исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност *Plodia interpunctella* (фото Филип Н. Вукајловић).

Током седмичних прегледа садржаја теглица мерена је ширина главених капсула свих уочених ларви, у свим понављањима, помоћу микрометра унутар окуларна, на увећању 32 пута. Просечне вредности ширина главених капсула на нивоу огледа, измерене на седмичном нивоу су служиле за одређивање ступња у којем су ларве, на бази скала које су дали ALLOTEY and GOSWAMI (1990), PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004), TRIGGS (2011) и BARRERA-ILLANES *et al.* (2017). На основу резултата

мерења је утврђена и динамика раста ларви заснована на израчунатој стопи раста, изражаваној као однос између просечне ширине главених капсула током датог и прошлонедељног седмичног прегледа. Независно од главног експеримента, ширина главених капсула је измерена и за 30 тек испиљених ларви, како би знали почетне вредности ширине главених капсула.

Праћење животне историје стадијума лутке. Након појаве прве лутке на нивоу појединачног огледа, садржај теглица у том огледу је свакодневно провераван у потрази за новоформираним луткама. Једнодневне лутке су пажљиво издвајане из теглица и појединачно смештане у провидне стаклене епрувете (дужине 10 cm, запремине 10 ml) са мало хранљиве подлоге у којима се јединка развијала, и смештене у клима комору, како би лутке неометано еклодирале у стадијум имага. У случају када из лутке није еклодирао имаго, лутке су сматране уинулим. Преживљавање стадијума лутке је изражавано као проценат лутки које су еклодирале у имага у односу на почетни број улутканих ларви. На основу времена појаве првих и последњих лутака, укупног трајања стадијума лутке имаксималних дневних вредности броја формираних лутака, утврђена је динамика улуткавања. Након еклозије имага у свим понављањима у једном огледу, утврђена је просечна дужина трајања стадијума лутке (како општа, тако и по половима) за сваки оглед, која је представљена као просечан број дана од улуткавања до еклозије имага.

Праћење животне историје стадијума имага. Епрувете са луткама су свакодневно прегледане у потрази за еклодираним јединкама. При томе је евидентиран број еклодираних имага у сваком понављању и утврђиван пол сваког од њих, на основу чега су рачунате вредности односа полова, према формули коју наводи HARDY (2002):

$$\text{однос полова} = \frac{\text{број } \sigma}{\text{број } \sigma - \text{број } \omega}$$

На основу времена појаве првих и последњих имага, укупног трајања еклозије, као и максималних вредности броја еклодираних имага, утврђена је динамика еклозије имага за сваки оглед, како сумарна, тако и зависно од пола. Укупан број еклодираних имага је утврђиван након еклозије последњег имага и био је једнак преживљавању преадултних стадијума. Након еклозије свих имага, утврђена је укупна дужина трајања развића преадултних стадијума (како за све, тако и по половима), која представља просечан број дана од почетка огледа до тренутка еклозије имага.

Након еклозије првог имага у огледу, свакога дана су случајним одабиром по један мужјак и женка (стари до 24 часа, пореклом из истог огледа) пребацивани у стаклену теглицу запремине 0,25 l, где им је омогућено спаривање. Уколико је у оквиру огледа у току истог дана еклодирао већи број мужјака и женки, овај поступак је понављан у засебним теглицама за већи број парова. Одмах након пребацивања у теглице за копулацију, мерено је време до тренутка спаривања имага (изражено у секундама), које је означено као прекопулациони период.

Јединке *in copuli* су пажљиво пребациване у стаклене епрувете (дужине 10 cm, запремине 10 ml), које су затваране тупфером од вате обмотане црном пластичном фолијом како би лакше била уочена и издвојена положена јаја. На овај начин, омогућено је праћење дужине живота спарених имага, као и овипозициони период женки. Дужина живота спарених мужјака и женки је праћена одвојено, од дана еклозије до дана угинућа. Имага која се нису спаривала, су до угинућа остајала у епруветама у којима су еклодирала, и регистрована је и дужина њиховог живота. У оквиру овипозиционог периода, регистрован је почетак, дужина трајања и динамика

овипозиције, као и број положених јаја (фекундитет). Под почетком овипозиције се подразумева онај дан, након еклозије женке, у коме су утврђена прва положена јаја. Под трајањем овипозиције је подразумеван број дана од почетка овипозиције до последњег дана када је дата женка полагала јаја. Динамика овипозиције је праћена на основу дневних вредности броја положених јаја, од првог дана након парења до последњег дана у којем је забележено полагање јаја. Број положених јаја је бележен свакодневно све до угинућа женке, када је утврђен укупан број положених јаја, односно фекундитет.

Након угинућа сваког мужјака и женке, помоћу микрометра унутар окуларна бинокуларне лупе (МБС-9, СССР), на увећању 4 пута измерена је дужина тела и предњих крила сваке јединке посебно. Дужина тела имага је мерена са дорзалне стране тела, од теменог дела главног региона до врха абдомена (укључујући генитални апарат мужјака). Дужина предњих крила имага је мерена са дорзалне стране десног крила, од основе до апекса крила.

Резултати праћења животне историје свих развојних стадијума су приказани табеларно као просечна вредност на основу 12 понављања \pm SE за сваку хранљиву подлогу.

Погодност тестираних хранљивих подлога за исхрану *Plodia interpunctella*. На основу експериментално добијених вредности процентуалног преживљавања и укупне дужине трајања преадултног развића (свих преадултних стадијума), утврђена је погодност хранљивих подлога за исхрану *P. interpunctella*, рачунањем индекса погодности (ИП), према формули коју је дао HOWE (1971):

$$\text{ИП} = \frac{\log S}{MDD}$$

где S представља укупну вредност процентуалног преживљавања свих преадултних стадијума, а MDD просечну дужину трајања преадултног развића изражену данима. Такође, процењена је осетљивост хранљивих подлога на инфестацију *P. interpunctella*, на основу индекса осетљивости (ИО) према формули коју је навео DOBIE (1974):

$$\text{ИО} = \frac{\ln S}{MDD} \times 100$$

где S представља број еклодираних имага, а MDD просечно трајање преадултног развића (изражено данима). На основу добијених вредности ИО, процена осетљивости хранљивих подлога је одређивана према категоризацији по MENSAH (1986):

- 0,0–2,5 = отпорна хранљива подлога;
- 2,5–5,0 = умерено отпорна хранљива подлога;
- 5,0–7,5 = умерено осетљива хранљива подлога;
- 7,5–10,0 = осетљива хранљива подлога; и
- ИО > 10 = веома осетљива хранљива подлога.

Израчунате вредности индекса погодности и индекса осетљивости хранљивих подлога, приказани су табеларно за сваку хранљиву подлогу као просечна вредност на основу 12 понављања \pm SE.

3.5. Статистичка анализа података и моделирање

Добијени подаци су статистички анализирани помоћу софтверских пакета IBM SPSS Statistics 21 (IBM CORP RELEASED, 2012), StatSoft Statistica 13.0 (STATSOFT INC, 2015) и Microsoft Excel 365 (MICROSOFT CORPORATION, 2018). Ниво значајности $\alpha < 0,05$ је примењен у свим анализама.

Дескриптивна статистика (средња вредност, стандардна грешка и опсег варирања) за хемијски састав и масу хранљивих подлога, особине животне историје стадијума ларве, лутке и имага *P. interpunctella*, вредности индекса погодности и осетљивости, приказани су табеларно, као просечна вредност \pm SE. Ради даљег коришћења у статистичким анализама, све процентуалне вредности су трансформисане применом *arc sin* квадратни корен трансформацијом.

Да би се утврдиле разлике између садржаја влаге, пепела, макронутријената, секундарних метаболита и масе 100 ml испитиваних хранљивих подлога, као и разлике између праћених особина животне историје популација *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама, али и између индекса погодности и осетљивости хранљивих подлога, коришћени су једнофакторска анализа варијансе (ANOVA) и Bonferroni post-hoc тест.

За испитивање разлика у дужини прекопулационог периода имага, времена почетка и трајања овипозиције, фекундитета и динамике овипозиције популација *P. interpunctella* одгајаних на разним хранљивим подлогама, коришћени су Kruskal-Wallis и Dunn-Bonferroni post-hoc тестови.

Да би утврдили разлике између особина животне историје међу јединкама различитог пола и разлике у дужинама живота спарених и неспарених имага, одгајаних на истим хранљивим подлогама, коришћен је *t*-тест за независне узорке.

Kaplan-Meier анализа преживљавања је коришћена за приказивање преживљавања ларви *P. interpunctella* у функцији времена. Да би утврдили да ли су неке од добијених кривих преживљавања статистички еквивалентне, примењен је Log-rank тест. Вишеструким поређењем је утврђено које су појединачне добијене криве преживљавања еквивалентне. Приликом утврђивања нивоа значајности, примењена је Bonferroni корекција. Добијене криве преживљавања су приказане графички, док су табеларно приказане χ^2 вредности вишеструког поређења са назначеним статистички значајним разликама.

Временска зависност раста ширина главених капсула ларви *P. interpunctella* је моделирана помоћу природне логаритамске регресионе анализе, према формули:

$$\text{ширина главених капсула} = b_0 + b_1 \ln(\text{време})$$

где су b_0 и b_1 параметри регресионе анализе. Параметри регресионе анализе b_0 и b_1 , F вредност, коефицијент детерминације (R^2) и ниво поверења (p) су приказани табеларно, а анализа тренда графички. На основу добијених модела природне логаритамске функције, утврђен је временски период који је ларвама био потребан да достигну други, трећи, четврти и пети ларвени ступањ, према вредностима које су дали ALLOTEY и GOSWAMI (1990).

Временска зависност броја положених јаја женки *P. interpunctella* од првог до петог дана овипозиције моделирана је применом регресионих функција. Коришћено је неколико модела – линеарни, логаритамски, експоненцијални, квадратни и кубни. На

основу добијених вредности коефицијента детерминације (R^2), одабран је најбољи модел. На свим испитиваним подлогама као најбољи модел за динамику овипозиције се показао модел кубне функције. Анализа тренда временске зависности броја положених јаја женки *P. interpunctella* приказана је графички.

Одступање добијених вредности односа полова од равнотежног односа полова (1:1) је утврђено помоћу χ^2 теста.

Међузависност испитиваних особина животне историје, индекса погодности и осетљивости и хемијског састава испитиваних хранљивих подлога је утврђена помоћу коефицијента Пирсонове линеарне корелације (r). Јаком корелацијом је сматрана она где је $r > 0,6$; корелација средње јачине је где је $0,3 > r < 0,6$, док је $r < 0,3$ сматрано слабом корелацијом. Вредности коефицијента корелације су приказане у тексту, само за статистички значајне зависности.

За испитивање сличности и разлика између хранљивих подлога на основу њиховог хемијског састава, масе 100 ml, особина животне историје стадијума ларве, лутке и имага *P. interpunctella*, и вредности индекса погодности и осетљивости, коришћена је анализа главних компоненти (енг. *Principle Component Analysis - PCA*). Пре саме анализе, све вредности променљивих су стандардизоване, а PCA анализа је вршена на основу добијених Z скорова. Анализиране су само оне главне компоненте чија је сопствена вредност (енг. *eigenvalue*), која указује на део варијансе која је објашњена, већа од 1. Графички приказ зависности прве две главне компоненте (PC1 и PC2) је коришћен за утврђивање положаја запажања у простору дефинисаном хемијским саставом хранљивих подлога и особинама животне историје *P. interpunctella*. Положај хранљивих подлога на графицима је приказан на основу средњих вредности њихових фактора оптерећења, на основу 12 понављања.

Разлике у динамици улуткавања ларви, еклозије имага (укупно и по половима) и полагања јаја по хранљивим подлогама, утврђене су моделирањем акумулираних процентуалних вредности ових особина животне историје у функцији времена. Као почетна времена за сваку подлогу у моделима сматрани су дан улуткавања прве јединке, дан еклозије првог имага уопште, као и првог мужјака односно женке. Модели су прављени на основу једначина тропараметарске логистичке сигмоидне функције (1), von Bertalanffy функције раста (2), тропараметарске (3) и четворопараметарске Gompertz функције (4), према Tjørve и Tjørve (2010):

$$y = \frac{a}{1 + e^{-b(t-m)}} \quad (1)$$

$$y = a(1 - e^{-b(t-m)}) \quad (2)$$

$$y = ae^{-e^{-b(t-m)}} \quad (3)$$

$$y = a + ce^{-e^{-b(t-m)}} \quad (4)$$

где y представља акумулирано процентуално улуткавање ларви, еклозију имага или број положених јаја, док t представља време од дана улуткавања прве јединке, односно еклозије првог имага или еклозије прве женке. Параметар e представља Ојлеров број, основу природног логаритма. Параметар a у једначинама 1-3 представља асимптоту модела (у овом случају тежи броју 100, јер представља максималну акумулирану

вредност улуткавања, еклозије имага или броја положених јаја), док у једначини 4, параметар $a + c$ представља асимптоту модела. Параметар b представља нагиб растућег дела криве (већа b вредност указује да је динамика улуткавања ларви, еклозије имага и полагања јаја уједначенија), док параметар m представља тачку превоја сигмоидне криве, у којој функција из конвексног прелази у конкавни облик. Што су вредности овог параметра веће, то је за улуткавање ларви, еклозију имага или полагање јаја потребно више времена. На основу добијених модела, утврђена је вредност T50, која представља време потребно да се улутка 50% ларви, да еклодира 50% имага (укупно, и посебно мужјака и женки), односно да женке положе 50% јаја. Вредности добијених параметара су приказане табеларно, док су криве добијених функција представљене графички.

4. РЕЗУЛТАТИ

4.1. Хемијски састав хранљивих подлога

Резултати садржаја макронутријената испитиваних хранљивих подлога су приказани у Табели 2. Утврђене су статистички значајне разлике ($p < 0,001$) у количини свих испитиваних макронутријената у свакој од испитиваних хранљивих подлога.

Садржај влаге у 29 испитаних хранљивих подлога се статистички значајно разликује ($F = 6301,05$; $p < 0,001$). Испитивано сушено воће је садржало већу количину влаге него жита и језгасто воће (Таб. 2). Највиши садржај влаге је регистрован у сушеној шљиви (31,37%), потом смокви (30,06%) и кајсији (27,42%), а најнижи у листићима кокоса (2,23%) и ораху (2,94%). Стрна жита су имала већу количину влаге (од 10,73% у овсу, до 11,83% у пшеници) у односу на просолика жита (од 7,48% у крмном сирку, до 8,54% у просу). Просечан садржај влаге у СЛП је сличан садржају у стрним житима (11,54%).

Просечан садржај пепела у испитиваним хранљивим подлогама се статистички значајно разликовао ($F = 683,00$; $p < 0,001$). Сушена банана (9,41%) и листићи кокоса (6,10%) су садржали највећу, а сушена малина (0,51%), јагода (0,48%) и купина (0,44%) најмању количину пепела (Таб. 2). У језгастом воћу садржај пепела је варирао од 1,81% у ораху, до 2,95% у бадему. У житима, већу количину пепела су просечно садржала просолика (од 2,98% у суданској трави, до 3,75% у просу) у односу на стрна жита (од 1,78% у пшеници, до 3,37% у овсу). Знатно виши садржај пепела у овсу је последица присуства плевица. Просечан садржај пепела у СЛП је износио 3,07%, тј. налик житима.

Садржај протеина ($F = 2981,88$; $p < 0,001$) и масти ($F = 15821,00$; $p < 0,001$) у испитиваним хранљивим подлогама се статистички значајно разликују. Највећи садржај протеина и масти је регистрован у језгастом воћу. Садржај протеина је варирао од 7,61% у листићима кокоса, до 26,87% у бадему, док је са друге стране садржај масти био најнижи у бадему (45,44%), а највиши у листићима кокоса (58,78%). Сушено воће поседује значајно мању количину протеина и масти. Садржај протеина је варирао од 0,31% у брусници, до 10,44% у гоци бобицама, док је садржај масти износио између 0,13% у јагоди и шљиви, до 4,28% у гоци бобицама (Таб. 2). У просоликим житима је значајно већа количина протеина и масти него у стрним житима (Таб. 2), при чему је протеинима најбогатије просо (21,43%), а најсиромашнији јечам (12,03%). Највећа количина масти је утврђена у овсу (8,38%), а најмања у пшеници (3,04%). Садржај протеина и масти у СЛП је износио 10,18%, односно 2,81%.

Просечна количина укупних угљених хидрата по подлогама се такође статистички значајно разликовала ($F = 9607,60$; $p < 0,001$). Највише их је било у сушеном, а најмање у језгастом воћу (Таб. 2). Код сушеног воћа, највише угљених хидрата је присутно у јабуци (87,61%), брусници (80,76%) и америчкој боровници (79,38%), а најмање у банани (50,63%). Језгасто воће је садржало знатно мање угљених хидрата, од 16,25% у ораху, до 25,28% у листићима кокоса (Таб. 2). Стрна жита су садржала већу количину угљених хидрата од просоликних. Највећа количина је забележена у јечму (70,75%), пшеници (70,11%) и тритикалеу (70,03%), а најмања у просу (61,03%). У СЛП, количина угљених хидрата је просечно износила 72,40% (Таб. 2).

Табела 2. Садржај ($\mu \pm SE$) испитиваних макронутријената и маса 100 mL хранљивих подлога.

ХРАНЉИВА ПОДЛОГА	МАКРОНУТРИЈЕНТИ								Маса 100 mL (g) ²
	Влажност (%) ¹	Пепео (%) ¹	Протеини (%) ¹	Масли (%) ¹	Угљени хидрати (%) ¹	Шећери (%) ¹	Редукујући шећери (%) ¹	Скроб (%) ¹	
Сушена јабука	8,95 ± 0,04 o	1,58 ± 0,05 lm	1,31 ± 0,03 o	0,55 ± 0,03 p	87,61 ± 0,03 a	43,20 ± 0,11 g	41,50 ± 0,15 g	-	12,14 ± 0,03 s
Сушена шљива	31,37 ± 0,18 a	2,64 ± 0,04 fgh	1,95 ± 0,03 mno	0,13 ± 0,03 p	63,91 ± 0,22 n	39,26 ± 0,15 i	38,74 ± 0,09 h	-	63,34 ± 0,38 jk
Сушена вишња	25,04 ± 0,04 d	0,99 ± 0,01 n	1,75 ± 0,03 no	0,15 ± 0,01 p	72,07 ± 0,06 fgh	55,25 ± 0,05 e	53,35 ± 0,15 e	-	62,59 ± 0,05 k
Сушена кајсија	27,42 ± 0,09 c	2,57 ± 0,03 gh	2,58 ± 0,04 jklm	0,23 ± 0,01 p	67,20 ± 0,16 k	39,87 ± 0,03 hi	38,28 ± 0,05 h	-	73,77 ± 0,24 c
Сушена малина	23,82 ± 0,03 e	0,51 ± 0,01 o	2,04 ± 0,02 lmno	0,85 ± 0,02 op	72,78 ± 0,02 fg	51,55 ± 0,07 f	48,25 ± 0,05 f	-	70,53 ± 0,07 de
Сушена купина	19,59 ± 0,10 i	0,44 ± 0,02 o	2,75 ± 0,11 jkl	1,43 ± 0,03 no	75,79 ± 0,07 e	60,08 ± 0,15 d	54,33 ± 0,15 d	-	64,97 ± 0,15 hi
Сушена јагода	20,08 ± 0,04 fg	0,48 ± 0,07 o	1,28 ± 0,04 o	0,13 ± 0,02 p	77,25 ± 0,08 d	72,80 ± 0,16 a	67,62 ± 0,26 a	-	71,60 ± 0,19 d
Сушена аронија	20,93 ± 0,06 f	1,98 ± 0,02 ijk	2,88 ± 0,04 jk	1,40 ± 0,01 no	72,81 ± 0,07 fg	24,20 ± 0,08 k	21,54 ± 0,08 n	-	60,70 ± 0,08 l
Сушена брусница	16,94 ± 0,04 k	1,57 ± 0,01 lm	0,31 ± 0,01 p	0,42 ± 0,02 p	80,76 ± 0,03 b	65,94 ± 0,06 b	63,05 ± 0,06 b	-	55,23 ± 0,04 m
Сушена евроаз. боровница	20,98 ± 0,33 f	1,44 ± 0,04 m	2,87 ± 0,07 jk	3,66 ± 0,21 ij	71,05 ± 0,15 hij	35,55 ± 0,29 j	33,25 ± 0,05 k	-	65,61 ± 0,07 gh
Сушена амер. боровница	14,32 ± 0,12 l	1,63 ± 0,04 klm	1,93 ± 0,05 mno	2,74 ± 0,09 klm	79,38 ± 0,15 c	40,50 ± 0,08 h	35,85 ± 0,10 i	-	65,61 ± 0,07 gh
Сушени гоџи	17,83 ± 0,08 j	0,79 ± 0,02 no	10,44 ± 0,26 h	4,28 ± 0,12 i	66,66 ± 0,24 kl	35,82 ± 0,05 j	31,68 ± 0,31 l	-	43,02 ± 0,23 p
Тамно сушено грожђе	20,25 ± 0,09 gh	2,48 ± 0,04 h	3,25 ± 0,04 j	2,25 ± 0,02 lmn	71,77 ± 0,03 ghi	64,25 ± 0,13 c	60,85 ± 0,11 c	-	66,32 ± 0,07 fg
Светло сушено грожђе	20,03 ± 0,10 hi	1,90 ± 0,06 jkl	3,00 ± 0,06 jk	2,01 ± 0,06 mn	73,06 ± 0,25 f	65,60 ± 0,11 b	60,18 ± 0,11 c	-	75,71 ± 0,25 b
Сушене смокве	30,06 ± 0,09 b	1,86 ± 0,04 jkl	3,00 ± 0,06 jk	0,18 ± 0,01 p	64,90 ± 0,06 mn	35,26 ± 0,08 j	30,35 ± 0,06 m	-	67,28 ± 0,86 f
Сушена банана	4,00 ± 0,04 q	9,41 ± 0,09 a	2,32 ± 0,08 klmn	33,64 ± 0,14 e	50,63 ± 0,10 p	35,34 ± 0,07 j	33,98 ± 0,05 j	-	41,10 ± 0,09 q
Орах	2,94 ± 0,03 r	1,81 ± 0,07 klm	18,50 ± 0,49 c	60,50 ± 0,62 a	16,25 ± 0,51 s	2,40 ± 0,12 n	1,90 ± 0,06 q	-	47,31 ± 0,10 o
Лешник	4,15 ± 0,06 q	2,33 ± 0,10 hi	15,75 ± 0,29 e	56,20 ± 0,31 c	21,57 ± 0,53 r	2,50 ± 0,21 n	2,20 ± 0,17 q	-	46,65 ± 0,39 o
Бадем	4,03 ± 0,06 q	2,95 ± 0,20 efg	26,87 ± 0,23 a	45,44 ± 0,24 d	20,71 ± 0,07 r	0,55 ± 0,05 o	0,52 ± 0,05 r	-	52,35 ± 0,14 n
Листићи кокоса	2,23 ± 0,03 s	6,10 ± 0,08 b	7,61 ± 0,11 i	58,78 ± 0,13 b	25,28 ± 0,07 q	4,44 ± 0,07 m	4,22 ± 0,06 p	-	30,46 ± 0,09 r
Пшеница	11,83 ± 0,03 m	1,78 ± 0,18 klm	13,23 ± 0,03 f	3,04 ± 0,03 jkl	70,11 ± 0,18 j	-	-	50,94 ± 0,01 c	79,02 ± 0,28 a
Раж	11,80 ± 0,06 m	1,91 ± 0,01 jkl	15,77 ± 0,03 e	3,40 ± 0,01 ijk	67,12 ± 0,03 k	-	-	39,14 ± 0,01 g	76,98 ± 0,35 b
Тритикале	11,77 ± 0,03 m	2,25 ± 0,04 hij	12,37 ± 0,03 g	3,59 ± 0,01 ijk	70,03 ± 0,08 j	-	-	47,46 ± 0,05 d	71,75 ± 0,17 d
Јечам	11,50 ± 0,06 m	2,38 ± 0,05 h	12,03 ± 0,03 g	3,33 ± 0,01 jk	70,75 ± 0,08 ij	-	-	38,39 ± 0,01 h	70,64 ± 0,15 de
Овас	10,73 ± 0,03 n	3,37 ± 0,04 cd	13,23 ± 0,02 f	8,38 ± 0,01 f	64,28 ± 0,03 n	-	-	44,11 ± 0,02 f	55,14 ± 0,24 m
Просо	8,54 ± 0,01 o	3,75 ± 0,003 c	21,43 ± 0,02 b	5,25 ± 0,03 h	61,03 ± 0,03 o	-	-	58,89 ± 0,03 b	69,74 ± 0,09 e
Крмни сирак	7,48 ± 0,003 p	2,99 ± 0,003 def	17,03 ± 0,03 d	6,77 ± 0,01 j	65,74 ± 0,03 lm	-	-	47,17 ± 0,02 e	69,90 ± 0,05 e
Суданска трава	8,41 ± 0,015 o	2,98 ± 0,02 def	17,08 ± 0,01 d	6,75 ± 0,02 j	64,77 ± 0,02 mn	-	-	62,84 ± 0,01 a	63,11 ± 0,11 jk
СЛП	11,54 ± 0,30 m	3,07 ± 0,07 de	10,18 ± 0,16 h	2,81 ± 0,17 jklm	72,40 ± 0,40 fg	13,33 ± 0,28 l	9,98 ± 0,19 o	-	64,16 ± 0,09 ij
Ф вредност	6301,05***	683,00***	2981,88***	15821,00***	9607,60***	28428,15***	26234,54***	141603,61***	3708,31***

Вредности са различитим словима иза података у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

¹ n = 3 понављања; ² n = 12 понављања; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Као значајни параметри, укупни и директно редукујући шећери су испитивани у сушеном, језграстом воћу и СЛП (Таб. 2). Просечне количине укупних ($F = 28428,15$; $p < 0,001$) и директно редукујућих шећера ($F = 26234,54$; $p < 0,001$) су се статистички значајно разликовале. Највећи садржај је измерен у сушеној јагоди (72,80%, односно 67,62%) и брусници (65,94%, односно 63,05%), а најнижи у бадему (0,55%, односно 0,52%), ораху (2,40%, односно 1,90%) и лешнику (2,50%, односно 2,20%). У СЛП, количина ових шећера је била значајно нижа у односу на сушено, али значајно виша у односу на језграсто воће и износила је 13,33%, односно 9,98% (Таб. 2). У житима, значајни макронутријент је скроб, а просечни садржај овог полисахарида се статистички значајно разликовао ($F = 141603,61$; $p < 0,001$). Количина скроба је била већа у просоликим него у стрним житима, и просечно је варијала од 38,39% у јечму, до 62,84% у суданској трави (Таб. 2).

Измерена маса 100 ml хранљивих подлога се статистички значајно разликовала ($F = 3708,31$; $p < 0,001$). Међу испитиваним сушеним воћем 100 ml светлог грожђа је просечно имало највећу масу (75,71 g), док је просечно најмању имала јабука (12,14 g), што је и уопште најмања маса коришћених хранљивих подлога (Таб. 2). Од језграстог воћа, највећу масу је имао бадем (52,35 g), а најмању лешник (46,65 g). Међу житима, већу масу имала су стрна жита у односу на просолика. Највећу маса међу житима, а уједно и свих хранљивих подлога је имало 100 ml пшенице (79,02 g), а најмању овса (55,14 g).

Садржај укупних фенола, флавоноида и танина у хранљивим подлогама је приказан у Табели 3. Највећа количина укупних фенолних једињења је измерена у сушеном воћу, а најмања у житима. Утврђене су статистички значајне разлике у количини укупних фенолних једињења ($F = 589,30$; $p < 0,001$). Међу свим подлогама највећи садржај укупних фенолних једињења је регистрован у америчкој боровници (14100,00 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта), а најмањи (194,25 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта) у бадему. Међу сушеним воћем је најмањи садржај ових једињења утврђен у брусници (225,00 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта), а међу језграстим воћем највећи у ораху, 10482,13 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта. У житима је већа количина укупних фенолних једињења утврђена у просоликим – највише у суданској трави (7910,42 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта) и крмном сирку (7110,42 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта), док је најмањи садржај у пшеници (372,50 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта).

Највећа количина укупних флавоноида је констатована у сушеном, а најмања у језграстом воћу. Утврђене су статистички значајне разлике у количини укупних флавоноида ($F = 765,69$; $p < 0,001$). Највише укупних флавоноида је имала сушена америчка боровница (3107,14 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта), док је најмање регистровано у банани (7,68 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта); у језграстом воћу је садржај укупних флавоноида био значајно нижи – од 4,11 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта у листићима кокоса до 64,59 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта у ораху (Таб. 3); у различитим врстама језграстог воћа се садржај укупних флавоноида није статистички значајно разликовао; у житима их је највише у суданској трави (1108,04 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта) и крмном сирку (1108,04 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта), док је у осталим врстама жита значајно мање, од 4,29 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта у пшеници до 67,14 $\mu\text{g RU/g}$ екстракта у просу (Таб. 3).

Табела 3. Садржај укупних фенолних једињења, флавоноида и танина ($\mu \pm SE$) у метанолском екстракту тестираних хранљивих подлога.

Хранљива подлога	Укупна фенолна једињења ¹	Укупни флавоноиди ²	Укупни танини ³
Сушена јабука	11500,00 \pm 274,24 b	396,43 \pm 6,19 fg	1027,78 \pm 35,28 d
Сушена шљива	3262,50 \pm 7,22 hi	262,50 \pm 9,28 ghij	137,50 \pm 7,22 ij
Сушена вишња	4337,50 \pm 267,02 fg	648,21 \pm 108,25 e	826,39 \pm 8,82 e
Сушена кајсија	2878,82 \pm 34,17 hi	269,99 \pm 3,47 ghij	744,44 \pm 51,32 ef
Сушена малина	3804,35 \pm 3,11 gh	97,63 \pm 8,67 klm	1544,44 \pm 44,91 c
Сушена купина	4756,78 \pm 31,07 f	345,47 \pm 21,68 fgh	831,66 \pm 5,45 e
Сушена јагода	3320,06 \pm 34,17 hi	167,35 \pm 1,19 ijkl	55,55 \pm 6,42 ij
Сушена аронија	5935,21 \pm 3,11 e	862,43 \pm 24,94 d	2866,67 \pm 51,32 b
Сушена брусница	225,00 \pm 14,43 n	1601,78 \pm 3,09 b	595,83 \pm 8,82 fg
Сушена евроазијска боровница	2911,11 \pm 15,53 i	698,46 \pm 15,18 e	1650,00 \pm 54,53 c
Сушена америчка боровница	14100,00 \pm 692,82 a	3107,14 \pm 49,49 a	6100,00 \pm 6,42 a
Сушени гоци	4460,83 \pm 27,96 fg	477,16 \pm 5,02 f	460,55 \pm 0,32 gh
Тамно сушено грожђе	1925,00 \pm 86,60 j	235,71 \pm 6,19 hijk	380,56 \pm 8,02 h
Светло сушено грожђе	1437,50 \pm 21,65 jklm	297,86 \pm 2,06 ghi	576,39 \pm 7,22 g
Сушене смокве	1442,92 \pm 15,16 jklm	138,04 \pm 1,75 jklm	116,67 \pm 8,02 ij
Сушена банана	1364,16 \pm 1,44 jklm	7,68 \pm 0,10 m	НД
Орах	10482,13 \pm 68,35 c	64,59 \pm 0,65 lm	616,67 \pm 67,36 fg
Лешник	1759,58 \pm 14,91 jk	10,64 \pm 0,33 m	511,11 \pm 38,49 gh
Бадем	194,25 \pm 3,42 n	4,77 \pm 0,14 m	4,67 \pm 0,38 j
Листићи кокоса	901,67 \pm 4,33 klmn	4,11 \pm 0,31 m	НД
Пшеница	372,50 \pm 4,33 n	4,29 \pm 0,21 m	НД
Раж	522,92 \pm 4,09 mn	29,46 \pm 4,64 lm	0,64 \pm 0,02 j
Тритикале	475,00 \pm 6,74 n	5,18 \pm 0,31 m	НД
Јечам	510,83 \pm 0,48 n	7,50 \pm 0,41 m	5,10 \pm 0,02 j
Овас	662,50 \pm 3,37 lmn	25,18 \pm 4,02 m	НД
Просо	517,50 \pm 3,37 n	67,14 \pm 6,19 lm	0,12 \pm 0,01 j
Крмни сирак	7110,42 \pm 58,94 d	1108,04 \pm 13,92 c	184,31 \pm 0,43 i
Суданска трава	7910,42 \pm 54,13 d	1108,04 \pm 13,92 c	192,13 \pm 0,53 i
СЛП	НД	НД	НД
F вредност	589,30***	765,69***	2256,63***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога; НД – није детектовано.

¹ μg еквивалента галне киселине (GAE)/g екстракта тестиране хранљиве подлоге.

² μg еквивалента рутине (RUE)/g екстракта тестиране хранљиве подлоге.

³ μg еквивалента цијаноген хлорида (CChE)/g екстракта тестиране хранљиве подлоге.

Вредности са различитим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Количина укупних танина у испитиваним хранљивим подлогама се статистички значајно разликовала ($F = 2256,63$; $p < 0,001$). Највећа количина је утврђена у сушеном воћу, а најмања у житима (Таб. 3). У сушеном воћу, садржај танина је био највећи у америчкој боровници (6100,00 μg CChE/g екстракта), а најнижи у банани (испод нивоа детекције); у језграстом воћу, највише у ораху (616,67 μg CChE/g екстракта), а најмање у листићима кокоса (испод нивоа детекције); у житима – највише у суданској трави (192,13 μg CChE/g екстракта), а најмање у пшеници, тритикалеу и овсу (испод нивоа детекције).

У СЛП је садржај испитиваних група секундарних метаболита био испод нивоа детекције.

4.2. Утицај исхране на особине животне историје *Plodia interpunctella*

Утицај хемијског састава хранљивих подлога на животни циклус *P. interpunctella* проучаван је праћењем особина животне историје: бројност и преживљавање стадијума ларве, лутке и имага; дужину и динамику развића стадијума ларве, лутке и имага; као и репродукције имага и њене динамике.

Међу особинама животне историје популација *P. interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама, праћени су бројност и преживљавање стадијума ларве, лутке и имага, дужина и динамика развића стадијума ларве, лутке и имага, као и репродукција имага и њена динамика. Због неуочљивости ларви, преадултно развиће није анализирано на житима.

4.2.1. Стадијум ларве

4.2.1.1. Бројност и преживљавање стадијума ларве

Током првог контролног прегледа (14 дана од поставке огледа), у огледима са светлим и тамним сушеним грожђем, сушеном брусницом, евроазијском и америчком боровницом, бананом и листићима кокоса, забележена је смртност свих ларви нанетих на ове хранљиве подлоге. На сушеној кајсији, угинуће свих ларви је регистровано након седам недеља. Дакле, ларве *P. interpunctella* нису преживеле на осам од 29 тестираних хранљивих подлога.

Просечан број присутних живих ларви одгајаних на сушеном воћу, језграстом воћу и СЛП, пребројаван на седмичном нивоу, изражен је у процентима у односу на почетни број јаја и приказан у Табели 4, а број живих ларви по понављању у Прилогу 1.

Четрнаест дана након почетка експеримента, утврђене су значајне разлике у бројности живих ларви на 13 хранљивих подлога ($F = 19,02$; $p < 0,001$). Бројност ларви је била већа у огледима на језграстом него на сушеном воћу (Таб. 4). У огледима на сушеном воћу, највећи проценат живих ларви је утврђен на јабуци (66,8%), док је најмање ларви било присутно на јагоди (24,2%). Највећа појединачна процентуална бројност живих ларви је износила 86% у једном понављању на сушеној јабуци, док је у једном понављању на сушеној јагоди, након 14 дана, регистровано само 10% ларви. У огледима на језграстом воћу, проценат живих ларви је варирао од 39,2% на лешнику, до 57,3% на бадему. Највећа појединачна процентуална бројност ларви је износила 76% у једном понављању на бадему, док је у једном понављању на лешнику било присутно свега 12% живих ларви. Мали број ларви је забележен у огледу на СЛП (26,2%), али је дошло до улуткавања већ 5,5% ларви.

Табела 4. Процентуална бројност ($\mu \pm SE$) живих ларви *Plodia interpunctella* на воћним подлогама и СЛП у односу на број протеклих дана од поставке експеримента.

Хранљива подлога	Број дана од почетка експеримента								
	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Сушена јабука	66,8 ± 4,1 a	66,2 ± 4,4 a	65,7 ± 4,3 a	65,0 ± 4,2 a	62,5 ± 3,7 a	57,5 ± 3,1 a	56,3 ± 3,0 a	44,2 ± 2,3 a	26,5 ± 3,2 a
Сушена шљива	40,0 ± 2,6 cde	33,0 ± 2,4 cde	27,2 ± 2,4 bc	22,5 ± 1,6 bcd	20,0 ± 1,9 b	17,8 ± 1,4 bc	15,3 ± 1,3 b	11,0 ± 0,9 b	9,2 ± 0,9 b
Сушена вишња	33,0 ± 2,9 cdef	28,8 ± 2,9 de	24,7 ± 3,2 c	21,2 ± 2,1 bcd	17,7 ± 3,1 bc	14,5 ± 3,1 bc	12,2 ± 3,0 bc	8,3 ± 2,6 bcd	6,0 ± 2,2 bcd
Сушена малина	29,8 ± 2,1 def	29,0 ± 2,0 de	27,8 ± 2,1 bc	25,0 ± 2,1 bc	18,5 ± 2,4 b	11,2 ± 1,7 cd	5,7 ± 1,3 cd	3,3 ± 1,1 cd	1,3 ± 0,7 cd
Сушена купина	28,8 ± 2,1 def	27,8 ± 2,0 de	24,7 ± 2,4 c	23,0 ± 2,6 bcd	20,3 ± 2,2 b	15,0 ± 1,8 bc	7,8 ± 1,6 bcd	4,0 ± 1,0 bcd	1,0 ± 0,5 d
Сушена јагода	24,2 ± 2,1 f	22,0 ± 2,3 e	21,2 ± 2,4 cd	20,2 ± 2,3 bcd	19,0 ± 2,3 b	18,0 ± 2,4 bc	14,7 ± 2,5 bc	7,8 ± 1,7 bcd	3,3 ± 0,9 cd
Сушена аронија	27,5 ± 1,9 ef	23,2 ± 1,6 e	18,7 ± 2,0 cd	17,2 ± 2,2 cde	15,5 ± 1,9 bc	13,7 ± 1,8 bc	10,8 ± 1,6 bc	8,2 ± 1,3 bc	1,8 ± 0,8 cd
Сушени гоџи	58,5 ± 4,0 ab	50,7 ± 4,4 b	41,7 ± 4,2 b	32,5 ± 3,8 b	26,3 ± 4,2 b	23,3 ± 3,8 b	13,8 ± 2,0 bc	9,3 ± 1,7 bc	4,0 ± 1,0 bcd
Сушене смокве	44,5 ± 2,4 bcd	23,7 ± 2,0 e	16,5 ± 2,3 cd	11,3 ± 2,1 de	8,3 ± 2,0 cd	4,5 ± 1,2 d	3,2 ± 0,8 d	1,5 ± 0,4 d	0,8 ± 0,3 cd
Орах	47,5 ± 3,0 bc	41,2 ± 2,9 bcd	10,5 ± 1,8 d	3,2 ± 1,0 f	0,7 ± 0,3 e	0,17 ± 0,2 e	-	-	-
Лешник	39,2 ± 4,9 cdef	35,5 ± 4,6 cde	20,7 ± 3,2 cd	12,5 ± 2,7 de	2,7 ± 1,0 de	-	-	-	-
Бадем	57,3 ± 3,3 ab	48,0 ± 3,0 bc	21,3 ± 2,5 cd	8,2 ± 1,5 ef	3,2 ± 0,8 de	-	-	-	-
СЛП	26,2 ± 3,3 ef	3,3 ± 0,7 f	0,5 ± 0,4 e	-	-	-	-	-	-
F вредност	19,02***	33,77***	39,06***	31,41***	44,96***	44,22***	33,87***	30,49***	25,28***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Три, односно четири седмице од почетка експеримента, као последица природног морталитета ларви и улуткавања, забележен је мањи број ларви у односу на претходно читавање (Таб. 4), и утврђене су значајне разлике у бројности живих ларви на различитим подлогама ($F = 33,77$; $F = 39,06$; $p < 0,001$; $p < 0,001$). Након три, односно четири седмице, у огледима на сушеном воћу, али и на нивоу експеримента, највећи просечан број живих ларви је и даље био регистрован у огледу на јабуци (66,2%, односно 65,7%). У једном понављању у овом огледу, након 28. дана, утврђено је присуство 86% преживелих ларви. Након три, односно четири седмице, најмањи број ларви у огледима на сушеном воћу је регистрован на јагоди (22,0%, односно 21,2%) и аронији (23,2%, односно 18,7%), док је на нивоу понављања, свега 8% живих ларви регистровано у једном понављању на јагоди. Услед високе стопе улуткавања, највећи пад бројности ларви након 21. дана утврђен је на сушеној смокви. Након 21. дана, процентуални број живих ларви у огледима на језграстом воћу је био висок, и износио од 35,5% на лешнику, до 48% на бадему, док је на нивоу понављања варирао од 12% у два понављања на лешнику, до 64% у једном понављању на бадему. Међутим, након 28. дана, забележено је велико смањење броја регистрованих ларви на овим подлогама (Таб. 4) услед високе стопе улуткавања. Након 21. дана, веома мали број ларви је био присутан у огледима на СЛП (3,3%), јер је у овом огледу већ тада највећи број преживелих ларви (138 ларви од укупно 152 преживеле) прешао у стадијум лутке. У осталим огледима, након треће и четврте недеље, бројност живих ларви се постепено смањивала услед угинућа и улуткавања (Таб. 4).

Током даљих седмичних прегледа, бројност живих ларви се смањивала постепено и уједначено (Таб. 4). Све преживеле ларве су се улуткале након 35 дана у огледу на СЛП, након 49 дана у огледима на лешнику и бадему, а након 56 дана у огледу на ораху. У огледу на сушеној јабуци, до већег пада бројности дошло је у периоду између 63. и 70. дана, када је регистровано присуство 26,5% ларви. Ларве нису забележене након 84. дана у огледима на сушеној малини, купини и јагоди, након 91. дана у огледу на сушеној смокви, након 98. дана у огледу на сушеним гоци бобицама, након 105. дана у огледима на сушеној аронији, шљиви и вишњи, и тек након 112. дана у огледу на сушеној јабуци.

Како би утврдили разлике у смањењу бројности популација ларви *P. interpunctella* одгајаних на сушеном воћу, језграстом воћу и СЛП у функцији времена, утврђена је стопа преживљавања ларви.

4.2.1.2. Стопа преживљавања ларви

Резултати стопе преживљавања популација ларви *P. interpunctella* одгајаних на 12 воћних подлога и СЛП приказани су у виду Карпан-Мејер кривих преживљавања (Граф. 1). Log-rank тестом је утврђено да постоје статистички значајне разлике у преживљавању између неких популација ларви ($\chi^2 = 1125,53$; $p < 0,001$). Вишеструким поређењем ових кривих, утврђене су појединачне разлике у стопи преживљавања (Таб. 5).

На нивоу експеримента, највећа просечна стопа преживљавања утврђена је за популације ларви одгајане на сушеној јабуци, а најнижа за ларве на СЛП (Граф. 1, Таб. 5). У огледима на сушеном воћу високу просечну стопу преживљавања су имале и популације ларви одгајане на шљиви и вишњи, док је најнижа утврђена на смокви. Због бржег развића, ларве на језграстом воћу имају ниже стопе преживљавања (Граф. 1, Таб. 5).

Све добијене криве преживљавања припадају III типу кривих, карактеристичног конкавног облика, тј. карактерише се високом смртношћу млађих узрасних ступњева (крива на почетку јако опада), а затим „тече” ниском стопом до краја живота.

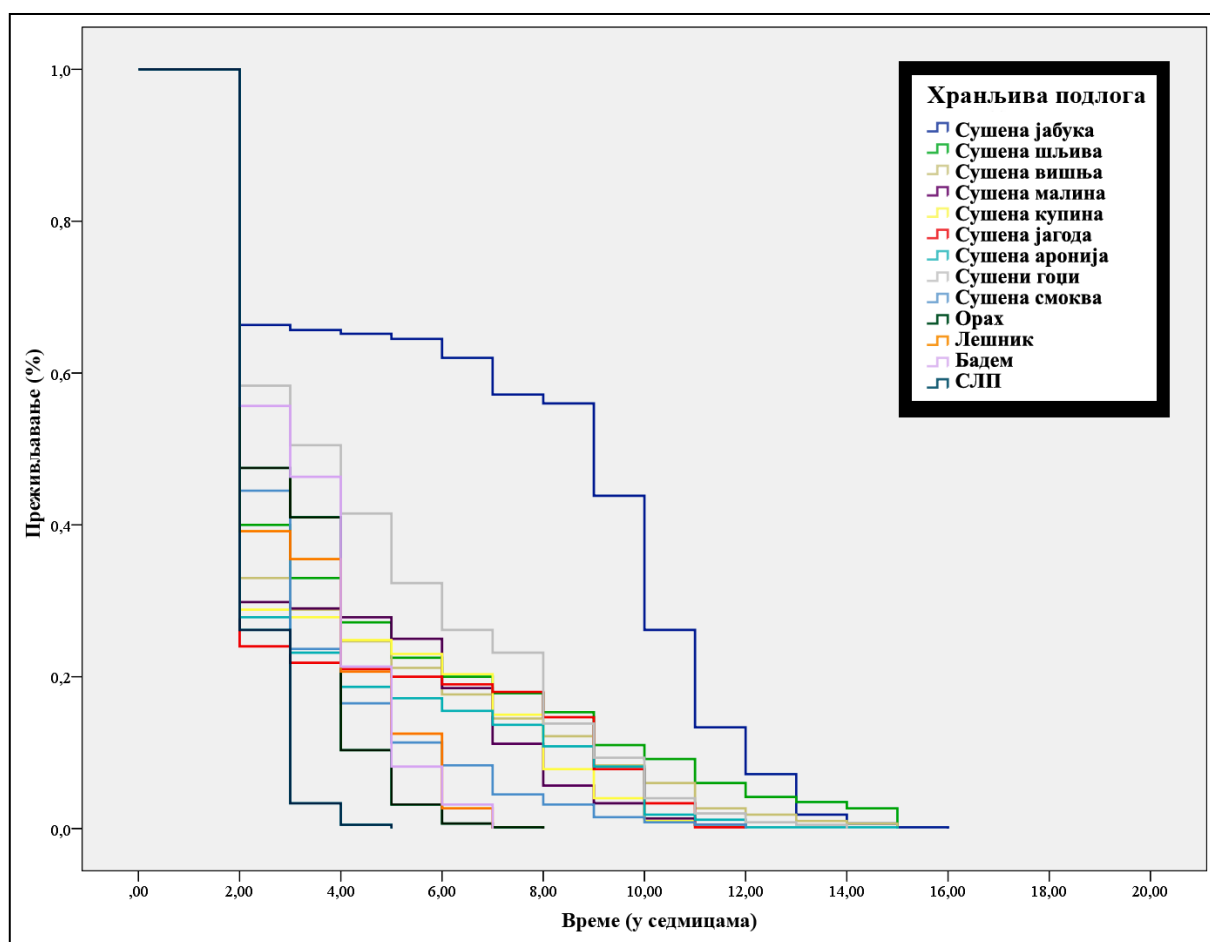


График 1. Карпан-Мејер криве преживљавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним хранљивим подлогама и СЛП (Log-rank тест: $\chi^2 = 1125,53$; $p < 0,001$).

Табела 5. Вишеструко поређење Карпан-Мејер кривих преживљавања популација ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП помоћу појединачних log-rank тестова.

Хранљива подлога	Сушена јабука	Сушена шљива	Сушена вишња	Сушена малина	Сушена купина	Сушена јагода	Сушена аронија	Сушени гоци	Сушена смоква	Орах	Лешник	Бадем	СЛП
Сушена јабука	-	112,98*	210,38*	384,20*	369,24*	284,62*	304,94*	200,93*	434,51*	488,44*	524,38*	461,20*	577,41*
Сушена шљива	112,98*	-	6,30 нз	19,89*	19,30*	15,56*	20,27*	0,67 нз	36,53*	40,86*	45,72*	23,04*	159,68*
Сушена вишња	210,38*	6,30 нз	-	6,03 нз	5,17 нз	2,05 нз	4,65 нз	10,72 нз	16,82*	25,67*	30,21*	11,78 нз	116,25*
Сушена малина	384,20*	19,89*	6,03 нз	-	0,57 нз	5,61 нз	0,64 нз	38,29*	8,87 нз	39,39*	41,28*	19,81*	117,29*
Сушена купина	369,24*	19,30*	5,17 нз	0,57 нз	-	4,17 нз	0,38 нз	33,90*	9,18 нз	30,12*	39,71*	16,40*	103,94*
Сушена јагода	284,62*	15,56*	2,05 нз	5,61 нз	4,17 нз	-	0,37 нз	19,76*	7,26 нз	12,38*	26,72*	6,39 нз	61,58*
Сушена аронија	304,94*	20,27*	4,65 нз	0,64 нз	0,40 нз	0,37 нз	-	32,50*	3,76 нз	5,63 нз	12,07 нз	1,00 нз	69,73*
Сушени гоци	200,93*	0,66 нз	10,72 нз	38,29*	33,90*	19,76*	32,50*	-	100,61*	153,27*	136,48*	108,31*	358,86*
Сушена смоква	434,52*	36,53*	16,82*	8,87 нз	9,18 нз	7,26 нз	3,76 нз	100,61*	-	0,64 нз	0,52 нз	3,01 нз	117,38*
Орах	488,44*	40,86*	25,67*	39,39*	30,12*	12,38*	5,63 нз	153,27*	0,64 нз	-	6,96 нз	19,39*	203,17*
Лешник	524,38*	45,72*	30,21*	41,28*	39,71*	26,72*	12,07 нз	136,48*	0,52 нз	6,96 нз	-	1,74 нз	158,22*
Бадем	461,20*	23,04*	11,78 нз	19,81*	16,40*	6,39 нз	1,00 нз	108,31*	3,01 нз	19,39*	1,74 нз	-	281,76*
СЛП	577,41*	159,68*	116,25*	117,29*	103,94*	61,58*	69,73*	358,86*	117,38*	203,17*	158,22*	281,76*	-

χ^2 вредност; Вонферони корекција * – $p < 0,0006410256$; нз – $p \geq 0,0006410256$.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.2.1.3. Укупно преживљавање стадијума ларве

Укупно преживљавање стадијума ларве је било испод 40% на свим хранљивим подлогама (Таб. 6) и утврђене су статистички значајне разлике на нивоу експеримента ($F = 21,14$; $p < 0,001$). Генерално, највеће укупно преживљавање ларви је утврђено у огледима на језграстом, а најмање на сушеном воћу.

У огледима на сушеном воћу, највеће процентуално преживљавање ларви је утврђено на гоци бобицама (37,5%), а најмање на шљиви (6,83%), што представља најмању просечну вредност укупног преживљавања стадијума ларве на нивоу експеримента (Таб. 6).

Табела 6. Укупно преживљавање ($\mu \pm SE$) стадијума ларве популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Преживљавање стадијума ларве (изражено у %)
Сушена јабука	24,33 \pm 0,95 ab
Сушена шљива	6,83 \pm 1,00 c
Сушена вишња	8,33 \pm 1,82 c
Сушена малина	10,33 \pm 1,70 c
Сушена купина	15,83 \pm 2,75 bc
Сушена јагода	12,83 \pm 1,71 bc
Сушена аронија	9,17 \pm 0,94 c
Сушени гоци	37,50 \pm 4,83 a
Сушена смоква	33,17 \pm 2,89 a
Орах	39,17 \pm 2,62 a
Лешник	30,33 \pm 4,26 a
Бадем	35,00 \pm 2,81 a
СЛП	25,17 \pm 3,06 ab
F вредност	21,14***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Укупно преживљавање стадијума ларве у огледима на језграстом воћу се није међусобно статистички значајно разликовало - варијало је од 30,33% на лешнику, до 39,17% на ораху, што уједно представља и највећу вредност укупног преживљавања ларви на нивоу целог експеримента (Таб. 6).

У огледу на СЛП, укупно преживљавање ларви је износило 25,17% и статистички се значајно разликовало само од вредности укупног преживљавања у огледима на шљиви, вишњи, малини и аронији (Таб. 6).

4.2.1.4. Утицај садржаја макронутријената и влаге на преживљавање ларви

Укупно преживљавање ларви *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је било веће на подлогама које садрже већу количину протеина ($r = 0,45$; $p < 0,001$), масти ($r = 0,31$; $p < 0,001$) и пепела ($r = 0,22$; $p < 0,05$), док је преживљавање ларви било процентуално мање када су се ларве храниле сушеним воћем са већим садржајем влаге, укупних угљених хидрата и шећера (Таб. 7). На језграстом воћу, разлике у садржају испитиваних макронутријената и влаге нису утицале на укупно преживљавање ларви *P. interpunctella* (Таб. 7).

Табела 7. Зависност укупног преживљавања ларви *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграстог воћа.

Хемијски састав	Укупно преживљавање стадијума ларве	
	Сушено воће	Језграсто воће
Садржај влаге	-0,31 ***	-0,19 нз
Садржај пепела	0,22 *	-0,06 нз
Садржај укупних протеина	0,45 ***	0,10 нз
Садржај укупних масти	0,31 ***	0,17 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,41 ***	-0,19 нз
Садржај укупних шећера	-0,34 ***	-0,02 нз
Садржај директно редукујућих шећера	-0,37 ***	-0,07 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,56 ***	0,24 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,32 ***	0,25 нз
Садржај укупних танина	-0,37 ***	0,03 нз

r вредност; *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; нз – $p > 0,05$.

Разлике у укупном преживљавању ларви *P. interpunctella* које су се храниле различитим врстама сушеног воћа, језграстог воћа и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Овом анализом, утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 5,28; РС2: 1,19). Ове две компоненте објашњавају највећи део варијабилности испитиваног модела (РС1 – 60,01%; РС2 – 14,88%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 2). Укупно преживљавање ларви (0,67), садржај укупних протеина (0,84), масти (0,84), влаге (-0,86), угљених хидрата (-0,90), директно редукујућих (-0,93) и укупних шећера (-0,93) највише доприносе формирању прве осе, док садржај пепела (0,93) доприноси формирању друге осе (на основу апсолутних вредности коефицијената линеарних комбинација које изграђују главне осе).

Добијене вредности РСА указују да се хранљиве подлоге јасно раздвајају по првој оси (РС1), на основу разлика у садржају протеина и масти, који су позиционирани у позитивном сегменту прве осе, и садржаја укупних угљених хидрата, шећера и влаге, који су позиционирани у негативном сегменту прве компоненте (Граф. 2).

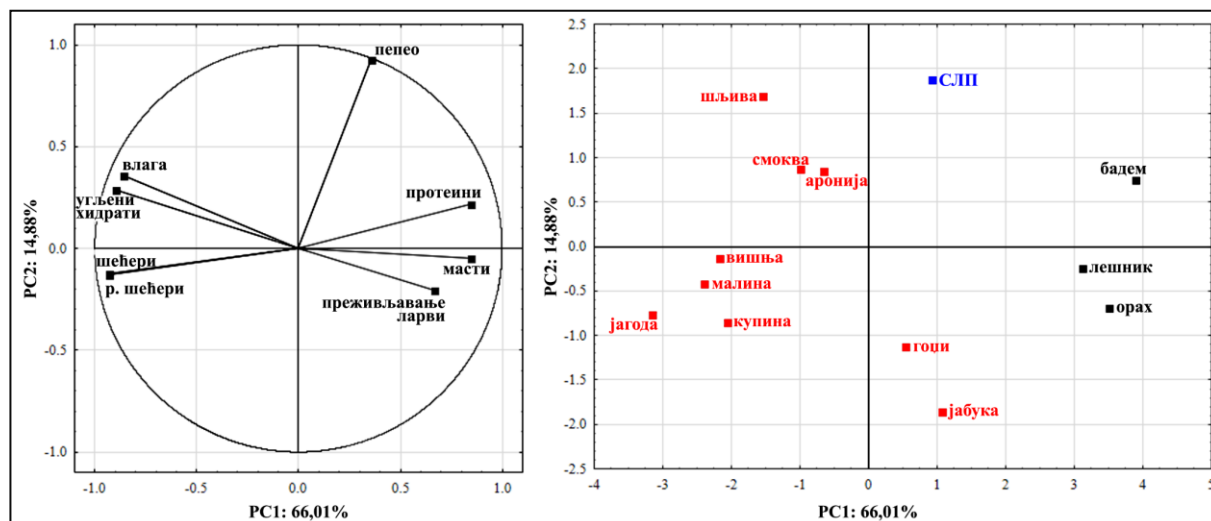


График 2. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и укупног преживљавања ларви *Plodia interpunctella*. р. шећери – директно редукујући шећери; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 2 је уочљиво издвајање ораха, лешника и бадема у позитивном сегменту прве осе, а већине врста сушеног воћа у негативном сегменту прве осе. Орах, лешник и бадем се одликују високим садржајем масти и протеина, ниским садржајем влаге и шећера, и на овим подлогама је преживљавање ларви велико. Сушене гоџи бо-бице и јабука се такође издвајају у позитивном сегменту прве осе, јер се одликују високим преживљавањем ларви, а најнижим садржајем влаге међу испитиваним врстама сушеног воћа. Вишња, малина, јагода и купина се одликују високим садржајем влаге, укупних угљених хидрата и шећера, а ниским преживљавањем ларви. За разлику од ових подлога, шљива, аронија и смоква садрже знатно мање шећера. Преживљавање ларви на сушеним шљивама и аронији је међу најнижим на нивоу експеримента, док је на смокви преживљавање било међу највишима. СЛП се издваја у позитивном сегменту и прве и друге осе, јер се одликује високим садржајем пепела и протеина, а ниским садржајем влаге и шећера. На СЛП, преживљавање ларви је било ниже у односу на орах, лешник и бадем, али више у односу на већину врста сушеног воћа.

4.2.1.5. Утицај садржаја секундарних метаболита на укупно преживљавање ларви

Укупно преживљавање ларви *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је било веће на подлогама које садрже мању количину укупних фенолних једињења ($r = -0,56$; $p < 0,001$), флавоноида ($r = -0,32$; $p < 0,001$) и танина ($r = -0,37$; $p < 0,001$) (Таб. 7). Разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита нису утицале на укупно преживљавање ларви *P. interpunctella* на језграстом воћу (Таб. 7).

Разлике у укупном преживљавању ларви *P. interpunctella* које су се храниле различитим врстама сушеног воћа, језграстог воћа и СЛП у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита у воћним хранљивим подлогама и СЛП, утврђена је само једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (PC1: 2,43) и која објашњава 60,84% варијабилности модела. На формирање прве осе значајно доприносе сва четири испитивана параметра - садржај укупних флавоноида (-0,87), танина (-0,87), фенолних једињења (-0,72) и укупно преживљавање ларви (0,64). Карактеристична вредност друге компоненте је мања од 1 (0,78) и објашњава 19,55% варија-

билности модела. У анализама главних компоненти се користе само оне компоненте чија је сопствена вредност већа од 1, јер оне урачунавају више варијанси него оригиналне променљиве. Зато је утицај секундарних метаболита на укупно преживљавање ларви утврђен само путем анализе корелационе зависности за све врсте испитиваних хранљивих подлога. Укупно преживљавање ларви које су се храниле воћним подлогама и СЛП је било веће на подлогама у којима је укупних флавоноида ($r = -0,46$; $p < 0,001$), танина ($r = -0,40$; $p < 0,001$) и фенолних једињења ($r = -0,22$; $p < 0,01$) било мање.

4.2.2. Стадијум лутке

4.2.2.1. Преживљавање стадијума лутке

Преживљавање стадијума лутке је било високо (преко 55%) у свим огледима (Таб. 8). Разлике у преживљавању стадијума лутке су статистички значајне на нивоу експеримента ($F = 3,38$; $p < 0,001$).

На нивоу целог експеримента, највеће процентуално преживљавање од 91,39% је утврђено на аронији, а најниже на вишњи (55,42%). Преживљавање лутака у огледима на језгастом воћу је било веће од 80% у свим тестираним хранљивим подлогама и међу њима нису утврђене статистички значајне разлике. У огледу на СЛП, преживљавање лутака је било међу најнижима и износило је 59,91%.

Преживљавање стадијума лутке је у веома слабој, али статистички значајној позитивној корелацији са преживљавањем стадијума ларве ($r = 0,19$; $p = 0,021$).

Табела 8. Укупно преживљавање ($\mu \pm SE$) стадијума лутке популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Преживљавање стадијума лутке (изражено у %)
Сушена јабука	81,92 \pm 4,32 abc
Сушена шљива	65,97 \pm 8,39 abc
Сушена вишња	55,42 \pm 11,08 c
Сушена малина	74,23 \pm 8,04 abc
Сушена купина	72,62 \pm 5,93 abc
Сушена јагода	88,43 \pm 3,31 ab
Сушена аронија	91,39 \pm 3,77 a
Сушени гоџи	84,08 \pm 2,67 abc
Сушена смоква	82,77 \pm 3,51 abc
Орах	87,91 \pm 1,90 abc
Лешник	88,02 \pm 3,18 ab
Бадем	81,66 \pm 3,63 abc
СЛП	59,91 \pm 4,57 bc
F вредност	3,38***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

4.2.2.2. Утицај садржаја макронутријената и влаге на преживљавање лутака

Разлике у хемијском саставу сушеног и језгастог воћа не утичу на преживљавање стадијума лутке (Таб. 9).

Табела 9. Зависност преживљавања стадијума лутке *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језгастог воћа.

Хемијски састав	Укупно преживљавање стадијума лутке	
	Сушено воће	Језгасто воће
Садржај влаге	-0,04 нз	-0,08 нз
Садржај пепела	0,02 нз	-0,19 нз
Садржај укупних протеина	-0,004 нз	-0,24 нз
Садржај укупних масти	0,03 нз	0,21 нз
Садржај укупних угљених хидрата	0,04 нз	-0,08 нз
Садржај укупних шећера	-0,03 нз	0,25 нз
Садржај директно редукујућих шећера	-0,04 нз	0,26 нз
Садржај укупних фенолних једињења	0,11 нз	0,08 нз
Садржај укупних флавоноида	0,14 нз	0,07 нз
Садржај укупних танина	0,19 нз	0,23 нз

r вредност; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз – $p > 0,05$

Разлике у преживљавању стадијума лутке *P. interpunctella* које су се као ларве храниле на воћним подлогама и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Овом анализом, утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 4,90; PC2: 1,26). Ове две компоненте објашњавају највећи део варијабилности испитиваног модела (PC1 - 61,30%; PC2 – 15,73%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 3). Садржај укупних (-0,94) и директно редукујућих шећера (-0,93), угљених хидрата (-0,90), влаге (-0,86), масти (0,85) и протеина (0,84) највише доприносе формирању прве осе, док садржај пепела (0,83) и преживљавање стадијума лутке (-0,56) доприносе формирању друге осе.

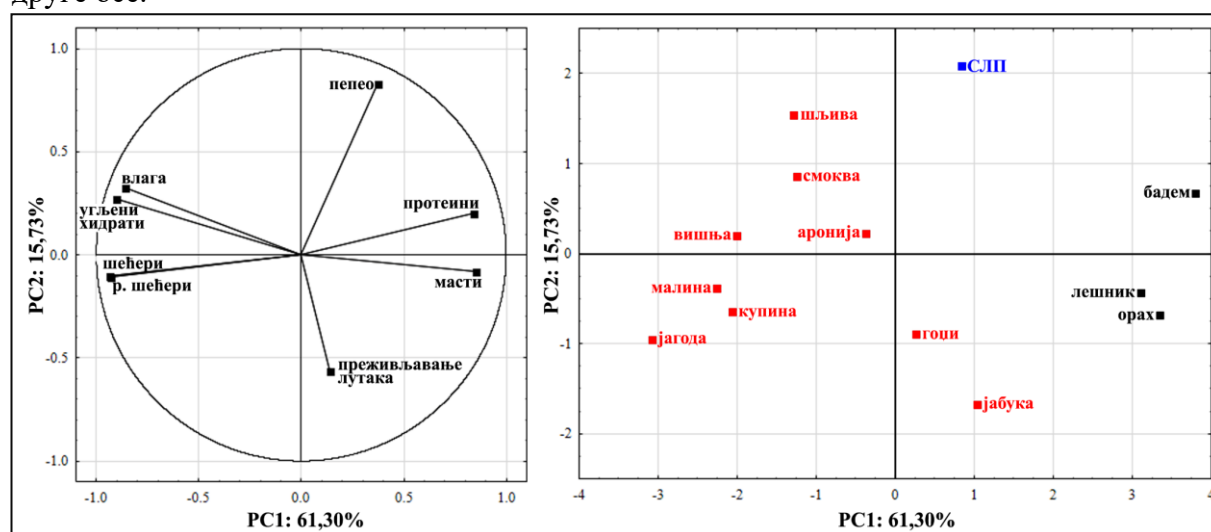


График 3. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и укупног преживљавања стадијума лутке *Plodia interpunctella*. р. шећери – директно редукујући шећери; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Хранљиве подлоге се на основу преживљавања стадијума лутке раздвајају по другој оси (PC2). На Графику 3 се јасно уочава издвајање СЛП и сушене шљиве у позитивном сегменту друге осе, а ове подлоге се одликују највећим садржајем пепела и најнижим бројем преживелих лутака у односу на све остале. У негативном делу PC2 осе се издвајају јабука и гоџи бобице, које се одликују нижим садржајем пепела, а високим преживљавањем лутака. У сушеној аронији садржај пепела је висок, али је преживљавање лутака било највеће на нивоу експеримента, па је ова подлога позиционирана близу нултих вредности обе осе.

4.2.2.3. Утицај садржаја секундарних метаболита на преживљавање лутака

Разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита у сушеном, односно језграстом воћу не утичу на преживљавање стадијума лутке (Таб. 9).

Анализом главних компоненти у испитивању разлика у преживљавању стадијума лутке *P. interpunctella* у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита у одабраним хранљивим подлогама, утврђена је само једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (PC1: 2,16) и која објашњава 54,03% варијабилности модела. Формирању прве осе значајно доприносе садржај укупних танина (0,89), флавоноида (0,85) и фенолних једињења (0,78). Карактеристична вредност друге компоненте је 1,00, и она објашњава 24,88% варијабилности модела. У анализама главних компоненти се користе само оне чија је сопствена вредност већа од 1, јер урачунавају више варијанси него оригиналне променљиве. Зато је утицај секундарних метаболита на укупно преживљавање стадијума лутке утврђен само путем анализе корелационе зависности за све врсте испитиваних хранљивих подлога. Укупно преживљавање стадијума лутке које су се храниле воћним подлогама и СЛП је било веће на подлогама у којима је садржај укупних танина ($r = 0,22$; $p < 0,01$), фенолних једињења ($r = 0,20$; $p < 0,05$) и флавоноида ($r = 0,16$; $p < 0,05$) био већи.

4.2.3. Стадијум имага

4.2.3.1. Бројност еклодираних имага (= преживљавање пререпродуктивних стадијума)

Преживљавање стадијума јајета, ларве и лутке представља укупно преживљавање пререпродуктивних стадијума и једнако је бројности еклодираних имага. Бројеви еклодираних имага на воћним подлогама и СЛП изражени у процентима су приказани у Табели 10, а утврђене су статистички значајних разлика ($F = 24,41$; $p < 0,001$) међу испитиваним хранљивим подлогама.

У огледима на сушеном воћу, у односу на почетних 50 јаја по понављању, највећи проценат јединки које су еклодирале у стадијум имага је утврђен на гоџи бобицама (32,14%) и смокви (27,00%), док је најмањи на шљиви (4,67%) и вишњи (5,50%) (Таб. 10). На језграстом воћу, просечне вредности броја еклодираних имага између огледа се нису статистички значајно разликовале (Таб. 10). Највећи проценат еклодираних имага на нивоу експеримента је утврђен у огледу на ораху (34,33%). На бадему је био 28,67%, а на лешнику 26,67%.

Табела 10. Бројност еклодираних имага ($\mu \pm SE$) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Бројност еклодираних имага (изражено у %)
Сушена јабука	20,00 \pm 1,48 bcd
Сушена шљива	4,67 \pm 0,83 fgh
Сушена вишња	5,50 \pm 1,48 fgh
Сушена малина	8,67 \pm 1,54 efg
Сушена купина	12,33 \pm 2,65 def
Сушена јагода	11,00 \pm 1,38 def
Сушена аронија	8,33 \pm 0,95 efg
Сушени гоци	32,14 \pm 4,59 ab
Сушена смоква	27,00 \pm 2,39 abc
Орах	34,33 \pm 2,27 a
Лешник	26,67 \pm 3,76 abc
Бадем	28,67 \pm 2,71 ab
Пшеница	19,17 \pm 2,63 bcde
Раж	3,40 \pm 0,52 ghi
Тритикале	17,83 \pm 1,95 bcde
Јечам	0,33 \pm 0,22 i
Овас	1,33 \pm 0,57 hi
Просо	9,64 \pm 1,17 efg
Крмни сирак	8,50 \pm 0,78 efg
Суданска трава	10,67 \pm 0,62 def
СЛП	15,17 \pm 2,17 cde
F вредност	29,28***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

У огледима на житима, највећи проценат еклодираних имага је утврђен на пшеници (19,17%), а најмањи на јечму (0,33%). Од 600 постављених јаја на нивоу огледа, на јечму су еклодирала свега два имага (0,33%), што је уједно и најмањи број преживелих јединки до стадијума имага у односу на све тестиране хранљиве подлоге у којима је дошло до еклозије имага (Таб. 10). У огледу са СЛП, еклодирало је 15,17% имага (Таб. 10), па је преживљавање преадултних стадијума на овој подлози средњег интензитета.

Бројност еклодираних имага у огледима на воћним подлогама и СЛП је у веома јакој, статистички значајној позитивној корелацији са преживљавањем стадијума ларве ($r = 0,96$; $p < 0,001$) и позитивној корелацији са преживљавањем стадијума лутке ($r = 0,39$; $p < 0,001$), с тим да више зависи од укупног броја преживелих ларви, а мање од броја преживелих лутки.

4.2.3.1. Утицај садржаја макронутријената и влаге на бројност еклодираних имага

Број еклодираних имага *P. interpunctella* који су развијали на сушеном воћу је био већи на врстама које садрже више протеина ($r = 0,45$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,32$; $p < 0,001$), а мањи на врстама које одликују већим садржај влаге, пепела, угљених хидрата, укупних и директно редукујућих шећера (Таб. 11). На језгастом воћу, разлике

у садржају испитиваних макронутријената и влаге нису утицале на број еклодираних имага *P. interpunctella*. На житима је број еклодираних имага *P. interpunctella* био већи на врстама које садрже већу количину угљених хидрата ($r = 0,33$; $p < 0,01$), скроба ($r = 0,53$; $p < 0,001$) и влаге ($r = 0,23$; $p < 0,05$), а мањи на житима са већим садржајем масти ($r = -0,28$; $p < 0,05$) (Таб. 11).

Табела 11. Зависност броја еклодираних имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава испитиваног сушеног воћа, језгастог воћа и жита.

Хемијски састав	Бројност еклодираних имага		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	-0,31 **	-0,24 нз	0,23 *
Садржај пепела	-0,21 *	0,14 нз	-0,18 нз
Садржај укупних протеина	0,45 ***	0,02 нз	-0,20 нз
Садржај укупних масти	0,32 ***	0,24 нз	-0,28 *
Садржај укупних угљених хидрата	-0,39 ***	-0,23 нз	0,33 **
Садржај укупних шећера	-0,34 ***	0,07 нз	/
Садржај директно редукујућих шећера	-0,37 ***	0,02 нз	/
Садржај скроба	/	/	0,53 ***
Садржај укупних фенолних једињења	-0,29 ***	0,28 нз	-0,10 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,29 ***	0,28 нз	-0,11 нз
Садржај укупних танина	-0,32 ***	0,11 нз	-0,09 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у броју еклодираних имага *P. interpunctella* одгајених на сушеном воћу, језгастом воћу, житима и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге у њима, утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,73; PC2: 2,31) објашњавају највећи део варијабилности (PC1 – 45,54%; PC2 – 38,58%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 4). Садржај протеина (-0,87), влаге (0,86) и масти (-0,71) највише доприносе формирању прве осе, док број еклодираних имага (-0,83), садржај укупних угљених хидрата (0,79), пепела (0,67) и масти (-0,58) доприносе формирању друге осе.

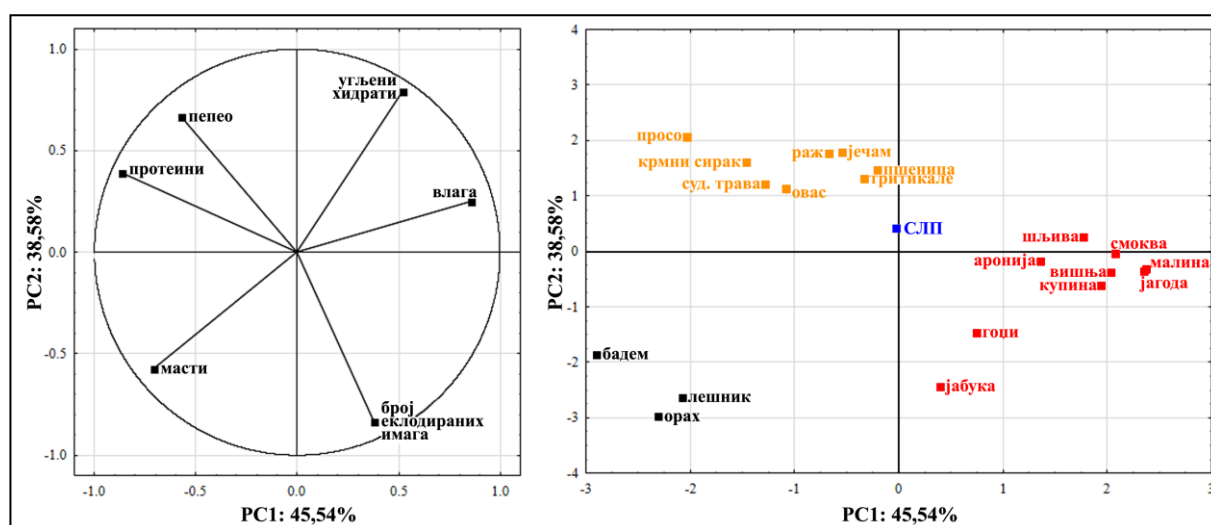


График 4. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и броја еклодираних имага *Plodia interpunctella*.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога; суд. трава – суданска трава.

Хранљиве подлоге се на основу броја еклодираних имага раздвајају по другој оси (PC2). Број еклодираних имага је био најмањи на подлогама са већим садржајем угљених хидрата, пепела и протеина. На Графику 4 је видљиво издвајање жита и СЛП у позитивном сегменту друге осе. Просо, крмни сирак и суданска трава се одликују већим садржајем протеина и пепела, а бројност еклодираних имага је на овим подлогама ниска. Пшеница, тритикале и СЛП поседују мање протеина и пепела, а више угљених хидрата, а еклодирало је више имага у односу на три врсте просоликих жита. Орах, лешник и бадем се одликују високим садржајем масти и протеина, ниским садржајем влаге и угљених хидрата, па је на овим подлогама број еклодираних имага највећи на нивоу целог експеримента. Сушене гоци бобице и јабука се издвајају у негативном сегменту друге осе, јер се одликују високим бројем еклодираних имага, а најнижим садржајем влаге међу сушеним воћем. Остале врсте сушеног воћа одликују високи садржај влаге и укупних угљених хидрата, а ниски садржај масти и протеина. На већини врста сушеног воћа, бројем еклодираних имага је мали, изузев на смокви, где је овај број био међу највишима.

4.2.3.2. Утицај садржаја секундарних метаболита на бројност еклодираних имага

Број еклодираних имага *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је био већи када оно садржи мање укупних фенолних једињења ($r = -0,29$; $p < 0,001$), флавоноида ($r = -0,29$; $p < 0,001$) и танина ($r = -0,32$; $p < 0,001$) (Таб. 11). На језграстом воћу и житима разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита нису утицале на разлике у броју еклодираних имага *P. interpunctella* (Таб. 11).

Разлике у броју еклодираних имага *P. interpunctella* на 21 подлози са различитим садржајем одабраних група секундарних метаболита утврђене су анализом главних компоненти (PCA). Нађено је да две главне компоненте са карактеристичном вредношћу већом од 1 (PC1: 2,11; PC2: 1,17) објашњавају највећи део варијабилности (PC1 - 52,77%; PC2 - 29,37%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 5). Садржаји укупних фенолних једињења (0,91), флавоноида (0,84) и танина (0,72) највише доприносе формирању прве осе, док број еклодираних имага (0,89), садржај флавоноида (-0,45) и танина (0,40) формирању друге осе.

Хранљиве подлоге се на основу броја еклодираних имага и садржаја секундарних метаболита раздвајају по другој оси (PC2). Број еклодираних имага је био већи на подлози са више танина, а мање флавоноида. На Графику 5 је у негативном сегменту друге осе видљиво издвајање крмног сирка и суданске траве, које имају високи садржај флавоноида, али је број еклодираних имага на њима био низак. Остале врсте жита су такође у негативном сегменту друге осе, јер имају мали број еклодираних имага, и изузетно низак садржај танина. Лешник, бадем, СЛП, сушена смоква и јабука су блиске позитивном сегменту друге осе, јер садрже мало флавоноида, а број еклодираних имага је на овим подлогама велики. На ораху, који има мало флавоноида и танина, а много укупних фенолних једињења, забележена је највећа бројност еклодираних имага. Са друге стране, сушена аронија, малина, купина и вишња са високим садржајем танина, имају малу бројност еклодираних имага (Граф. 5).

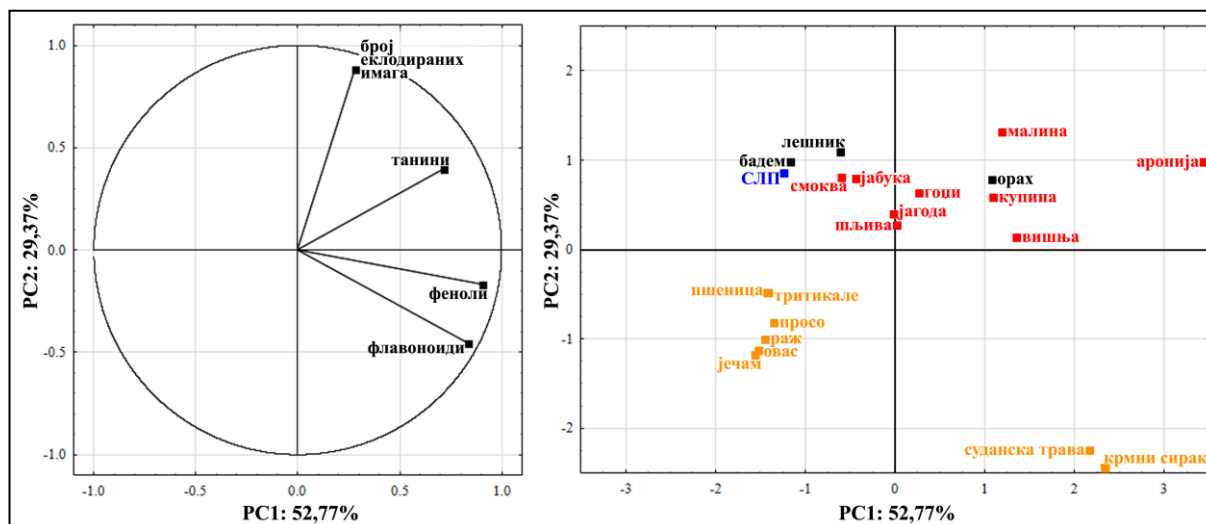


График 5. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја анализираних секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и броја еклодираних имага *Plodia interpunctella*. СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.2.3.3. Бројност еклодираних имага према полу и однос полова

Резултати бројности еклодираних имага *P. interpunctella* према полу су приказани у Табели 12. Разлика у броју еклодираних мужјака ($F = 15,99$; $p < 0,001$) и женки ($F = 16,92$; $p < 0,001$) су статистички значајне.

У огледима на сушеном воћу, највише мужјака и женки је просечно еклодирало на гоци бобицама (8,00♂ и 8,00♀), а најмање на вишњи (1,25♂ и 1,50♀) и шљиви (1,33♂ и 1,00♀). Што се понављања тиче, највише мужјака (19) је еклодирало у једном на гоци бобицама (Прилог 2). У одређеном броју понављања на шљиви (три понављања), вишњи (пет), малини (четири), јагоди (једно) и аронији (једно), ниједан мужјак није еклодирао. Највише женки (16) је еклодирало у два понављања на гоци бобицама. Ниједна женка није еклодирала у три понављања на шљиви, пет на вишњи, три на малини, два на аронији, и по једном понављању на купини и јагоди (Прилог 3).

Бројност еклодираних мужјака и женки одгајаних на језграстом воћу није се статистички значајно разликовала и просечно је варијала од 6,58♂ и 6,75♀ на лешнику, до 8,25♂ и 8,92♀ на ораху. Највећи појединачни број еклодираних мужјака је 15 у једном понављању на бадему, а за женке 12 у по два понављања на ораху и једном на бадему. Најмањи појединачни број еклодираних мужјака и женки у огледима на језграстом воћу је забележен на лешнику, где је у два понављања еклодирао по један мужјак, односно у једном понављању једна женка (Прилози 2 и 3).

На житима, просечно је највећи број мужјака и женки еклодирао на пшеници (4,17♂ и 5,42♀), а најмање на јечму, где су еклодирале само две јединке на нивоу читавог огледа (1♂ и 1♀). На нивоу понављања, ниједна јединка није еклодирала у једном понављању у огледу на пшеници, два на ражи, десет на јечму, осам понављања овсу и једном понављању на просу (Прилози 2 и 3). Највише еклодираних мужјака, девет јединки, било је у једном понављању у огледу на пшеници, а највише еклодираних женки (10), у два понављања на тритикалеу (Прилози 2 и 3).

Табела 12. Просечни број ($\mu \pm SE$) еклодираних имага, полна структура и однос полова популација *Plodia interpunctella* одгајаних на испитиваним хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Просечни број еклодираних			Однос полова			
				Број ♂/ (Број ♂ + Број ♀)		Одступање од очекиваног (1:1)	
	Имага	Мужјака	Женки		χ^2	df	p
Сушена јабука	9,92 ± 0,76 bc	4,42 ± 0,66 bcde	5,50 ± 0,60 bcde	0,44 ± 0,05 a	0,78	11	1,00
Сушена шљива	2,33 ± 0,41 efg	1,33 ± 0,33 efg	1,00 ± 0,21 gh	0,56 ± 0,10 a	2,41	10	0,99
Сушена вишња	2,75 ± 0,74 efg	1,25 ± 0,35 efg	1,50 ± 0,50 gh	0,47 ± 0,13 a	2,29	8	0,97
Сушена малина	4,25 ± 0,74 defg	1,91 ± 0,54 efg	2,33 ± 0,51 efgh	0,42 ± 0,11 a	2,73	10	0,99
Сушена купина	6,17 ± 1,32 cdef	2,83 ± 0,55 efg	3,33 ± 0,88 defgh	0,52 ± 0,06 a	1,08	11	1,00
Сушена јагода	5,50 ± 0,69 cdefg	2,42 ± 0,40 efg	3,08 ± 0,45 defgh	0,44 ± 0,07 a	1,33	11	1,00
Сушена аронија	4,17 ± 0,47 defg	2,33 ± 0,41 efg	1,83 ± 0,37 gh	0,55 ± 0,08 a	1,96	11	1,00
Сушени гоци	16,00 ± 2,31 a	8,00 ± 0,31 a	8,00 ± 1,33 ab	0,51 ± 0,03 a	0,28	11	1,00
Сушена смоква	13,50 ± 1,20 ab	7,25 ± 0,70 abc	6,25 ± 0,71 abcd	0,54 ± 0,03 a	0,24	11	1,00
Орах	17,17 ± 1,13 a	8,25 ± 0,42 a	8,92 ± 0,92 a	0,50 ± 0,03 a	0,29	11	1,00
Лешник	13,33 ± 1,36 ab	6,58 ± 1,23 abcd	6,75 ± 0,84 abc	0,47 ± 0,04 a	0,44	11	1,00
Бадем	14,33 ± 1,36 ab	7,58 ± 0,84 ab	6,75 ± 0,90 abc	0,53 ± 0,04 a	0,39	11	1,00
Пшеница	9,58 ± 1,32 bcd	4,17 ± 0,80 cde	5,42 ± 0,77 bcde	0,42 ± 0,04 a	0,56	10	1,00
Раж	1,42 ± 0,29 fg	0,50 ± 0,15 fg	0,92 ± 0,29 gh	0,47 ± 0,15 a	4,12	9	0,90
Тритикале	8,92 ± 0,97 bcd	3,58 ± 0,70 def	5,33 ± 0,85 bcdef	0,39 ± 0,07 a	1,51	11	1,00
Јечам	0,17 ± 0,11 g	0,08 ± 0,08 g	0,08 ± 0,08 h	0,50 ± 0,50 a	1,00	1	0,32
Овас	0,67 ± 0,28 g	0,42 ± 0,23 fg	0,25 ± 0,18 h	0,63 ± 0,24 a	1,50	3	0,68
Просо	4,75 ± 0,80 cdefg	2,50 ± 0,48 efg	2,25 ± 0,41 efgh	0,50 ± 0,07 a	1,16	10	1,00
Крмни сирак	4,50 ± 0,45 cdefg	2,92 ± 0,31 efg	1,58 ± 0,36 gh	0,68 ± 0,05 a	1,34	11	1,00
Суданска трава	5,50 ± 0,40 cdefg	3,50 ± 0,31 def	2,00 ± 0,28 fgh	0,64 ± 0,05 a	1,02	11	1,00
СЛП	7,58 ± 1,08 cde	3,92 ± 0,87 cde	3,67 ± 0,48 cdefg	0,45 ± 0,07 a	1,28	11	1,00
F вредност	24,41***	15,99***	16,92***	0,981 нз	-	-	-

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; нз - $p > 0,05$.

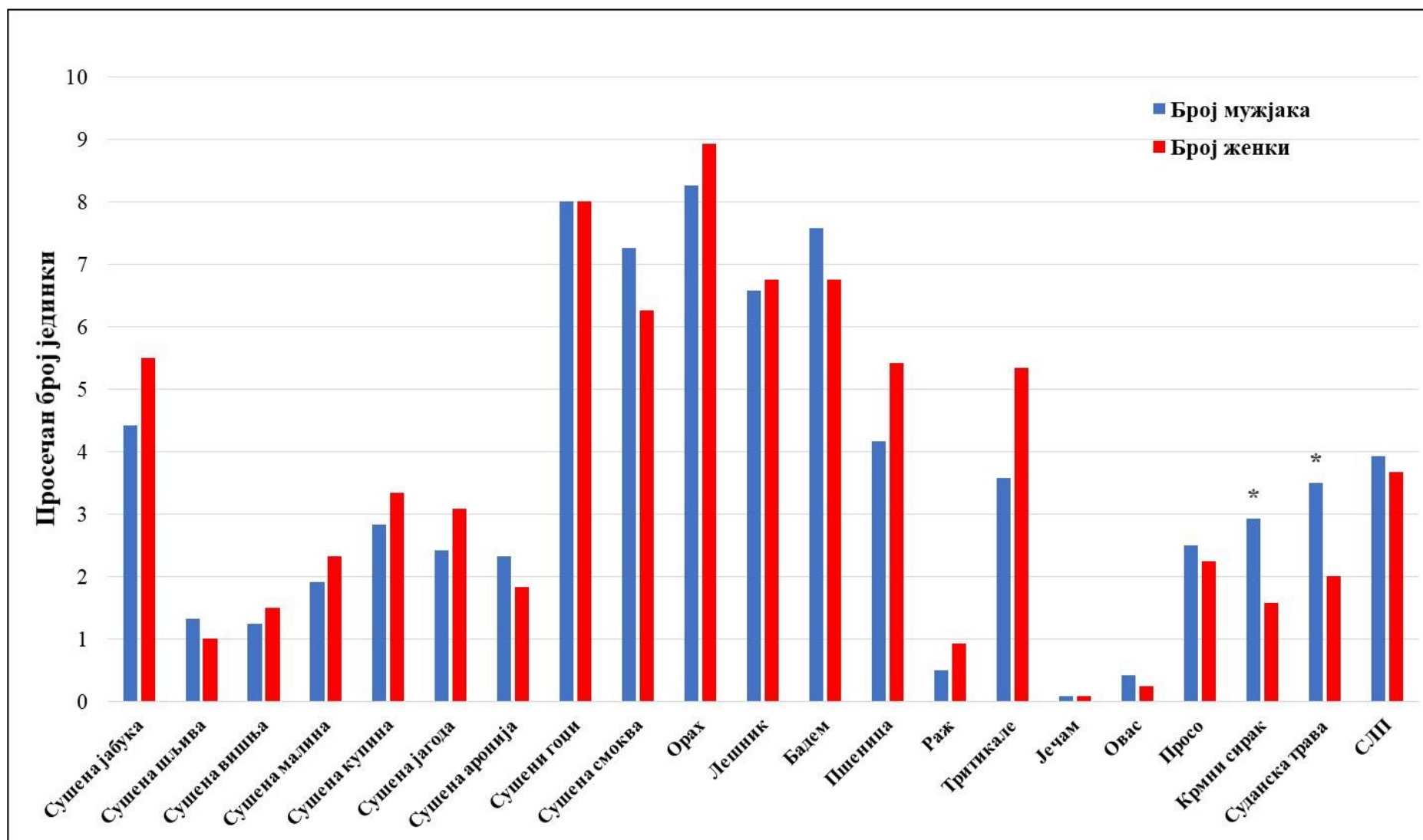


График 6. Просечни број имага у популацијама *Plodia interpunctella* одгајаним на испитиваним хранљивим подлогама.

* – статистички значајне разлике у броју мужјака и женки, утврђене *t* тестом за независне узорке ($p < 0,05$)

Просечно је већи број мужјака еклодирао у огледима на сушеној шљиви, аро- нији, смокви, бадему, овсу, просу, крмном сирку, суданској трави и СЛП, док је у огле- дима на осталим хранљивим подлогама у просеку еклодирало више женки (Таб. 12). Ипак, у оквиру исте хранљиве подлоге, број мужјака и женки се није статистички зна- чајно разликовао, осим на крмном сирку ($p = 0,01$) и суданској трави ($p = 0,002$), где су мужјаци били статистички значајно бројнији (Граф. 6).

У свим огледима у којима је дошло до еклозије имага, присутне су јединке оба пола. На основу добијених података о полној структури, утврђен је однос полова. На нивоу читавог експеримента просечне вредности односа полова су варирале у распону 0,39–0,68 (Таб. 12, Граф. 7). Ни у једном огледу није утврђена статистички значајна неравнотежа, односно значајно одступање од равнотежног односа полова (1:1). У огле- дима на сушеном воћу, просечне вредности односа полова су варирале у распону од 0,42 на малини, до 0,55 на аронији. На језгростом воћу, однос полова је варирао од 0,47 на лешнику, до 0,53 на бадему. На житима, најмања просечна вредност односа полова је утврђена у огледу на тритикалеу (0,39), а највећа у огледу на крмном сирку (0,68) (Таб. 12, Граф. 7).

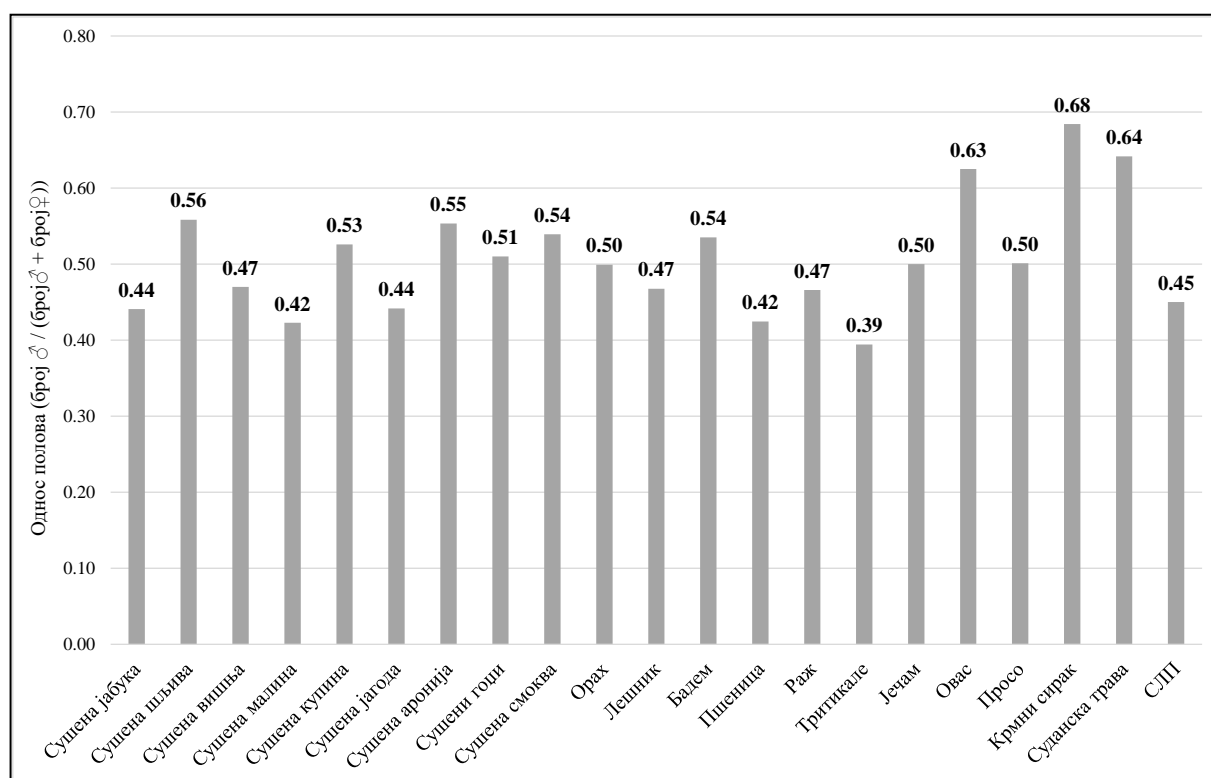


График 7. Однос полова имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама. СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.2.4. Дужина развића *Plodia interpunctella*

Проучавање дужине развића *P. interpunctella* гајене на различитим хранљивим подлогама подразумевало је утврђивање временског периода (изражено у данима) од почетка експеримента, до окончања појединачних фаза развића (стадијума јајета и ларве, лутке и имага), као и укупну дужину преадултног живота. Због неуочљивости ларви, дужина развића стадијума ларве и лутке није анализирана на житима.

4.2.4.1. Дужина развића стадијума ларве

Резултати просечне дужине развића популација ларви *P. interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП, приказани су у Табели 13. Просечна дужина развића стадијума ларве се статистички значајно разликовала на нивоу целог експеримента ($F = 133,20$; $p < 0,001$). У огледима на сушеном воћу развиће стадијума ларве је трајало од 30,94 дана на смокви, до 80,3 дана на шљиви, што је уједно било и најдуже на нивоу експеримента. У огледима на језграстом воћу, укупна дужина развића стадијума ларве се није статистички значајно разликовала и износила је 27,14 дана на ораху, 31,59 дана на бадему и 33,88 дана на лешнику. Стадијум ларве је најкраће трајао у огледу на СЛП, 17,08 дана.

Табела 13. Дужина развића стадијума ларве ($\mu \pm SE$) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Дужина развића стадијума ларве
Сушена јабука	71,96 \pm 1,26 g
Сушена шљива	80,30 \pm 2,23 h
Сушена вишња	65,92 \pm 3,35 fg
Сушена малина	47,22 \pm 1,11 cd
Сушена купина	54,77 \pm 0,91 de
Сушена јагода	63,32 \pm 1,45 f
Сушена аронија	62,24 \pm 2,82 ef
Сушени гоци	45,42 \pm 1,48 c
Сушена смоква	30,94 \pm 2,07 b
Орах	27,14 \pm 0,46 b
Лешник	33,88 \pm 1,23 b
Бадем	31,59 \pm 0,65 b
СЛП	17,08 \pm 0,23 a
F вредност	133,20***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

4.2.4.2. Дужина развића стадијума ларве према полу

Дужина развића ларви према пола је утврђена само за оне ларве које су комплетирале животни циклус и достигле стадијум имага, а резултати за ларве мушког, односно женског пола, одгајане на различитим хранљивим подлогама, приказани су у Табели 14. Просечна дужина развића ларви мушког ($F = 103,31$; $p < 0,001$) и женског ($F = 72,09$; $p < 0,001$) пола се статистички значајно разликовала. Најкраће просечно развиће

ларви оба пола у огледима са сушеним воћем утврђено је на смокви (28,98, односно 32,72 дана), а најдуже на шљиви (85,62, односно 74,22 дана). Развиће ларви оба пола у огледима на језграстом воћу је трајало значајно краће, а опсег варирања је износио од 27,68, односно 26,99 дана на ораху, до 33,93, односно 33,45 дана на лешнику (Таб. 14). У огледу на СЛП, дужина развића ларви оба пола је била најкраћа – просечно 16,16 дана за мужјаке, а 17,84 за женке.

Табела 14. Дужина развића стадијума ларве ($\mu \pm SE$) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП зависно од пола.

Хранљива подлога	Дужина развића стадијума ларве	
	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	71,99 \pm 0,97 bA	72,58 \pm 1,68 aA
Сушена шљива	85,62 \pm 3,83 aA	74,22 \pm 4,72 aA
Сушена вишња	63,50 \pm 3,88 bcA	66,93 \pm 4,66 abA
Сушена малина	47,33 \pm 1,45 deA	46,38 \pm 2,02 dA
Сушена купина	55,58 \pm 2,27 cdA	54,15 \pm 1,46 cdA
Сушена јагода	63,29 \pm 1,73 bcA	63,69 \pm 1,87 abcA
Сушена аронија	65,24 \pm 3,02 bcA	60,32 \pm 2,64 bcA
Сушени гоци	44,28 \pm 1,77 eA	46,09 \pm 2,35 dA
Сушена смоква	28,98 \pm 2,16 fA	32,72 \pm 2,89 eA
Орах	27,68 \pm 0,75 fA	26,99 \pm 0,60 efA
Лешник	33,93 \pm 1,77 fA	33,45 \pm 0,96 eA
Бадем	31,80 \pm 0,85 fA	32,26 \pm 1,09 eA
СЛП	16,16 \pm 0,44 gA	17,84 \pm 0,69 fA
F вредност	103,31***	72,09***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру колоне се статистички значајнозначајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

Вредности дужине развића стадијума ларве између мужјака и женки са различитим великим словом у оквиру истог реда се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%.

Разлике у дужини развића ларви мушког и женског пола одгајаних на истој хранљивој подлози (по понављањима унутар огледа) су варирале, али није утврђена статистички значајна разлика (Таб. 14).

4.2.4.3. Утицај макронутријената и влаге на дужину развића стадијума ларве

Развиће ларви *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је трајало краће на подлога које садрже више протеина ($r = -0,52$; $p < 0,001$), масти ($r = -0,35$; $p < 0,001$), влаге ($r = -0,22$; $p < 0,05$) и угљених хидрата ($r = -0,21$; $p < 0,05$), док разлике у садржају пепела и шећера нису утицале (Таб. 15). На језграстом воћу је развиће ларви трајало краће на подлогама са више масти ($r = -0,39$; $p < 0,05$), а дуже на подлогама са доста влаге ($r = 0,62$; $p < 0,001$), угљених хидрата ($r = 0,62$; $p < 0,001$) и пепела ($r = 0,36$; $p < 0,05$), док разлике у садржају протеина и шећера нису утицале (Таб. 15).

Разлике у дужини развића ларви *P. interpunctella* које су се храниле воћним подлогама и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге у њима, утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 5,21; РС2: 1,31) које објашњавају највећи део варијабилности (РС1 - 65,09%; РС2 - 16,32%) (Граф. 8). Садржај укупних (-0,93) и

директно редукујућих шећера (-0,93), протеина (0,87), угљених хидрата (-0,87), масти (0,86), воде (-0,84) и дужина развића стадијума ларве (-0,62) највише доприносе формирању прве осе (PC1), док садржај пепела (0,81) најзначајније доприноси формирању друге осе.

Табела 15. Зависност дужине развића стадијума ларве *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језгастог воћа.

Хемијски састав	Дужина развића стадијума ларве	
	Сушено воће	Језгасто воће
Садржај воде	-0,22 *	0,62 ***
Садржај пепела	0,09 нз	0,36 *
Садржај укупних протеина	-0,52 ***	-0,001 нз
Садржај укупних масти	-0,35 ***	-0,39 *
Садржај укупних угљених хидрата	-0,21 *	0,62 ***
Садржај укупних шећера	-0,06 нз	-0,13 нз
Садржај директно редукујућих шећера	-0,01 нз	-0,004 нз
Садржај укупних фенолних једињења	0,28 **	-0,62 ***
Садржај укупних флавоноида	0,18 нз	-0,64 ***
Садржај укупних танина	-0,02 нз	-0,24 нз

r вредност; *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$.

Добијене вредности РСА указују да се хранљиве подлоге по првој осе (PC1) јасно раздвајају на основу разлика у садржају протеина и масти позиционираних у позитивном сегменту ове осе, и садржаја укупних угљених хидрата, шећера, воде и дужина развића стадијума ларве, позиционираних у негативном делу ове осе (Граф. 8).

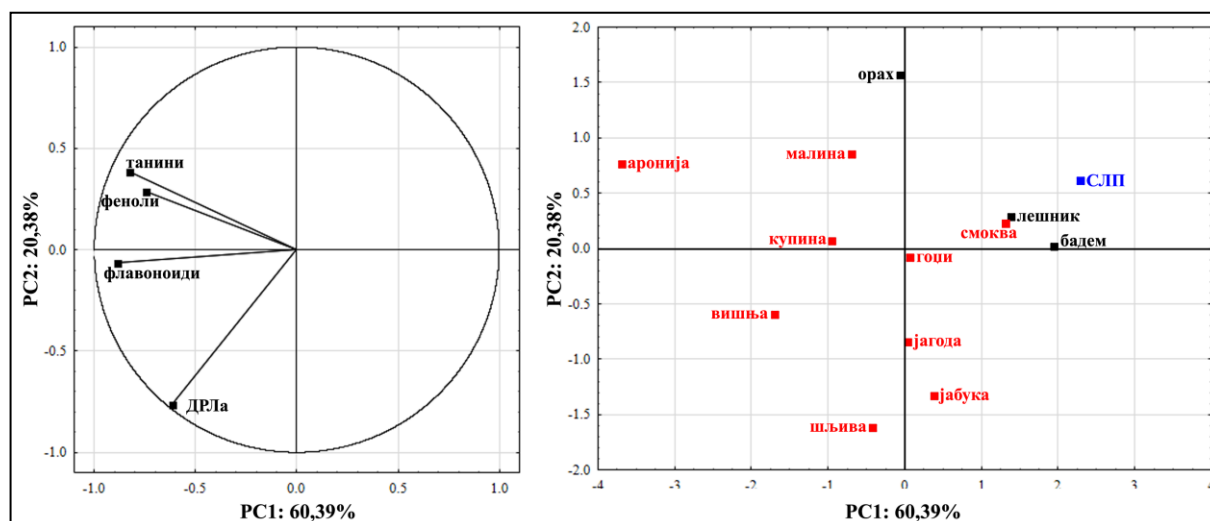


График 8. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и воде у воћним хранљивим подлогама и СЛП и дужине развића ларви *Plodia interpunctella*.

ДРЛа – дужина развића стадијума ларве; СЛП – стандардна лабораторијска подлога; р. шећери – директно редукујући шећери.

На Графику 8 видљиво је издвајање већине врста сушеног воћа у негативном делу прве осе, а ове подлоге се одликују високим садржајем воде, угљених хидрата, укупних и директно редукујућих шећера, и на њима је стадијум ларве трајао дуго. Смоква се посебно издваја, јер се одликује већим садржајем угљених хидрата и воде,

али је дужина развића кратка. Гоци бобице садрже највише протеина и масти од свег тестираног сушеног воћа, а трајање стадијума ларве је било међу најкраћима. Орах, лешник и бадем као подлоге богате мастима и протеинима се издвајају у позитивном делу прве осе, а дужина развића ларви је кратка. У позитивном сегменту и прве и друге осе се издваја СЛП, позиционирана под углом од 180° у односу на вредности дужине развића стадијума ларве, јер има најкраћу, а поседује значајне количине протеина, масти и укупних угљених хидрата.

4.2.4.4. Утицај секундарних метаболита на дужину развића стадијума ларве

Дужина развића ларви *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је била краћа на врстама које садрже мање укупних фенолних једињења ($r = 0,28$; $p < 0,01$), док разлике у садржају флавоноида и танина нису утицале (Таб. 15). На језграстом воћу је развиће ларви трајало краће на врстама са више укупних фенолних једињења ($r = -0,62$; $p < 0,001$) и флавоноида ($r = -0,64$; $p < 0,001$), а разлике у садржају танина нису утицале.

Анализом главних компоненти у испитивању разлика у дужини развића ларви *P. interpunctella* у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита у тестираним хранљивим подлогама одређена је једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (PC1: 2,42) и која објашњава 60,39% варијабилности модела. На формирање ове компоненте значајно утичу сва четири испитивана параметра – садржај укупних флавоноида (-0,89), танина (-0,83) и фенолних једињења (-0,75), и дужина развића стадијума ларве (0,62). Карактеристична вредност друге компоненте је мања од 1 (0,82) и објашњава тек 20,38% варијабилности испитиваног модела, па је утицај секундарних метаболита на трајање стадијума ларве утврђен само путем анализе корелационе зависности. Развиће ларви које су се храниле сушеним воћем, језграстим воћем и СЛП је било краће на подлогама са мање укупних флавоноида ($r = 0,52$; $p < 0,001$), фенолних једињења ($r = 0,30$; $p < 0,001$) и танина ($r = 0,24$; $p < 0,01$).

4.2.4.5. Динамика раста ларви

Динамика раста ларви популација *P. interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП праћена је на седмичном нивоу мерењем ширина главених капсула сваке преживеле ларве, почевши од 14. дана од почетка експеримента, па све до улуткавања или угинућа последње ларве у огледима. Просечна стартна вредност ширина главених капсула за 30 тек испиљених ларви износила је $0,20 \pm 0,004$ mm. Резултати просечних вредности ширина главених капсула популација ларви *P. interpunctella* одгајаних на сушеном и језграстом воћу, мерених од 14. до 70. дана, приказани су у Табели 16, а на основу њих су утврђени и ларвени ступњеви.

Четрнаест дана након почетка огледа, просечне вредности ширина главених капсула ларви, одгајаних на воћним подлогама и СЛП, статистички су се значајно разликовале ($F = 126,63$; $p < 0,001$). Највећа просечна ширина главених капсула на нивоу експеримента утврђена је за ларве одгајане на смокви (1,13 mm) (Таб. 16). Најмања просечна ширина главених капсула у огледима на сушеном воћу била је на јабуци (0,32 mm) и вишњи (0,32 mm). Појединачно гледано на сушеном воћу, највећа ширина главених капсула ларви након 14 дана износила је 1,72 mm код једне ларве у огледу на смокви, док је најмања била 0,16 mm глава две ларве у огледу на јабуци. У огледима на језграстом воћу, просечна ширина главених капсула популација ларви је варијирала од 0,46

mm на бадему, до 0,66 mm на ораху, а појединачно од 0,13 mm код две ларве на бадему, до чак 1,50 mm такође у огледу на бадему. У огледу на СЛП просечна ширина главених капсула је била велика, 0,95 mm (Таб. 16), а појединачно 0,41 – 1,28 mm.

Након 14. дана од почетка експеримента, у већини огледа на сушеном воћу, ларве су просечно биле у II или III ступњу, изузев на смоквама, где су просечно већ достигле последњи ступањ (Таб. 17). На језграстом воћу, у зависности од огледа и литературног извора на основу којег је израчунат ступањ, ларве су просечно биле од II до IV ступња, док су на СЛП у просеку већ биле у последњем ступњу (Таб. 17). Након 21. дана просечне вредности ширина главених капсула ларви одгајаних на воћним подлогама и СЛП су се статистички значајно разликовале ($F = 103,23$; $p < 0,001$). На нивоу експеримента највећа просечна ширина главених капсула је утврђена за популацију ларви одгајану на смокви (1,21 mm) (Таб. 16). Просечно најмања вредност ширине главених капсула у огледима на сушеном воћу је била на шљиви (0,52 mm) и јабуци (0,54 mm). Појединачно на сушеном воћу ширина главених капсула је била у распону од 0,25 mm код ларве на јабуци, до 1,50 mm код једне ларве на гоци бобицама. У огледима на језграстом воћу просечна ширина главених капсула ларви је била већа, и варира од 0,84 mm на лешнику, до 0,97 mm на ораху, а појединачно 0,25-1,31 mm код ларви у огледу на ораху. На СЛП је просечна ширина главених капсула износила 0,98 mm (Таб. 16), а појединачно варира од дијапазону 0,59-1,09 mm. Након 21. дана, у већини огледа, присутне су ларве последњег ступња, изузев на јабуци, шљиви и аронији, где су ларве просечно биле на прелазу између претпоследњег и последњег ступња (Таб. 17).

Очитавања 28. дана су показала да се просечне вредности ширина главених капсула ларви одгајаних воћним подлогама и СЛП статистички значајно разликују ($F = 64,34$; $p < 0,001$). Највећа ширина главених капсула на нивоу експеримента је утврђена за популацију ларви одгајаних на смокви (1,29 mm) (Таб. 16), а најмања на шљиви (0,65 mm). Појединачно, ширина главених капсула ларви је била у распону од 0,34 mm код ларве у огледу на јабуци, до 1,50 mm код две ларве у огледу на гоци бобицама. У огледима на језграстом воћу се просечне ширине главених капсула нису статистички значајно разликовале, и варирале су од 1,18 mm на ораху, до 1,26 mm на лешнику, а појединачно од 0,53 код две ларве у огледу на бадему, до 1,56 mm код једне ларве у огледу на лешнику. У огледу на СЛП, просечна ширина главених капсула три преостале ларве је износила 0,98 mm (Таб. 16), а појединачно 0,78-1,06 mm. Након 28. дана, у већини огледа на сушеном воћу, ларве су просечно биле у III или IV ступњу, изузев на смоквама и гоци бобицама, где су просечно биле у последњем ступњу, док су на језграстом воћу просечно достигле последњи, или биле на прелазу ка последњем ступњу (Таб. 17). Током свих осталих прегледа (од 35. до 70. дана), просечне вредности ширина главених капсула популација ларви одгајаних на воћним подлогама и СЛП су се статистички значајно разликовале ($p < 0,001$). Највећа просечна ширина главених капсула (1,32 mm – 1,39 mm) је утврђена за популацију ларви на смокви, а најмања у огледима на сушеном воћу је била на шљиви (0,78-1,20 mm) (Таб. 16). Након 35. дана, у свим огледима су ларве просечно биле у последњем ступњу, изузев у огледу на шљиви, где је просечна ларва достигла последњи ступањ недељу дана касније (Таб. 17).

4.2.4.6. Стопа раста ларви

Резултати динамике раста популација ларви *P. interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП, представљени стопом раста ларви, приказани су у Табели 18 и на Графику 9.

Табела 16. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула (у mm) ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП, мерених на седмичном нивоу.

Хранљива подлога	Број дана од почетка експеримента								
	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Сушена јабука	0,32 ± 0,01 f	0,54 ± 0,01 fg	0,78 ± 0,01 d	0,96 ± 0,02 e	1,10 ± 0,02 c	1,16 ± 0,01 cd	1,22 ± 0,01 cd	1,25 ± 0,01 bc	1,26 ± 0,01 abc
Сушена шљива	0,39 ± 0,01 ef	0,52 ± 0,01 g	0,65 ± 0,02 e	0,78 ± 0,04 f	0,91 ± 0,04 d	0,92 ± 0,05 e	1,09 ± 0,04 e	1,11 ± 0,03 d	1,20 ± 0,06 bc
Сушена вишња	0,32 ± 0,02 f	0,64 ± 0,01 ef	0,89 ± 0,01 cd	1,05 ± 0,03 de	1,24 ± 0,02 ab	1,26 ± 0,03 abc	1,32 ± 0,02 abc	1,35 ± 0,01 ab	1,42 ± 0,01 a
Сушена малина	0,52 ± 0,01 d	0,82 ± 0,02 cd	1,02 ± 0,03 bc	1,13 ± 0,03 bcd	1,18 ± 0,03 bc	1,19 ± 0,03 bcd	1,19 ± 0,03 de	1,22 ± 0,07 cd	1,24 ± 0,07 abc
Сушена купина	0,46 ± 0,03 de	0,78 ± 0,02 d	0,96 ± 0,02 bc	1,10 ± 0,03 cde	1,17 ± 0,02 bc	1,22 ± 0,02 abcd	1,26 ± 0,03 bcd	1,12 ± 0,04 cd	1,16 ± 0,05 c
Сушена јагода	0,42 ± 0,01 def	0,68 ± 0,01 e	0,96 ± 0,04 bc	1,17 ± 0,03 abcd	1,27 ± 0,02 ab	1,30 ± 0,02 ab	1,31 ± 0,02 abc	1,34 ± 0,01 ab	1,37 ± 0,02 ab
Сушена аронија	0,47 ± 0,01 de	0,66 ± 0,02 e	0,82 ± 0,03 d	0,95 ± 0,03 e	1,06 ± 0,03 c	1,12 ± 0,03 d	1,26 ± 0,02 abcd	1,30 ± 0,02 ab	1,31 ± 0,08 abc
Сушени гоци	0,66 ± 0,02 c	0,91 ± 0,02 bc	1,03 ± 0,02 b	1,17 ± 0,02 abcd	1,29 ± 0,02 ab	1,34 ± 0,01 a	1,34 ± 0,02 ab	1,35 ± 0,01 ab	1,34 ± 0,02 abc
Сушена смоква	1,13 ± 0,04 a	1,21 ± 0,01 a	1,29 ± 0,01 a	1,32 ± 0,01 a	1,35 ± 0,02 a	1,34 ± 0,03 a	1,38 ± 0,03 a	1,35 ± 0,05 a	1,39 ± 0,04 ab
Орах	0,66 ± 0,02 c	0,97 ± 0,02 b	1,18 ± 0,03 a	1,15 ± 0,06 bcd	1,10 ± 0,06 c	-	-	-	-
Лешник	0,47 ± 0,03 de	0,84 ± 0,04 cd	1,26 ± 0,02 a	1,26 ± 0,04 abc	1,26 ± 0,04 ab	-	-	-	-
Бадем	0,46 ± 0,03 de	0,88 ± 0,02 cd	1,20 ± 0,03 a	1,26 ± 0,05 ab	1,16 ± 0,05 bc	-	-	-	-
СЛП	0,95 ± 0,03 b	0,98 ± 0,03 b	0,98 ± 0,06 bc	-	-	-	-	-	-
F вредност	126,63***	103,23***	64,34***	20,53***	19,16***	21,99***	12,09***	16,20***	4,25***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Табела 17. Ларвени ступњеви *Plodia interpunctella* одгајани на воћним подлогама и СЛП, утврђени на основу вредности ширина главених капсула, по четири скале различитих аутора.

Хранљива подлога	Литературни извор ¹	Дани након почетка експеримента					
		14	21	28	35	42	49
Сушене јабуке	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	I-II	II-III	IV	V*	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	III	IV	V*	V	V
	TRIGGS (2011)	II	III-IV	IV-V	V*	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	III	IV-V	VI*	VI	VI	VI
Сушене шљиве	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	II-III	III	IV-V	V*	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	II-III	III	IV	IV-V	V*
	TRIGGS (2011)	III	III-IV	IV	IV-V	V*	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	III	IV	V	VI*	VI	VI
Сушене вишње	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	I-II	III	V*	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	III	IV	V*	V	V
	TRIGGS (2011)	II	IV	V*	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	III	V	VI*	VI	VI	VI
Сушене малине	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II-III	IV-V	V*	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	III	IV	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	III-IV	IV-V	V*	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	IV	VI*	VI	VI	VI	VI
Сушене купине	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	IV	V*	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	IV	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	III	IV-V	V*	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	IV	VI*	VI	VI	VI	VI
Сушене јагоде	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	III-IV	V*	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	III	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	III	IV	V*	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	III-IV	V	VI*	VI	VI	VI
Сушена аронија	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	III	IV-V	V*	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	III	IV	V*	V	V
	TRIGGS (2011)	III	IV	IV-V	V*	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	IV	V	VI*	VI	VI	VI
Сушени гоци	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	III	V*	V	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	III	IV-V	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	IV	V*	V	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	V	VI*	VI	VI	VI	VI
Сушене смокве	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	V*	V	V	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	V*	V	V	V	V	V
	TRIGGS (2011)	V*	V	V	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	VI*	VI	VI	VI	VI	VI
Орах	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	III	V*	V	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	III	V*	V	V	V	V
	TRIGGS (2011)	IV	V*	V	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	V	VI*	VI	VI	VI	VI
Лешник	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	IV-V	V*	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	IV	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	II	V*	V	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	IV	VI*	VI	VI	VI	VI
Бадем	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	II	V*	V	V	V	V
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	II	IV	V*	V	V	V
	TRIGGS (2011)	III	V*	V	V	V	V
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	IV	VI*	VI	VI	VI	VI
СЛП	ALLOTEY and GOSWAMI (1990)	V*	V	V			
	PEREZ-MENDOZA and AQUILERA-PEÑA (2004)	V*	V	V			
	TRIGGS (2011)	V*	V	V			
	BARRERA-ILLANES et al. (2017)	VI*	VI	VI			

¹ – литературни извор на основу кога су утврђени ларвени ступњеви.* – достигнут последњи ларвени ступањ. СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Табела 18. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) стопе раста ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Испитивани период						
	0.-14. дана	14.-21. дана	21.-28. дана	28.-35. дана	35.-42. дана	42.-49. дана	49.-56. дана
Сушене јабуке	1,62 ± 0,03 f	1,69 ± 0,03 bcde	1,44 ± 0,02 ab	1,23 ± 0,02 a	1,15 ± 0,02 ab	1,05 ± 0,01 a	1,06 ± 0,01 bc
Сушене шљиве	1,95 ± 0,05 ef	1,35 ± 0,04 fgh	1,23 ± 0,04 bcd	1,21 ± 0,05 ab	1,17 ± 0,03 a	1,02 ± 0,04 a	1,20 ± 0,04 a
Сушене вишње	1,62 ± 0,09 f	2,01 ± 0,09 a	1,40 ± 0,02 abc	1,18 ± 0,03 abc	1,19 ± 0,03 a	1,01 ± 0,02 a	1,06 ± 0,02 bc
Сушене малине	2,60 ± 0,05 d	1,58 ± 0,03 cdef	1,24 ± 0,02 bcd	1,11 ± 0,02 bcd	1,04 ± 0,01 bcd	1,01 ± 0,01 a	1,03 ± 0,01 c
Сушене купине	2,28 ± 0,13 de	1,76 ± 0,09 abcd	1,24 ± 0,04 bcd	1,14 ± 0,03 abcd	1,07 ± 0,02 abcd	1,05 ± 0,01 a	1,03 ± 0,01 c
Сушене јагоде	2,08 ± 0,04 def	1,64 ± 0,04 cdef	1,42 ± 0,05 abc	1,23 ± 0,02 a	1,09 ± 0,02 abc	1,03 ± 0,01 a	1,01 ± 0,01 c
Сушена аронија	2,33 ± 0,04 de	1,41 ± 0,03 ef	1,25 ± 0,02 bcd	1,16 ± 0,03 abcd	1,12 ± 0,01 ab	1,07 ± 0,01 a	1,13 ± 0,02 ab
Сушени гоџи	3,30 ± 0,09 c	1,38 ± 0,02 fg	1,14 ± 0,01 d	1,14 ± 0,02 abcd	1,11 ± 0,02 abc	1,04 ± 0,02 a	1,00 ± 0,01 c
Сушене смокве	5,63 ± 0,18 a	1,09 ± 0,03 gh	1,06 ± 0,01 d	1,03 ± 0,01 cd	1,03 ± 0,01 bcd	0,99 ± 0,01 a	1,03 ± 0,02 c
Орах	3,30 ± 0,10 c	1,49 ± 0,05 def	1,21 ± 0,03 cd	1,01 ± 0,06 cd	1,09 ± 0,01 abc	/	/
Лешник	2,36 ± 0,15 de	1,83 ± 0,11 abc	1,55 ± 0,09 a	1,00 ± 0,03 d	0,98 ± 0,03 cd	/	/
Бадем	2,32 ± 0,14 de	1,94 ± 0,09 ab	1,38 ± 0,04 abc	1,06 ± 0,06 bcd	0,95 ± 0,05 d	/	/
СЛП	4,75 ± 0,15 b	1,06 ± 0,04 h	1,09 ± 0,02 d	/	/	/	/
F вредност	126,62***	23,67***	12,27***	5,85***	8,58***	1,75 нз	13,75***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$; нз – $p > 0,05$.

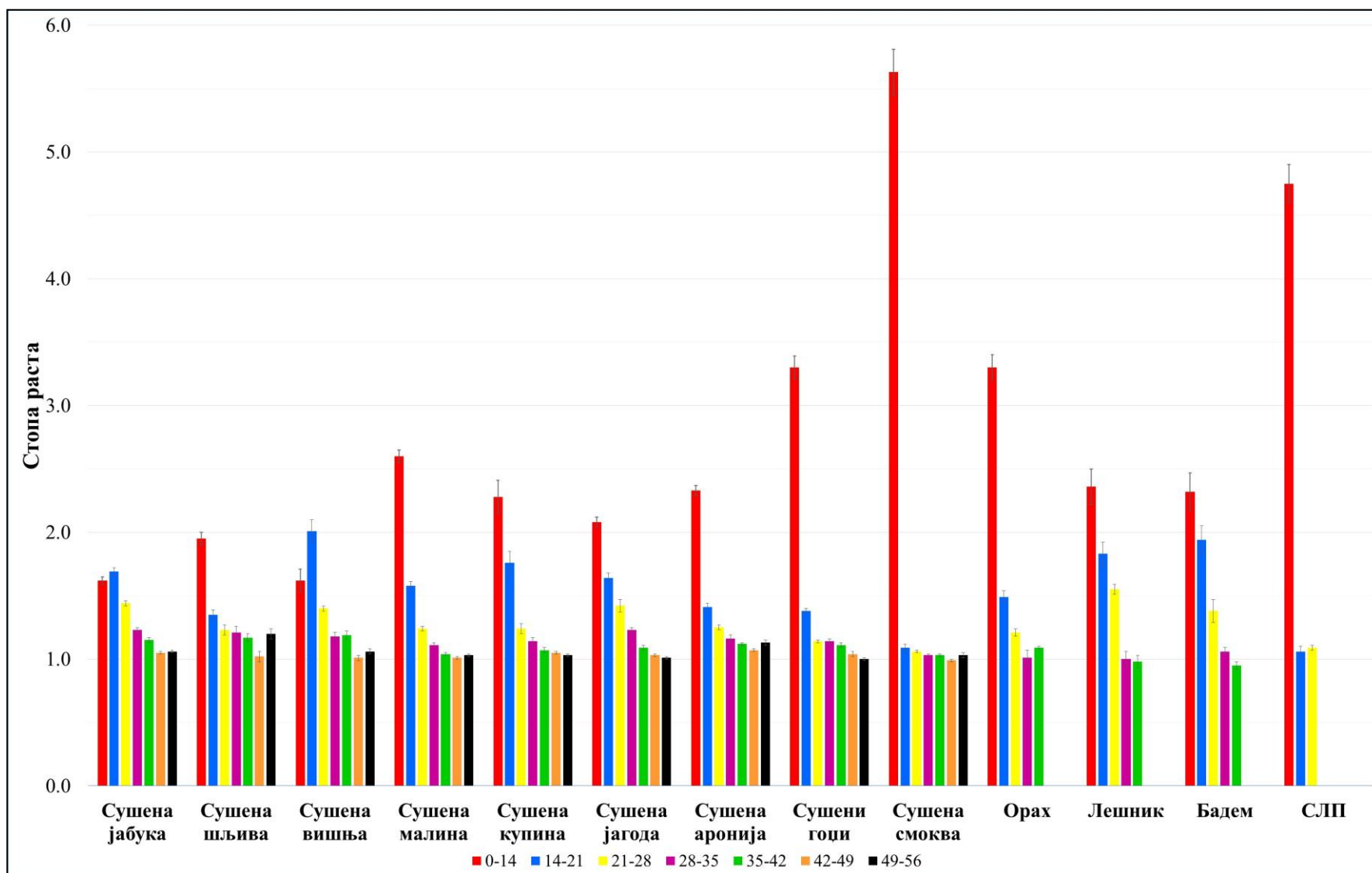


График 9. Стопа раста ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.
 СЛП – стандардна лабораторијска подлога

Стопа раста ларви је у односу на почетну измерену вредност (просечна ширина главених капсула тек испиљених ларви је била 0,20 mm) у већини огледа је била највећа након 14 дана (Граф. 9). На сушеном воћу је највећа за популације ларви одгајане на смокви (5,63), а најмања на јабуци (1,62) и вишњи (1,62), што су уједно и највеће и најмање вредности стопе раста ларви на нивоу целог експеримента (Таб. 18, Граф. 9). У огледима на језграстом воћу стопа раста је била највећа на ораху (3,30), и значајно се разликовала од израчунатих вредности на бадему (2,32) и лешнику (2,36). Стопа раста ларви на СЛП је била висока (4,75).

Након 21. дана, стопе раста су биле ниже, изузев у огледима на сушеној јабуци и вишњи (Граф. 9). Највећа појединачна стопа раста у односу на претходну седмицу у огледу на сушеном воћу је утврђена на вишњи (2,01), а на језграстом воћу на бадему (1,94). Најмања стопа раста у огледу на сушеном воћу је утврђена на смокви (1,09), а на језграстом воћу на ораху (1,49). Стопа раста ларви на СЛП је износила свега 1,06.

Просечне стопе раста у наредним седмичним интервалима биле су све ниже (Таб. 18, Граф. 9) и варирале су у опсегу 1,06-1,55 (између 21. и 28. дана), 1,00-1,23 (између 28. и 35. дана), 0,95-1,19 (између 35. и 42. дана), 0,99-1,07 (између 42. и 49. дана) и 1,00-1,20 (између 49. и 56. дана).

На основу просечних резултата мерења ширина главених капсула ларви *P. interpunctella* на седмичном нивоу, спроведена је природна логаритамска регресиона анализа како би се утврдила временска зависност раста ширина главених капсула, и резултати су приказани у Табели 19 и на Графику 10. На свим хранљивим подлогама, изузев на СЛП, раст ширина главених капсула ларви *P. interpunctella* је статистички веома значајно зависио од времена (Таб. 19), о чему говоре и високе вредности коефицијента детерминације r^2 (већи од 0,9), које указују на то колики део варијансе зависне променљиве (у овом случају ширина главених капсула) објашњава добијени природни логаритамски модел.

Табела 19. Временска зависност просечних вредности ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама, утврђена природном логаритамском регресијом.

Хранљива подлога	<i>F</i>	<i>p</i>	r^2	Константа (b_0)	Коефицијент (b_1)
Сушене јабуке	621,73	< 0,001	0,989	-1,398	0,652
Сушене шљиве	333,639	< 0,001	0,979	-1,022	0,514
Сушене вишње	284,187	< 0,001	0,976	-1,428	0,685
Сушене малине	84,294	0,001	0,955	-0,881	0,552
Сушене купине	187,757	< 0,001	0,974	-1,002	0,576
Сушене јагоде	108,755	< 0,001	0,940	-1,113	0,608
Сушена аронија	1057,239	< 0,001	0,994	-1,037	0,562
Сушени гоци	306,722	< 0,001	0,984	-0,673	0,514
Сушене смокве	81,916	0,001	0,953	0,663	0,181
Орах	6119,370	0,008	1,000	-1,321	0,751
Лешник	34,847	0,028	0,946	-1,983	0,936
Бадем	67,125	0,015	0,971	-1,921	0,914
СЛП	4,861	0,271	0,829	0,834	0,045

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На основу добијених вредности појединачних анализа временске зависности раста ширина главених капсула, израчунато је просечно време потребно популацијама ларви *P. interpunctella* одгајаним на конкретној хранљивој подлози да достигну одређени ларвени ступањ и утврђено је да је најкраће било за ларве одгајане на СЛП (Таб. 20).

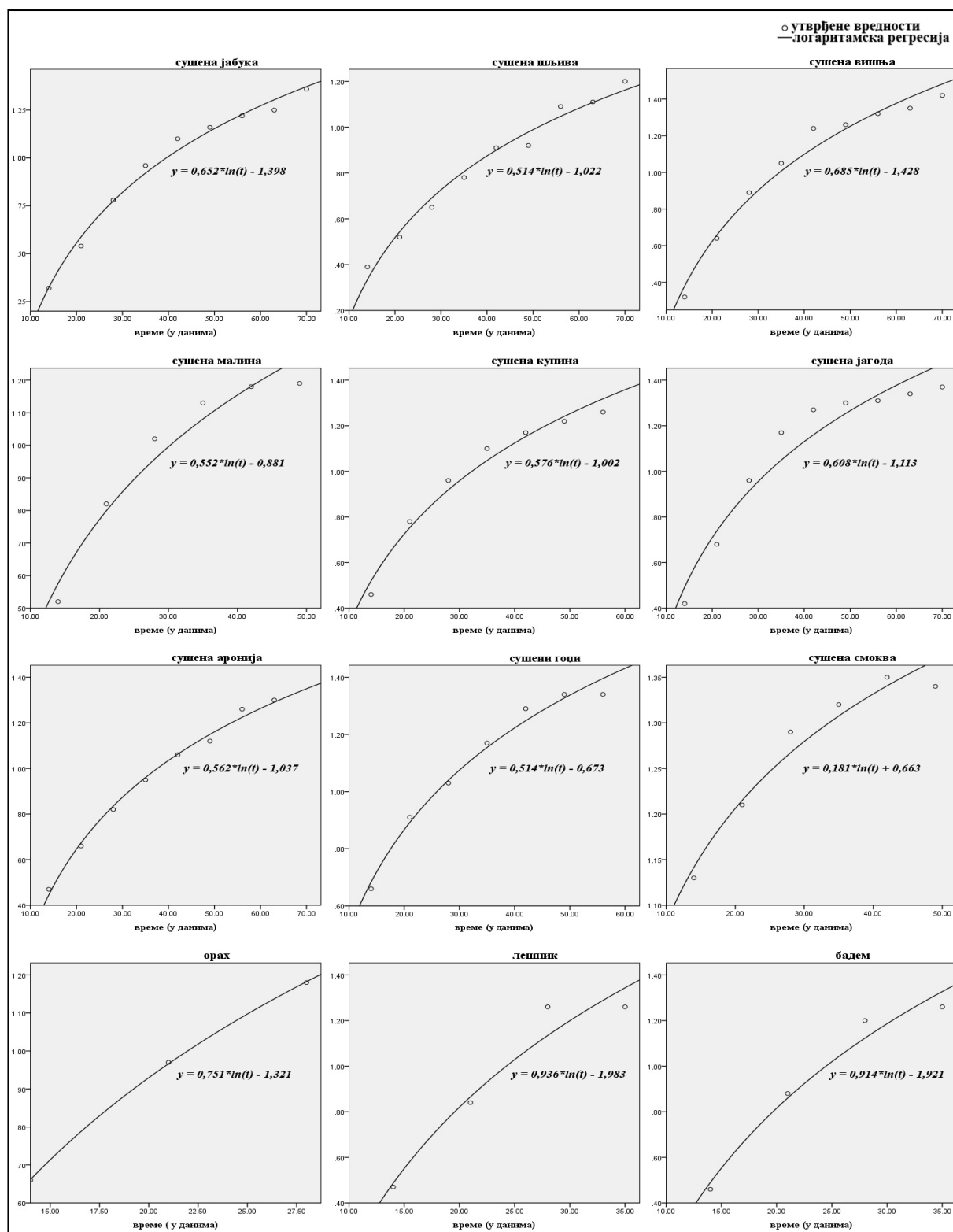


График 10. Трендови промена ширина главених капсула (ШГК) ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на сушеном и језграстом воћу у функцији времена, установљени природном логаритамском регресијом, према формули $ШГК = b_0 + b_1 * \ln(време)$.

Табела 20. Просечно време (дани \pm SE) потребно популацијама ларви *Plodia interpunctella* одгајаним на различитим хранљивим подлогама да достигну одређени ларвени ступањ.

Хранљива подлога	Ларвени ступањ			
	II	III	IV	V
Сушене јабуке	14,60 \pm 0,17 f	19,22 \pm 0,18 h	24,92 \pm 0,26 f	32,32 \pm 0,42 e
Сушене шљиве	11,95 \pm 0,22 de	18,64 \pm 0,61 gh	28,60 \pm 1,62 g	44,20 \pm 3,62 f
Сушене вишње	9,41 \pm 0,08 bc	13,84 \pm 0,22 cd	19,95 \pm 0,54 de	28,80 \pm 1,11 de
Сушене малине	9,89 \pm 0,26 bc	13,45 \pm 0,29 bc	18,04 \pm 0,53 bcd	24,28 \pm 1,08 bcd
Сушене купине	10,82 \pm 0,53 cd	14,52 \pm 0,55 cde	19,21 \pm 0,59 cde	25,46 \pm 0,75 cd
Сушене јагоде	12,39 \pm 0,42 de	15,78 \pm 0,48 ef	19,86 \pm 0,60 de	25,04 \pm 0,85 cd
Сушена аронија	12,17 \pm 0,28 de	16,59 \pm 0,33 fg	22,23 \pm 0,47 ef	29,89 \pm 0,79 de
Сушени гоџи	8,38 \pm 0,55 b	11,64 \pm 0,77 b	15,90 \pm 1,10 bc	21,77 \pm 1,62 bc
Сушене смокве	5,41 \pm 0,24 a	7,30 \pm 0,25 a	9,70 \pm 0,24 a	12,91 \pm 0,27 a
Орах	8,99 \pm 0,45 b	11,56 \pm 0,42 b	14,69 \pm 0,39 b	18,74 \pm 0,44 ab
Лешник	12,64 \pm 0,43 e	14,92 \pm 0,39 cde	17,47 \pm 0,34 bcd	20,46 \pm 0,31 bc
Бадем	12,59 \pm 0,37 de	14,93 \pm 0,41 cde	17,54 \pm 0,39 bcd	20,63 \pm 0,41 bc
СЛП	4,73 \pm 0,32 a	6,62 \pm 0,33 a	9,17 \pm 0,37 a	12,82 \pm 0,56 a
F вредност	64,86***	76,65***	62,93***	43,11***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Просечно време потребно популацијама ларви *P. interpunctella* одгајаним на воћним подлогама и СЛП да достигну II ($F = 64,86$; $p < 0,001$) и III ($F = 76,65$; $p < 0,001$) ларвени ступањ се статистички значајно разликовало. У огледима на сушеном воћу, за прелаз у II, односно III ларвени ступањ, најкраће је време било потребно ларвама одгајаним на смокви (5,41 односно 7,30 дан), а најдуже на јабуци (14,60 односно 19,22 дана), што је уједно и најдуже утврђено просечно време на нивоу читавог експеримента. У огледима на језграстом воћу, II и III ступањ су најбрже достигле ларве одгајане на ораху (8,99 односно 11,56 дана), док су II ступањ најспорије достигле ларве на лешнику (12,64 дана), а III на бадему (14,93 дана).

Просечно време потребно популацијама ларви *P. interpunctella* одгајаним на воћним подлогама и СЛП за прелаз у IV ($F = 62,93$; $p < 0,001$) и V ($F = 43,11$; $p < 0,001$) ларвени ступањ се статистички значајно разликовало. Међу огледима на сушеном воћу, ларве одгајане на смокви су најбрже достигле ове ступњеве (за 9,70 односно 12,91 дан), а на шљиви најспорије (28,60, односно 44,20 дана), што је уједно и најдуже утврђено просечно време на нивоу читавог експеримента. У огледима на језграстом воћу, IV и V ступањ су најбрже достигле ларве на ораху (14,69, односно 18,74 дана), а најспорије на бадему (17,54, односно 20,63 дана).

4.2.4.7. Утицај макронутријената и влаге на динамику развића ларви

Ларве *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем су брже достигале наредни ступањ на подлогама са више протеина и масти (Таб. 21). Већи садржај влаге и угљених хидрата је утицао на бржи прелазак ларви до IV ступња. Разлике у садржају укупних и директно редукујућих шећера у сушеном воћу нису утицале на разлике у динамици развића ларви (Таб. 21).

Табела 21. Зависност времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ларвени ступањ од хемијског састава испитиваног сушеног воћа.

Хемијски састав	Ларвени ступањ			
	II	III	IV	V
Садржај влаге	-0,47 ***	-0,37 ***	0,23 *	-0,09 нз
Садржај пепела	-0,21 *	-0,05 нз	0,12 нз	0,25 **
Садржај укупних протеина	-0,54 ***	-0,52 ***	-0,45 ***	-0,36 ***
Садржај укупних масти	-0,22 *	-0,23 *	-0,23 *	-0,22 *
Садржај укупних угљених хидрата	-0,27 **	-0,27 **	-0,24 *	-0,19 нз
Садржај укупних шећера	-0,09 нз	-0,13 нз	-0,15 нз	-0,14 нз
Садржај директно редукујућих шећера	-0,06 нз	-0,09 нз	-0,10 нз	-0,09 нз
Садржај укупних фенолних једињења	0,33 ***	0,33 ***	0,31 **	0,26 *
Садржај укупних флавоноида	0,05 нз	0,11 нз	0,15 нз	0,17 нз
Садржај укупних танина	0,12 нз	0,11 нз	0,08 нз	0,04 нз

r вредност; *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; нз – $p > 0,05$.

Ларве *P. interpunctella* које су се храниле језграстим воћем брже су достигале наредни ступањ на подлогама са више масти, него на подлогама са више влаге, пепела и угљених хидрата (Таб. 22). Већи садржај укупних шећера је до IV ступња утицао на бржи прелазак у наредни ступањ, док разлике у садржају протеина и директно редукујућих шећера нису утицале на разлике у динамици развића ларви (Таб. 22).

Табела 22. Зависност времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ларвени ступањ од хемијског састава испитиваног језграстог воћа.

Хемијски састав	Ларвени ступањ			
	II	III	IV	V
Садржај влаге	0,74 ***	0,74 ***	0,71 ***	0,54 ***
Садржај пепела	0,58 ***	0,58 ***	0,56 ***	0,44 ***
Садржај укупних протеина	0,23 нз	0,24 нз	0,25 нз	0,22 нз
Садржај укупних масти	-0,66 ***	-0,66 ***	-0,63 ***	-0,48 **
Садржај укупних угљених хидрата	0,74 ***	0,74 ***	0,70 ***	0,54 ***
Садржај укупних шећера	-0,39 *	-0,40 *	-0,39 *	-0,32 нз
Садржај директно редукујућих шећера	-0,29 нз	-0,28 нз	-0,28 нз	-0,24 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,76 ***	-0,76 ***	-0,73 ***	-0,55 ***
Садржај укупних флавоноида	-0,77 ***	-0,77 ***	-0,73 ***	-0,55 ***
Садржај укупних танина	-0,49 **	-0,50 **	-0,48 **	-0,38 *

r вредност; *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; нз – $p > 0,05$.

Разлике у динамици развића ларви *P. interpunctella* које су се храниле воћним подлогама и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, одређене су анализом главних компоненти (PCA), а утврђене су три главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 5,14; PC2: 3,55; PC3: 1,13). Прве две компоненте објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 - 46,75%; PC2 – 32,29%), па су зато

коришћене у даљим анализама (Граф. 11). На формирање прве компоненте највише утиче садржај директно редукујућих (-0,91) и укупних шећера (-0,90), протеина (0,87), масти (0,83), угљених хидрата (-0,81) и влаге (-0,81), док време потребно да ларве достигну II (-0,91), III (-0,94), IV (-0,86) и V (-0,73) ступањ највише доприноси формирању друге осе. Добијени подаци указују да разлике у макронутријентима највише доприносе на раздвајање хранљивих подлога по првој оси (PC1).

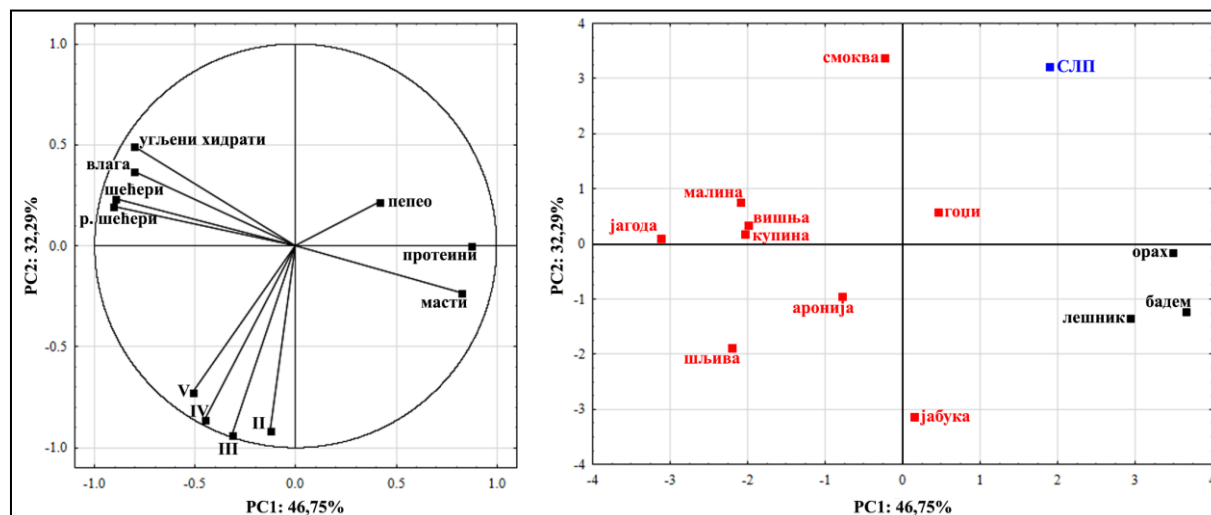


График 11. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ступањ: II – други ступањ; III – трећи ступањ; IV – четврти ступањ; V – пети ступањ; р. шећери – директно редукујући шећери; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Орах, лешник и бадем се раздвајају у позитивном делу прве осе, јер се одликују високим садржајем масти и протеина, а ниским угљених хидрата, шећера и влаге (Граф. 11). За лешник и бадем је прелазак у II и III ступањ средње брз, а затим се убрзава. Јагода, малина, купина и вишња се раздвајају у негативном делу прве осе, јер се одликују већим садржајем укупних и директно редукујућих шећера, као и влаге. На ове четири подлоге, динамика развића ларви у почетку (прелазак у II и III ступањ) је средње брзине, након чега временом успорава. Сушена аронија и шљива су блиске негативним сегментима и прве и друге осе, с тим да је аронија ближа и једној и другој. Обе подлоге се одликују високим садржајем угљених хидрата, али обе имају мању количину шећера (посебно аронија). У обе подлоге динамика развића је успорена и временом све више успорава, што се посебно односи на шљиву где ларве најкасније достижу IV и V ступањ. Смоква је јако блиска позитивном сегменту друге осе и карактерише је велики садржај влаге, угљених хидрата и мања количина шећера, док протеина и масти има мало, углавном концентрисаних у ситним семенима унутар осушеног плода цвасти смокве. Ипак, динамика развића на овој подлози је јако брза. Гоци бобице су јако блиске позитивним сегментима и прве и друге компоненте, јер се одликују највећим садржајем протеина и масти међу сушеним воћем, а динамика развића ларви је убрзана. Јабука се раздваја у негативном сегменту друге компоненте, а ларве најспорије достижу II и III ступањ на овој подлози, која има низак садржај влаге, протеина и масти. СЛП се раздвојила у позитивном сегменту и прве и друге компоненте, под углом од близу 180° у односу на вредности времена потребног да ларве достигну одговарајући ступањ (Граф. 11), јер је ово време било најкраће на СЛП.

4.2.4.8. Утицај секундарних метаболита на динамику развића ларви

Ларве *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем су брже достигале наредни ступањ на оним врстама подлога које садрже мање укупних фенолних једињења (Таб. 21), док разлике у садржају укупних флавоноида и танина нису утицале на разлике у динамици развића ларви (Таб. 21). Ларве које су се храниле језграстим воћем брже су достигале наредни ступањ на подлогама са више укупних фенолних једињења, флавоноида и танина (Таб. 22).

Разлике у динамици развића ларви *P. interpunctella* које су се храниле воћним подлогама и СЛП у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита одређене су анализом главних компоненти (РСА) и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 3,87; PC2: 1,82). Ове две компоненте објашњавају највећи део варијабилности (PC1 - 55,29%; PC2 – 26,06%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 12). Формирању прве осе највише доприносе вредности времена потребног да ларве достигну II (-0,80), III (-0,94), IV (-0,96) и V (-0,89) ступањ, као и садржај флавоноида (-0,51), танина (-0,44) и фенолних једињења (-0,44). Последња три наведена највише доприносе формирању друге осе.

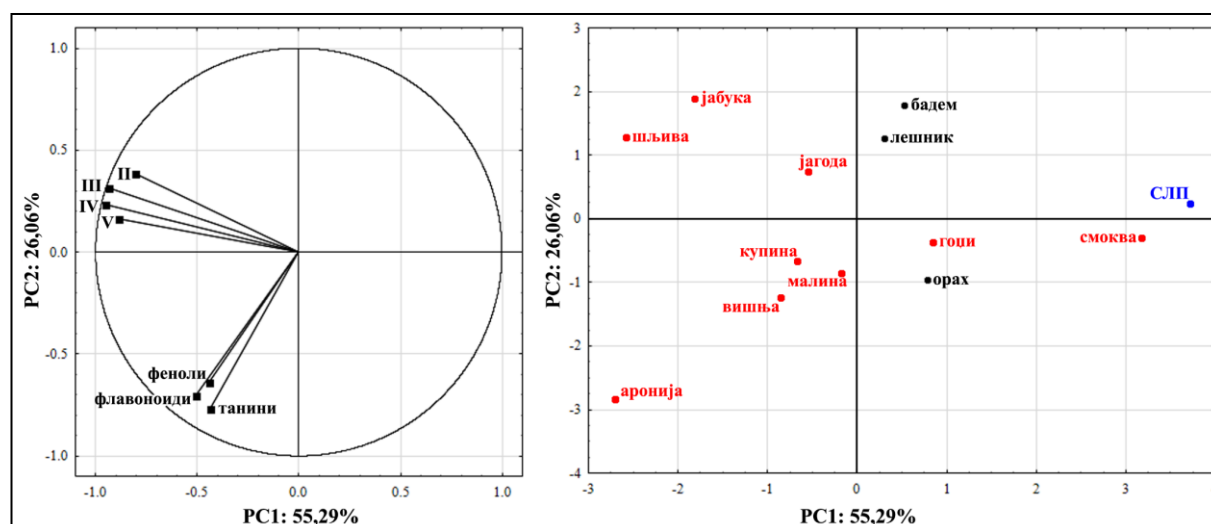


График 12. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и времена потребног ларвама *Plodia interpunctella* да достигну одређени ступањ: II – други ступањ; III – трећи ступањ; IV – четврти ступањ; V – пети ступањ; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Добијене вредности РСА указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој компоненти (PC1), управо на основу разлика у садржају испитиваних група секундарних метаболита и динамике развића ларви *P. interpunctella*. На Графику 12 се уочава раздвајање сушене вишње, малине, купине и ароније у негативном сегменту прве компоненте. Ове подлоге садрже већу количину танина и флавоноида што негативно утиче на динамику развића, тј. ларве спорије прелазе у следећи ларвени ступањ. СЛП, сушена смоква, гоџи бобице и орах се раздвајају у позитивном делу прве компоненте због мале количина танина и флавоноида, и брзог преласка у следећи ларвени ступањ, тј. није забележен негативни утицај секундарних метаболита на динамику развића ларви. Сушена шљива, јагода и јабука се раздвајају у негативном сегменту прве и позитивном сегменту друге компоненте, јер се одликују најспоријим преласком у наредни ларвени ступањ.

4.2.4.9. Дужина развића стадијума лутке

Резултати дужине развића стадијума лутке приказани су у Табели 23. Просечна дужина развића стадијума лутке се статистички значајно разликовала ($F = 11,73$; $p < 0,001$). Најкраћа просечна дужина развића стадијума лутке у огледима са испитиваним сушеним воћем утврђена је у огледу на гоци бобицама (6,31 дан), а најдужа на јабуци (7,94 дана). У огледима на језграстом воћу забележена је најкраћа дужина развића стадијума лутке – од 5,25 дана на ораху, до 5,70 дана на бадему, при чему се ове вредности статистички значајно не разликују (Таб. 23). У огледу на СЛП, дужина развића стадијума лутке је била међу најдужима (просечно 6,95 дана). Дужина развића стадијума лутке је у средње јакој, али значајној корелацији са укупном дужином развића свих преадултних стадијума ($r = 0,39$; $p < 0,001$).

Табела 23. Дужина развића ($\mu \pm SE$) стадијума лутке (укупна и према полу) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Дужина развића стадијума лутке		
	Укупно	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	7,94 \pm 0,10 d	8,18 \pm 0,12 aA	7,73 \pm 0,13 aB
Сушена шљива	6,55 \pm 0,29 bc	6,75 \pm 0,38 bcdA	6,56 \pm 0,41 abA
Сушена вишња	6,44 \pm 0,40 abc	6,07 \pm 0,57 bcdeA	6,94 \pm 0,40 abA
Сушена малина	7,00 \pm 0,45 cd	7,32 \pm 0,58 abA	6,62 \pm 0,26 abA
Сушена купина	7,02 \pm 0,22 cd	7,46 \pm 0,33 abA	6,65 \pm 0,24 abA
Сушена јагода	7,35 \pm 0,19 cd	7,01 \pm 0,28 abcA	7,62 \pm 0,26 aA
Сушена аронија	6,62 \pm 0,34 bc	6,42 \pm 0,41 bcdeA	6,63 \pm 0,47 abA
Сушени гоци	6,31 \pm 0,13 abc	6,46 \pm 0,14 bcdeA	6,16 \pm 0,14 bcA
Сушена смоква	6,64 \pm 0,16 bc	6,74 \pm 0,17 bcdA	6,51 \pm 0,24 abA
Орах	5,25 \pm 0,12 a	5,58 \pm 0,19 deA	4,92 \pm 0,14 dB
Лешник	5,27 \pm 0,20 a	5,29 \pm 0,15 eA	5,24 \pm 0,32 cdA
Бадем	5,70 \pm 0,11 ab	5,77 \pm 0,15 cdeA	5,62 \pm 0,16 bcdA
СЛП	6,95 \pm 0,09 cd	7,39 \pm 0,13 abA	6,62 \pm 0,15 abB
F вредност	11,73***	9,75***	10,57***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** – $p < 0,001$.

Вредности са различитим великим словом у оквиру истога реда се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%.

4.2.4.10. Дужина развића стадијума лутке према полу

Дужина развића стадијума лутке према полу утврђена је само за оне лутке које су комплетирале животни циклус и достигле стадијум имага, а резултати су приказани у Табели 23. Просечне дужине развића лутки мушког ($F = 9,75$; $p < 0,001$) и женског ($F = 10,57$; $p < 0,001$) пола су се статистички значајно разликовале.

Најкраћа просечна дужина развића лутака мушког пола у огледима са испитиваним сушеним воћем утврђена је у огледу на вишњи (6,07 дана), а женског пола на гоци бобицама (6,16 дана). Развиће лутака оба пола одгајаних на сушеном воћу је у просеку најдуже трајало на јабуци (8,18 дана за мушки, односно 7,73 дана за женски пол). У огледима на језграстом воћу забележена је најкраћа дужина развића стадијума лутке

оба пола – од 5,58 дана на ораху, до 5,77 дана на бадему за лутке мушког пола, односно од 4,92 дана на ораху, до 5,62 дана на бадему за јединке женског пола. Разлике у дужинама развића стадијума лутке мужјака и женки у огледима са језграстим воћем нису статистички значајне (Таб. 23). У огледу на СЛП развиће лутака мушког пола је било међу најдужима (просечно 7,39 дана), а женског пола статистички значајно краће (6,62 дана). У већини огледа, разлика у дужини развића стадијума лутке мушког и женског пола није била статистички значајна, изузев на сушеној јабуци, ораху и СЛП, где су лутке мушког пола живеле значајно дуже.

4.2.4.11. Утицај макронутријената и влаге на дужину развића стадијума лутке

Лутке *P. interpunctella*, храњене сушеним воћем, краће су се развијале на оним врстама са више протеина ($r = -0,34$; $p < 0,001$), влаге ($r = -0,26$; $p < 0,01$), пепела ($r = -0,26$; $p < 0,01$) и масти ($r = -0,22$; $p < 0,05$) (Таб. 24). Разлике у садржају угљених хидрата и шећера у сушеном воћу нису утицале на разлике у дужини развића стадијума лутке. Лутке које су се као ларве храниле језграстим воћем са више укупних ($r = -0,37$; $p < 0,05$) и директно редукујућих шећера ($r = -0,36$; $p < 0,05$), а мање протеина ($r = 0,38$; $p < 0,05$) и пепела ($r = 0,38$; $p < 0,05$) су имале краће развиће (Таб. 24). Разлике у садржају масти, влаге и угљених хидрата нису утицале на разлике у дужини развића (Таб. 24).

Разлике у дужини развића стадијума лутке *P. interpunctella* које су се храниле воћним подлогама и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге у њима, утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 5,14; РС2: 1,22), које објашњавају највећи део варијабилности (РС1 - 64,22%; РС2 - 15,26%) (Граф. 13). Формирању прве компоненте значајно доприносе садржаји укупних (-0,92) и директно редукујућих (-0,92), угљених хидрата (-0,89), масти (0,87), протеина (0,85), влаге (-0,84) и дужина развића стадијума лутке (-0,56), док садржај пепела (0,84) највише доприноси формирању друге компоненте. Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге јасно раздвајају по првој компоненти (РС1) на основу разлика у садржају протеина и масти позиционираних у позитивном сегменту те осе, и садржаја угљених хидрата, шећера, влаге и дужине развића стадијума лутке, позиционираних у њеном негативном сегменту (Граф. 13).

Табела 24. Зависност дужине развића стадијума лутке популација *Plodia interpunctella* од хемијског састава сушеног и језграстог воћа.

Хемијски састав	Дужина развића стадијума лутке	
	Сушено воће	Језграсто воће
Садржај влаге	-0,26 **	0,30 нз
Садржај пепела	-0,26 **	0,38 *
Садржај укупних протеина	-0,34 ***	0,38 *
Садржај укупних масти и уља	-0,22 *	-0,28 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,17 нз	0,31 нз
Садржај укупних шећера	0,001 нз	-0,37 *
Садржај директно редукујућих шећера	0,002 нз	-0,36 *
Садржај укупних фенолних једињења	-0,09 нз	-0,25 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,26 **	-0,23 нз
Садржај укупних танина	-0,10 нз	-0,37 *

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

На графику 14 се јасно уочава раздвајање ораха, лешника и бадема у позитивном сегменту прве осе, као и већине врста сушеног воћа у негативном сегменту те осе. Орах, лешник и бадем имају више масти и протеина, и краћу дужину развића стадијума лутке, тј. те лутке знатно брже прелазе у стадијум имага. Сушена јагода, малина, купина и вишња се раздвајају у негативном делу прве осе по већем садржају угљених хидрата, укупних шећера, директно редукујућих шећера и влаге, а на њима је дужина развића стадијума лутке дуга. Сушена смоква и шљива се благо раздвајају од претходне групе подлога по већем садржају угљених хидрата и влаге, као и краћом дужином развића стадијума лутке. Гоџи бобице међу сушеним воћем имају највећи садржај протеина и масти, а на њима је забележена и кратка дужина развића стадијума лутке. Сушена јабука је јако блиска негативном сегменту друге осе, јер се одликује ниским садржајем влаге, при чему је на овој подлози је забележено и најдуже трајање развића стадијума лутке. СЛП је позиционирана у позитивном сегменту обе осе, јер се одликује нешто краћом дужином развића стадијума лутке, а поседује значајне количине како протеина и масти, тако и укупних угљених хидрата.

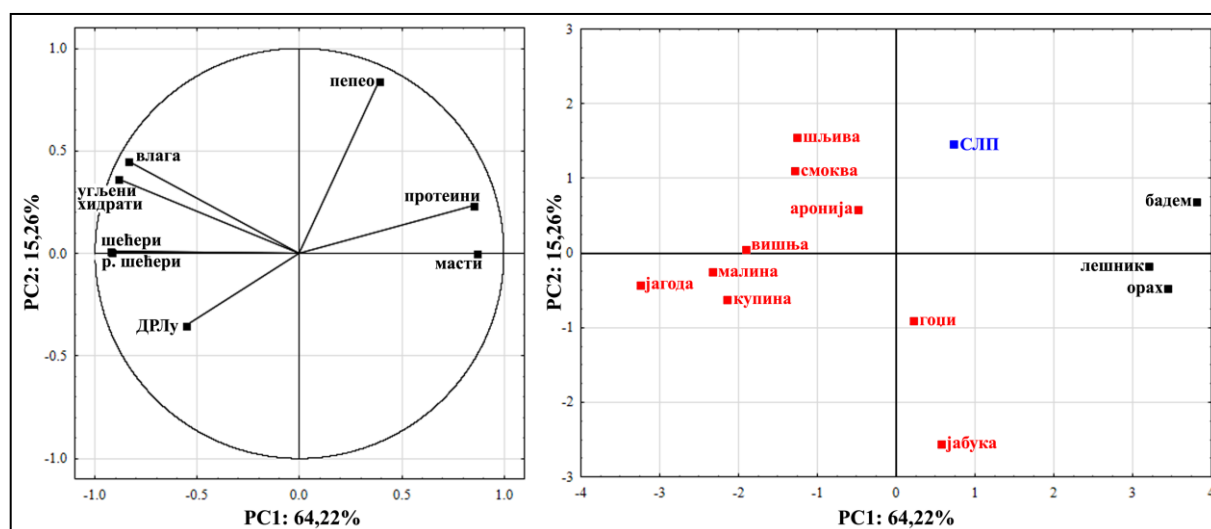


График 13. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине развића стадијума лутке *Plodia interpunctella*: ДРЛу – дужина развића стадијума лутке; р. шећери – директно редукујући шећери; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.2.4.12. Утицај секундарних метаболита на дужину развића стадијума лутке

Лутке *P. interpunctella* које су се као ларве храниле сушеним воћем, краће су се развијале на подлогама са више укупних флавоноида ($r = -0,26$; $p < 0,01$) (Таб. 24), а разлике у садржају укупних фенолних једињења и танина нису утицале. Код лутака које су се као ларве храниле језграстим воћем, развиће је било краће на подлогама које садрже више укупних танина ($r = -0,37$; $p < 0,05$) (Таб. 24), а разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале на разлике у дужини развића лутака (Таб. 24).

Разлике у дужини развића стадијума лутке *P. interpunctella* које су се храниле воћним подлогама и СЛП у односу на садржај одабраних група секундарних метаболита, одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,16; PC2: 1,03). Ове компоненте

објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 54,02%; PC2 – 25,77%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 14). Формирању прве осе највише доприносе садржај укупних танина (0,90), флавоноида (0,87) и фенолних једињења (0,77), док дужина развића стадијума лутке (-0,98) највише доприноси формирању друге осе. Добијене вредности PCA указују да се хранљиве подлоге раздвајају у односу на дужину развића стадијума лутке по другој оси, а по количини одабраних група секундарних метаболита по првој оси (Граф. 14).

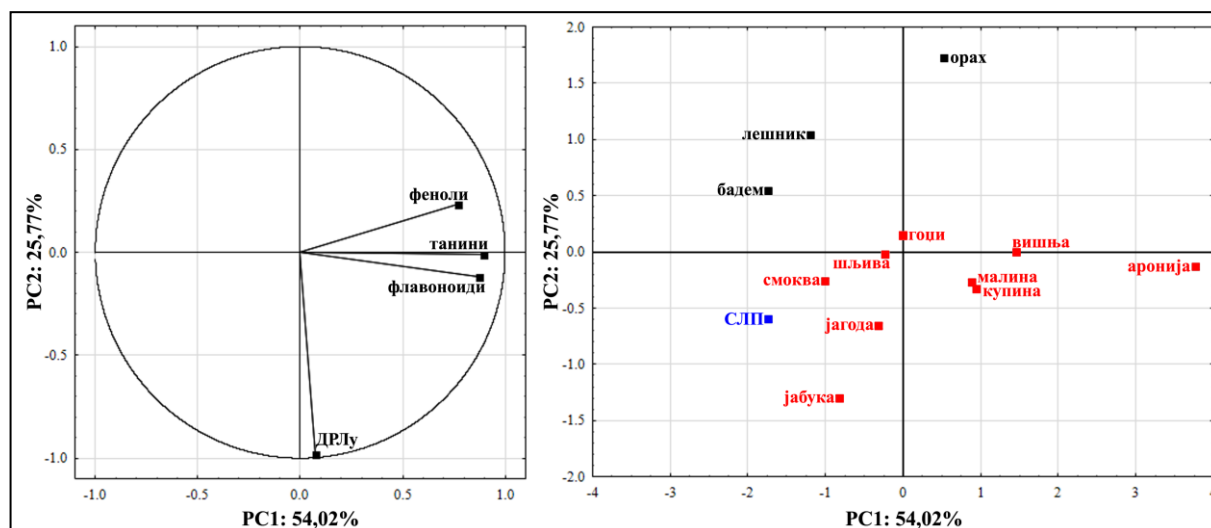


График 14. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине развића стадијума лутке *Plodia interpunctella*: ДРЛУ – дужина развића стадијума лутке; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прва оса која описује највећи део варијабилности раздваја хранљиве подлоге на основу садржаја испитиваних група секундарних метаболита. На Графику 14 се уочава да се сушена вишња, малина, купина и аронија издвајају у позитивном делу прве осе, јер се одликују већим садржајем секундарних метаболита, док су шљива, смоква, јагода и СЛП издвојене у негативном делу прве осе, јер садрже мање испитиваних група секундарних метаболита. Лешник и бадем се издвајају у негативном делу прве и позитивном делу друге осе, јер садрже мало секундарних метаболита, а одликују се краћом дужином развића стадијума лутке. Орах се издваја у позитивном делу и прве и друге осе, јер се одликује већим садржајем укупних фенолних једињења, као и најкраћом дужином развића стадијума лутке у односу на остале хранљиве подлоге. Са друге стране, сушена јабука је позиционирана у негативном сегменту друге осе, јер се одликује најдужим развићем стадијума лутке у односу на све остале хранљиве подлоге (Граф. 14).

4.2.4.13. Динамика улуткавања

Динамика улуткавања јединки популација *P. interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП је праћена на основу: појаве првих и последњих лутака, укупног периода трајања улуткавања, као и данима у којима је забележен максималан број формираних лутака. Посебна пажња је посвећена математичком моделирању динамике улуткавања, које се заснива на временској зависности акумулираног процентуалног улуткавања.

Улуткавање првих јединки. Просечно трајање развића до улуткавања првих јединки на воћним подлогама и СЛП се статистички значајно разликовало зависно од типа хранљиве подлоге на којима су ларве узгајане ($F = 83,36$; $p < 0,001$) (Таб. 25.). Период развића до улуткавања прве јединке је генерално био доста краћи на СЛП и језграстом воћу у односу на сушено воће (са изузетком огледа на смокви).

На нивоу експеримента, најкраћи просечни период развића до улуткавања прве јединке (14,17 дана) је био на СЛП (Таб. 25), а најдужи на сушеној шљиви (након 68,83 дана). Гледано по понављањима најкраћи је био 14 дана за 33 јединке одгајане на СЛП. У огледима на сушеном воћу прва улуткавања су просечно најбрже започела на смокви (19,42 дана од поставке огледа), што је најкасније и на нивоу експеримента. Гледано по јединкама, у огледу на смокви, 87 ларви је 19. дана прешло у стадијум лутке, што је најкраћи појединачни период улуткавања у огледима на сушеном воћу, а најдужи је био за две ларве у огледу на шљиви (56 дана).

Табела 25. Просечна дужина развића (дани \pm SE) од поставке експеримента до улуткавања првих и последњих јединки, максимално дневно улуткавање и укупан просечни период трајања улуткавања популација *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Улуткавање првих јединки	Улуткавање последњих јединки	Максимално дневно улуткавање	Укупан период трајања улуткавања
Сушена јабука	57,08 \pm 1,32 e	87,83 \pm 2,29 gh	2,58 \pm 0,19 abc	30,75 \pm 2,01 cd
Сушена шљива	68,83 \pm 2,41 f	91,58 \pm 4,17 h	1,58 \pm 0,19 a	30,33 \pm 3,69 bcd
Сушена вишња	54,09 \pm 4,23 de	78,27 \pm 5,65 fgh	1,91 \pm 0,34 ab	33,25 \pm 6,37 cde
Сушена малина	37,91 \pm 1,53 c	55,64 \pm 1,96 bcd	2,55 \pm 0,34 abc	17,82 \pm 2,65 abc
Сушена купина	45,17 \pm 1,30 cd	64,75 \pm 1,97 cdef	2,49 \pm 0,29 abc	19,58 \pm 2,81 abc
Сушена јагода	54,42 \pm 2,73 de	72,50 \pm 2,05 ef	2,17 \pm 0,17 ab	19,73 \pm 3,51 abc
Сушена аронија	55,42 \pm 3,76 e	68,08 \pm 2,09 def	2,33 \pm 0,26 abc	13,82 \pm 2,32 ab
Сушени гоци	26,67 \pm 0,61 b	75,25 \pm 3,35 efg	4,83 \pm 0,72 cd	48,58 \pm 3,48 e
Сушена смоква	19,42 \pm 0,42 ab	60,92 \pm 4,65 cde	7,83 \pm 1,11 e	41,50 \pm 4,59 de
Орах	21,52 \pm 0,26 ab	40,42 \pm 1,86 ab	5,92 \pm 0,43 de	18,92 \pm 1,92 abc
Лешник	27,42 \pm 0,34 b	44,00 \pm 2,30 b	4,50 \pm 0,54 bcd	17,50 \pm 2,08 abc
Бадем	23,58 \pm 0,47 ab	51,33 \pm 3,94 bc	4,58 \pm 0,56 bcd	28,58 \pm 3,46 bcd
СЛП	14,17 \pm 0,17 a	25,50 \pm 1,10 a	6,17 \pm 0,94 de	11,33 \pm 1,08 a
F вредност	83,36***	37,98***	13,44***	12,98***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

Разлике између просечног времена потребног првим ларвама да пређу у стадијум лутке на језграстом воћу нису статистички значајне, а прва улуткавања су просечно забележена након 21,52 дана на ораху, 23,58 на бадему и 27,42 на лешнику (Таб. 25). По јединкама гледано, 13 ларви на ораху и три на бадему су се најраније улуткале (након 21. дана), а на лешнику 34 ларве након 27. дана.

У огледима где је забележен већи проценат улутканих јединки, време потребно првим ларвама да пређу у стадијум лутке је било краће ($r = -0,63$; $p < 0,001$).

Улуткавање последњих јединки. Просечне вредности трајања развића од поставке експеримента до улуткавања последњих јединки зависно од типа хранљиве подлоге на којима су узгајане су се статистички значајно разликовале ($F = 37,98$; $p < 0,001$) (Таб. 25). Период развића до улуткавања последњих јединки је био доста краћи код јединки у огледима на СЛП и језграстом воћу у односу на јединке које су се развијале на сушеном воћу (Таб. 25).

Најкраћи просечни период развића до улуткавања последње јединке у експерименту је износио 25,5 дана на СЛП (Таб. 25), а најдужи на сушеним шљивама (91,58 дана). На СЛП, последња ларва се улуткала након 30 дана. У огледима на сушеном воћу, улуткавање последњих ларви је просечно најраније запажено на малини (након 55,64 дана). По јединкама гледано, у огледу на малини, последња ларви се улуткала након 67. дана, што је најкраћи појединачни период улуткавања у огледима на сушеном воћу, а најдужи (106 дана) је имала једна ларва у огледу на јабуци. Разлике између просечног времена потребног последњим ларвама да пређу у стадијум лутке на језграстом воћу нису значајне – од 40,42 дана на ораху, до 51,33 на бадему (Таб. 25). У огледима на језграстом воћу последња ларва се улуткала након 75 дана на бадему.

Анализом корелационе зависности је показано да постоји статистички значајна јака позитивна корелација између вредности периода развића до улуткавања првих и периода развића до улуткавања последњих јединки ($r = 0,70$; $p < 0,001$). У огледима где је забележен већи проценат улутканих јединки, време потребно последњим ларвама да пређу у стадијум лутке је било краће, али је ова повезаност слаба ($r = -0,28$; $p < 0,001$).

Максимално дневно улуткавање. Резултати просечних вредности максималног дневног улуткавања приказани у Табели 25 показују постојање статистички значајне разлике зависно од типа хранљиве подлоге на којима су ларве узгајане ($F = 13,44$; $p < 0,001$). Највеће вредности максималног дневног улуткавања забележене су у огледима на СЛП и језграстом воћу, а најмање на сушеном воћу (изузев на смокви) (Таб. 25).

На нивоу експеримента највеће просечне вредности максималног дневног улуткавања су утврђене на сушеној смокви (7,83 јединке), а најмање на сушеној шљиви (1,58 јединки) (Таб. 25). На сушеном воћу, по јединкама гледано, у огледу на смокви, чак 87 их се улуткало 19. дана након почетка експеримента (у једном понављању је чак 14 ларви прешло у стадијум лутке). Разлике између просечних вредности максималног дневног улуткавања на језграстом воћу нису значајне – варирале су у опсегу од 4,5 јединки на лешнику до 5,92 јединке на ораху (Таб. 25). По јединкама гледано, у огледу на ораху, 53 јединке су се улуткале 26. дана након почетка експеримента, а истог дана у једном понављању, девет ларви је прешло у стадијум лутке. У огледу на СЛП, просечна вредност максималног дневног улуткавања износила је 6,17 јединки (Таб. 25), што је после смокве, највећа забележена вредност овог параметра на нивоу експеримента. По јединкама гледано, највећи број јединки, чак 66 њих (43,71% свих лутака у овом огледу) се улуткао након 16. дана, а у једном понављању, 12 ларви је 16. дана прешло у стадијум лутке.

У огледима где је укупни број улутканих јединки био већи, максимално дневно улуткавање је такође било веће ($r = 0,78$; $p < 0,001$), док је период развића до улуткавања првих ($r = -0,66$; $p < 0,001$), односно последњих јединки ($r = -0,41$; $p < 0,001$) био краћи.

Укупан период трајања улуткавања. Резултати просечних вредности укупног периода трајања улуткавања у зависности од типа хранљиве подлоге су се статистички значајно разликовали ($F = 12,98$; $p < 0,001$) (Таб. 25). Укупни период трајања улуткавања је био краћи код јединки које су се развијале на СЛП и језграстом воћу у односу на јединке одгајене на сушеном воћу.

Најкраћи укупни периода трајања улуткавања (11,33 дана) су имале лутке одгајане на СЛП (Таб. 25), где је у једном понављању трајао тек четири дана, а најдуже на гоци бобицама (48,58 дана). У огледима на сушеном воћу, укупно трајање периода улуткавања је просечно било најкраће на аронији (13,82 дана) (Таб. 25). У једном понављању у огледу на малини и у два на аронији је трајало четири дана, док је у по једном понављању на гоци бобицама и смокви, између првог и последњег улуткавања прошло чак 65 дана, што су уједно и највеће вредности укупног трајања периода улуткавања на нивоу експеримента. У огледима на језграстом воћу нису утврђене статистички значајне разлике – варирају од 17,5 дана на лешнику, до 28,58 дана на бадему (Таб. 25). У једном понављању на лешнику је најкраћи период улуткавања износио четири дана, док је у једном понављању на бадему овај период био најдужи (51 дан).

У огледима у којима је укупан период развића до улуткавања последњих јединки био дужи, и период трајања улуткавања је био дужи ($r = 0,53$; $p < 0,001$). Укупан период трајања улуткавања је био дужи у огледима где је проценат улутканих јединки био већи ($r = 0,29$; $p < 0,001$).

Моделирање динамике улуткавања. Динамика улуткавања ларви *P. interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП у форми вредности акумулираног процентуалног улуткавања у функцији времена (на дневном нивоу од дана улуткавања прве јединке) је моделирана применом четири одабране генерализоване логистичке функције: тропараметарске логистичке сигмоидне функције, тропараметарске von Bertalanffy функције раста, тропараметарске и четворопараметарске Gompertz функције, али је најближе прилагођавање оствареним резултатима улуткавања ларви *P. interpunctella* утврђено при примени тропараметарске логистичке сигмоидне функције, па су ови резултати коришћени у тумачењу динамике улуткавања приказани у Табели 26 и на Графику 15. Резултати параметара функција преостала три модела су приказани у прилозима 17-19. На основу добијеног модела, утврђена је вредност T50, која представља време потребно да се улутка 50% ларви последњег ступња.

У свим испитиваним хранљивим подлогама, акумулирано улуткавање је показало блиско прилагођавање тропараметарској логистичкој сигмоидној функцији ($R^2 \geq 0,95$).

Улуткавање је текло далеко брже на језграстом него сушеном воћу, на шта указују и облици добијених кривих (Граф. 15), као и вредности T50 (Таб. 26). Најнижа вредност T50 утврђена је за лутке у огледу на СЛП (2,83 дана након улуткавања прве лутке), а највиша на аронији (36,91 дан). Међу огледима на сушеном воћу, далеко најнижа T50 је на смокви (4,10 дана). На језграстом воћу T50 вредности су биле ниске и варираше од 5,43 дана на ораху, до 9,64 дана на бадему (Таб. 26). Уопште, T50 је било значајно ниже на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,63$; $p < 0,05$) и масти ($r = -0,57$; $p < 0,05$).

Табела 26. Вредности параметара логистичке сигмоидне функције акумулираног улуткавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на воћним подлогама и СЛП.

Хранљива подлога	Параметри логистичке сигмоидне функције				Т50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	0,99	98,20	0,20	22,70	22,88
Сушена шљива	0,98	86,99	0,15	21,75	23,76
Сушена вишња	0,99	100,30	0,13	35,55	35,51
Сушена малина	0,99	100,00	0,22	19,57	19,57
Сушена купина	0,99	94,84	0,25	20,60	21,03
Сушена јагода	0,99	101,62	0,21	31,72	31,56
Сушена аронија	0,97	107,70	0,19	37,67	36,91
Сушени гоци	0,98	101,42	0,10	24,05	23,76
Сушена смоква	0,99	101,67	0,07	4,59	4,10
Орах	0,96	97,16	0,37	5,27	5,43
Лешник	0,96	102,50	0,16	6,06	5,76
Бадем	0,98	98,01	0,25	9,48	9,64
СЛП	0,95	94,54	0,86	2,70	2,83

R^2 – коефицијент детерминације модела;

a – асимптота функције;

b – нагиб растућег дела криве који указује на уједначеност улуткавања;

m – тачка превоја криве која указује на дужину трајања улуткавања;

Т50 – време (у данима) од појаве прве лутке до тренутка потребног да се улутка 50% ларви;

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности параметра b логистичке функције указују да је улуткавање временски углавном било уједначено. Највећа вредност овог параметра била је у огледу на СЛП, где је улуткавање било временски најуједначеније у односу на све остале огледе. На сушеном воћу, јединке су се генерално временски уједначено улуткавале, са изузетком оних одгајаних на смоквама и гоци бобицама, где су забележене најниже вредности параметра b (Таб. 26). На језгастом воћу, временски најуједначеније улуткавање је утврђено у огледу на ораху ($b = 0,37$), а најмање уједначено на лешнику ($b = 0,16$).

Период трајања улуткавања је генерално био дужи у огледима на сушеном воћу у односу на језгасто воће и СЛП, о чему говоре управо пропорционалне вредности параметра m (Таб. 26). На сушеном воћу, период улуткавања је био најдужи на аронији ($m = 37,67$), а најкраћи на смокви ($m = 4,59$); на језгастом воћу, најкраћи на ораху ($m = 5,27$), а најдужи на бадему ($m = 9,48$); а на СЛП су забележене ниске вредности параметра m (2,70), па је у овом огледу период улуткавања био кратак. Период трајања улуткавања је био значајно краћи на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,62$; $p < 0,05$) и масти ($r = -0,57$; $p < 0,05$), а мањим садржајем флавоноида ($r = 0,81$; $p < 0,001$).

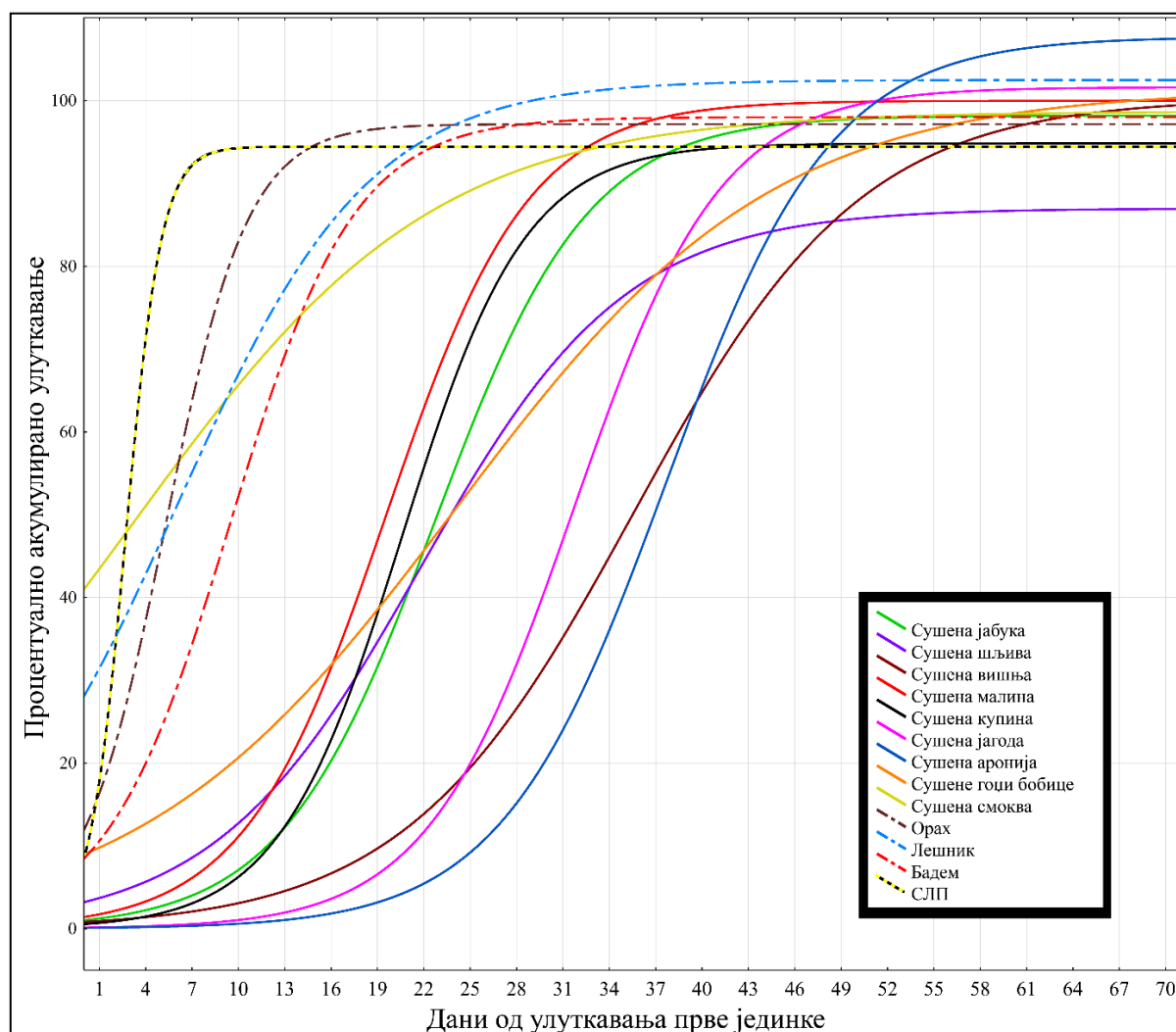


График 15. Процентуално акумулирано улуткавање *Plodia interpunctella* одгајане на различитим воћним подлогама и СЛП у функцији времена од улуткавања прве јединке, добијено применом тропараметарске логистичке функције.

4.2.4.14. Дужина преадултног периода

Дужина преадултног периода представља збирну дужину развића стадијума јајета, ларве и лутке, изражену у данима. Разлике у дужини преадултног периода јединки *P. interpunctella* одгајаних на 21 различитој хранљивој подлози на нивоу експеримента су статистички значајне ($F = 96,08$; $p < 0,001$) (Таб. 27). На нивоу експеримента, преадултни период је просечно био најкраћи код јединки одгајених на СЛП (24,45 дана), а најдужи на сушеним шљивама (87,28 дана).

У огледима на сушеном воћу просечно најкраћи преадултни период је на смокви (37,47 дана). У огледима на језграстом воћу дужина преадултног периода је била краћа и износила је 32,69 дана на ораху, 37,41 дан на бадему и 39,28 дана на лешнику, при чему нису утврђене статистички значајне разлике. На испитиваним житима краћи просечни преадултни период је на просу (42,24 дана), крмном сирку (42,36) и суданској трави (42,36), а знатно најдужи на овсу (68,13 дана) (Таб. 27).

Табела 27. Дужина ($\mu \pm SE$) преадултног периода (укупна и према полу) популација *Plodia interpunctella* одгајаних на 21 хранљивој подлози.

Хранљива подлога	Дужина преадултног периода		
	Укупно	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	80,33 \pm 1,10 ab	80,17 \pm 0,98 bA	80,30 \pm 1,72 aA
Сушена шљива	87,28 \pm 3,89 a	92,37 \pm 3,71 aA	80,78 \pm 4,70 aA
Сушена вишња	72,47 \pm 3,54 bc	69,57 \pm 4,25 bcdeA	73,86 \pm 4,78 abA
Сушена малина	53,15 \pm 1,29 gh	54,66 \pm 1,32 fgA	53,00 \pm 1,98 efgA
Сушена купина	62,29 \pm 1,81 defg	63,04 \pm 2,44 cdefA	60,80 \pm 1,48 cdeA
Сушена јагода	70,76 \pm 1,57 bcd	70,30 \pm 1,85 bcdA	71,31 \pm 1,94 abcA
Сушена аронија	68,87 \pm 2,89 cde	71,75 \pm 3,09 bcA	67,34 \pm 2,84 bcdA
Сушени гоци	51,44 \pm 1,31 hi	50,75 \pm 1,78 ghA	52,25 \pm 2,39 efgA
Сушена смоква	37,47 \pm 2,28 j	35,71 \pm 2,04 ijA	39,23 \pm 2,84 ijkA
Орах	32,62 \pm 0,52 jk	33,26 \pm 0,88 jA	31,90 \pm 0,53 klA
Лешник	39,28 \pm 1,26 j	39,22 \pm 1,79 ijA	38,69 \pm 1,06 ijkA
Бадем	37,41 \pm 0,65 j	37,57 \pm 0,82 ijA	37,89 \pm 1,12 ijkA
Пшеница	50,13 \pm 1,01 hi	52,95 \pm 1,89 fgA	48,48 \pm 0,97 fghiA
Раж	59,92 \pm 1,52 efgh	57,33 \pm 2,16 efgA	61,83 \pm 2,89 bcdeA
Тритикале	58,83 \pm 0,63 fgh	60,22 \pm 1,89 defgA	57,32 \pm 0,72 defA
Јечам	59,00 \pm 1,00 fgh	58,00 \pm 0,00	60,00 \pm 0,00
Овас	68,13 \pm 3,54 cdef	65,50 \pm 4,25 cdefA	73,75 \pm 2,25 abcA
Просо	42,24 \pm 0,30 ij	42,55 \pm 0,37 hijA	42,15 \pm 0,31 ghijA
Крмни сирак	42,36 \pm 0,17 ij	42,20 \pm 0,25 hijA	42,30 \pm 0,39 ghijA
Суданска трава	42,36 \pm 0,39 ij	42,56 \pm 0,48 hiA	41,99 \pm 0,41 hijA
СЛП	24,45 \pm 0,55 k	23,54 \pm 0,43 kA	24,46 \pm 0,66 lA
F вредност	96,08***	87,03***	71,11***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

Вредности са различитим великим словом у оквиру истог реда се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%.

4.2.4.15. Дужина преадултног периода према полу

Дужина преадултног периода зависно од пола је утврђивана само за јединке које су еклодирале у стадијум имага. Констатоване разлике код мужјака ($F = 87,03$; $p < 0,001$) и женки ($F = 71,11$; $p < 0,001$) су статистички значајне (Таб. 27).

На нивоу експеримента, најкраћи преадултни период за оба пола је утврђен на СЛП (23,54 дана за мужјаке и 24,46 дана за женке), а најдужи на сушеној шљиви (92,37 за мужјаке и 80,78 дана за женке) (Таб. 27). У огледима на сушеном воћу, просечно најкраћи преадултни период мужјака и женки је утврђен на смокви (35,71, односно 39,23 дана). На језграстом воћу, преадултни период је био краћи, и код мужјака је варирао од 33,26 дана на ораху до 39,22 дана на лешнику, а код женки од 31,9 дана на ораху, до 38,69 дана лешнику. На испитиваним житима, најкраћи преадултни развој мужјака је регистрован на крмном сирку (42,20 дана), а најдужи на овсу (65,50 дана), док је код женки најкраћи био на суданској трави (41,99), а најдужи на овсу (73,75 дана).

4.2.4.16. Утицај макронутријената и влаге на дужину преадултног периода

Преадултни период је био краћи када је *P. interpunctella* одгајана на врстама сушеног воћа које садрже више протеина ($r = -0,52$; $p < 0,001$), масти ($r = -0,34$; $p < 0,001$), влаге ($r = -0,23$; $p < 0,05$) и угљених хидрата ($r = -0,22$; $p < 0,05$) (Таб. 28), док разлике у садржају пепела и шећера нису утицале. Развиће јединки које су се као ларве храниле језграстим воћем је било брже на оним подлогама које садрже мање угљених хидрата ($r = 0,63$; $p < 0,001$) и влаге ($r = 0,63$; $p < 0,001$), а више масти ($r = -0,42$; $p < 0,05$) и пепела ($r = 0,40$; $p < 0,05$) (Таб. 28). Разлике у садржају протеина и шећера нису утицале на разлике у дужини преадултног периода јединки које су се као ларве храниле језграстим воћем (Таб. 28). На житима, јединке су брже достигле стадијум имага на оним подлогама које садрже више скроба ($r = -0,68$; $p < 0,001$), протеина ($r = -0,60$; $p < 0,001$), пепела ($r = -0,60$; $p < 0,001$) и масти ($r = -0,52$; $p < 0,001$), а мање влаге ($r = 0,62$; $p < 0,001$) и угљених хидрата ($r = 0,28$; $p < 0,05$).

Табела 28. Зависност дужине преадултног периода у развићу *Plodia interpunctella* од хемијског састава испитиваних хранљивих подлога.

Хемијски састав	Дужина преадултног периода		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	-0,23 *	0,63 ***	0,62 ***
Садржај пепела	0,08 нз	0,40 *	-0,60 ***
Садржај укупних протеина	-0,52 ***	0,04 нз	-0,60 ***
Садржај укупних масти	-0,34 ***	-0,42 *	-0,52 ***
Садржај укупних угљених хидрата	-0,22 *	0,63 ***	0,28 *
Садржај укупних шећера	-0,06 нз	-0,17 нз	/
Садржај директно редукујућих шећера	-0,01 нз	-0,05 нз	/
Садржај скроба	/	/	-0,68 ***
Садржај укупних фенолних једињења	0,26 **	-0,63 ***	-0,61 ***
Садржај укупних флавоноида	0,15 нз	-0,65 ***	-0,63 ***
Садржај укупних танина	-0,04 нз	-0,28 нз	-0,62 ***

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у дужини преадултног периода *P. interpunctella* које су се храниле различитим врстама сушеног и језгастог воћа, жита и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, одређене су анализом главних компоненти (РСА) и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 3,09; РС2: 1,68). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (РС1 - 51,49%; РС2 - 27,94%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 16). Формирању прве осе највише доприноси садржај масти (0,82), влаге (-0,84), протеина (0,79), угљених хидрата (-0,63) и дужина трајања преадултног периода (-0,70), док садржај пепела (0,80) и угљених хидрата (0,71) највише доприносе формирању друге осе. Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге јасно раздвајају по првој осе (РС1) на основу разлика у садржају протеина и масти позиционираних у позитивном сегменту прве осе, и садржаја угљених хидрата, влаге и дужине трајања преадултног периода, који су позиционирани у њеном негативном делу (Граф. 16).

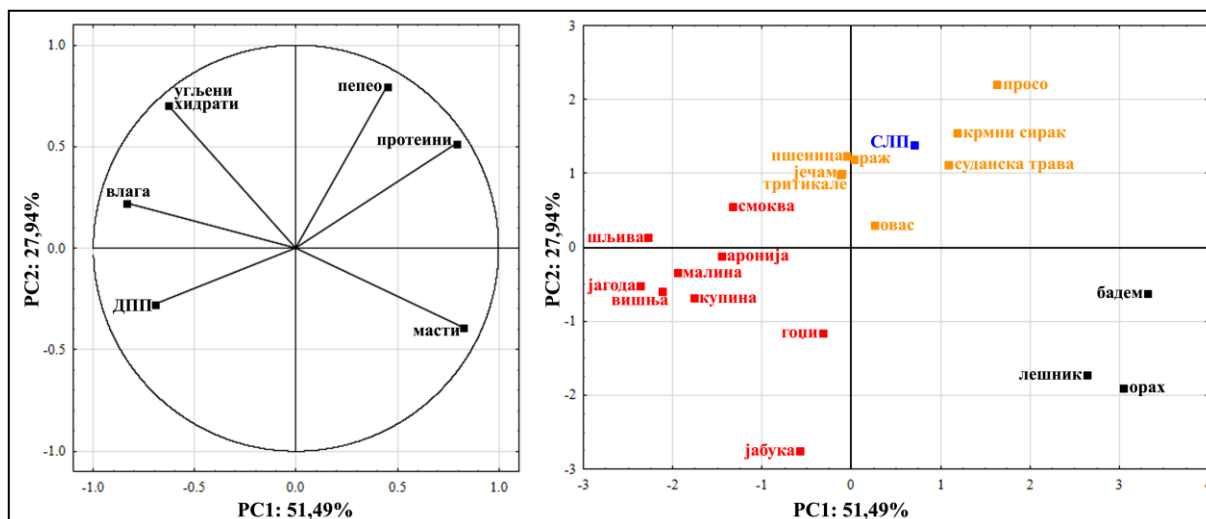


График 16. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине преадултног периода *Plodia interpunctella*: ДПП – дужина преадултног периода; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 16 је видљиво издвајање ораха, лешника и бадема у позитивном сегменту прве осе. Ове три подлоге су богате мастима, а на њима је био кратак преадултни период. Већина врста сушеног воћа се издвајају у негативном делу прве осе, јер поседују висок садржај влаге и угљених хидрата, садрже мало протеина и масти, што је утицало на дужи преадултни период. Просолика жита се издвајају у позитивном делу прве осе јер поседују већу количину протеина од стрних жита, па је и преадултни период краћи. Са друге стране, стрна жита садрже велику количину угљених хидрата и пепела, док је преадултни период дужи у односу на просолика жита, а краћи у односу на сушена воћа. СЛП се издваја под углом од близу 180° у односу на вредности дужине трајања преадултног периода, јер је овај период био најкраћи на овој хранљивој подлози. СЛП се одликује већим садржајем угљених хидрата, протеина и масти, што се одразило на јако кратак преадултни период.

4.2.4.17. Утицај секундарних метаболита на дужину преадултног периода

Јединке *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем развијале су се краће на оним врстама сушеног воћа које садрже мање укупних фенолних једињења ($r = 0,26$; $p < 0,01$) (Таб. 28), док разлике у садржају укупних флавоноида и танина нису утицале. Развиће јединки које су се храниле језграстим воћем је трајало краће на подлогама са више укупних флавоноида ($r = -0,63$; $p < 0,001$) и танина ($r = -0,65$; $p < 0,001$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења нису утицале (Таб. 28). На житима, јединке су брже достигле стадијум имага на оним врстама које садрже више укупних фенолних једињења ($r = -0,61$; $p < 0,001$), флавоноида ($r = -0,63$; $p < 0,001$) и танина ($r = -0,62$; $p < 0,001$).

Разлике у дужини преадултног периода *P. interpunctella* на испитиваним врстама сушеног и језграстог воћа, жита и СЛП у односу на садржај одабраних група секундарних метаболита, одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,06; PC2: 1,05). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 51,62%; PC2 – 26,23%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 17). Формирању прве осе највише доприносе садржаји укупних фенолних једињења (0,89), флавоноида (0,87) и танина (0,67), док ду-

жина преадултног периода (0,90) и садржај танина (0,33) највише доприносе формирању друге осе. Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој осе (PC1) на основу разлика у садржају секундарних метаболита, а по другој осе на основу дужине преадултног периода и садржаја укупних танина (Граф. 17).

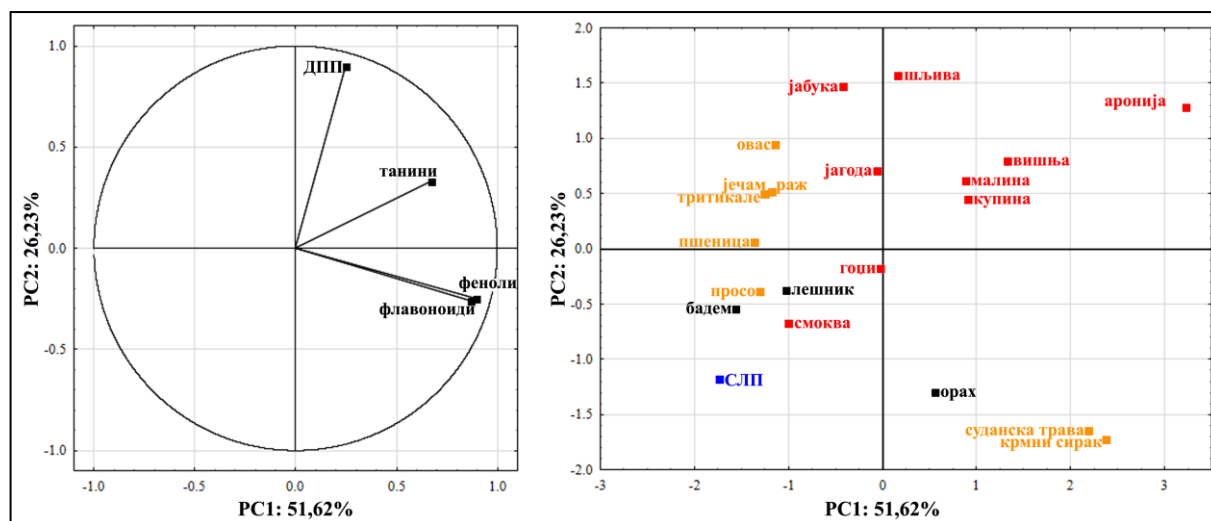


График 17. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у различитим хранљивим подлогама и дужине преадултног периода *Plodia interpunctella*: ДПП – дужина преадултног периода; СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Сушена аронија, вишња, малина и купина се издвајају у позитивном сегменту друге осе, јер се одлукују већим садржајем танина и дужим преадултним периодом. СЛП, просо, лешник, бадем, смоква и орах се издвајају у негативном сегменту друге осе, јер садрже мало танина, а преадултни период је био најкраћи. Суданска трава и крмни сирак се издвајају у негативном делу друге осе, јер се одликују већим садржајем танина, док се стрна жита издвајају у позитивном сегменту друге осе, јер садрже мало танина, а трајање преадултног периода је било дуго. Сушена јабука и шљива се издвајају у позитивном делу друге осе, јер је преадултни период на овим подлогама био најдужи.

4.2.4.18. Динамика еклозије имага

Динамика еклозије имага популација *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама је праћена је на основу: појаве првих и последњих имага, укупног периода трајања еклозије, као и данима у којима је забележен максималан број еклодираних имага. Посебна пажња је посвећена математичком моделирању динамике еклозије, које се заснива на временској зависности акумулиране процентуалне еклозије.

Еклозија првих имага. Разлике у просечној дужини развића до еклозије првих имага су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане ($F = 71,44$; $p < 0,001$) (Таб. 29). Овај период је био краћи на СЛП и језграстом воћу у односу на сушено воће. На нивоу читавог експеримента, најкраћи просечни период развића до еклозије првих имага (21,42 дана) су имале јединке које су се развијале на СЛП, а најдужи на сушеној шљиви (79,64 дана) (Таб. 29). Гледано по понављањима најкраћи је био 21 дан за 11 имага одгајаних на СЛП.

Табела 29. Просечна дужина развића (дани \pm SE) до еклозије првих имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Еклозија првих имага		
	Укупно	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	65,92 \pm 1,62 h	69,83 \pm 2,37 hA	71,58 \pm 1,67 kIA
Сушена шљива	79,64 \pm 4,32 i	85,33 \pm 4,44 iA	80,33 \pm 4,86 lA
Сушена вишња	62,33 \pm 4,02 h	61,57 \pm 4,17 fghA	68,57 \pm 4,37 kA
Сушена малина	46,18 \pm 1,99 ef	48,38 \pm 2,31 deA	47,78 \pm 2,48 fghA
Сушена купина	51,33 \pm 1,63 fg	58,92 \pm 2,50 efgA	54,82 \pm 1,88 hijA
Сушена јагода	62,25 \pm 2,73 h	66,55 \pm 2,18 ghA	62,09 \pm 2,94 jkA
Сушена аронија	61,67 \pm 3,78 h	68,36 \pm 3,74 ghA	63,80 \pm 3,28 jkA
Сушени гоци	31,67 \pm 0,66 bcd	32,17 \pm 0,59 abcA	35,17 \pm 1,99 bcdeA
Сушена смоква	26,58 \pm 0,36 ab	26,67 \pm 0,40 abA	27,25 \pm 0,75 abA
Орах	26,42 \pm 0,15 ab	27,17 \pm 0,47 abA	26,83 \pm 0,27 abA
Лешник	31,33 \pm 0,47 bc	32,58 \pm 1,14 bcA	32,08 \pm 0,50 bcdA
Бадем	29,08 \pm 0,56 ab	29,83 \pm 0,71 abA	31,42 \pm 0,86 bcA
Пшеница	39,18 \pm 0,71 cde	43,00 \pm 1,99 dA	40,00 \pm 0,83 cdefA
Раж	57,10 \pm 1,55 gh	57,33 \pm 2,16 efgA	61,00 \pm 2,53 ijkA
Тритикале	48,50 \pm 0,60 efg	54,18 \pm 2,62 efA	49,75 \pm 0,90 ghiA
Јечам	59,00 \pm 1,00 gh	58,00	60,00
Овас	64,25 \pm 3,77 h	63,00 \pm 5,03 fghA	72,00 \pm 4,00 kIA
Просо	40,27 \pm 0,27 cde	41,40 \pm 0,45 cdA	41,00 \pm 0,47 defgA
Крмни сирак	41,00 \pm 0,25 de	41,25 \pm 0,28 cdA	42,00 \pm 0,42 efgA
Суданска трава	40,42 \pm 0,45 cde	41,00 \pm 0,56 cdA	41,33 \pm 0,45 efgA
СЛП	21,42 \pm 0,19 a	22,00 \pm 0,30 aA	21,58 \pm 0,19 aA
F вредност	71,44***	74,26***	78,31***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

У огледима на сушеном воћу прве еклозије су просечно најбрже започеле на смокви (26,58 дана од поставке огледа). По јединкама гледано, у огледу на смокви, 63 имага је еклодирало 26. дана, што је најкраћи појединачни период до еклозије првих имага на сушеном воћу, а најдужи је био за једну јединку у огледу на шљиви (111 дана), што је најдужи периода развића до еклозије првих имага на нивоу експеримента. Разлике између просечног времена до еклозије првих имага у огледима на језграстом воћу нису статистички значајне, а прве еклозије су просечно забележене након 26,42 дана на ораху, 29,08 дана на бадему и 31,33 дана на лешнику (Таб. 29). Најраније је еклодирало 12 имага на ораху и два на бадему (након 26 дана), а најкасније једна јединка одгајена на лешнику (након 36 дана). У огледима на житима прва имага су просечно најбрже еклодирала на пшеници (39,18 дана од поставке огледа), а најкасније на овсу (након 64,25 дана) (Таб. 29). По јединкама гледано, најбрже су еклодирала четири имага на пшеници и један на суданској трави (након 37 дана), а најспорије једна јединка на овсу, након 69 дана.

У огледима где је забележен дужи преадултни период, време до еклозије првих имага је било дуже ($r = 0,93$; $p < 0,001$). У огледима где је забележено раније улуткавање првих јединки, раније су еклодирала прва имага ($r = 0,97$; $p < 0,001$). У огледима у којима су имага раније започела еклозију, раније су је и завршила ($r = 0,69$; $p < 0,001$).

Нешто слабија негативна зависност је показана између времена до еклозије првих имага и максималних дневних вредности еклозије ($r = -0,45$; $p < 0,001$).

Еклозија првих имага према полу. Разлике у просечној дужини развића до еклозије првих мужјака ($F = 74,26$; $p < 0,001$) и женки ($F = 78,31$; $p < 0,001$) су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане (Таб. 29). Овај период је био краћи за јединке оба пола на СЛП, језграстом воћу, сушеној смокви и гоци бобицама у односу на остале врсте сушеног воћа (Таб. 29). Разлике између просечног временског периода до еклозије првих мужјака и женки одгајаних на истој хранљивој подлози се нису статистички значајно разликовале (Таб. 29).

На нивоу читавог експеримента најкраћи просечни период развића до еклозије првих мужјака је 22, а женки 21,58 дана за јединке одгајене на СЛП, док је најдужи на сушеним шљивама (85,33 дана за мужјаке и 80,33 дана за женке) (Таб. 29). На СЛП је пет мужјака и шест женки еклодирало након 21. дана од почетка експеримента, што представља најкараће време на нивоу експеримента.

У огледима на сушеном воћу први мужјаци и женке су просечно најбрже еклодирали на смокви (26,67, односно 27,25 дана од поставке огледа). Гледано по понављањима најбрже су еклодирала 40♂ и 23♀ у огледу на смоквама (26 дана од поставке огледа), а најспорије по један мужјак и женка на шљивама (111 дана након поставке огледа). Разлике између просечног времена до еклозије првих мужјака и женки у огледима на језграстом воћу нису статистички значајне. Први мужјаци су просечно еклодирали након 27,17 дана на ораху, 29,83 дана на бадему и 32,58 дана на лешнику, а прве женке након 26,83 дана на ораху, 31,42 дана на бадему и 32,08 дана на лешнику (Таб. 29). Гледано по понављањима најраније (након 26 дана) су еклодирала четири мужјака на ораху и два на бадему, као и осам женки на ораху. Најкасније прво еклодирање мужјака је утврђено код једног мужјака на лешнику (након 44 дана), а код једне женке на бадему (након 39 дана). У огледима на житима први мужјаци су просечно најбрже еклодирали на суданској трави (41 дан од поставке огледа), а прве женке на пшеници (40 дана од поставке огледа). Најкаснији почетак еклозије мужјака и женки је забележен на овсу (након 63 дана за мужјаке, а 72 дана за женке) (Таб. 29). Гледано по понављањима први мужјак је еклодирао на суданској трави, а три прве женке на пшеници (37 дана од поставке огледа). На овсу, први мужјак је еклодирао тек након 69 дана, а женка након 76 дана, што је најкаснији почетак еклозије мужјака и женки у огледима на житима.

Еклозија последњих имага. Разлике у просечној дужини развића до еклозије последњих имага су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане ($F = 42,97$; $p < 0,001$) (Таб. 30). Овај период је био краћи на СЛП и просоликим житима, у односу на језграстом воће, стрна жита и сушено воће (Таб. 30).

Укупно по огледима најкраћи просечни период развића до еклозије последњих имага (30,08 дана од поставке огледа) су имале јединке које су се развијале на СЛП, а најдужи на сушеној шљиви (96,18 дана од поставке огледа) (Таб. 30). Гледано по понављањима овај период је био најкраћи код једног имага на сушеним смоквама (28 дана), а најдужи код имага на сушеним шљивама (112 дана). У огледима на сушеном воћу еклозија последњих имага је просечно најраније утврђена на малини (60,09 дана од поставке огледа). Разлике између просечног времена до еклозије последњих имага на језграстом воћу нису статистички значајне и износе 46,92 дана на ораху, 50,83 дана на лешнику и 54,33 на бадему (Таб. 30). Гледано по понављањима, у огледима на

језграстом воћу, последњи имаго је најраније еклодирао на лешнику (36 дана од поставке огледа), а најкасније на бадему (82 дана од поставке огледа). У огледима на житима, последња имага су далеко брже еклодирала на просоликим у односу на стрна жита (Таб. 30). Време до еклозије последњих имага је био најкраће на крмном сирку (43,42 дана), а најдуже на овсу (72,00 дана). Гледано по понављањима последњи имаго је најраније еклодирао на суданској трави (након 40 дана од поставке огледа), а најкасније на пшеници (82 дана од поставке огледа).

Табела 30. Просечно трајање развића (дани \pm SE) до еклозије последњих имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Еклозија последњих имага		
	Укупно	Мужјаки	Женке
Сушена јабука	95,08 \pm 1,83 j	90,25 \pm 1,74 hiA	90,00 \pm 2,92 hA
Сушена шљива	96,18 \pm 4,89 j	99,44 \pm 4,36 iA	81,22 \pm 4,58 ghB
Сушена вишња	82,22 \pm 5,09 ij	77,71 \pm 5,40 fgA	79,43 \pm 6,20 fghA
Сушена малина	60,09 \pm 2,13 cdef	59,75 \pm 2,63 cdefA	58,33 \pm 2,39 cdeA
Сушена купина	70,58 \pm 2,72 fghi	67,33 \pm 3,12 efgA	66,91 \pm 2,89 efgA
Сушена јагода	81,00 \pm 2,18 i	74,91 \pm 2,63 fgA	80,09 \pm 2,02 ghA
Сушена аронија	75,08 \pm 2,31 ghi	74,82 \pm 2,55 fgA	70,20 \pm 2,57 efgA
Сушени гоци	79,67 \pm 3,67 hi	73,50 \pm 3,39 fgA	73,58 \pm 4,32 fgA
Сушена смоква	62,67 \pm 4,81 defg	58,42 \pm 4,58 cdeA	57,08 \pm 5,18 cdeA
Орах	46,92 \pm 2,23 bc	45,25 \pm 2,36 bcA	40,25 \pm 1,65 abA
Лешник	50,83 \pm 2,23 bcd	48,08 \pm 2,55 bcA	47,08 \pm 2,03 bcdA
Бадем	54,33 \pm 3,49 bcde	53,00 \pm 3,72 bcdA	47,00 \pm 1,72 bcdA
Пшеница	66,18 \pm 2,73 efgh	63,91 \pm 2,79 defgA	59,18 \pm 2,65 deA
Раж	62,50 \pm 2,28 defg	57,33 \pm 2,16 bcdeB	66,00 \pm 2,77 efgA
Тритикале	69,42 \pm 0,83 fghi	67,09 \pm 2,08 defgA	65,17 \pm 1,18 efA
Јечам	59,00 \pm 1,00	58,00	60,00
Овас	72,00 \pm 3,34 fghi	68,00 \pm 3,79 efgA	75,50 \pm 0,50 fghA
Просо	44,00 \pm 0,30 ab	43,60 \pm 0,45 bA	43,09 \pm 0,31 bcA
Крмни сирак	43,42 \pm 0,31 ab	43,17 \pm 0,37 bA	42,70 \pm 0,42 abcA
Суданска трава	44,08 \pm 0,48 ab	43,92 \pm 0,48 bA	42,58 \pm 0,48 abA
СЛП	30,08 \pm 1,64 a	25,45 \pm 1,32 aA	28,75 \pm 1,60 aA
F вредност	42,97***	39,32***	35,73***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

У огледима где је забележен дужи преадултни период, време до еклозије последњих имага је било дуже ($r = 0,88$; $p < 0,001$). У огледима где је забележено раније улуткавање последњих јединки, раније су еклодирала последња имага ($r = 0,92$; $p < 0,001$). У огледима где су последња имага касније еклодирала, укупан период еклозије је трајао дуже ($r = 0,56$; $p < 0,001$).

Еклозија последњих имага према полу. Разлике у просечној дужини развића до еклозије последњих мужјака ($F = 39,32$; $p < 0,001$) и женки ($F = 35,73$; $p < 0,001$) су биле статистички значајне зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане (Таб. 30). Трајање развића до еклозије последњих мужјака и женки је било краће на СЛП у односу на остале типове хранљивих подлога. Разлике између просечног

временског периода до еклозије последњих мужјака и женки одгајаних на истим хранљивим подлогама су се статистички значајно разликовале само у огледима на шљиви и ражи (Таб. 30).

На нивоу експеримента, најкраћи просечни период развића до еклозије последњих имага оба пола је утврђен за јединке одгајане на СЛП (25,45 дана за мужјаке и 28,75 дана за женке, а најдужи (99,44 дана) за мужјаке одгајане на сушеним шљивама, а женке (90 дана) на сушеним јабукама (Таб. 30). По јединкама гледано, последњи мужјак је најбрже еклодирао након 38, а последња женка након 36 дана од почетка експеримента у огледима на СЛП, а најспорије на сушеној шљиви (мужјак након 112, а женка након 111 дана од почетка огледа). У огледима на сушеном воћу, последњи мужјаци и последње женке су просечно најбрже еклодирани на смокви (након 58,42 односно 57,08 дана). Разлике између просечног времена до еклозије последњих мужјака и женки у огледима на језграстом воћу нису статистички значајне. Последњи мужјаци су просечно еклодирани након 45,25 дана на ораху, 48,08 дана на лешнику и 53 дана на бадему, а последње женке након 40,25 дана на ораху, 47 дана на бадему и 47,08 дана на лешнику (Таб. 30). Најранији завршетак еклозије мужјака забележен је у по једном понављању на ораху и лешнику, када су последњи мужјаци еклодирани након 32 дана, а женке након 29 дана у једном понављању на ораху. У огледима на језграстом воћу, еклозија је најкасније завршена на бадему, а последњи мужјак и женка су еклодирани након 82 дана, односно 59 дана. У огледима на житима, последњи мужјаци су просечно најбрже еклодирани у огледу на крмном сирку (након 43,17 дана), а последње женке на суданској трави (након 42,58 дана). Најкаснији завршетак еклозије мужјака и женки је забележен у огледу на овсу (након 68 дана за мужјаке, а 75,50 дана за женке) (Таб. 30). Гледано по јединкама, последњи мужјак је најраније еклодирао након 40 дана, а последња женка након 39. дана, у по једном понављању на суданској трави. Са друге стране, најкаснија еклозија једног мужјака је забележена на пшеници, где је последња јединка еклодирала након 82 дана. Код женки, последња је еклодирала након 77 дана у једном понављању на ражи.

Максимална дневна бројност еклодираних имага. Разлике у просечним вредностима максималне дневне бројности еклодираних имага су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане ($F = 8,19$; $p < 0,001$) (Таб. 31).

На нивоу читавог експеримента, највећа просечна вредност максималног дневног броја еклодираних имага је утврђена на сушеној смокви (5,75 јединке), а најмања на јечму и овсу (по 1 јединка). По понављањима, највише еклодираних имага током једног дана је утврђено у једном понављању на сушеној смокви, у коме је 11 имага еклодирало 26. дана након почетка експеримента.

У огледима на сушеном воћу, најмања просечна вредност максималног дневног броја еклодираних имага је забележена у огледу на вишњи (1,22 имага). Разлике између просечних вредности максималног дневног броја еклодираних имага на језграстом воћу и житима нису статистички значајне. На језграстом воћу су ове вредности варирале у опсегу од 2,58 јединки на лешнику до 3,75 јединки на бадему (Таб. 31). По понављањима, највише еклодираних имага током једног дана на језграстом воћу је утврђено у два понављања на бадему (по 7 имага). На житима, највећа просечна вредност максималне дневне бројности еклодираних имага је регистрована у огледу на тритикалеу (2,42 имага). По понављањима, највише еклодираних имага током једног дана на житима је утврђена у два понављања на просу, у којима је по пет имага еклодирало након 41., односно 43. дана. У огледу на СЛП, просечна вредност максималног дневног броја еклодираних имага је износила 2,75 јединки и ова вредност се статистички значајно

разликује само у односу на вредност на сушеној смокви (Таб. 31). По понављањима, највише еклодираних имага током једног дана на СЛП је забележено у два понављања, у којима је након 23., односно 24. дана еклодирало пет имага.

Табела 31. Максималне вредности ($\mu \pm SE$) дневног броја еклодираних имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Максимална дневна бројност еклодираних имага		
	Укупно	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	2,08 ± 0,15 abc	1,17 ± 0,11 aA	1,33 ± 0,14 abcA
Сушена шљива	1,27 ± 0,14 a	1,22 ± 0,15 a	1,00
Сушена вишња	1,22 ± 0,15 a	1,00	1,43 ± 0,20 abc
Сушена малина	2,00 ± 0,23 abc	1,25 ± 0,16 aA	1,56 ± 0,24 abcA
Сушена купина	1,58 ± 0,29 ab	1,33 ± 0,14 aA	1,36 ± 0,24 abcA
Сушена јагода	1,92 ± 0,19 abc	1,18 ± 0,12 aA	1,27 ± 0,14 abA
Сушена аронија	1,58 ± 0,23 ab	1,27 ± 0,14 aA	1,20 ± 0,13 abA
Сушени гоци	2,92 ± 0,31 abc	1,58 ± 0,29 aA	1,92 ± 0,31 abcA
Сушена смоква	5,75 ± 0,97 d	3,67 ± 0,63 bA	2,42 ± 0,38 bcA
Орах	3,50 ± 0,38 bc	2,33 ± 0,31 aA	2,08 ± 0,23 abcA
Лешник	2,58 ± 0,31 abc	1,67 ± 0,22 aA	1,92 ± 0,23 abcA
Бадем	3,75 ± 0,58 c	2,33 ± 0,26 aA	2,50 ± 0,36 cA
Пшеница	2,09 ± 0,21 abc	1,36 ± 0,20 aA	1,64 ± 0,24 abcA
Раж	1,10 ± 0,10 a	1,00	1,17 ± 0,17 aA
Тритикале	2,42 ± 0,29 abc	1,27 ± 0,19 aA	1,83 ± 0,24 abcA
Јечам	1,00	1,00	1,00
Овас	1,00	1,00	1,00
Просо	2,18 ± 0,46 abc	1,50 ± 0,34 aA	1,36 ± 0,15 abcA
Крмни сирак	2,08 ± 0,31 abc	1,50 ± 0,15 aB	1,10 ± 0,10 aA
Суданска трава	2,17 ± 0,17 abc	1,42 ± 0,19 aA	1,17 ± 0,11 aA
СЛП	2,75 ± 0,45 abc	1,64 ± 0,28 aA	1,83 ± 0,24 abcA
F вредност	8,19***	5,72***	3,48***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

У огледима са већом вредношћу максималног дневног улуткавања забележена и већа вредност максималног дневног броја еклодираних имага ($r = 0,77$; $p < 0,001$). Са друге стране, у огледима у којима је дужина трајања преадултног периода била краћа, забележене су веће вредности максималног дневног броја еклодираних имага ($r = -0,42$; $p < 0,001$). У огледима где је број еклодираних имага био већи, и максимална дневна бројност еклодираних имага је била већа ($r = 0,31$; $p < 0,001$).

Максимална дневна бројност еклодираних имага према полу. Разлике у просечним вредностима максималне дневне бројности еклодираних мужјака ($F = 5,72$; $p < 0,001$) и женки ($F = 3,48$; $p < 0,001$) су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане (Таб. 31). Међу мужјацима, једино се издвајају одгајани на сушеној смокви, где је просечна вредност максималне дневне бројности еклодираних мужјака била статистички значајно већа у односу на све остале огледе, између којих није постојала статистички значајна разлика. Разлике између просечних вредности максималне дневне бројности еклодираних мужјака и женки између

понављања у истом огледу су биле статистички значајне само у огледу на крмном сирку.

На нивоу читавог експеримента, највећа просечна вредност максималног дневног броја еклодираних мужјака (3,67) и женки (2,42) је утврђена у огледу на сушеној смокви. По понављањима, највише еклодираних мужјака (у два понављања по седам мужјака) и женки (у једном понављању пет женки) током једног дана је еклодирало у огледу на сушеној смокви. Разлике између просечних вредности максималног дневног броја еклодираних мужјака и женки на језграстом воћу и житима нису статистички значајне. Међу мужјацима на језграстом воћу, ове вредности су варирале у опсегу од 1,67 јединки на лешнику, до 2,33 јединки на ораху и бадему, а међу женама од 1,92 јединке на лешнику, до 2,50 на бадему (Таб. 31). По понављањима, највише еклодираних мужјака (четири јединке) је регистровано у по два понављања на ораху и бадему, а женки (пет јединки) у једном понављању на бадему. На житима, највећа просечна вредност максималне дневне бројности еклодираних мужјака регистрована је у огледима на просу и крмном сирку (по 1,50 мужјака), а женки на тритикалеу (1,83 женке). По понављањима, највише еклодираних мужјака (четири) током једног дана је запажено у једном понављању на просу, а женки (три) у два понављања у огледима на пшеници и тритикалеу. На СЛП, просечна вредност максималног дневног броја еклодираних мужјака и женки износила је 1,64, односно 1,83 јединке, а током једног дана највише еклодираних мужјака (четири) је запажено у једном понављању, а женки (три) у по три понављања.

Период трајања еклозије имага. Разлике у периоду трајања еклозије имага су биле статистички значајне зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане ($F = 16,55$; $p < 0,001$) (Таб. 32). Генерално, период трајања еклозије имага је био значајно краћи у огледима на просоликим житима и СЛП.

На нивоу експеримента, изузев огледа на јечму (где је еклодирао један мужјак и једна женка), просечно најкраћи период еклозије имага је утврђен на крмном сирку (2,5 дана), а најдужи на сушеним гоци бобицама (48 дана) (Таб. 32). По понављањима, овај период је најдуже трајао у једном понављању на сушеним гоци бобицама (66 дана), а најкраће (један дан) у већем броју огледа у свим групама хранљивих подлога. У огледима на сушеном воћу, трајање периода еклозије имага је просечно било најкраће на ароњији (13,50 дана). Разлике између просечних вредности укупног периода трајања еклозије имага у огледима на језграстом воћу нису статистички значајне и варирају од 19,50 дана на лешнику, до 25,25 дана на бадему (Таб. 32). По понављањима, најдужи период трајања еклозије имага је износио 53 дана у једном понављању на бадему. На житима, укупан период трајања еклозије имага је био нешто краћи на просоликим у односу на стрна жита (Таб. 32), а просечно најдужи период је забележен на пшеници (26,73 дана). По понављањима, најдужи период еклозије последњег имага је забележен у једном понављању на пшеници (41 дан). На СЛП, период трајања еклозије имага је износио 8,67 дана (Таб. 32), што је после неколико огледа на житима, најкраћа забележена просечна вредност овог периода. По понављањима, опсег варирања је износио 2–16 дана.

У огледима у којима је трајање периода улуткавања било дуже, и период еклозије имага је био дужи ($r = 0,87$; $p < 0,001$). У огледима у којима је забележен већи проценат еклодираних имага, трајање еклозије имага је било дуже ($r = 0,49$; $p < 0,001$).

Табела 32. Период трајања (дани \pm SE) еклозије имага (укупно, мужјака и женки) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Период трајања еклозије (дани \pm SE)		
	Укупно	Мужјаци	Женке
Сушена јабука	29,17 \pm 1,59 ef	20,42 \pm 3,21 bcdA	18,50 \pm 3,07 bcA
Сушена шљива	16,91 \pm 4,61 abcde	14,56 \pm 4,54 abcB	1,78 \pm 0,78 aA
Сушена вишња	20,22 \pm 5,28 cde	16,29 \pm 4,35 abcA	11,29 \pm 4,19 abA
Сушена малина	14,09 \pm 2,98 abcd	11,50 \pm 3,55 abcA	10,67 \pm 2,85 abA
Сушена купина	18,50 \pm 3,21 bcde	8,75 \pm 2,59 abA	12,45 \pm 3,79 abA
Сушена јагода	18,75 \pm 3,42 cde	8,55 \pm 2,84 abA	18,00 \pm 3,18 bcB
Сушена аронија	13,50 \pm 2,32 abcd	6,73 \pm 1,79 abA	6,80 \pm 2,13 abA
Сушени гоци	48,00 \pm 3,70 g	41,33 \pm 3,50 eA	38,42 \pm 5,09 dA
Сушена смоква	36,08 \pm 4,67 fg	31,75 \pm 4,49 deA	29,83 \pm 4,80 cdA
Орах	20,50 \pm 2,30 cde	18,08 \pm 2,42 abcdA	13,42 \pm 1,73 abA
Лешник	19,50 \pm 2,09 cde	15,67 \pm 2,36 abcA	15,08 \pm 2,12 abA
Бадем	25,25 \pm 3,43 def	23,17 \pm 3,80 cdA	15,58 \pm 1,48 abA
Пшеница	26,73 \pm 2,54 def	21,00 \pm 3,12 bcdA	19,18 \pm 2,55 bcA
Раж	5,90 \pm 2,57 abc	1,00	5,33 \pm 1,98 ab
Тритикале	20,92 \pm 1,03 cde	13,18 \pm 2,79 abcA	15,42 \pm 1,57 abA
Јечам	1,00	1,00	1,00
Овас	7,75 \pm 0,75 abc	5,33 \pm 2,33 abA	4,00 \pm 3,00 abA
Просо	3,73 \pm 0,38 ab	2,40 \pm 0,43 aA	2,36 \pm 0,45 aA
Крмни сирак	2,50 \pm 0,31 a	2,08 \pm 0,34 aA	1,30 \pm 0,21 aA
Суданска трава	3,67 \pm 0,40 a	3,08 \pm 0,45 aB	1,75 \pm 0,35 aA
СЛП	8,67 \pm 1,57 abc	3,64 \pm 1,32 aA	7,25 \pm 1,53 abA
F вредност	16,55***	13,89***	12,37***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

Период трајања еклозије имага према полу. Разлике у периоду трајања еклозије мужјака ($F = 13,89$; $p < 0,001$) и женки ($F = 12,37$; $p < 0,001$) су биле статистички значајне зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане (Таб. 32). Разлике између просечних вредности периода трајања еклозије мужјака и женки одгајаних на истим хранљивим подлогама су биле статистички значајне само у огледима на шљиви, јагоди и суданској трави (Таб. 32).

На нивоу експеримента, период трајања еклозије имага оба пола је био најдужи на сушеним гоци бобицама (41,33 дана за мужјаке и 38,42 дана за женке), а најкраћи за мужјаке на ражи (један дан) и женке на крмном сирку (1,3 дана). По понављањима, овај период је био најдужи за једнике оба пола у по једном понављању на сушеним гоци бобицама, 64 дана за мужјаке, односно 66 дана за женке, док је у већем броју огледа на свим групама хранљивих подлога овај период трајао само један дан. У огледима на сушеном воћу, период трајања еклозије мужјака је просечно био најкраћи на аронији (6,73 дана), а женки на шљиви (1,78). Разлике између просечних вредности периода трајања еклозије мужјака и женки у огледима на језграстом воћу нису статистички значајне. За мужјаке је овај период просечно трајао од 15,67 дана на лешнику, до 23,17 дана на бадему, док је за женке био нешто краћи и варирао од 13,42 дана на ораху, до 15,58 дана на бадему (Таб. 32). По понављањима, овај период је био најдужи (53 дана)

за мужјаке у једном понављању на бадему, а за женке (28 дана) у једном понављању на бадему. На житима, укупан период трајања еклозије мужјака и женки је био краћи на просоликим у односу на стрна жита (Таб. 32). Најдужи просечан период трајања еклозије мужјака и женки је регистрован на пшеници (21, односно 19,18 дана). По понављањима, овај период је био најдужи у по једном понављању у огледу на пшеници за јединке оба пола, 37 дана за мужјаке и 34 дана за женке. Период трајања еклозије мужјака у огледу на СЛП је износио 3,64 дана, а женки 7,25 дана (Таб. 32). По понављањима, опсег варирања периода трајања еклозије мужјака је 1–16 дана, а женки 1–15 дана.

Моделирање динамике еклозије имага. Динамика еклозије имага *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама је моделирана применом четири генерализоване логистичке функције. Најближе прилагођавање резултата еклозије *P. interpunctella* је утврђено применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције, па су ови резултати коришћени у тумачењу динамике еклозије имага. Резултати параметара функција преостала три модела су приказани у прилозима 20–22.

Табела 33. Вредности параметара тропараметарске логистичке сигмоидне функције акумулиране еклозије имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри логистичке сигмоидне функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	0,998	98,90	0,20	25,41	25,52
Сушена шљива	0,982	91,30	0,11	24,25	25,95
Сушена вишња	0,994	100,98	0,12	30,88	30,72
Сушена малина	0,994	99,39	0,24	18,87	18,92
Сушена купина	0,994	94,72	0,21	19,91	20,45
Сушена јагода	0,993	99,59	0,20	30,49	30,53
Сушена аронија	0,986	123,92	0,14	41,47	38,66
Сушени гоци	0,983	101,70	0,09	24,90	24,55
Сушена смоква	0,982	102,96	0,06	3,46	2,53
Орах	0,967	97,56	0,32	5,62	5,78
Лешник	0,964	99,97	0,19	10,05	10,05
Бадем	0,985	98,35	0,25	10,59	10,73
Пшеница	0,991	96,91	0,22	11,51	11,80
Раж	0,976	96,10	0,24	8,26	8,60
Тритикале	0,991	101,76	0,22	13,89	13,73
Просо	0,996	102,16	0,93	3,80	3,76
Крмни сирак	0,994	101,66	1,21	3,82	3,79
Суданска трава	0,998	102,88	0,85	6,01	5,94
СЛП	0,985	93,93	1,02	2,66	2,79

R^2 – коефицијент детерминације модела;

a – асимптота функције;

b – нагиб растућег дела криве који указује на уједначеност еклозије имага;

m – тачка превоја криве која указује на период трајања еклозије имага;

T50 – време (у данима) од појаве првог имага до тренутка потребног да еклодира 50% имага;

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Применом модела тропараметарске логистичке сигмоидне функције моделиране су вредности процентуалне акумулиране еклозије имага у функцији времена (праћено на дневном нивоу од дана еклозије првог имага), и утврђена вредност T50 (време

потребно да еклодира 50% имага). Резултати добијених параметара приказани су у Табели 33 и на Графику 18. У свим испитиваним хранљивим подлогама, акумулирана еклозија је показала блиско прилагођавање тропараметарској логистичкој сигмоидној функцији ($R^2 > 0,96$).

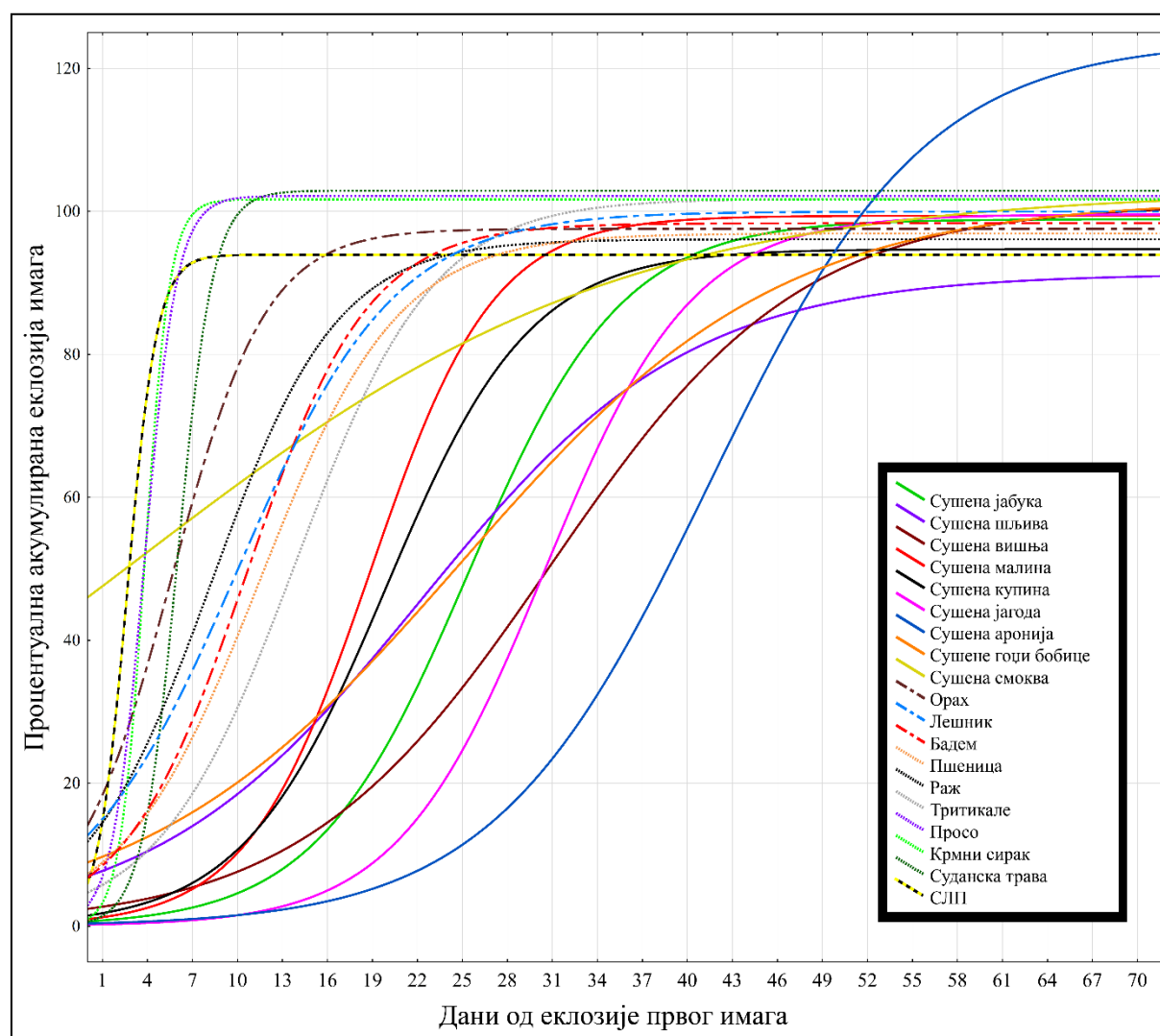


График 18. Процентуална акумулирана еклозија имага (y-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама, у функцији времена од еклозије првог имага (x-оса), добијена применом тропараметарске логистичке функције:
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Еклозија имага је била далеко бржа на СЛП, просоликим житима и језграстом воћу у односу на стрна жита и сушено воће (Таб. 33, Граф. 18). На нивоу експеримента, вредност T50 је била најнижа за имага на сушеним смоквама, у којима је 2,53 дана након еклозије првог имага забележена еклозија половине јединки, док је највећа вредност T50 утврђена за имага на сушеној аронији (38,66 дана). У огледима на сушеном воћу најнижа T50 је утврђена на малини (18,92 дана). На језграстом воћу, T50 вредности су биле ниске и варирале су од 5,78 дана на ораху, до 10,73 дана на бадему. У огледима на житима, половина имага је брже еклодирала на просоликим, него на стрним житима. Најмање времена је било потребно јединкама одгајаним на просу (3,76 дана), а највише на тритикалеу (13,73 дана) (Таб. 33). Уопште, T50 је било значајно брже на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,60$; $p < 0,01$) и пепела ($r = -0,48$; $p < 0,05$).

Вредности параметра b указују да ли је еклозија имага била временски уједначена. Највећа вредност b била је у огледу на крмном сирку, а најмања на сушеној смокви. На сушеном воћу, вредности b су биле међу најнижима, што указује на ниску уједначеност еклозије имага (Таб. 33). На језграстом воћу већа вредност b је утврђена на ораху и бадему (0,32, односно 0,25), а најмања на лешнику ($b = 0,19$). У огледима на житима најуједначенија еклозија је утврђена на просоликим житима (b од 0,85 на суданској трави, до 1,21 на крмном сирку). На стрним житима еклозија је слабије уједначена (Таб. 33).

Период трајања еклозије имага је генерално био најдужи у огледима на сушеном воћу, а најкраћи на СЛП ($m = 2,66$), о чему говоре вредности параметра m (Таб. 33). На сушеном воћу је био најдужи на аронији ($m = 41,47$), а најкраћи на смокви ($m = 3,46$); на језграстом воћу најкраћи на ораху ($m = 5,62$), а најдужи на бадему ($m = 10,59$); на житима најдужи на тритикалеу ($m = 13,89$), а најкраћи на просу ($m = 3,8$). Уопште период трајања еклозије имага је био значајно краћи на подлогама које се одликују већим садржајем протеина ($r = -0,71$; $p < 0,001$) и масти ($r = -0,61$; $p < 0,01$).

Моделирање динамике еклозије мужјака. Динамика еклозије мужјака *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама је моделирана применом четири генерализоване логистичке функције. Најближе прилагођавање резултата еклозије мужјака *P. interpunctella* је утврђено применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције, па су ови резултати коришћени у тумачењу динамике еклозије мужјака. Резултати параметара функција преостала три модела су приказани у прилозима 23-25.

Применом модела тропараметарске логистичке сигмоидне функције моделиране су вредности процентуалне акумулиране еклозије мужјака у функцији времена (праћено на дневном нивоу од дана еклозије првог мужјака), и утврђена вредност T50 (време потребно да еклодира 50% мужјака). Резултати добијених параметара приказани су у Табели 34 и на Графику 19. У свим испитиваним хранљивим подлогама, акумулирана еклозија мужјака је показала блиско прилагођавање тропараметарској логистичкој сигмоидној функцији ($R^2 > 0,93$).

Еклозија мужјака је била далеко бржа на сушеној смокви, СЛП и просоликим житима у односу на остале групе испитиваних хранљивих подлога (Таб. 34, Граф. 19). На нивоу експеримента, вредност T50 је била најнижа за мужјаке у огледу на сушеним смоквама, где је првог дана еклозије мужјака забележена еклозија више од половине јединки мушког пола, док је највећа вредност T50 утврђена за мужјаке на сушеној аронији (41,05 дана). На језграстом воћу, T50 вредности су биле ниске и варирале су од 6,05 дана на ораху, до 10,84 дана на бадему. У огледима на житима, половина мужјака је брже еклодирала на просоликим, него на стрним житима. Најмање времена је било потребно јединкама одгајаним на просу (2,86 дана), а највише на пшеници (13,17 дана) (Таб. 34). Уопште, T50 је било значајно брже на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,59$; $p < 0,01$) и пепела ($r = -0,47$; $p < 0,05$).

Вредности параметра b указују да ли је еклозија мужјака била временски уједначена. Највећа вредност b била је у огледу на СЛП (1,17), а најмања на сушеној смокви (0,06). На сушеном воћу, вредности b су биле међу најнижима, што указује на ниску уједначеност еклозије мужјака (Таб. 34). На језграстом воћу већа вредност b је утврђена на ораху и бадему (по 0,24), а најмања на лешнику ($b = 0,17$). У огледима на житима најуједначенија еклозија је утврђена на просоликим житима (b од 0,82 на суданској трави, до 1,24 на крмном сирку). На стрним житима еклозија је слабије уједначена (Таб. 34). Уједначеност еклозије мужјака је била значајно већа на подлогама које се одликују већим садржајем пепела ($r = 0,62$; $p < 0,01$).

Табела 34. Вредности параметара тропараметарске логистичке сигмоидне функције акумулиране еклозије мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Пол	Параметри логистичке сигмоидне функције				T50
		R^2	a	b	t	
Сушена јабука	Мужјаци	0,998	99,86	0,21	18,45	18,47
	Женке	0,996	97,90	0,18	25,34	25,57
Сушена шљива	Мужјаци	0,981	110,63	0,09	26,97	24,83
	Женке	0,971	93,92	0,16	15,55	16,38
Сушена вишња	Мужјаци	0,985	95,06	0,14	25,19	25,94
	Женке	0,982	106,73	0,12	24,41	23,37
Сушена малина	Мужјаци	0,990	97,83	0,31	20,48	20,63
	Женке	0,984	98,53	0,23	12,12	12,25
Сушена купина	Мужјаци	0,994	101,02	0,20	16,00	15,90
	Женке	0,987	90,08	0,22	18,01	19,01
Сушена јагода	Мужјаци	0,973	95,61	0,27	14,20	14,53
	Женке	0,991	104,02	0,17	31,75	31,30
Сушена аронија	Мужјаци	0,972	112,93	0,19	42,24	41,05
	Женке	0,989	144,91	0,12	30,81	25,47
Сушени гоци	Мужјаци	0,977	103,40	0,09	24,47	23,71
	Женке	0,986	99,92	0,10	25,26	25,28
Сушена смоква	Мужјаци	0,984	102,15	0,06	-0,57	-1,24
	Женке	0,975	102,69	0,06	7,20	6,38
Орах	Мужјаци	0,939	97,80	0,24	5,86	6,05
	Женке	0,984	97,26	0,42	5,48	5,61
Лешник	Мужјаци	0,948	99,96	0,17	9,82	9,82
	Женке	0,965	101,95	0,20	8,24	8,04
Бадем	Мужјаци	0,984	97,41	0,24	10,61	10,84
	Женке	0,976	98,61	0,25	8,38	8,49
Пшеница	Мужјаци	0,992	96,50	0,20	12,81	13,17
	Женке	0,992	94,23	0,26	10,22	10,68
Раж	Мужјаци	0,956	261,65	0,13	18,06	7,29
	Женке	0,946	99,62	0,17	7,85	7,89
Тритикале	Мужјаци	0,991	108,22	0,17	12,76	11,86
	Женке	0,992	102,07	0,24	13,26	13,09
Просо	Мужјаци	0,993	103,92	0,83	2,95	2,86
	Женке	0,998	103,82	0,93	3,73	3,65
Крмни сирак	Мужјаци	0,992	100,79	1,24	3,83	3,81
	Женке	0,984	110,03	1,02	2,94	2,76
Суданска трава	Мужјаци	0,997	103,71	0,82	6,34	6,25
	Женке	0,996	106,15	0,89	3,57	3,44
СЛП	Мужјаци	0,997	95,83	1,17	2,82	2,90
	Женке	0,966	90,66	0,98	2,45	2,66

R^2 – коефицијент детерминације модела;

a – асимптота функције;

b – нагиб растућег дела криве који указује на уједначеност еклозије мужјака или женки;

t – тачка превоја криве која указује на период трајања еклозије мужјака или женки;

T50 – време (у данима) од појаве првог имага до тренутка потребног да еклодира 50% мужјака или женки;

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

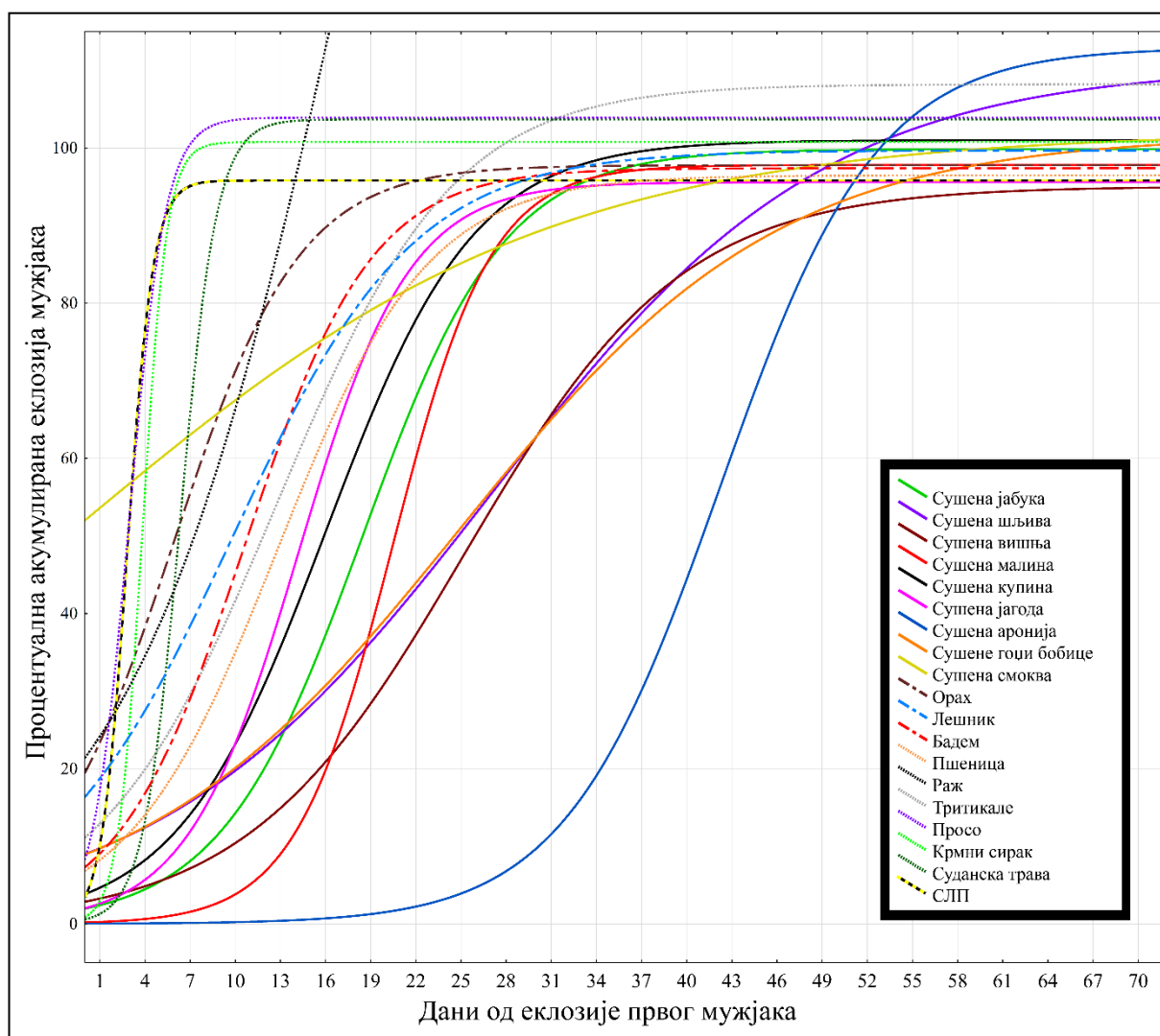


График 19. Процентуална акумулирана еклозија мужјака (y-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама у функцији времена од еклозије првог мужјака (x-оса), добијена применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције. СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Период трајања еклозије мужјака је генерално био најдужи у огледима на сушеном воћу, а најкраћи на СЛП ($m = 2,82$), о чему говоре вредности параметра m (Таб. 34). На сушеном воћу је био најдужи на аронији ($m = 42,24$), а најкраћи на смокви ($m = -0,57$); на језграстом воћу најкраћи на ораху ($m = 5,86$), а најдужи на бадему ($m = 10,62$); на житима најдужи на ражи ($m = 18,06$), а најкраћи на просу ($m = 2,95$). Уопште период трајања еклозије мужјака је био значајно краћи на подлогама које се одликују већим садржајем протеина ($r = -0,53$; $p < 0,05$).

Моделирање динамике еклозије женки. Динамика еклозије женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама је моделирана применом четири генерализоване логистичке функције. Најближе прилагођавање резултата еклозије женки *P. interpunctella* је утврђено применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције, па су ови резултати коришћени у тумачењу динамике еклозије мужјака. Резултати параметара функција преостала три модела су приказани у прилозима 26-28.

Применом модела тропараметарске логистичке сигмоидне функције моделиране су вредности процентуалне акумулиране еклозије женки у функцији времена (праћено

на дневном нивоу од дана еклозије прве женке), и утврђена вредност T50 (време потребно да еклодира 50% женки). Резултати добијених параметара приказани су у Табели 34 и на Графику 20. У свим испитиваним хранљивим подлогама, акумулирана еклозија женки је показала блиско прилагођавање тропараметарској логистичкој сигмоидној функцији ($R^2 > 0,94$).

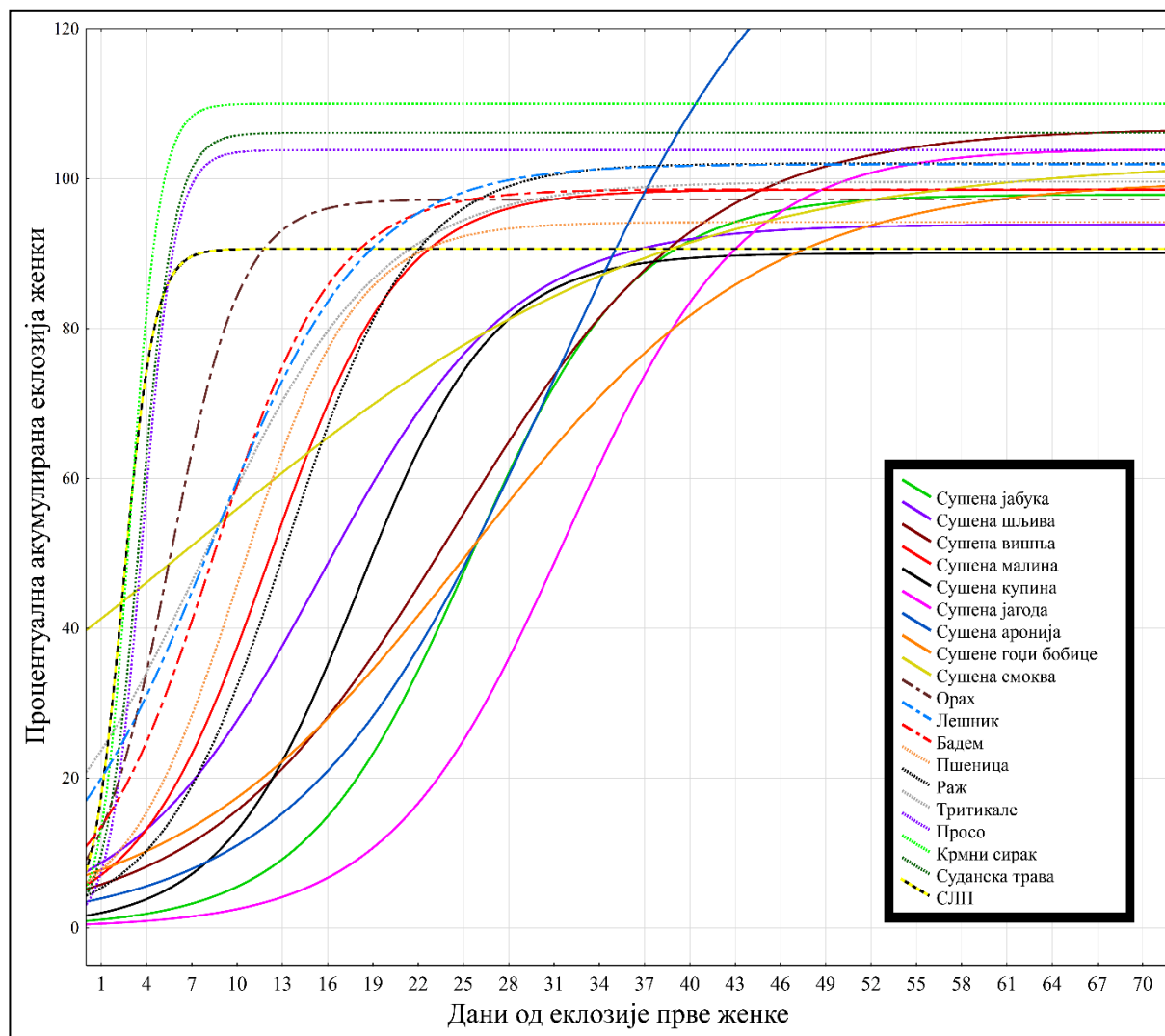


График 20. Процентуална акумулирана еклозија женки (у-оса) *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама у функцији времена од еклозије прве женке (х-оса), добијена применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Еклозија женки је била далеко бржа на СЛП и просоликим житима у односу на остале групе хранљивих подлога (Таб. 34, Граф. 20). На нивоу експеримента, вредност T50 је била најнижа за женке на СЛП, у којем је 2,66 дана након еклозије прве женке забележена еклозија половине женки, док је највећа вредност T50 утврђена за женке на сушеној јагоди (31,3 дана). У огледима на сушеном воћу, најнижа T50 вредност еклозије женки је утврђена на смокви (6,38 дана). На језграстом воћу, T50 вредности су биле ниске и варираше су од 5,61 дана на ораху, до 8,49 дана на бадему. У огледима на житима, половина женки је брже еклодирала на просоликим, него на стрним житима. Најмање времена је било потребно женкама одгајаним на крмном сирку (2,76 дана), а највише на тритикалеу (13,09 дана). Уопште, T50 је било значајно брже на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,72$; $p < 0,001$) и пепела ($r = -0,73$; $p < 0,001$).

Вредности параметра b указују да ли је еклозија женки била временски уједначена. Највећа вредност b била је у огледу на крмном сирку (1,02), а најмања на сушеној смокви (0,06). На сушеном воћу, вредности b су биле међу најнижима, што указује на ниску уједначеност еклозије женки (Таб. 34). На језгастом воћу највећа вредност b је утврђена на ораху ($b = 0,42$), а најмања на лешнику ($b = 0,2$). У огледима на житима најуједначенија еклозија је утврђена на просоликим житима (b од 0,89 на суданској трави, до 1,02 на крмном сирку). На стрним житима еклозија је слабије уједначена (Таб. 34). Уједначеност еклозије женки је била значајно већа на подлогама које се одликују већим садржајем протеина ($r = 0,57$; $p < 0,05$) и пепела ($r = 0,69$; $p < 0,001$).

Период трајања еклозије женки је генерално био најдужи у огледима на сушеном воћу, а најкраћи на СЛП ($m = 2,45$), о чему говоре вредности параметра m (Таб. 34). На сушеном воћу је био најдужи на јагоди ($m = 31,75$), а најкраћи на смокви ($m = 7,2$); на језгастом воћу најкраћи на ораху ($m = 5,48$), а најдужи на бадему ($m = 8,38$); на житима најдужи на тритикалеу ($m = 13,26$), а најкраћи на крмном сирку ($m = 2,94$). Уопште период трајања еклозије женки је био значајно краћи на подлогама које се одликују већим садржајем протеина ($r = -0,72$; $p < 0,001$) и пепела ($r = -0,70$; $p < 0,001$).

4.2.5. Дужина живота имага

Резултати дужине живота имага *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су приказани у Табели 35, а утврђене разлике на нивоу експеримента су биле статистички значајне ($F = 29,28$; $p < 0,001$). Просечно су најкраће живела имага одгајана на стрним житима, затим на сушеном и језгастом воћу, док су најдуже живела имага на просоликим житима.

На нивоу експеримента, просечно су најдуже живела имага на просу (8,24 дана), а најкраће на пшеници (4,97 дана) (Таб. 35). По јединкама гледано, најдуже (15 дана) је живело пет имага у огледу на сушеним гоци бобицама, а најкраће (два дана) по један имаго у огледима на сушеној шљиви и смокви и два имага на пшеници. У огледима на сушеном воћу, имага су просечно најкраће живела на јабуци (5,5 дана), а најдуже на аронији (6,80 дана). На језгастом воћу најкраће су живела имага са бадема (6,81 дан), а најдуже са ораху (7,70 дана), али се ове вредности статистички значајно не разликују. По јединкама гледано, у све три врсте језгастог воћа јединке су најкраће живеле три дана, а најдуже (14 дана) по једна женка на ораху и бадему (Таб. 35). Имага са просоликим жита су живела значајно дуже у односу на имага са стрних жита. По јединкама гледано, на житима је најдуже (10 дана) живео један имаго на ражи, три имага на просу и четири имага на суданској трави. У огледу на СЛП, имага су просечно живела 5,62 дана, а по јединкама гледано, вредности дужине живота имага су варирали у опсегу 2–10 дана (Таб. 35).

Табела 35. Дужина живота имага (дани \pm SE) *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Укупно			Мужјаци			Женке		
	N	Опсег	Дужина живота	N	Опсег	Дужина живота	N	Опсег	Дужина живота
Сушена јабука	119	3-9	5,50 \pm 0,11 ab	53	3-8	5,25 \pm 0,15 abA	66	4-9	5,71 \pm 0,15 abcdB
Сушена шљива	28	2-11	6,36 \pm 0,41 bcd	18	2-10	5,78 \pm 0,50 abcdA	10	5-11	7,40 \pm 0,62 cdeA
Сушена вишња	33	4-11	6,64 \pm 0,32 bcdef	15	4-10	6,93 \pm 0,44 cdefghA	18	4-11	6,39 \pm 0,45 abcdeA
Сушена малина	51	3-9	5,92 \pm 0,22 abc	23	3-7	5,39 \pm 0,27 abA	28	4-9	6,36 \pm 0,31 abcdeB
Сушена купина	74	3-9	5,65 \pm 0,16 ab	35	3-8	5,63 \pm 0,19 abcdA	39	3-9	5,67 \pm 0,24 abcA
Сушена јагода	66	3-12	5,65 \pm 0,21 ab	29	3-10	5,52 \pm 0,32 abcA	37	3-12	5,76 \pm 0,28 abcdA
Сушена аронија	50	4-12	6,80 \pm 0,26 cdefg	28	4-11	6,93 \pm 0,30 cdefghA	22	4-12	6,64 \pm 0,47 bcdeA
Сушени гоци	192	3-15	6,59 \pm 0,18 bcde	96	3-15	6,57 \pm 0,21 abcdefA	96	3-15	6,60 \pm 0,29 abcdeA
Сушена смоква	162	2-13	6,01 \pm 0,16 abc	87	3-13	6,22 \pm 0,23 abcdeA	75	2-13	5,76 \pm 0,23 abcdA
Орах	206	3-14	7,70 \pm 0,12 efgh	99	3-12	8,09 \pm 0,15 ghB	107	4-14	7,34 \pm 0,19 cdeA
Лешник	160	3-13	7,37 \pm 0,15 defgh	79	3-12	7,29 \pm 0,20 efghA	81	3-13	7,44 \pm 0,24 deA
Бадем	172	3-14	6,81 \pm 0,16 cdefg	91	3-11	7,03 \pm 0,19 defghA	81	4-13	6,56 \pm 0,25 abcdeA
Пшеница	115	2-9	4,97 \pm 0,12 a	50	2-8	5,14 \pm 0,17 aA	65	3-9	4,85 \pm 0,17 aA
Раж	17	4-10	6,47 \pm 0,39 bcd	6	4-10	6,67 \pm 0,80 bcdefgA	11	4-9	6,36 \pm 0,45 abcdeA
Тритикале	107	3-9	4,98 \pm 0,11 a	43	3-8	5,12 \pm 0,17 aA	64	3-9	4,89 \pm 0,14 abA
Јечам	2	5-7	6,00 \pm 1,00	1	7	7,00	1	5	5,00
Овас	8	4-7	5,63 \pm 0,32	5	4-6	5,40 \pm 0,40	3	5-7	6,00 \pm 0,58
Просо	42	6-10	8,24 \pm 0,15 h	22	6-10	8,41 \pm 0,20 hA	20	6-10	8,05 \pm 0,22 eA
Крмни сирак	51	6-9	7,76 \pm 0,12 fgh	37	6-9	7,81 \pm 0,15 fghA	14	7-9	7,64 \pm 0,17 eA
Суданска трава	67	6-10	7,90 \pm 0,12 gh	43	6-10	7,86 \pm 0,16 fghA	24	6-10	7,96 \pm 0,19 eA
СЛП	91	2-10	5,62 \pm 0,16 ab	42	3-10	6,05 \pm 0,22 abcdeB	49	2-9	5,24 \pm 0,22 abA
F вредност			29,28***			19,56***			12,33***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога. N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Bonferroni тест); *** – $p < 0,001$.

Вредности са различитим великим словом у оквиру истог реда се статистички значајно разликују на основу *t*-теста, за ниво поверења од 95%.

4.2.5.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину живота имага

Имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила сушеним воћем су живела дуже на подлогама које садрже више протеина ($r = 0,20$; $p < 0,05$) и пепела ($r = 0,27$; $p < 0,01$) (Таб. 36), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале. Имага која су се као ларве храниле језграстим воћем су живела дуже на ораху и лешнику, који садрже више масти ($r = 0,65$; $p < 0,001$), укупних ($r = 0,58$; $p < 0,001$) и директно редукујућих шећера ($r = 0,51$; $p < 0,001$), а мање угљених хидрата ($r = -0,62$; $p < 0,001$), влаге ($r = -0,62$; $p < 0,001$), протеина ($r = -0,49$; $p < 0,01$) и пепела ($r = -0,64$; $p < 0,001$) него бадем (Таб. 36). На житу су дуже живела имага гајена на просу, крмном сирку и суданској трави, које садрже више протеина ($r = 0,60$; $p < 0,001$), масти ($r = 0,66$; $p < 0,001$), пепела ($r = 0,66$; $p < 0,001$) и скроба ($r = 0,24$; $p < 0,01$), а мање угљених хидрата ($r = -0,53$; $p < 0,001$) и влаге ($r = -0,71$; $p < 0,001$).

Табела 36. Зависност дужине живота имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Дужина живота имага		
	Сушено воће	Језграсто воће	Жита
Садржај влаге	0,12 нз	-0,62 ***	-0,71 ***
Садржај пепела	0,27 **	-0,64 ***	0,66 ***
Садржај укупних протеина	0,20 *	-0,49 **	0,60 ***
Садржај укупних масти	0,14 нз	0,65 ***	0,66 ***
Садржај укупних угљених хидрата	0,03 нз	-0,62 ***	-0,53 ***
Садржај укупних шећера	-0,14 нз	0,58 ***	–
Садржај директно редукујућих шећера	-0,13 нз	0,51 **	–
Садржај скроба	–	–	0,24 **
Садржај укупних фенолних једињења	0,14 нз	0,61 ***	0,58 ***
Садржај укупних флавоноида	0,35 ***	0,59 ***	0,59 ***
Садржај укупних танина	0,17 нз	0,62 ***	0,57 ***

r вредност; *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; нз – $p > 0,05$.

Разлике у дужини живота имага *P. interpunctella* одгајених на сушеном и језграстом воћу, житима и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, одређене су анализом главних компоненти (РСА), и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 2,96; РС2: 1,63), које објашњавају највећи део варијабилности модела (РС1 – 49,40%; РС2 – 27,24%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 21). Формирању прве компоненте значајно доприносе садржај влаге (-0,85), масти (0,83), протеина (0,74), угљених хидрата (-0,70) и дужина живота имага (0,59), док садржај пепела (-0,85), угљених хидрата (-0,64) и протеина (-0,58) значајно доприносе формирању друге компоненте.

Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој оси (РС1), на основу разлика у садржају масти, протеина и дужини живота имага, који су позиционирани у позитивном сегменту прве осе, као и садржаја угљених хидрата и влаге, позиционираних у негативном сегменту прве осе (Граф. 21).

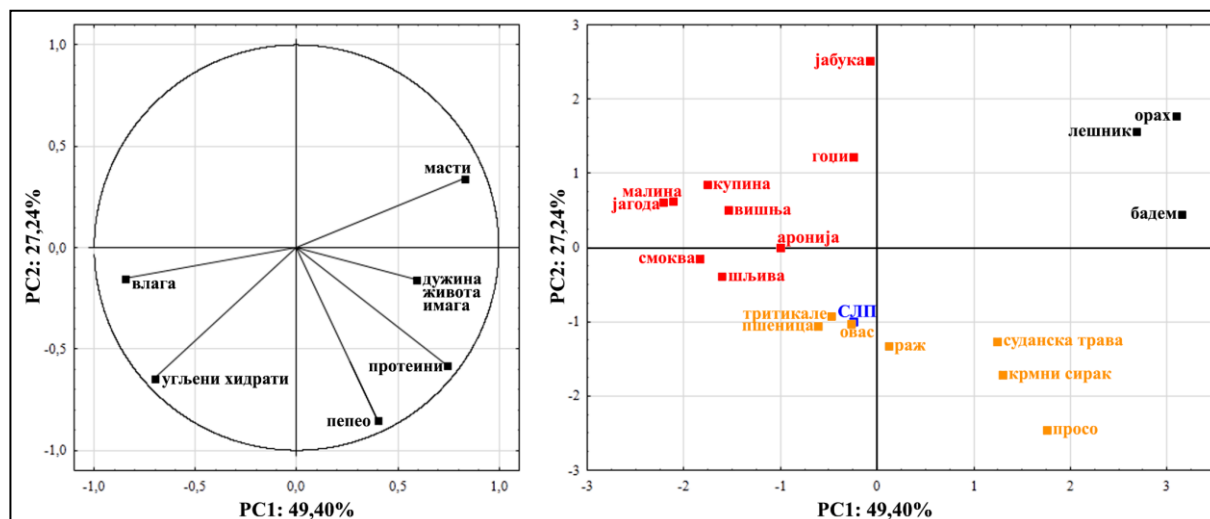


График 21. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине живота имага *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 21 је видљиво издвајање језграстог воћа и просоликих жита у позитивном, а сушеног воћа, СЛП и већине стрних жита у негативном сегменту прве осе. Орех, лешник и бадем се од осталих подлога одвајају по високом садржају масти и протеина, ниском садржају влаге и угљених хидрата, а имага гајена на овим подлогама су живела дуго. Живот имага гајених на три врсте просоликих жита (које се одликују великим садржајем протеина и пепела) је био дужи у односу на имага гајена на другим хранљивим подлогама. Са друге стране, стрна жита се одвајају у негативном делу прве осе зато што садрже значајно мање протеина, а више угљених хидрата од просоликих жита, и имага са њих су живела краће. Сво сушено воће се од осталих подлога одваја на основу кратког живота имага, а одликује га високи садржај угљених хидрата и влаге, а ниски садржај масти и протеина.

4.2.5.2. Утицај секундарних метаболита на дужину живота имага

Имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила сушеним воћем су живела дуже на подлогама које садрже више укупних флавоноида ($r = 0,35$; $p < 0,001$) (Таб. 36), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и танина нису утицале. Имага која су се као ларве храниле језграстим воћем и житима су живела дуже на оним врстама (орех и лешник; крмним сирак и суданска трава) које садрже већу количину све три групе испитиваних секундарних метаболита (Таб. 36).

Разлике у дужини живота имага *P. interpunctella* која су се хранила одабраним врстама сушеног и језграстог воћа, жита и СЛП у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита, одређене су анализом главних компоненти (PCA), а утврђена је једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (PC1: 2,28), која објашњава 56,94% варијабилности модела. Формирању ове компоненте значајно доприносе садржаји укупних фенолних једињења (0,91), флавоноида (0,88), танина (0,55) и дужина живота имага (0,61). Карактеристична вредност друге компоненте износи 0,94 и она објашњава 23,57% варијабилности испитиваног модела. У анализама се користе компоненте чија је сопствена вредност већа од 1, па је утицај секундарних метаболита на дужину живота имага утврђен само путем анализе корелационе зависности. Гене-

рално, имага су живела дуже ако су одгајана на подлогама које садрже веће количине укупних фенолних једињења ($r = 0,42$; $p < 0,001$) и флавоноида ($r = 0,42$; $p < 0,001$).

4.2.5.3. Дужина живота имага мушког пола

Разлике у дужини живота мужјака *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су на нивоу експеримента статистички значајне ($F = 19,56$; $p < 0,001$) (Таб. 35). По категоријама подлога, просечно су најкраће живели мужјаци са стрних жита, а најдуже са просоликих жита. На нивоу експеримента, најдуже су живели мужјаци одгајани на просу (8,41 дан), а најкраће на тритикалеу (5,12 дана). По јединкама гледано, најдуже је живео један мужјак у огледу на гоци бобицама (15 дана), а најкраће по један мужјак у огледима на пшеници, сушеној шљиви и смокви (два дана).

У огледима на сушеном воћу, мужјаци су просечно најкраће живели на јабуци (5,25 дана), а најдуже на вишњи (6,93 дана) и аронији (6,93 дана). Мужјаци одгајени на језграстом воћу су живели дуже у односу на оне на сушеном воћу. Најкраће су живели мужјаци одгајени на бадему (7,03 дана), дуже на лешнику (7,29 дана), а најдуже на ораху (8,09 дана), али се ове вредности статистички значајно не разликују. По јединкама гледано, на језграстом воћу су најкраће (три дана) живели по један мужјак на ораху и лешнику, и четири мужјака на бадему, док су најдуже (по 12 дана) живела два мужјака на ораху и један мужјак на лешнику (Таб. 35). На житима, мужјаци су живели значајно дуже у огледима на просоликим, у односу на стрна жита. По јединкама гледано, најдуже (10 дана) је живео један мужјак одгајен на ражи, два на просу и три на суданској трави. У огледу на СЛП, мужјаци су просечно живели 6,05 дана, са опсегом варирања 3–10 дана (Таб. 35).

4.2.5.4. Дужина живота имага женског пола

Разлике у дужини живота женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су на нивоу експеримента статистички значајне ($F = 12,33$; $p < 0,001$) (Таб. 35). По категоријама подлога, просечно су најкраће живеле женке са стрних жита, а најдуже са просоликих жита. На нивоу експеримента, најдуже су живеле женке одгајане на просу (8,05 дана), а најкраће на пшеници (4,85 дана). Гледано по јединкама, најдуже је живело пет женки у огледу на сушеним гоци бобицама (15 дана), а најкраће једна женка на сушеној смокви (два дана).

У огледима на сушеном воћу, женке су просечно најкраће живеле на купини (5,67 дана), а најдуже на шљиви (7,4 дана). Женке одгајане на језграстом воћу су живели дуже у односу на оне одгајане на сушеном воћу, али та разлика углавном није статистички значајна. Најкраће су живеле женке одгајане на бадему (6,56 дана), дуже на ораху (7,34 дана), а најдуже на лешнику (7,44 дана), али се ове вредности статистички значајно не разликују. Гледано по јединкама, најкраће (три дана) је живела једна женка одгајана на лешнику, а најдуже (14 дана) једна женка одгајана на ораху (Таб. 35). На житима, женке су живеле значајно дуже на просоликим у односу на стрна жита. Најкраће (три дана) је живело осам женки одгајених на пшеници и шест женки на тритикалеу, док је најдуже (10 дана) живела по једна женка на просу и суданској трави (Таб. 35). У огледу на СЛП, женке су просечно живеле 5,24 дана, што је после огледа са пшеницом и тритикалеом најкраћа дужина живота женки. Вредности дужине живота женки у огледу на СЛП су варирале у опсегу 2–9 дана (Таб. 35).

4.2.5.5. Разлике у дужини живота имага мушког и женског пола

У највећем броју огледа, разлике у дужини живота мужјака и женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама се нису статистички значајно разликовале (Таб. 35, Граф. 22).

У већини огледа на сушеном воћу, изузев на вишњи, аронији и смокви, женке су просечно живеле дуже од мужјака (Таб. 35, Граф. 22), али је статистички значајна разлика утврђена само у огледима на јабуци ($p = 0,034$) и малини ($p = 0,025$). На језграстом воћу, мужјаци су просечно живели дуже од женки у огледима на ораху и бадему (Таб. 35, Граф. 22), али је значајна разлика утврђена само у огледу на ораху ($p = 0,002$). На житима, у свим огледима изузев на суданској трави, мужјаци су живели дуже од женки, али без статистички значајне разлике (Таб. 35; Граф. 22). Мужјаци одгајани на СЛП су просечно живели статистички значајно дуже од женки ($p = 0,012$).

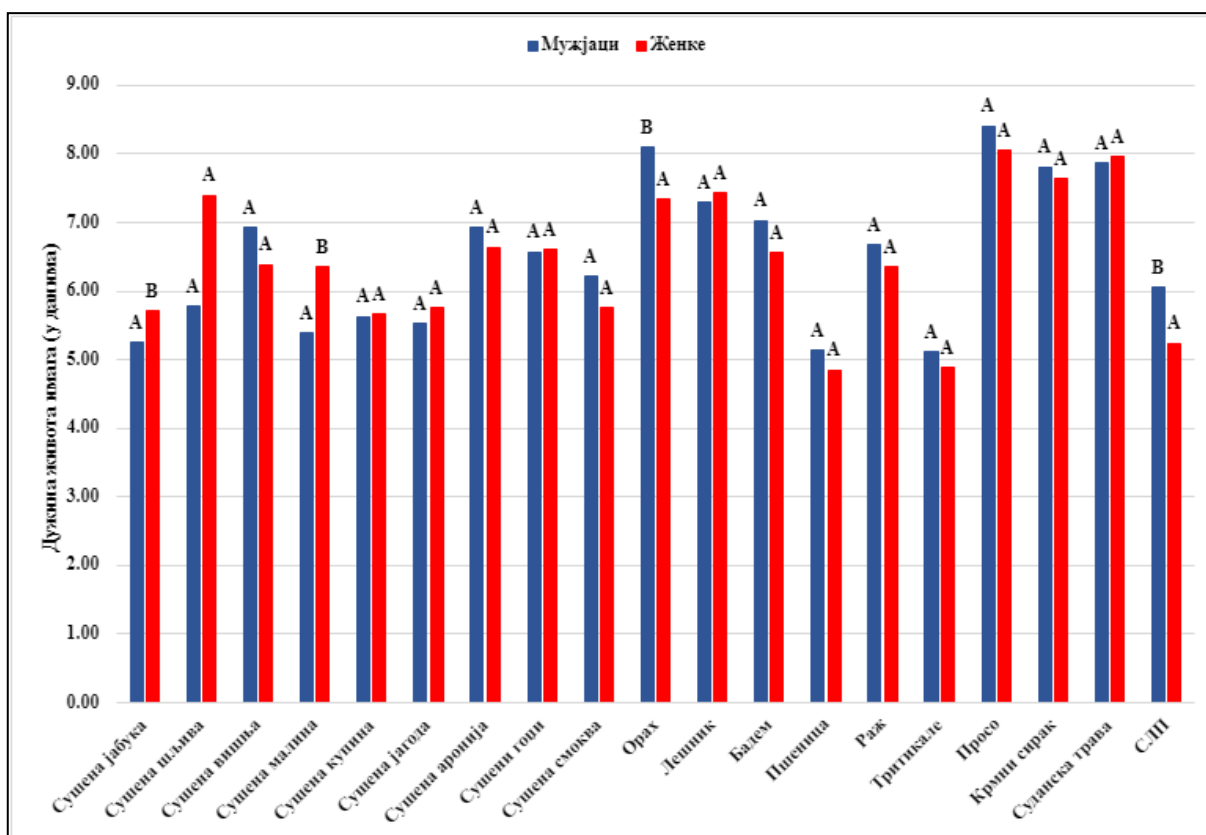


График 22. Дужина живота имага мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине живота мужјака и женки одгајених на истој хранљивој подлози означене различитим великим словом се статистички значајно разликују, на основу t -теста за независне узорке, за ниво поверења од 95%.

4.2.5.6. Парење имага

Женке и мужјаци *P. interpunctella* старости до 24 часова, којима је било омогућено спаривање, спаривали су се убрзо након што су пренети у посуде за спаривање. Све спарене женке су полагале јаја, што значи да су достигле полну зрелост.

Временски период од тренутка преноса неспарених имага у посуде за спаривање до тренутка њиховог спаривања, означава се као прекопулациони период. Резултати

просечне дужине прекопулационог периода спариваних имага *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су приказани у Табели 37 и на Графику 23.

Поређења нису вршена за огледе на сушеним шљивама, ражи и овсу, због малог броја спарених имага. Разлике у дужини прекопулационог периода су велике, али је статистички значајна само између огледа на ораху у односу на оне на сушеној купини, јагоди и лешнику, као и на бадему у односу на лешник и сушену купину (Таб. 37). Непостојање статистички значајних разлика у већем броју поређења је резултат велике дисперзије појединачних вредности дужине прекопулационог периода, што се огледа кроз високе вредности стандардне грешке и опсега варирања појединачних дужина прекопулационог периода (Таб. 37).

Табела 37. Дужина прекопулационог периода (секунде \pm SE) спариваних имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	N	Варирање	Прекопулациони период
Сушена јабука	32	19,35-3305,72	505,11 \pm 111,62 abc
Сушена шљива	4	8,97-160,80	56,10 \pm 35,67
Сушена вишња	8	269,64-1599,70	746,15 \pm 194,31 abc
Сушена малина	12	34,27-3712,43	726,43 \pm 320,83 abc
Сушена купина	20	43,99-6750,64	1474,63 \pm 387,35 c
Сушена јагода	18	31,85-5474,35	1127,89 \pm 280,97 bc
Сушена аронија	13	4,66-2780,75	356,39 \pm 205,89 a
Сушени гоци	59	7,58-7356,97	857,24 \pm 195,11 abc
Сушена смоква	51	22,59-3189,67	626,85 \pm 108,37 abc
Орах	34	9,00-1381,00	220,06 \pm 55,28 a
Лешник	32	35,00-7441,00	1288,00 \pm 279,08 c
Бадем	38	22,00-2645,00	363,71 \pm 100,12 ab
Пшеница	33	20,29-5010,34	1210,62 \pm 269,02 abc
Раж	3	13,47-34,51	21,17 \pm 6,70
Тритикале	37	2,38-6946,85	1056,07 \pm 239,00 abc
Овас	1	23,87	23,87
СЛП	34	6,00-2222,00	414,88 \pm 87,18 abc
χ^2 вредност			48,19***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

N – број парова.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Dunn-Bonferroni post hoc тест); *** - $p < 0,001$.

У огледима на сушеном воћу најкраћа просечна дужина прекопулационог периода је за имага одгајена на шљиви (56,10 s), где су свега четири пара копулирала, а најдуже на купини (1474,63 s), што је уједно и најдуже просечно трајање прекопулационог периода на нивоу експеримента (Таб. 37). Гледано по паровима, у огледу на аронији један пар се спарио након свега 4,66 s, док је најдужи прекопулациони период имао један пар у огледу на гоци бобицама (7356,97 s).

На језграстом воћу, трајање прекопулационог периода је статистички значајно дуже у огледу на лешнику (1288,00 s) у односу на орах (220,06 s) и бадем (363,71 s) (Таб. 37). Гледано по паровима, најбрже се спарио један пар на ораху (9,00 s), а најспорије један пар на лешнику (7441,00 s), што је уједно и најдуже појединачно трајање прекопулационог периода на нивоу експеримента.

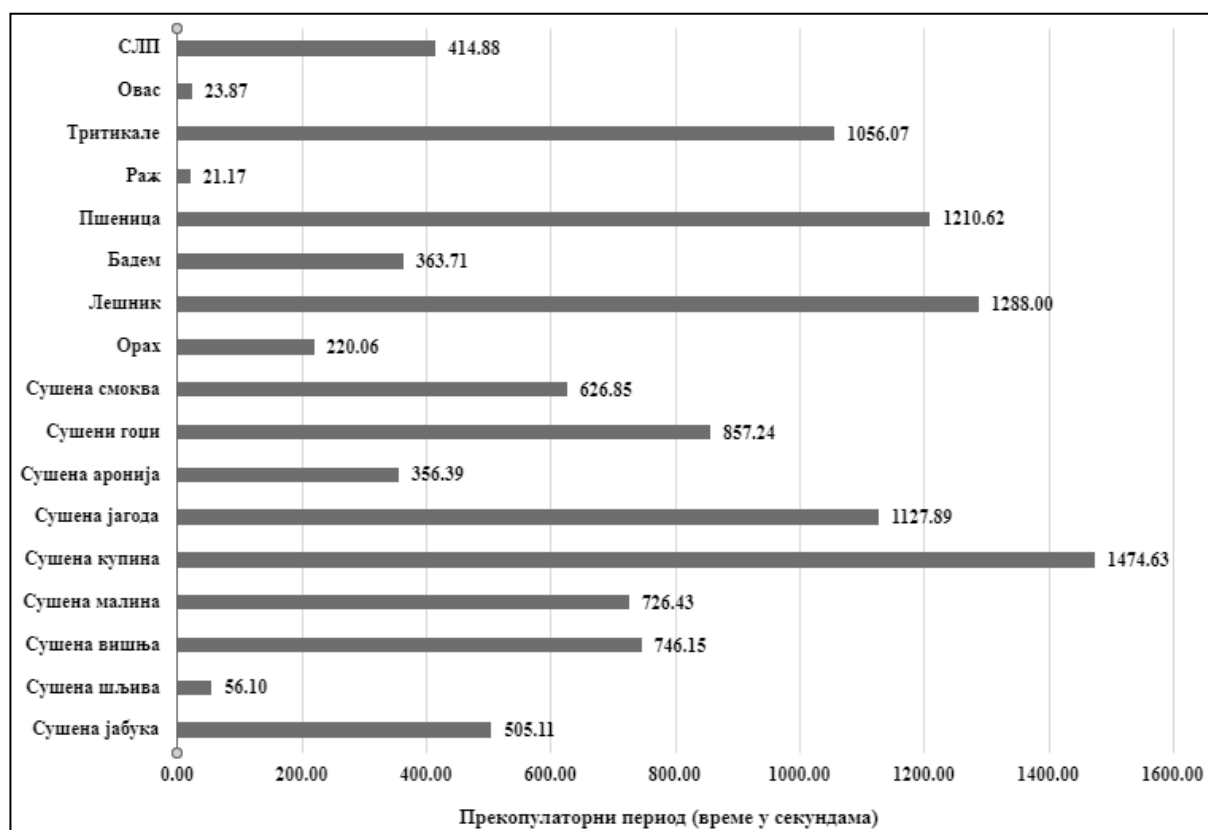


График 23. Разлике у дужини прекопулационог периода спарених имага *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

На житима, дужина прекопулационог периода је утврђена само за имага одгајана на стрним житима. Најкраћа просечна дужина је у огледу на ражи (21,17 s), али је у овом огледу спарено свега три пара имага (Таб. 37). Трајање прекопулационог периода је било дуже у огледима на тритикалеу (1056,07 s) и пшеници (1210,62 s). Гледано по паровима, најбрже се спарио један пар имага са тритикалеа (2,38 s), што је уједно и најкраће појединачно трајање прекопулаторног периода на нивоу експеримента, а и најдуже је такође за пар са тритикалеа (6946,85 s).

4.2.5.7. Разлике у дужини живота спарених и неспарених мужјака

Разлике у дужини живота спарених ($F = 16,82$; $p < 0,001$) и неспарених ($F = 6,46$; $p < 0,001$) мужјака *P. interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама су на нивоу експеримента статистички значајне (Таб. 38). По категоријама производа, и спарени и неспарени мужјаци су просечно најкраће живели када преадултно одгајани на стрним житима, затим на сушеном и језграстом воћу, а најдуже на просоликим житима (Таб. 38). Разлике у дужини живота између спарених и неспарених мужјака *P. interpunctella* преадултно одгајаних на истој хранљивој подлози, приказани су на Графику 24. На нивоу експеримента, спарени мужјаци су најкраће живели када су преадултно одгајани на сушеној јагоди (4,78 дана), а неспарени на тритикалеу (5 дана). И спарени и неспарени мужјаци су просечно најдуже живели када су преадултно одгајани на просу (8,45 дана, односно 8,36 дана).

Табела 38. Утицај парења на дужину живота имага (дани \pm SE) *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Мужјаци				Женке			
	N	Спарени	N	Неспарени	N	Спарене	N	Неспарене
Сушена јабука	32	5,13 \pm 0,17 ab	21	5,43 \pm 0,29 ab	32	5,03 \pm 0,15 abc	34	6,35 \pm 0,21 ab
Сушена шљива	4	6,20 \pm 0,49 abcde	13	5,62 \pm 0,68 abc	4	6,25 \pm 0,63 cd	5	8,17 \pm 0,83 ab
Сушена вишња	8	5,88 \pm 0,48 abcd	7	8,14 \pm 0,46 cd	8	5,25 \pm 0,45 abc	10	7,30 \pm 0,60 ab
Сушена малина	12	5,50 \pm 0,36 abcd	11	5,27 \pm 0,43 ab	12	5,33 \pm 0,40 abc	16	7,13 \pm 0,34 ab
Сушена купина	20	5,30 \pm 0,21 abc	15	6,07 \pm 0,32 abcd	20	4,85 \pm 0,24 abc	19	6,53 \pm 0,34 ab
Сушена јагода	18	4,78 \pm 0,22 a	11	6,73 \pm 0,62 abcd	18	4,89 \pm 0,25 abc	19	6,58 \pm 0,42 ab
Сушена аронија	13	7,08 \pm 0,43 defgh	15	6,80 \pm 0,43 abcd	13	5,92 \pm 0,35 bc	9	7,67 \pm 0,96 ab
Сушени гоци	59	5,90 \pm 0,16 abcd	37	7,65 \pm 0,42 bcd	59	5,07 \pm 0,13 abc	37	9,05 \pm 0,51 b
Сушена смоква	51	5,57 \pm 0,20 abcd	36	7,14 \pm 0,43 abcd	51	5,00 \pm 0,17 abc	24	7,36 \pm 0,47 ab
Орах	34	7,91 \pm 0,21 fgh	64	8,19 \pm 0,20 cd	34	6,06 \pm 0,20 c	72	7,99 \pm 0,23 ab
Лешник	32	6,97 \pm 0,24 cdefgh	46	7,52 \pm 0,29 abcd	32	6,13 \pm 0,32 cd	48	8,31 \pm 0,27 ab
Бадем	38	6,50 \pm 0,24 bcdefg	53	7,42 \pm 0,27 abcd	38	5,37 \pm 0,20 abc	43	7,60 \pm 0,38 ab
Пшеница	33	5,09 \pm 0,24 ab	18	5,22 \pm 0,24 ab	33	4,21 \pm 0,12 a	33	5,50 \pm 0,27 a
Раж	3	6,33 \pm 0,33 abcdef	3	7,00 \pm 1,73 abcd	3	5,00 \pm 0,58 abc	8	6,88 \pm 0,48 ab
Тритикале	37	5,14 \pm 0,17 ab	6	5,00 \pm 0,73 a	37	4,43 \pm 0,03 ab	27	5,52 \pm 0,24 a
Овас	1	4,00	4	6,00	1	6,00	2	6,00 \pm 1,00
Просо	11	8,45 \pm 0,28 h	10	8,36 \pm 0,31 d	11	8,20 \pm 0,36 e	10	7,90 \pm 0,28 ab
Крмни сирак	12	7,75 \pm 0,22 efgh	25	7,84 \pm 0,20 bcd	12	7,67 \pm 0,19 de	2	7,50 \pm 0,50 ab
Суданска трава	15	8,07 \pm 0,27 gh	28	7,75 \pm 0,20 bcd	15	8,00 \pm 0,26 e	9	7,89 \pm 0,26 ab
СЛП	34	6,03 \pm 0,25 abcd	7	6,14 \pm 0,26 abcd	34	4,74 \pm 0,20 abc	14	6,40 \pm 0,45 ab
F вредност		16,82***		6,46***		17,58***		6,42***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога. N – број јединки.

Вредности дужине живота мужјака и женки означене различитим малим словом у оквиру исте колоне статистички се значајно разликују на основу Tukey's HSD теста, за ниво поверења од 95%; *** - $p < 0,001$.

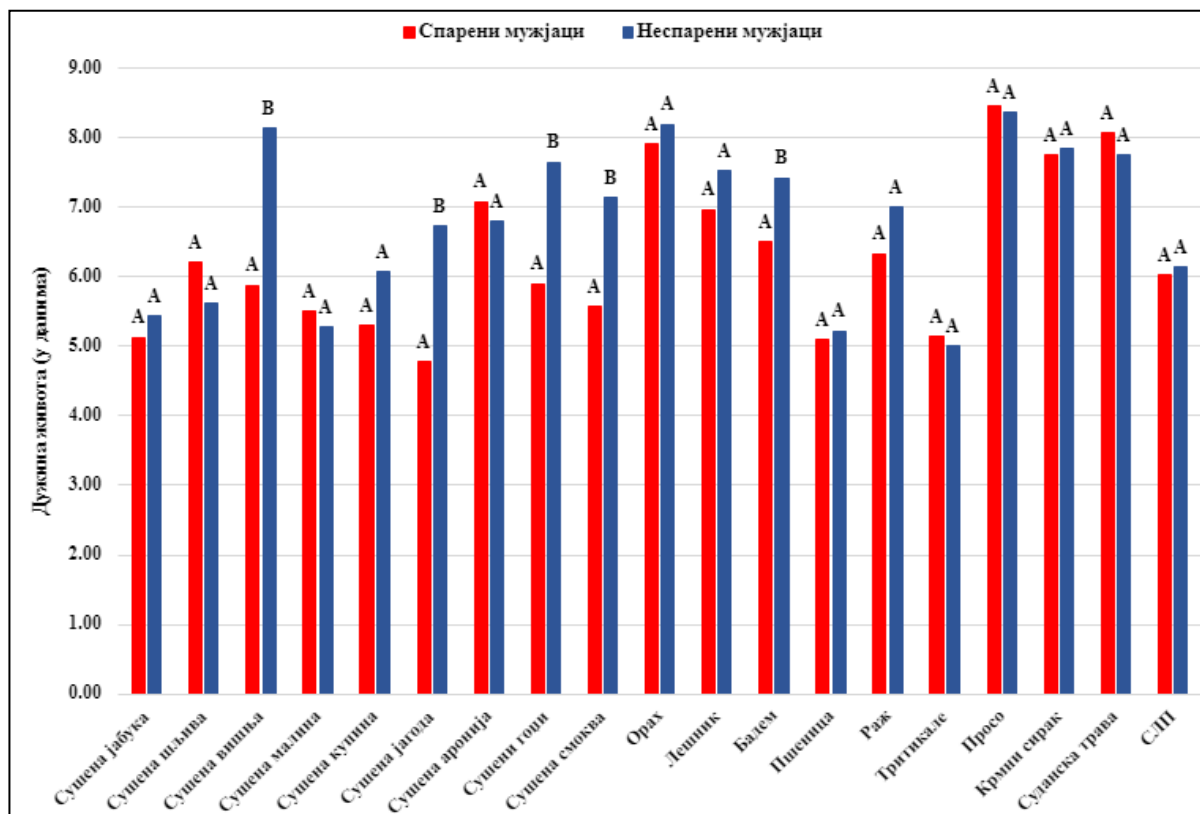


График 24. Утицај парења на дужину живота мужјака *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине живота спарених и неспарених мужјака одгајаних на истој хранљивој подлози означене различитим великим словом се статистички значајно разликују на основу *t*-теста за независне узорке, за ниво поверења од 95%.

У огледима на сушеном воћу, међу спареним мужјацима просечно су најдуже живели преадултно одгајани на аронији (7,08 дана), а међу неспаренима на вишњи (8,14 дана). На шест од девет врста сушеног воћа неспарени мужјаци су живели дуже од спарених, али је значајна разлика утврђена у огледима на вишњи, јагоди, гоџи бобицама и смокви, где су неспарени мужјаци живели статистички значајно дуже (Граф. 24). И спарени и неспарени мужјаци преадултно одгајани на језграстом воћу су просечно живели дуже у односу на одгајане на сушеном воћу (Таб. 38). И спарени и неспарени мужјаци су најкраће живели са бадема (6,50, односно 7,42 дана), а најдуже са ораха (7,91, односно 8,19 дана), али се ове вредности статистички значајно не разликују. На све три врсте језграстог воћа, неспарени мужјаци су живели дуже од спарених, али статистички значајно дуже само у огледу на бадему (Граф. 24). У огледима на житима је просечна дужина живота спарених и неспарених мужјака била значајно дужа у просоликим него стрним (Таб. 38). Међу спареним мужјацима просечно су најкраће живели они са пшенице (5,09 дана). Разлике између дужине живота спарених и неспарених мужјака одгајаних на истој врсти жита се нису статистички значајно разликовале, и биле су мање изражене у односу на сушено и језграсто воће (Граф. 24). У огледу на СЛП спарени мужјаци су просечно живели мало краће од неспарених (6,03 односно 6,14 дана), али та разлика није статистички значајна (Таб. 38). Спарени мужјаци из овог огледа су живели просечно краће од оних на просоликим житима и ораћу, и није уочено да постоји разлика у односу на остале хранљиве подлоге. Просечна дужина живота неспарених мужјака одгајених на СЛП се није статистички значајно разликовала од утврђених вредности на другим тестираним хранљивим подлогама (Таб. 38).

4.2.5.8. Разлике у дужини живота спарених и неспарених женки

Разлике у дужини живота спарених ($F = 17,58$; $p < 0,001$) и неспарених ($F = 6,42$; $p < 0,001$) женки *P. interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама су на нивоу експеримента статистички значајне (Таб. 38). По категоријама производа, и спарене и неспарене женке су просечно најкраће живеће када преадултно одгајане на стрним житима, а најдуже на просоликим житима (Таб. 38). Разлике у дужини живота између спарених и неспарених женки *P. interpunctella* преадултно одгајаних на истој хранљивој подлози, приказани су на Графику 25. На свим хранљивим подлогама, изузев просоликим жита, неспарене женке су живеће статистички значајно дуже у односу на спарене.

На нивоу експеримента, и спарене (4,21 дана) и неспарене (5,5 дана) женке су најкраће живеће када су преадултно одгајане на пшеници. Најдуже су живеће спарене женке преадултно одгајане на просу (8,2 дана), а неспарене на сушеним гоци бобицама (9,05 дана).

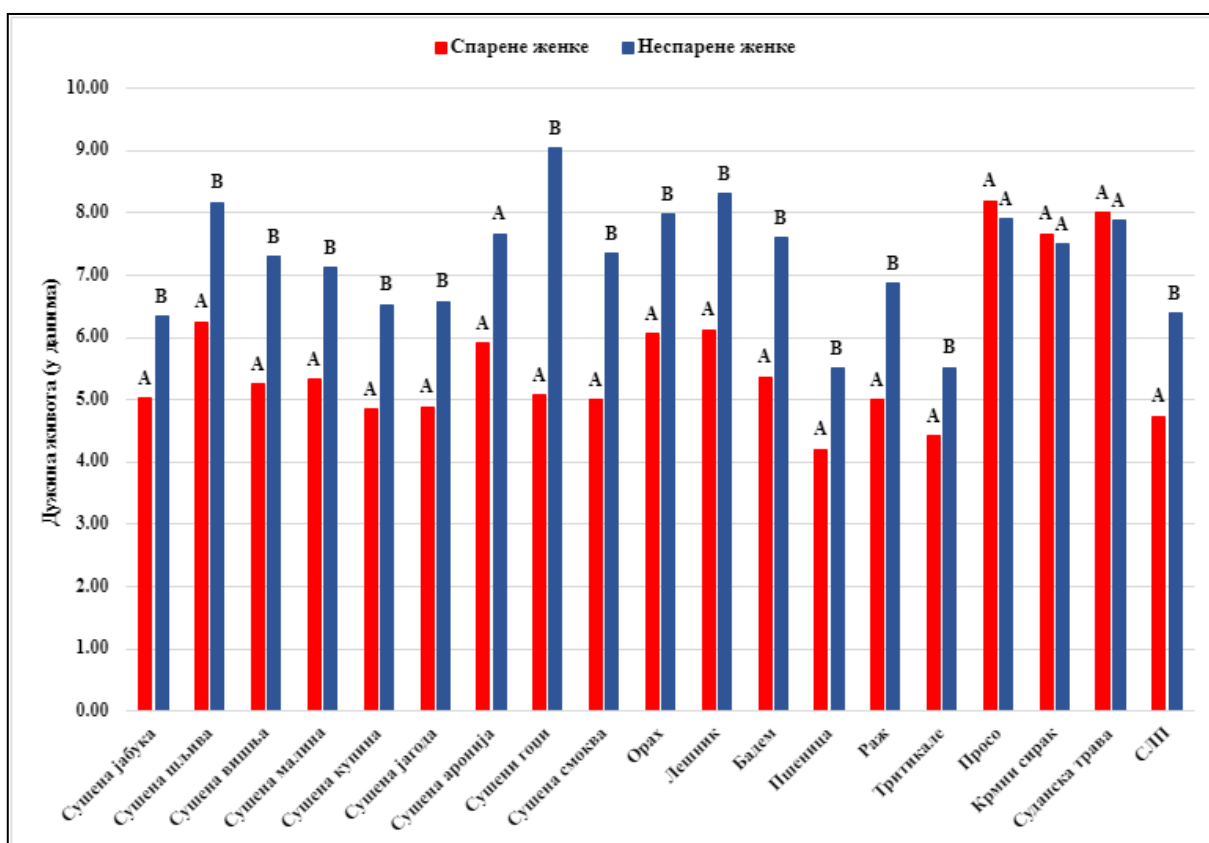


График 25. Утицај парења на дужину живота женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине живота спарених и неспарених мужјака одгајаних на истој хранљивој подлози означене различитим великим словом се статистички значајно разликују на основу *t*-теста за независне узорке, за ниво поверења од 95%.

Разлике у просечној дужини живота спарених и неспарених женки преадултно одгајаних на сушеном воћу нису биле статистички значајне (Таб. 38). Међу спареним женкама просечно су најкраће живеће преадултно одгајане на купини (4,85 дана), а најдуже на шљиви (6,25 дана), а међу неспаренима најкраће на јабуци (6,35 дана).

И спарене и неспарене женке преадултно одгајане на језграстом воћу су просечно живеље дуже у односу на одгајане на сушеном воћу, али те разлике нису статистички значајне (Таб. 38). И спарене и неспарене женке су најкраће живеље са бадема (5,37, односно 7,60 дана), а најдуже са лешника (6,13 односно 8,31 дан), али се ове вредности статистички значајно не разликују. У огледима на житима је просечна дужина живота спарених и неспарених женки била значајно дужа у просоликим него стрним (Таб. 38). Међу неспареним женкама просечно су најдуже оне са проса (7,90 дана). У огледу на СЛП спарене женке су просечно живеље статистички значајно краће од неспарених (4,74 према 6,40 дана) (Граф. 25). Спарене женке са СЛП су живеље просечно краће само у односу на оне са просоликих жита, док се просечна дужина живота неспарених женки није статистички значајно разликовала од вредности на другим тестираним хранљивим подлогама (Таб. 38).

4.2.5.9. Разлике у дужини живота спарених мужјака и женки

Утицај парења на разлике у дужини живота између спарених мужјака и спарених женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су приказани у Табели 38 и на Графику 26. На нивоу експеримента, изузев огледа на сушеној шљиви и јагоди, спарени мужјаци су просечно живеље дуже од спарених женки, и то статистички значајно дуже у огледима на сушеној аронији и гоци бобицама, језграстом воћу, стрним житима и СЛП. У осталим огледима, није било статистички значајних разлика.

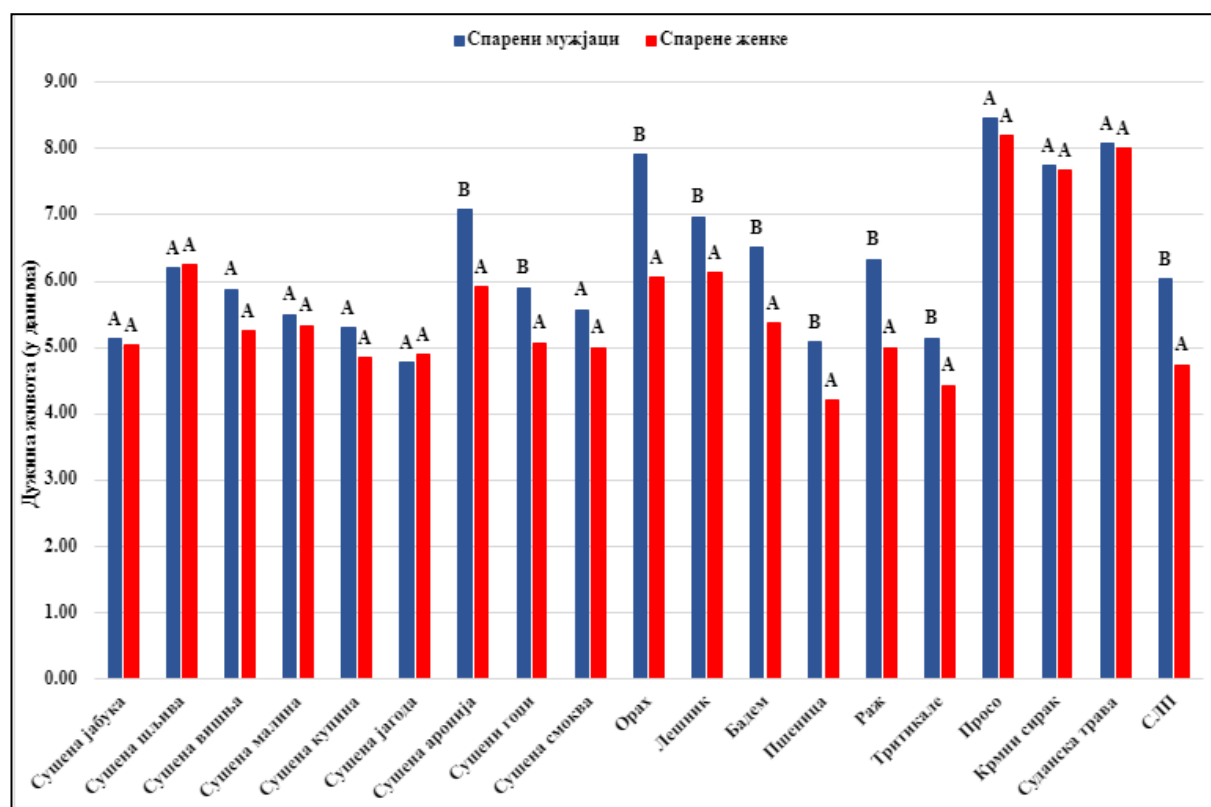


График 26. Утицај парења на разлике у дужини живота спарених мужјака и женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајаних на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине живота спарених мужјака и женки одгајаних на истој хранљивој подлози означене различитим великим словом се статистички значајно разликују на основу *t*-теста за независне узорке, за ниво поверења од 95%.

4.2.5.10. Разлике у дужини живота неспарених мужјака и женки

Утицај парења на разлике у дужини живота између неспарених мужјака и неспарених женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама су приказани у Табели 38 и на Графику 27. У већини огледа, неспарене женке су живеле нешто дуже од неспарених мужјака, али је статистички значајна разлика утврђена само у огледима на сушеној јабуци, шљиви, малини и гоци бобицама (Граф. 27).

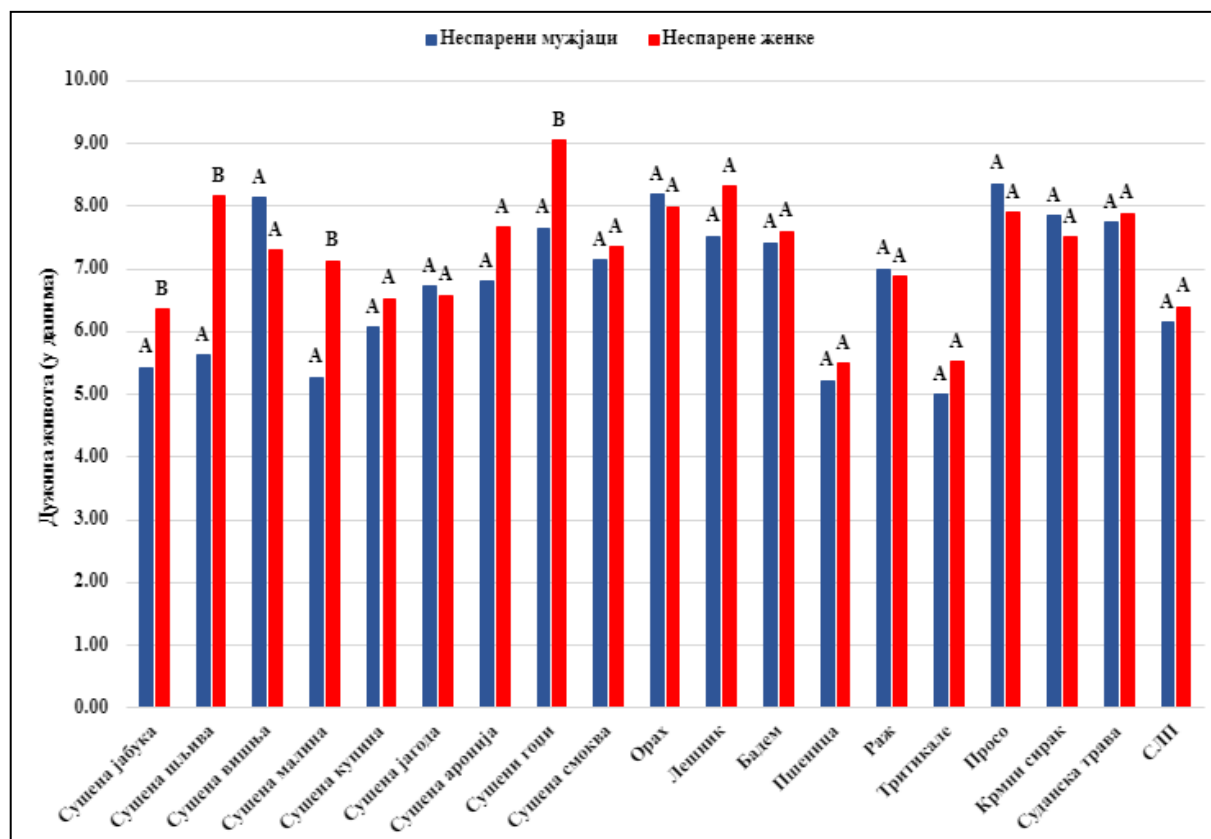


График 27. Утицај парења на разлике у дужини живота неспарених мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине живота неспарених мужјака и женки одгајаних на истој хранљивој подлози означене различитим великим словом се статистички значајно разликују на основу *t*-теста, за ниво поверења од 95%.

4.2.6. Овипозициони период

Под овипозиционим периодом се подразумева период живота имага током којег женка полаже јаја. Праћен је за сваку спарену женку, свакодневно, од првог дана након спаривања до њеног угинућа. Све спарене женке су полагале јаја након парења, што значи да су достигле полну зрелост и биле фертилне.

У оквиру овипозиционог периода регистровани су: почетак, трајање и динамика овипозиције, број положених јаја (фекундитет), дневно учешће женки у овипозицији, као и утицај исхране на фекундитет.

4.2.6.1. Почетак овипозиције

Под почетком овипозиције се подразумева период од дана еклозије женке до дана када су констатована прва јаја која је она положила. Разлике у временском периоду од парења до почетка овипозиције су статистички значајне ($\chi^2 = 57,28$; $p < 0,001$), а резултати су приказани у Табели 39. Све спарене женке су овипозицију започеле у прва четири дана након парења, изузев оних са овса, где је једина спарена женка овипозицију започела два дана након парења (Граф. 28). Са изузетком огледа на сушеној малини и пшеници, више од половине женки је започело овипозицију у року од 24 часа након спаривања (Таб. 39, Граф. 28).

Табела 39. Почетак овипозиције (дани \pm SE) спарених женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	N	Варирање	Почетак овипозиције	Процент женки који је започео овипозицију (изражено у %)			
				1. дан	2. дан	3. дан	4. дан
Сушена јабука	32	1-4	1,69 \pm 0,15 ab	50,0	34,4	12,5	3,1
Сушена шљива	4	1-2	1,25 \pm 0,25 ab	75,0	25,0	–	–
Сушена вишња	8	1-2	1,38 \pm 0,18 ab	62,5	37,5	–	–
Сушена малина	12	1-2	1,75 \pm 0,13 b	25,0	75,0	–	–
Сушена купина	20	1-2	1,30 \pm 0,11 ab	70,0	30,0	–	–
Сушена јагода	18	1-3	1,33 \pm 0,14 ab	72,2	22,2	5,6	–
Сушена аронија	13	1	1,00 \pm 0,00 a	100,0	–	–	–
Сушени гоци	59	1-4	1,51 \pm 0,10 ab	62,7	25,4	10,2	1,7
Сушена смоква	51	1-4	1,33 \pm 0,09 ab	72,5	23,5	2,0	2,0
Орах	34	1-3	1,26 \pm 0,09 ab	76,5	20,6	2,9	–
Лешник	32	1-4	1,38 \pm 0,13 ab	71,9	21,9	3,1	3,1
Бадем	38	1-2	1,08 \pm 0,04 a	92,1	7,9	–	–
Пшеница	33	1-3	1,73 \pm 0,10 b	33,3	60,6	6,1	–
Раж	3	1	1,00 \pm 0,00 a	100,0	–	–	–
Тритикале	37	1-3	1,46 \pm 0,09 ab	56,8	40,5	2,7	–
Овас	1	2	2,00	–	100,0	–	–
СЛП	34	1-4	1,21 \pm 0,10 a	85,3	11,8	2,9	–

СЛП – стандардна лабораторијска подлога. N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Dunn-Bonferroni post hoc тест); $\chi^2 = 57,28$; $p < 0,001$.

Међу огледима на сушеном воћу почетак овипозиције је просечно најраније започео на аронији, где је свих 13 спарених женки почело да полаже јаја у року од 24 сата од спаривања. Просечно најкасније овипозиција је почела у огледу на малини (након 1,75 дана), где је 1/4 женки прва јаја положила у току првог дана након спаривања, а преостале 3/4 у току другог дана (Граф. 28). Изузев огледа на овсу, где је само једна женка положила јаја, женке из огледа на малини су најкасније започеле овипозиције на нивоу експеримента (Таб. 39). У свим огледима на сушеном воћу су регистроване женке које су почеле да полажу јаја у прва 24 сата након спаривања. Појединачно, најкасније су почеле по једна женка у огледима на сушеној јабуци, гоци бобицама и смокви, које су прва јаја положила тек у четвртог дану након парења (Таб. 39).

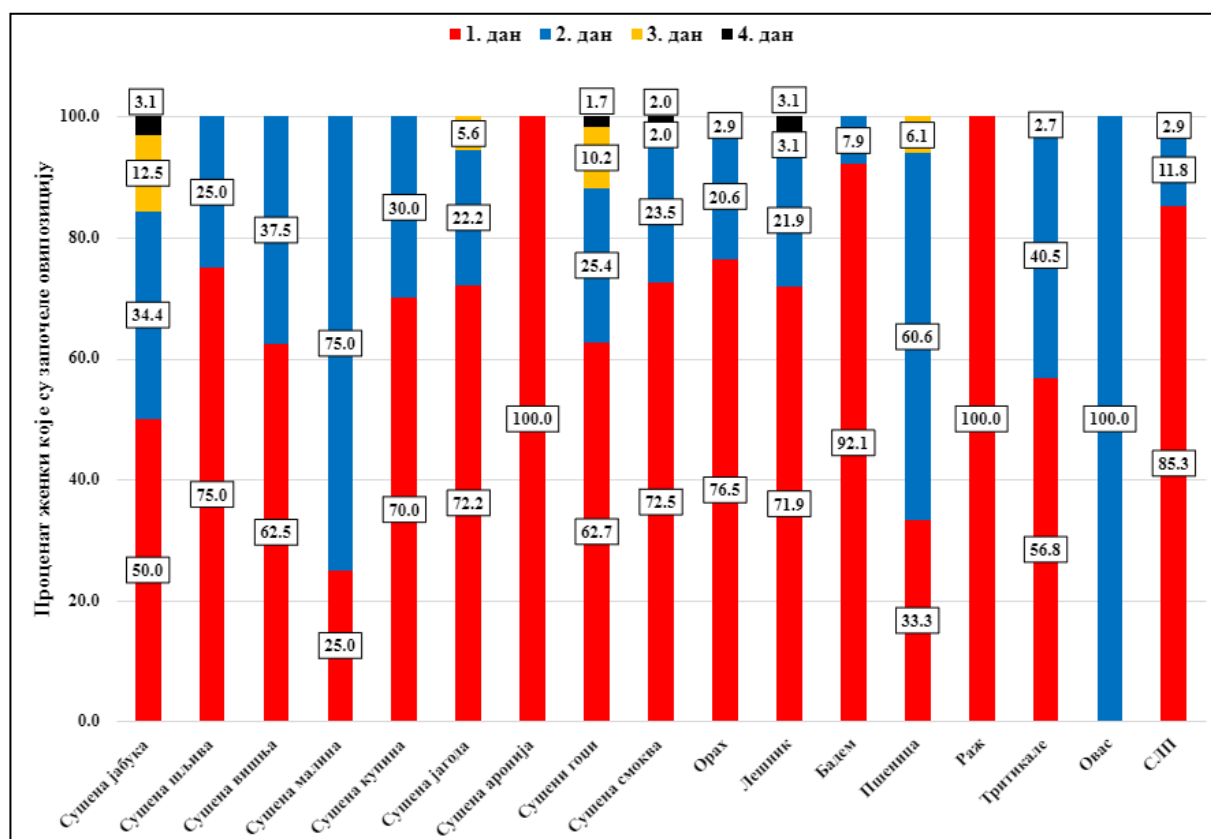


График 28. Процентуална заступљеност женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама, по данима када су започеле овипозицију.

У огледима на језграстом воћу, временски период до почетка овипозиције је варирао од 1,08 дана на бадему, до 1,38 дана на лешнику, али се ове вредности нису статистички значајно разликовале (Таб. 39). На све три врсте испитиваног језграстог воћа забележене су женке које су започеле овипозицију у прва 24 сата након спаривања, док је најдуже време било потребно једној женки са бадема, која је прва јаја положила тек у четвртном дану након парења. Међу спареним женкама у огледима на житима, све три женке на ражи су отпочеле овипозицију током првог дана након парења. Просечно најкасније су овипозицију почеле женке у огледу на пшеници (1,73 дана), с тим да су две женке са пшенице и једна са тритикалеа прва јаја положили три дана након спаривања (Таб. 39). На СЛП је женкама за почетак овипозиције просечно био потребан 1,21 дан (Таб. 39), а 85,3% женки је прва јаја положило у периоду од 24 часа након спаривања, док је најкаснији почетак регистрован за једну женку – четири дана (Граф. 28).

Женке код којих је утврђен дужи преовипозициони период касније су отпочеле овипозицију ($r = 0,19$; $p < 0,001$), као и да су женке које су живеле дуже касније отпочеле овипозицију ($r = 0,22$; $p < 0,001$).

4.2.6.2. Трајање овипозиције

Под трајањем овипозиције се подразумева временски период од дана почетка овипозиције, до последњег дана када је женка полагала јаја. Разлике у трајању овипозиције су на нивоу експеримента биле статистички значајне ($\chi^2 = 77,40$; $p < 0,001$) (Таб. 40). У свим огледима је овипозиција просечно трајала минимално три дана (Таб. 40), при чему је највећи број женки јаја полагало 3–5 дана (Граф. 29).

Табела 40. Трајање овипозиције (дани \pm SE) спарених женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	N	Варирање	Трајање овипозиције	Процент женки са трајањем овипозиције (изражено у %)									
				1 дан	2 дан	3 дан	4 дан	5 дан	6 дан	7 дан	8 дан	9 дан	10 дан
Сушена јабука	32	3-6	4,16 \pm 0,16 abc	0,0	0,0	28,1	34,4	31,3	6,3	–	–	–	–
Сушена шљива	4	4-8	5,50 \pm 0,96 c	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	25,0	0,0	25,0	–	–
Сушена вишња	8	3-7	4,38 \pm 0,53 abc	0,0	0,0	37,5	25,0	12,5	12,5	12,5	–	–	–
Сушена малина	12	2-7	3,92 \pm 0,36 abc	0,0	8,3	25,0	50,0	8,3	0,0	8,3	–	–	–
Сушена купина	20	3-8	4,15 \pm 0,25 abc	0,0	0,00	25,0	50,0	20,0	0,0	0,0	5,0	–	–
Сушена јагода	18	2-7	4,17 \pm 0,28 abc	0,0	11,1	11,1	38,9	33,3	0,0	5,6	–	–	–
Сушена аронија	13	4-8	5,23 \pm 0,36 c	0,0	0,0	0,0	38,5	23,1	23,1	7,7	7,7	–	–
Сушени гоци	59	2-7	4,07 \pm 0,14 abc	0,0	8,5	18,6	37,3	30,5	3,4	1,7	–	–	–
Сушена смоква	51	1-7	4,33 \pm 0,16 bc	2,0	2,0	17,6	31,4	37,3	5,9	3,9	–	–	–
Орах	34	2-8	4,88 \pm 0,23 c	0,0	5,9	5,9	23,5	35,3	20,6	5,9	2,9	–	–
Лешник	32	2-9	4,88 \pm 0,27 c	0,0	3,1	9,4	34,4	28,1	12,5	3,1	6,3	3,1	–
Бадем	38	1-10	4,89 \pm 0,23 c	2,6	0,0	2,6	39,5	26,3	21,1	5,3	0,0	0,0	2,6
Пшеница	33	2-5	3,18 \pm 0,13 a	0,0	18,2	48,5	30,3	3,0	–	–	–	–	–
Раж	3	3-5	3,67 \pm 0,67 abc	0,0	0,0	66,7	0,0	33,3	–	–	–	–	–
Тритикале	37	1-6	3,62 \pm 0,17 ab	2,7	8,1	37,8	29,7	18,9	2,7	–	–	–	–
Овас	1	3	3	0,0	0,0	100,0	–	–	–	–	–	–	–
СЛП	34	2-6	4,38 \pm 0,16 bc	0,0	2,9	8,8	50,00	23,5	14,7	–	–	–	–

СЛП – стандардна лабораторијска подлога; N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Dunn-Bonferroni post hoc тест); $\chi^2 = 77,40$; $p < 0,001$.

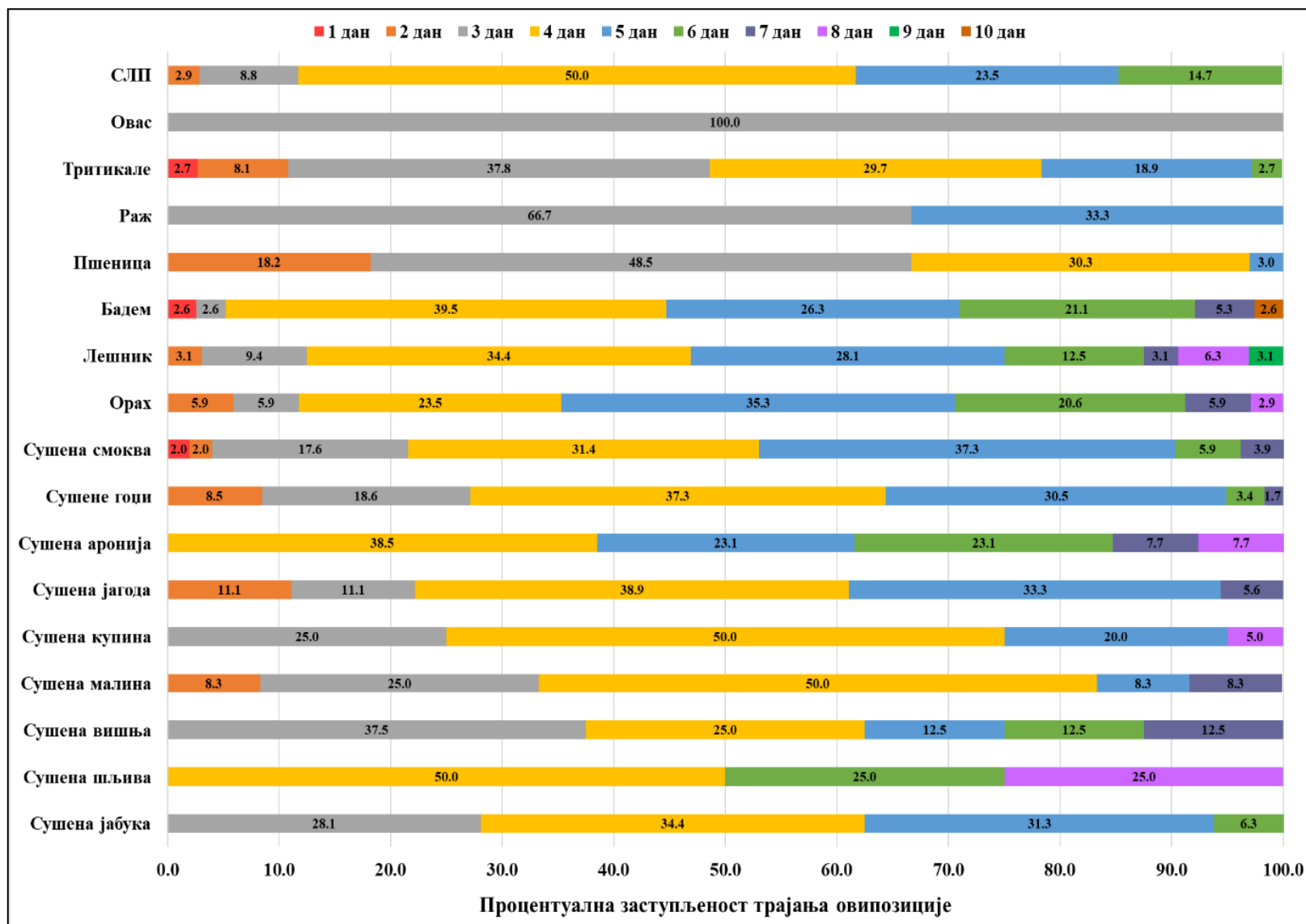


График 29. Процентуална дневна заступљеност трајања овипозиције женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Међу огледима на сушеном воћу трајање овипозиције је просечно било најкраће на малини (3,92 дана), а најдуже на шљиви (5,5 дана), што је и најдуже на нивоу експеримента. Процентуално је за највећи број женки овипозиција трајала четири дана, али ове вредности варирају од 25% у огледу на вишњи, до 50% на шљиви, малини и купини. Појединачно, најкраћу овипозицију (само један дан) је имала једна женка у огледу на смокви, док је најдужа (осам дана) утврђена код по једне женке одгајене на шљиви, купини и аронији (Таб. 40). Међу огледима на језграстом воћу просечне вредности трајања овипозиције се нису статистички значајно разликовале и биле су међу најдужима у експерименту (за највећи број женки 4–5 дана). У огледима на орачу и лешнику период овипозиције је просечно трајао 4,88 дана, а на бадему 4,89 дана (Таб. 40). Најкраћи појединачан период овипозиције је био један дан, забележен код женке одгајене на бадему, док је најдужи био 10 дана код једне женке са бадема, што је уједно и најдужи овипозициони период на нивоу експеримента. У огледима на житима трајање овипозиције је просечно варирало од 3,18 дана у огледу на пшеници, до 3,67 дана на ражи. Највећи проценат женки је јаја полагао по три дана, а ове вредности су биле од 37,8% у огледу на тритикалеу, до 66,7% на ражи. Три дана је трајала и овипозиција једине спарене женке у огледу на овсу. Једна женка у огледу на тритикалеу је полагала јаја само један дан, док је друга из истог огледа то радила шест дана (Таб. 40). У огледу на СЛП женке су просечно 4,38 дана полагале јаја, при чему је код половине њих овај период трајао четири дана, а најкраћи (два дана) утврђен за једну женку. Пет женки је полагало јаја по шест дана, што је најдуже трајања овипозиције у овом огледу (Таб. 40).

Овипозиција је дуже трајала код женки које су живеле дуже ($r = 0,70$; $p < 0,001$), а трајање овипозиције је било дуже код женки које су раније почеле да полагају јаја ($r = -0,21$; $p < 0,001$).

4.2.6.3. Фекундитет

Резултати просечних вредности укупног броја положених јаја (фекундитета) су приказани у Табели 41, а утврђене разлике на нивоу експеримента су статистички значајне ($\chi^2 = 249,71$; $p < 0,001$). Значајно већи број положених јаја је забележен код женки одгајаних са језграстом воћа, СЛП, сушених смокава и гоци бобица, док су најмање положиле женке са просоликних жита. На нивоу експеримента, просечно највећи фекундитет је утврђен за женке преадултно одгајане на лашнику (254,44 јаја), а најмањи на просу (68,17). По јединкама гледано, највише јаја је положила једна женка у огледу на лешнику (468 јаја), а најмање једна женка у огледу на сушеној јабуци (4 јајета).

Међу огледима на сушеном воћу просечан фекундитет је био највећи на смокви (243,24), а најмањи на малини (98,33). По јединкама гледано, највише јаја је положила једна женка преадултно храњена на гоци бобицама (387) (Таб. 41). Међу огледима на језграстом воћу просечне вредности фекундитета се нису статистички значајно разликовале и биле су највеће на нивоу експеримента. Фекундитет је варирао од 247,13 јаја код женки са бадема до 254,44 јаја код женки са лешника. По јединкама гледано, најмање јаја (71) је положила једна женка одгајена на бадему. Међу спареним женкама преадултно одгајеним на житима фекундитет је просечно био већи на стрним, него на просоликим. Највеће просечне вредности су оствариле женке са ражи (165,67) (Таб. 41). По јединкама гледано, највећи број јаја је положила једна женка одгајена на тритикалеу (324), док је најмањи регистрован код једне женке са проса (43). На СЛП, женке су просечно положиле по 251,91 јаје, што је мање једино од фекундитета женки са лешника и ораха (Таб. 41). Опсег варирања броја положених јаја на СЛП је износио 91-393.

Табела 41. Фекундитет ($\mu \pm SE$) женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	N	Варирање	Фекундитет
Сушена јабука	32	4-199	101,50 \pm 6,59 ab
Сушена шљива	4	116-203	164,50 \pm 20,79 bc
Сушена вишња	8	52-175	113,75 \pm 13,55 abc
Сушена малина	12	72-135	98,33 \pm 5,24 ab
Сушена купина	20	79-230	167,55 \pm 8,75 bc
Сушена јагода	18	71-232	148,78 \pm 10,27 ab
Сушена аронија	13	161-233	195,15 \pm 6,36 cd
Сушени гоци	59	38-387	222,53 \pm 10,28 cd
Сушена смоква	51	35-362	243,24 \pm 8,72 d
Орах	34	110-405	252,94 \pm 12,16 d
Лешник	32	92-468	254,44 \pm 16,41 d
Бадем	38	71-438	247,13 \pm 13,96 d
Пшеница	33	48-216	131,24 \pm 8,69 ab
Раж	3	154-182	165,67 \pm 8,41 bc
Тритикале	37	63-324	154,54 \pm 8,54 b
Овас	1	174	174,00
Просо	12	43-88	68,17 \pm 4,33 a
Крмни сирак	12	84-107	93,75 \pm 2,05 ab
Суданска трава	15	76-101	89,60 \pm 2,01 ab
СЛП	34	91-393	251,91 \pm 14,57 d

СЛП – стандардна лабораторијска подлога; N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Dunn-Bonferroni post hoc тест); $\chi^2 = 249,71$; $p < 0,001$.

Женке које су раније почеле овипозицију положиле су више јаја ($r = -0,41$; $p < 0,001$), а овипозиција је дуже трајала код женки које су положиле већи број јаја ($r = 0,31$; $p < 0,001$).

4.2.6.4. Динамика овипозиције

Динамика овипозиције женки *P. interpunctella* је праћена на основу броја дневно положених јаја, и то од првог дана након парења, до последњег дана у којем је забележено полагање јаја. У свим огледима, изузев на овсу (где је само једна женка полагала јаја), женке су полагале јаја од првог дана након спаривања (Таб. 42), што се наставило закључно са петим даном. На нивоу експеримента просечни број положених јаја од првог до четвртог дана након спаривања се статистички значајно разликовао (Таб. 42), а од петог дана нису постојале статистички значајне разлике. У највећем броју огледа женке су просечно највише јаја полагале другог дана након спаривања (Таб. 42, Граф. 30 и 31). На свим испитиваним подлогама, најбољи модел за динамику овипозиције током првих пет дана полагања јаја је био модел кубне функције, у коме је у већини случајева број јаја након првог дана порастао, а од трећег дана се све више смањивао (Граф. 30 и 31).

Табела 42. Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Број положених јаја по данима након парења имага										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Сушена јабука	17,0 ± 4,4 a	39,1 ± 4,4 a	26,4 ± 3,1 a	12,6 ± 1,3 ab	6,6 ± 2,2 a	5,4 ± 2,4 a	11,0	-	-	-	-
Сушена шљива	53,0 ± 18,3 ab	43,8 ± 5,8 ab	29,5 ± 3,0 ab	16,3 ± 2,9 ab	12,3 ± 5,7 a	8,3 ± 5,2 a	12,0	2,0	-	-	-
Сушена вишња	21,8 ± 7,2 ab	42,4 ± 8,5 ab	26,3 ± 3,6 a	12,0 ± 4,7 ab	10,8 ± 7,3 a	7,0 ± 2,6 a	8,0 ± 7,0	-	-	-	-
Сушена малина	6,9 ± 4,8 a	38,3 ± 5,8 a	31,6 ± 3,5 ab	14,8 ± 5,1 ab	4,6 ± 1,8 a	13,3 ± 5,2 a	1,0 ± 1,0	1,0 ± 1,0	-	-	-
Сушена купина	38,8 ± 9,0 ab	74,1 ± 7,6 ab	31,8 ± 3,9 ab	15,8 ± 3,3 ab	7,4 ± 2,6 a	12,8 ± 6,2 a	4,0	1,0	-	-	-
Сушена јагода	44,2 ± 8,7 ab	54,9 ± 7,4 ab	29,1 ± 4,8 ab	15,0 ± 4,6 ab	5,9 ± 2,2 a	5,0 ± 5,0 a	27,0	3,0	-	-	-
Сушена аронија	82,8 ± 9,5 b	63,8 ± 7,4 ab	27,3 ± 4,8 a	10,3 ± 2,2 a	6,8 ± 1,9 a	4,8 ± 1,7 a	5,6 ± 4,1	1,0	-	-	-
Сушени гоци	56,3 ± 7,5 ab	70,0 ± 6,6 ab	58,3 ± 4,8 b	28,9 ± 3,5 b	8,8 ± 2,2 a	12,9 ± 5,7 a	5,5 ± 4,3	-	-	-	-
Сушена смоква	81,0 ± 9,7 b	89,7 ± 8,9 b	50,2 ± 5,1 ab	19,5 ± 3,2 ab	16,3 ± 9,0 a	5,6 ± 2,2 a	1,0 ± 0,3	11,0	-	-	-
Орах	81,7 ± 12,0 b	82,7 ± 12,1 ab	46,3 ± 8,7 ab	28,3 ± 4,8 b	8,5 ± 1,9 a	5,5 ± 2,6 a	1,5 ± 0,9	0,7 ± 0,7	-	-	-
Лешник	55,1 ± 9,3 ab	94,0 ± 13,2 b	65,1 ± 10,3 b	19,9 ± 3,6 ab	12,7 ± 3,5 a	10,4 ± 7,5 a	3,1 ± 1,4	2,0 ± 1,5	1,0 ± 1,0	0,0	56,0
Бадем	77,0 ± 11,6 b	91,9 ± 9,3 b	50,9 ± 6,5 ab	14,3 ± 2,8 ab	11,4 ± 2,7 a	4,1 ± 1,6 a	5,0 ± 1,6	14,0	4,0	16,0	-
Пшеница	16,2 ± 5,4 a	71,4 ± 8,0 ab	29,0 ± 3,8 a	14,8 ± 2,8 ab	4,4 ± 1,5 a	2,0	-	-	-	-	-
Раж	65,0 ± 16,7 ab	50,0 ± 8,2 ab	27,3 ± 4,9 a	19,7 ± 11,6	5,5 ± 1,5 a	-	-	-	-	-	-
Тритикале	34,3 ± 6,5 ab	70,2 ± 6,2 ab	33,0 ± 3,4 ab	11,2 ± 2,8 a	13,5 ± 4,3 a	11,3 ± 11,3 a	-	-	-	-	-
Овас	0,0	101,0	72,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
СЛП	68,0 ± 9,5 b	94,9 ± 9,3 b	51,4 ± 5,4 ab	23,1 ± 3,4 ab	25,1 ± 7,1 a	21,3 ± 7,5 a	14,0	-	-	-	-
χ^2 вредност	77,3***	45,7***	47,5***	36,6**	9,1 нз	13,9 нз	-	-	-	-	-

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Dunn-Bonferroni post hoc тест); *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; нз – $p > 0,05$.

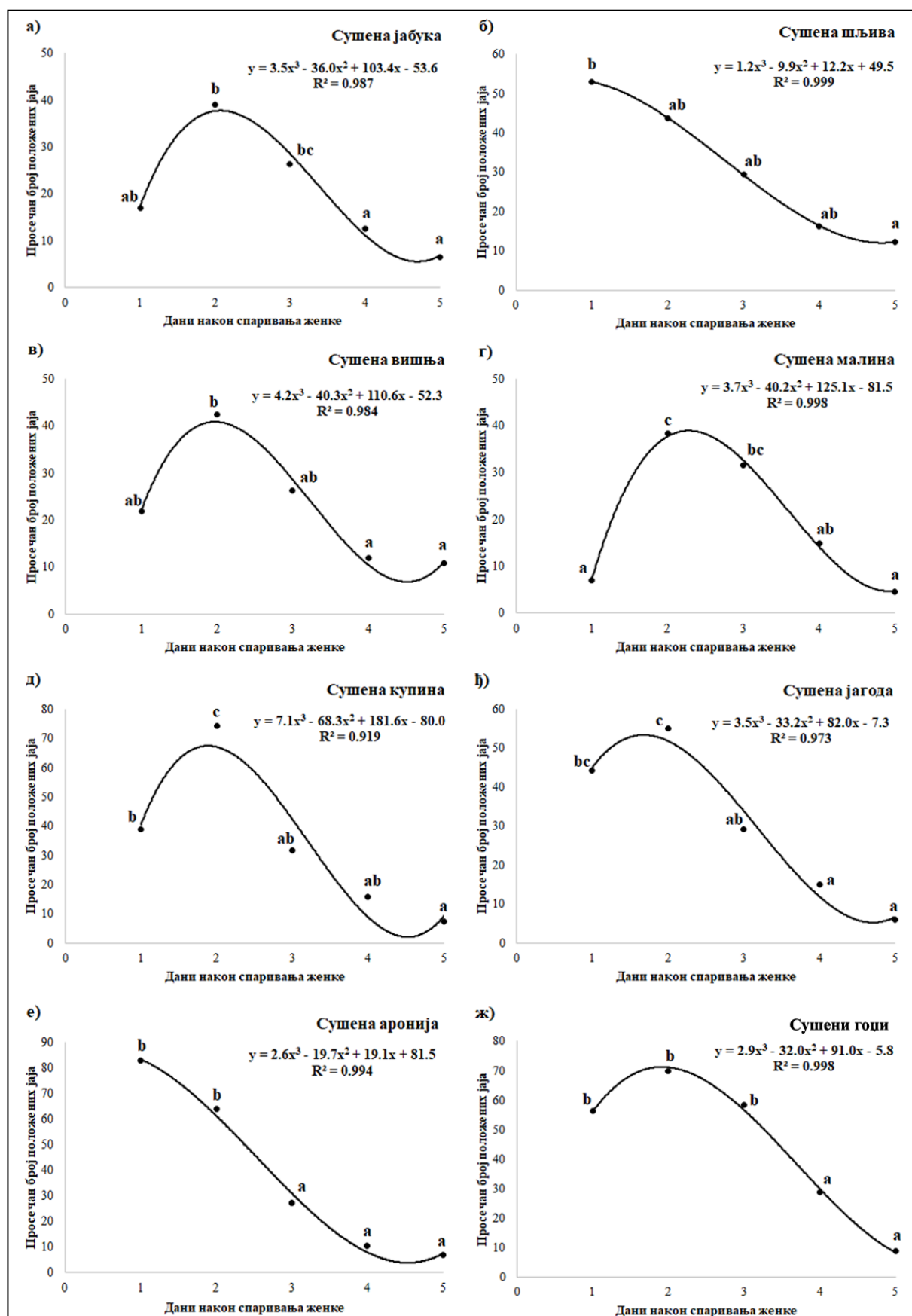


График 30. Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на осам врста сушеног воћа током првих пет дана након спаривања. Просечне вредности означене различитим словом се статистички значајно разликују (Bonferroni тест, $p < 0,05$).

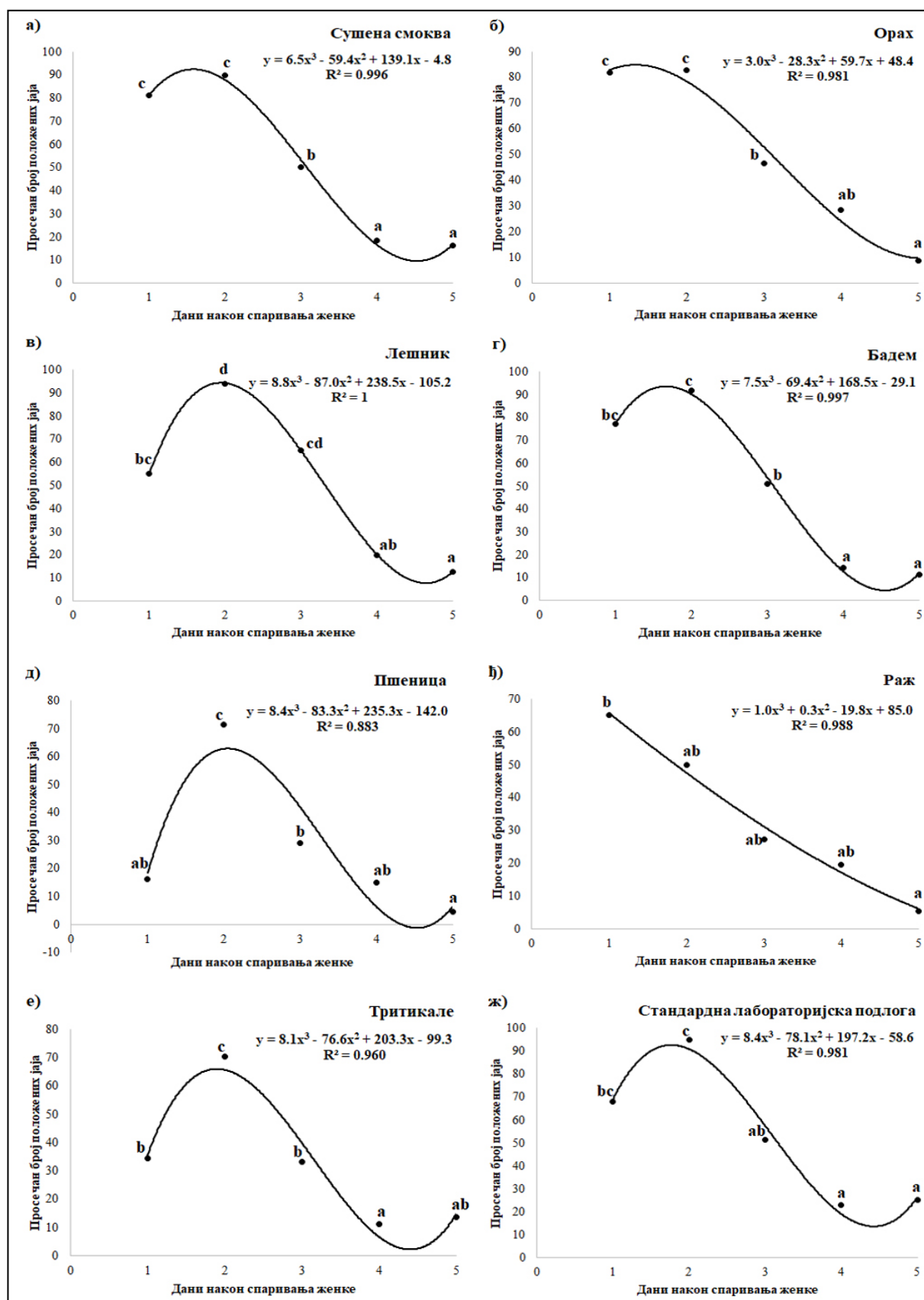


График 31. Динамика овипозиције женки *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на сушеној смокви, језграстом воћу, житима и стандардној лабораторијској подлози током првих пет дана након спаривања. Просечне вредности означене различитим словом се статистички значајно разликују (Bonferroni тест, $p < 0,05$).

Међу огледима на сушеном воћу првог дана након спаривања највећи просечни број положених јаја су имале женке преадултно одгајене на аронији (82,8), што је и највећа просечну вредност за први дан на нивоу целог експеримента (Таб. 42). У целом експерименту просечно најмањи фекундитет након првог дана (6,9 јаја) су имале женке са малине. Током другог дана, у свим огледима изузев на шљиви и аронији, женке су положиле више јаја него првог, али статистички значајно више само у огледима на малини и купини (Граф. 30 и 31). Највећи просечни фекундитет другог дана је забележен за женке одгајене на смокви (89,7 јаја), а најмањи на малини (38,3). Трећег дана након спаривања уследио је пад броја положених јаја код свих женки одгајених на сушеном воћу, али је био статистички значајан само на купини, јагоди, аронији и смокви (Граф. 30 и 31). Током трећег дана највећи просечни фекундитет су имале женке са гоџи бобица (58,3 јаја), а најмањи са вишње (26,3). Четвртог дана је у огледима на сушеном воћу број положених јаја био више него дупло мањи него трећег (Таб. 42) – просечно највећи су имале женке са гоџи бобица (28,9 јаја), а најмањи са ароније (10,3). Статистички значајна разлика у фекундитету четвртог дана међу огледима на сушеном воћу постојала је само између ова два огледа. У периоду од петог до седмог дана након спаривања женке су у свим огледима на сушеном воћу полагале мање јаја него пре, а током седмог дана је завршена овипозиција женки са јабуке, вишње и гоџи бобица (Таб. 42). За женке у осталим огледима на сушеном воћу последњи овипозициони дан је био осми.

Током целог периода овипозиције, просечне вредности фекундитета у огледима на језграстом воћу се нису статистички значајно разликовале. Првог дана након спаривања највећи просечни број положених јаја је утврђен за женке преадултно храњене на ораху (81,7), а најмањи на лешнику (55,1). Другог дана женке су у свим огледима на језграстом воћу положиле више јаја него првог дана, али статистички значајно само у огледу на лешнику (Граф. 31). Највећи просечни фекундитет су оствариле женке са лешника (94,0 јаја), а најмањи са ораха (82,7). Трећег дана након спаривања уследио је пад броја положених јаја у свим огледима на језграстом воћу, са статистички значајном разликом у огледима на ораху и бадему (Граф. 31). Највећи просечни фекундитет трећег дана је био у огледу на лешнику (65,1 јаја), а најмањи на ораху (46,3). Четвртог дана је број просечно положених јаја у огледима на лешнику и бадему био више него дупло мањи него трећег (Таб. 42), и варирао од 14,3 јаја на бадему, до 28,3 јаја на ораху. У периоду од петог до осмог дана након спаривања број положених јаја у огледима на језграстом воћу је полако опадао, а овипозиција је окончана након осмог дана на ораху, десетог на бадему и једанаестог на лешнику (Таб. 42).

На житима је динамика овипозиције регистрована само у огледима на стрним житима, а просечни фекундитет се није статистички значајно разликовао током целог периода трајања овипозиције. Првог дана након спаривања највећи просечни фекундитет је утврђен за женке одгајене на ражи (65,0 јаја), а најмањи на пшеници (16,2). Другог дана у огледима на пшеници и тритикалеу женке су положиле статистички значајно већи број јаја него првог дана, док је на ражи број положених јаја био у паду (Граф. 31). Највећа просечна вредност фекундитета другог дана је забележена за женке са пшенице (71,4 јаја), а најмања са ражи (50,0 јаја). Трећег дана након спаривања уследио је пад броја положених јаја у огледима на житима, статистички значајно на пшеници и тритикалеу (Граф. 31). Највећи просечни фекундитет је тада забележен у огледу на тритикалеу (33,0 јаја), а најмањи на ражи (27,3). Четвртог дана је број положених јаја био готово дупло мањи у односу на трећи дан (Таб. 42), али са статистичком значајношћу само у огледу на тритикалеу (Граф. 31). Тога дана број просечно положених јаја је варирао од 11,2 у огледу на тритикалеу, до 19,7 на ражи. Након петог и ше-

стог дана од спаривања положено је мање јаја него четвртог, а овипозиција је окончана након петог дана у огледу на ражи и шестог дана на пшеници и тритикалеу (Таб. 42). У огледу на овсу је само једна женка полагала јаја, па овај оглед није узет у даље статистичко разматрање. Та женка је овипозицију почела другог дана положивши 101 јаје, трећег дана 72, а последњег, четвртог само једно јаје.

У огледу на СЛП просечни број дневно положених јаја је био међу највећим на нивоу експеримента, а поготово током другог дана, када је био највећи на нивоу експеримента (94,9 јаја). Као и у већини других огледа у експерименту, број положених јаја је био највећи другог дана, а касније је нагло опадао (Граф. 31). Овипозиција је у овом огледу окончана седам дана након спаривања (Таб. 42).

4.2.6.5. Моделирање динамике овипозиције

Динамика овипозиције женки *P. interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама је моделирана применом четири одабране генерализоване логистичке функције. Најближе прилагођавање резултата утврђено применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције, па су само ти резултати коришћени за тумачење динамике овипозиције. Резултати параметара функција преостала три модела су приказани у прилозима 29-31.

Моделиране су вредности процентуалног акумулираног фекундитета женки у функцији времена (праћено на дневном нивоу, од дана еклозије прве женке која је положила јаја). Резултати добијених параметара функција су приказани су у Табели 43 и на Графику 32.

Табела 43. Вредности параметара логистичке сигмоидне функције акумулираног процентуалног фекундитета *Plodia interpunctella* преадултно одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри логистичке сигмоидне функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,995	101,73	0,21	27,24	27,08
Сушена шљива	0,958	135,65	0,16	25,44	21,99
Сушена вишња	0,99	94,76	0,20	20,09	20,63
Сушена малина	0,984	109,97	0,31	17,17	16,59
Сушена купина	0,995	95,94	0,25	21,54	21,87
Сушена јагода	0,992	96,13	0,22	30,83	31,19
Сушена аронија	0,985	105,75	0,29	31,65	31,26
Сушени гоци	0,955	101,58	0,10	20,85	20,55
Сушена смоква	0,91	98,70	0,10	3,33	3,59
Орах	0,991	97,01	0,77	4,77	4,85
Лешник	0,93	95,37	0,33	5,42	5,71
Бадем	0,986	99,08	0,43	7,12	7,17
Пшеница	0,989	101,26	0,26	10,57	10,47
Раж	0,963	92,07	0,54	7,10	7,42
Тритикале	0,993	101,59	0,23	14,30	14,16
СЛП	0,994	97,12	0,83	3,88	3,95

T50 – време (у данима од еклозије прве женке која је положила јаја) потребно да женке положи 50% јаја.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Акумулирани фекундитет је у свим огледима показао блиско прилагођавање тропараметарској логистичкој сигмоидној функцији ($R^2 > 0,91$). На основу добијених модела утврђено је T50 – време потребно да женке положе 50% јаја.

Најбржу овипозицију су оствариле женке у огледима на СЛП, сушеној смокви и језграстом воћу, о чему говори облик добијених кривих (Граф. 32) и вредности T50 (Таб. 43). Најнижа вредност T50 је утврђена за имага у огледу на сушеним смоквама и СЛП, где су женке половину јаја положили 3,59, односно 3,95 дана након еклозије прве женке. У осталим огледима на сушеном воћу женке су половину јаја положили у периоду од 16,59 дана на малини, до 31,26 дана на аронији, што је уједно и највиша T50 вредност на нивоу експеримента. У огледима на језграстом воћу T50 вредности су генерално ниске – варирале су од 4,85 дана на ораху, до 7,17 дана на бадему. Међу огледима на стрним житима половина јаја је најбрже положена на ражи (након 7,42 дана од еклозије прве женке), док је највише времена било потребно женкама одгајеним на тритикалеу (14,16 дана) (Таб. 43). Женке су положили 50% јаја брже на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,68$; $p < 0,01$), масти ($r = -0,53$; $p < 0,05$), и пепела ($r = -0,55$; $p < 0,05$), али мањим садржајем флавоноида ($r = 0,64$; $p < 0,01$).

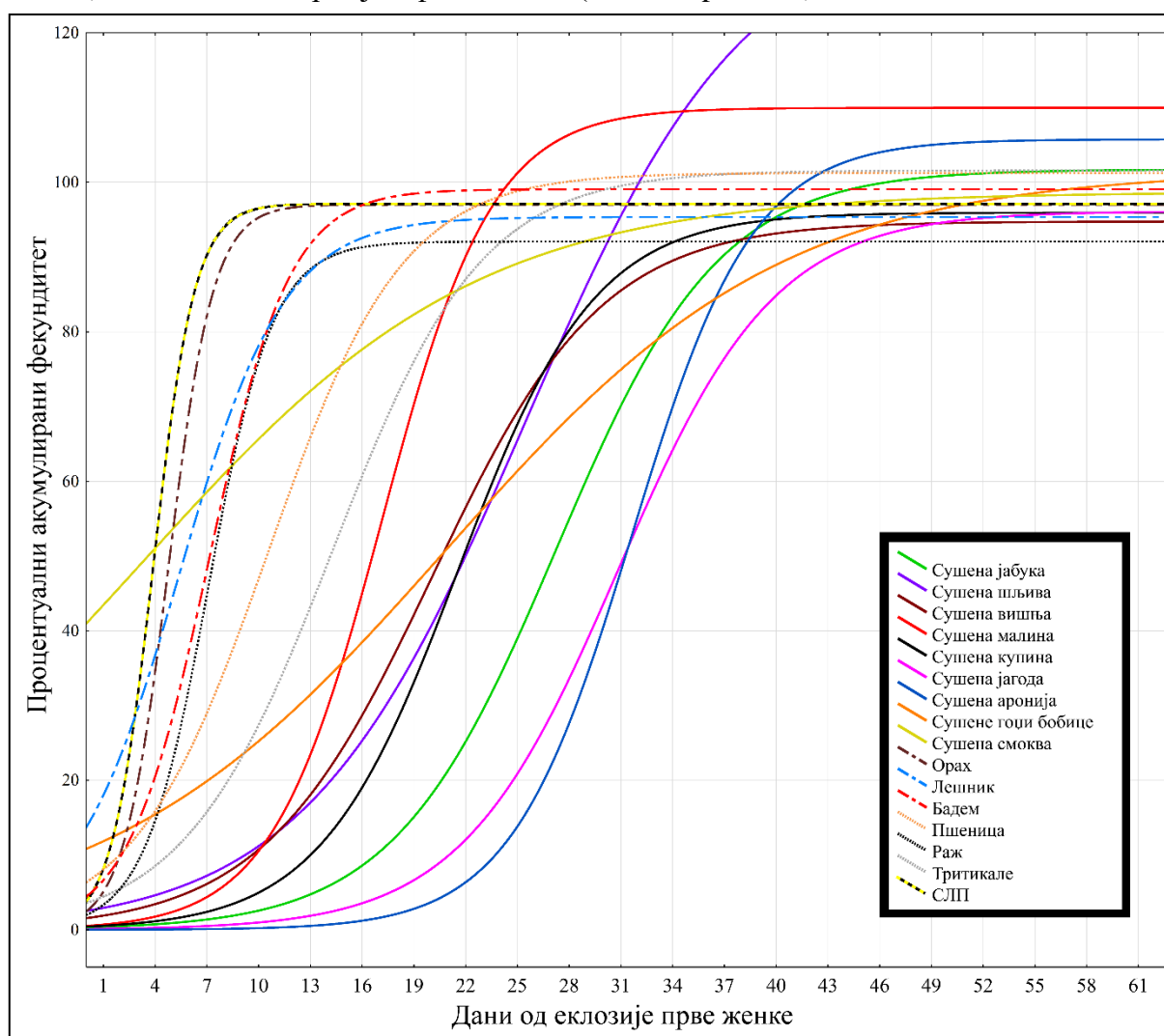


График 32. Процентуални акумулирани фекундитет (y-оса) женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама, у функцији времена од еклозије прве женке (x-оса), добијен применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције:
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности параметра b указују на уједначеност динамике овипозиције. Највећа вредност овог параметра била је у огледу на СЛП, где је овипозиција била најуједначенија, док су на сушеном воћу вредности овог параметра биле међу најнижима (Таб. 43). На језгастом воћу најуједначенија овипозиција је била на ораху ($b = 0,77$), а најмања на лешнику ($b = 0,33$). Међу огледима на житима, најуједначенија овипозиција је утврђена на ражи (Таб. 43). Уопштено, уједначеност полагања јаја је била већа на подлогама које се одликују већим садржајем протеина ($r = 0,51$; $p < 0,05$).

По категоријама хранљивих подлога, период трајања овипозиције је био дужи у огледима на сушеном воћу (изузев смокве), а најкраћи на СЛП, о чему говоре вредности параметра m (Таб. 43). Међу огледима на сушеном воћу овипозиција је најдуже трајала на аронији ($m = 31,65$), а најкраће на смокви ($m = 3,33$); на језгастом воћу најдуже на бадему ($m = 7,12$), а најкраће на ораху ($m = 4,77$); на стрним житима најдуже на тритикалеу ($m = 14,3$), а најкраће на ражи ($m = 7,1$); на СЛП су ниске вредности параметра m (3,88), јер је овипозиција била краткотрајна. Уопште, овипозиција је трајала краће на подлогама са већим садржајем протеина ($r = -0,69$; $p < 0,01$), масти ($r = -0,53$; $p < 0,05$), пепела ($r = -0,55$; $p < 0,05$), а мањим садржајем флавоноида ($r = 0,65$; $p < 0,01$).

4.2.6.6. Утицај макронутријената и влаге на фекундитет

Фекундитет женки *P. interpunctella* која су се као ларве хранила сушеним воћем је био већи на оним врстама које садрже више протеина ($r = 0,70$; $p < 0,001$), масти ($r = 0,42$; $p < 0,001$), пепела ($r = 0,41$; $p < 0,001$) и влаге ($r = 0,27$; $p < 0,05$) (Таб. 44), док разлике у садржају угљених хидрата и шећера нису утицале. Међу огледима на језгастом воћу разлике у фекундитету нису статистички значајне, тј. разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале на фекундитет (Таб. 44). У огледима на житима фекундитет је био већи на врстама које садрже више масти ($r = 0,64$; $p < 0,001$), а мање протеина ($r = -0,66$; $p < 0,001$), пепела ($r = -0,81$; $p < 0,001$), угљених хидрата ($r = -0,47$; $p < 0,001$) и скроба ($r = -0,36$; $p < 0,05$), док садржај влаге није утицао (Таб. 44).

Табела 44. Зависност фекундитета женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Фекундитет		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	0,27 *	-0,19 нз	-0,15 нз
Садржај пепела	0,41 ***	-0,18 нз	-0,81 ***
Садржај укупних протеина	0,70 ***	-0,14 нз	-0,66 ***
Садржај укупних масти	0,42 ***	0,11 нз	0,64 ***
Садржај укупних угљених хидрата	0,10 нз	-0,19 нз	-0,47 ***
Садржај укупних шећера	-0,15 нз	0,14 нз	/
Садржај директно редукованих шећера	-0,19 нз	0,12 нз	/
Садржај скроба	/	/	-0,36 **
Садржај укупних фенолних једињења	-0,25 *	0,16 нз	-0,02 нз
Садржај укупних флавоноида	0,17 нз	0,15 нз	-0,46 ***
Садржај укупних танина	-0,11 нз	0,15 нз	0,37 ***

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у фекундитету женки *P. interpunctella* које су се као ларве храниле различитим врстама сушеног и језгастог воћа, жита и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге одрђене су анализом главних компоненти (РСА) и утврђене су две главне компоненте са карактеристичном вредношћу већом од 1 (PC1: 2,81; PC2: 1,81). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 46,61%; PC2 – 30,22%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 33). Формирању прве осе највише доприносе садржај масти (0,90), влаге (-0,86), угљених хидрата (-0,81), протеина (0,64) и фекундитет (0,35), док садржај пепела (0,87), протеина (0,72), угљених хидрата (0,47) и фекундитет (-0,52) одређују другу осу.

Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој оси (PC1) на основу разлика у садржају масти, протеина и фекундитета у њеном позитивном сегменту, односно садржаја угљених хидрата и влаге у њеном негативном делу. На основу друге осе, подлоге се раздвајају на основу разлика у садржају пепела, протеина и угљених хидрата позиционираних њеном позитивном сегменту, односно фекундитета који се позиционирао у негативном делу (Граф. 33).

На Графику 33 се уочава да се орах, лешник и бадем издвајају у позитивном делу прве осе по великом садржају масти и високом фекундитету. У негативном сегменту прве осе се издваја сушено воће са већим садржајем угљених хидрата и влаге, а мало масти и протеина, и нижим фекундитетом. По другој оси се издвајају жита, која одликује већи садржај пепела и протеина, и нижи фекундитет. Јасно се раздвајају стрна (садрже мање протеина) од просоликих жита (садрже више протеина) (Граф. 33). СЛП садржи веће количине угљених хидрата, масти и протеина, што се одразило на високе вредности фекундитета и централну позицију на Графику 33.

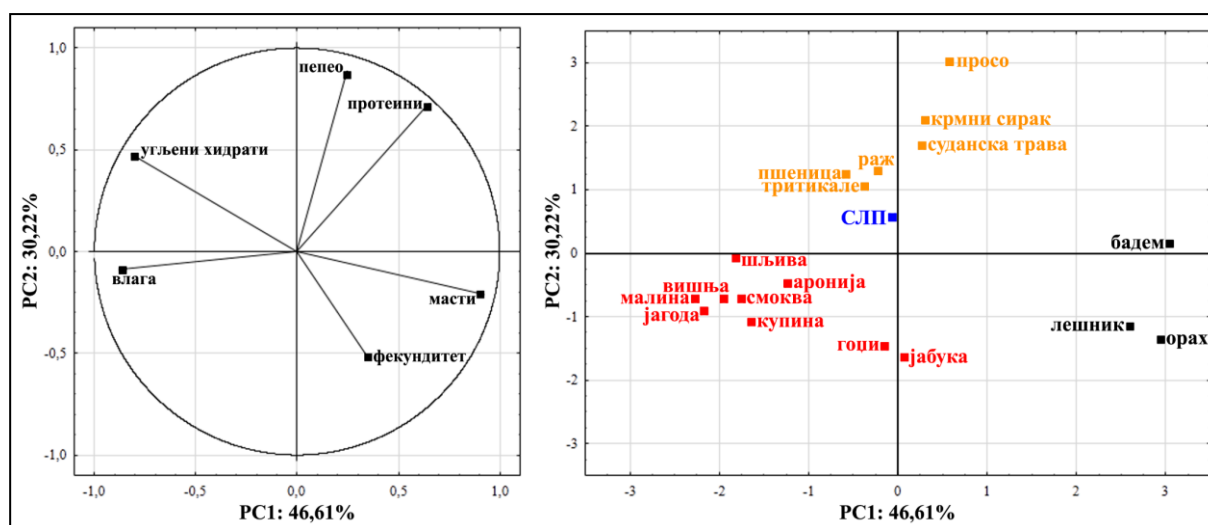


График 33. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и фекундитета женки *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.2.6.7. Утицај секундарних метаболита на фекундитет

Фекундитет женки *P. interpunctella* које су се као ларве храниле сушеним воћем је био већи на подлогама са мање укупних фенолних једињења ($r = -0,25$; $p < 0,05$), док разлике у садржају флавоноида и танина нису утицале (Таб. 44). Међу огледима на језгастом воћу разлике у фекундитету нису статистички значајне, тј. ни разлике у

садржају секундарних метаболита нису утицале на фекундитет (Таб. 44). У огледима на житима фекундитет је био већи на онима са више укупних танина ($r = 0,37$; $p < 0,001$), а мање флавоноида ($r = -0,46$; $p < 0,001$).

Разлике у фекундитету *P. interpunctella* које су се као ларве храниле различитим врстама сушеног и језграстог воћа, жита и СЛП у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита, одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене су две главне компоненте са карактеристичном вредношћу већом од 1 (PC1: 2,10; PC2: 1,01). Ове две компоненте објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 51,38%; PC2 – 25,16%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 34). На формирање прве осе највише утиче садржај укупних фенолних једињења (-0,88), флавоноида (-0,89) и фекундитет (0,89), док садржај укупних танина (-0,63) и фекундитет (-0,77) доприносе формирању друге осе.

Добијени резултати указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој осе (PC1) на основу разлика у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида који су позиционирани у негативном сегменту прве осе, и фекундитета, који је позициониран у позитивном делу прве осе. По другој осе подлоге се раздвајају на основу садржаја танина и фекундитету, позиционираних у негативном сегменту осе (Граф. 34).

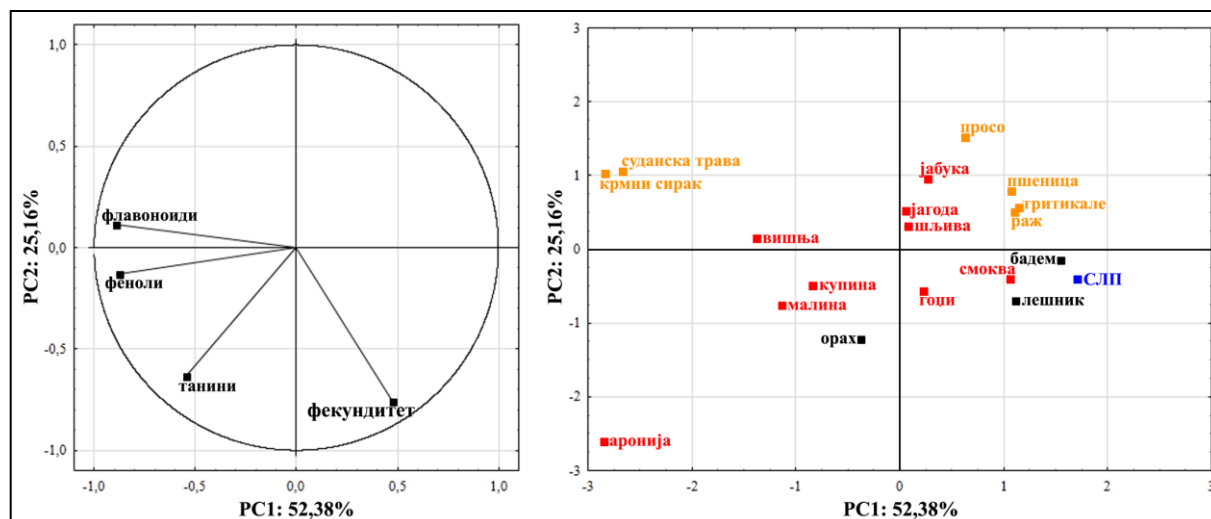


График 34. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и фекундитета женки *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 34 се уочава издвајање групе хранљивих подлога (бадем, лешник, смоква, гоџи бобице и СЛП) у позитивном сегменту прве осе на основу високих вредности фекундитета и веома ниског садржаја свих испитиваних секундарних метаболита, што се на Графику 34 види по положају супротном од положаја укупних флавоноида и фенолних једињења. Друга група, коју чине орах, малина и купина, издваја се на основу већег садржаја испитиваних секундарних метаболита, али и већег фекундитета. Сушена јабука, шљива и јагода, пшеница, раж, тритикале и просо се групишу заједно на основу нижег садржаја танина и нижег фекундитета. Сушена вишња, крмни сирак и суданска трава се одликују најнижим вредностима фекундитета, али и високим садржајем секундарних метаболита, поготово укупним фенолним једињењима и флавоноидима.

4.3. Утицај исхране на морфолошку варијабилност имага *Plodia interpunctella*

Утицај исхране ларви на различитим хранљивим подлогама на морфолошку варијабилност њихових имага *Plodia interpunctella* је утврђен на основу разлика у укупној дужини тела и предњих крила имага.

4.3.1. Дужина тела имага

Резултати просечних вредности дужине тела имага су приказани у Табели 45. У зависности од типа хранљиве подлоге на којима су јединке узгајане као ларве, дужина тела имага се значајно разликовала ($F = 20,98$; $p < 0,001$). На нивоу експеримента просечно најдуже тело су имала имага преадултно одгајана на лешнику (7,24 mm), а најкраће на јечму (4,7 mm). По јединкама гледано, дужина тела имага је варијирала од 4,4 mm (женка одгајана на јечму) до 8,6 mm (женка на сушеној смокви).

У огледима на сушеном воћу најмања просечна дужина тела имага је измерена код имага одгајаних на шљиви (6,11 mm), а највећа на смокви (7,1 mm). По јединкама гледано је најкраће тело имао један мужјак у огледу на шљиви (4,6 mm). Највеће варирање дужине тела је утврђено у огледу на гоци бобицама, где је разлика између најкраће и најдуже јединке износила 3,6 mm (Таб. 45). Имага одгајана на лешнику су имала статистички значајно дуже тело у односу на имага одгајана на бадему. У огледима на језграстом воћу просечна дужина тела је варијирала од 6,8 mm на бадему, до 7,24 mm на лешнику (Таб. 45). По јединкама гледано, најкраће тело је имала женка у огледу на бадему (5,5 mm), а најдуже женка у огледу на лешнику (8,2 mm). Највећи опсег варирања дужине тела је утврђен у огледу на бадему – 2,6 mm. У огледима на житима разлике у дужини тела имага нису статистички значајне (Таб. 45). Не рачунајући оглед на јечму (где су укупно еклодирала два имага просечно дуга 4,7 mm), просечно најкраће тело су имала имага одгајана на ражи (6,01 mm), а најдужа на тритикалеу (6,36 mm). По јединкама гледано, најкраће тело је имала једна женка у огледу на јечму (4,4 mm), а најдуже женка у огледу на тритикалеу (7,5 mm). Највећи опсег варирања дужине тела је утврђен у огледу на пшеници – 2,6 mm. Просечна дужина тела имага у огледу на СЛП је износила 6,97 mm (Таб. 45), а разлика између најкраће и најдуже јединке 2,1 mm.

4.3.1.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину тела имага

Анализом корелационе зависности је утврђено да је дужина тела имага *P. interpunctella* која су као ларве храњена сушеним воћем била већа на подлогама које садрже више протеина ($r = 0,43$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,31$; $p < 0,01$) (Таб. 46), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале. Тела имага одгајаних на језграстом воћу су била дужа на лешнику, тј. на подлози која садржи више укупних ($r = 0,45$; $p < 0,01$) и директно редукујућих шећера ($r = 0,53$; $p < 0,001$), а мање масти ($r = -0,53$; $p < 0,001$), при чему разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 46). У огледима на житима није било статистички значајне разлике у дужини тела имага, тј. разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале на овај параметар (Таб. 46).

Табела 45. Просечна дужина тела ($\mu \pm SE$) имага *Plodia interpunctella* (укупно и по полу) одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Укупно			Мужјаци			Женке		
	N	Варирање (y mm)	Дужина тела (y mm)	N	Варирање (y mm)	Дужина тела (y mm)	N	Варирање (y mm)	Дужина тела (y mm)
Сушена јабука	119	4,80-7,40	6,20 ± 0,05 a	53	5,20-7,40	6,19 ± 0,07 ab	66	4,80-7,30	6,19 ± 0,06 abc
Сушена шљива	25	4,60-7,40	6,11 ± 0,09 a	16	4,60-7,00	5,83 ± 0,19 a	9	5,50-7,40	6,56 ± 0,23 bcdefg
Сушена вишња	31	5,30-7,60	6,18 ± 0,16 a	13	5,50-7,20	6,42 ± 0,16 abcdef	18	5,30-7,60	5,90 ± 0,15 a
Сушена малина	51	5,00-7,50	6,21 ± 0,11 a	23	5,20-7,40	6,34 ± 0,17 abcde	28	5,00-7,50	6,07 ± 0,15 ab
Сушена купина	67	5,80-7,70	6,71 ± 0,11 bcd	32	5,80-7,50	6,74 ± 0,10 cdefg	35	6,00-7,70	6,71 ± 0,13 defg
Сушена јагода	66	5,50-8,50	6,77 ± 0,09 cd	29	6,00-7,60	6,63 ± 0,07 bcdefg	37	5,50-8,50	6,84 ± 0,11 fg
Сушена аронија	45	5,10-7,70	6,77 ± 0,08 cd	25	5,90-7,70	6,88 ± 0,12 efg	20	5,10-7,60	6,65 ± 0,17 cdefg
Сушени гоци	190	4,80-8,40	6,95 ± 0,13 de	95	4,80-8,00	6,92 ± 0,05 fg	95	5,80-8,40	6,88 ± 0,06 fg
Сушена смоква	159	5,60-8,60	7,10 ± 0,06 de	86	5,70-8,30	7,10 ± 0,06 g	73	5,60-8,60	7,10 ± 0,07 gh
Орах	79	6,10-7,70	6,91 ± 0,04 de	37	6,10-7,70	6,87 ± 0,07 efg	42	6,30-7,70	6,94 ± 0,03 gh
Лешник	74	6,40-8,20	7,24 ± 0,05 e	40	6,40-8,00	7,10 ± 0,08 g	34	6,50-8,20	7,41 ± 0,08 h
Бадем	79	5,50-8,10	6,80 ± 0,10 d	39	5,70-8,10	6,79 ± 0,13 defg	40	5,50-8,00	6,74 ± 0,16 efg
Пшеница	115	4,70-7,30	6,21 ± 0,08 a	50	5,10-7,30	6,17 ± 0,11 ab	65	4,70-7,20	6,21 ± 0,08 abcd
Раж	17	5,00-7,00	6,01 ± 0,15 a	6	5,00-7,00	6,22 ± 0,32 abc	11	5,40-6,40	5,97 ± 0,13 ab
Тритикале	103	5,10-7,50	6,36 ± 0,04 abc	42	5,20-7,50	6,38 ± 0,08 abcde	61	5,10-7,50	6,32 ± 0,04 abcde
Јечам	2	4,40-5,00	4,70 ± 0,30	1	5,00	5,00	1	4,40	4,40
Овас	8	5,40-7,30	6,18 ± 0,10 a	5	5,40-7,30	6,25 ± 0,18 abc	3	5,80-6,40	6,05 ± 0,25 ab
Просо	57	5,40-6,80	6,17 ± 0,07 a	30	5,40-6,80	6,15 ± 0,08 ab	27	5,70-6,60	6,16 ± 0,07 abc
Крмни сирак	48	5,80-6,70	6,30 ± 0,04 ab	34	5,80-6,70	6,26 ± 0,05 abc	14	6,10-6,60	6,38 ± 0,04 abcdef
Суданска трава	66	5,80-6,80	6,30 ± 0,05 ab	42	5,80-6,80	6,32 ± 0,06 abcd	24	5,90-6,70	6,31 ± 0,06 abcde
СЛП	87	5,70-7,80	6,97 ± 0,03 de	40	6,00-7,80	6,88 ± 0,05 efg	47	5,70-7,70	7,04 ± 0,05 gh
F вредност			20,98***			11,84***			16,84***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога. N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Bonferroni post hoc тест); *** – $p < 0,001$.

Табела 46. Зависност дужине тела имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Дужина тела имага		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	0,09 нз	0,04 нз	-0,16 нз
Садржај пепела	0,05 нз	-0,27 нз	0,04 нз
Садржај укупних протеина	0,43 ***	-0,53 ***	-0,19 нз
Садржај укупних масти	0,31 **	0,19 нз	0,15 нз
Садржај укупних угљених хидрата	0,17 нз	0,04 нз	-0,12 нз
Садржај укупних шећера	0,04 нз	0,45 **	/
Садржај директно редукујућих шећера	-0,01 нз	0,53 ***	/
Садржај скроба	/	/	0,09 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,11 нз	-0,08 нз	0,19 нз
Садржај укупних флавоноида	0,08 нз	-0,12 нз	0,18 нз
Садржај укупних танина	-0,03 нз	0,37 *	0,19 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у дужини тела имага *P. interpunctella* преадултно храњених на различитим подлогама у односу на садржај макронутријената и влаге одређене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,76; PC2: 1,83). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 45,98%; PC2 – 30,52%), и коришћене су у даљим анализама (Граф. 35). На формирање прве осе највише утиче садржај масти (0,89), влаге (-0,87), угљених хидрата (-0,78), протеина (0,66) и дужина тела имага (0,30), док садржај пепела (0,84), протеина (0,70), угљених хидрата (0,49) и дужина тела имага (-0,58) највише доприносе формирању друге осе.

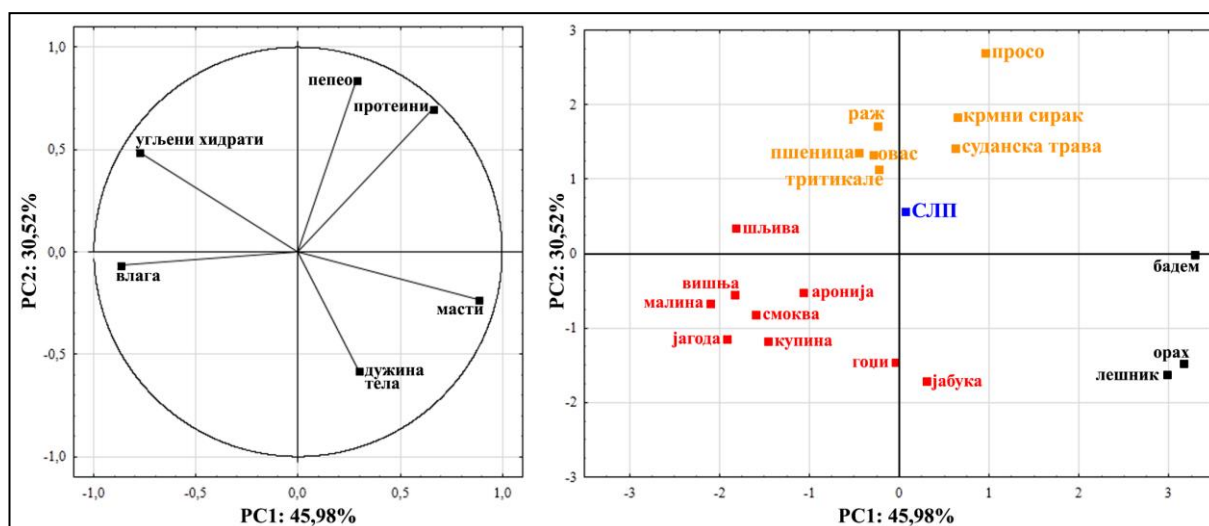


График 35. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела имага *Plodia interpunctella*.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој оси (PC1) на основу разлика у садржају масти, протеина и дужине тела имага који су позиционирани у позитивном сегменту прве осе, и садржаја угљених хидрата и влаге, који су позиционирани у негативном делу прве осе. На основу друге осе, подлоге се раздвајају на основу разлика у садржају пепела, протеина и угљених хидрата који су позиционирани у позитивном сегменту ове осе, и дужине тела имага позициониране у негативном делу друге осе (Граф. 35).

На Графику 35 се уочава да се орах, лешник и бадем издвајају у позитивном делу прве осе на основу великог садржаја масти и веће дужине тела имага, што указује да веће количине масти у овим хранљивим подлогама позитивно утичу на већу дужину тела. У негативном сегменту прве осе је сушено воће (изузев јабуке) које садржи веће количине угљених хидрата и влаге, а мало масти и протеина, што је очигледно утицало на појаву имага са краћим телом. По другој оси се групишу жита, која се одликују већим садржајем пепела и протеина, али и најмањим дужинама тела имага. Стрна и просолика жита се раздвајају на основу садржаја протеина (Граф. 35). СЛП садржи пуно угљених хидрата, масти и протеина, што се одразило на већу дужину тела имага.

4.3.1.2. Утицај секундарних метаболита на дужину тела имага

Анализом корелационе зависности је утврђено да разлике у садржају секундарних метаболита у сушеном воћу и житима нису утицале на разлике у дужини тела имага *P. interpunctella* (Таб. 46). У огледима на језграстом воћу имага су имала дужа тела на подлогама које се одликују већим садржајем укупних танина ($r = 0,37$; $p < 0,05$) (Таб. 46), док садржај укупних фенолних једињења и флавоноида није утицао.

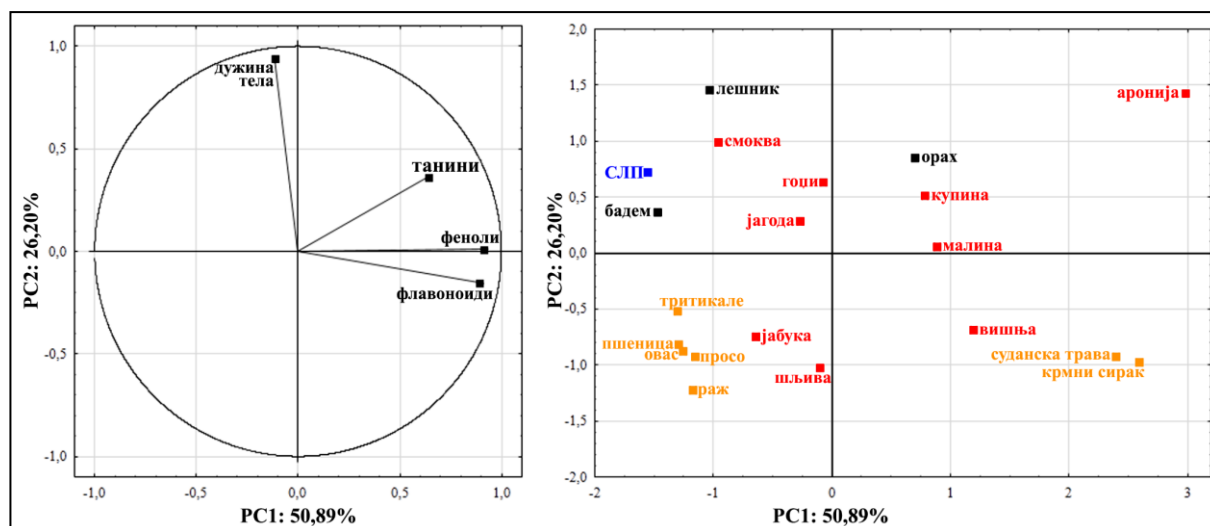


График 36. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у различитим хранљивим подлогама и дужине тела имага *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Разлике у дужини тела имага *P. interpunctella* који су се као ларве хранили на различитим хранљивим подлогама у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,04; PC2: 1,05). Те две компоненте објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 50,89%; PC2 – 26,20%), па су зато коришћене у даљим анализама (Граф. 36). На формирање прве осе

утиче садржај укупних фенолних једињења (0,91), флавоноида (0,89) и танина (0,64), док дужина тела имага (0,95) и у мањој мери садржај укупних танина (0,36) највише доприносе формирању друге осе. Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по другој оси (PC2) на основу разлика у дужини тела имага и садржају укупних танина који су позиционирани у позитивном сегменту друге осе (Граф. 36).

На Графику 36 се уочава да се бадем, лешник, сушена смоква, јагода, гоци бобице и СЛП издвајају у позитивном делу друге осе, јер их одликује ниски садржај танина, а са њих потичу имага са најдужим телом. Орах, малина и купина се такође издвајају у позитивном делу друге осе, јер се карактеришу дугим телом имага, али им је садржај танина већи у односу на претходну групу подлога. Сушена јабука, шљива, пшеница, раж, тритикале, овас и просо су у негативном делу друге осе јер се одликују најнижим садржајем танина, али и кратким телом имага. У сушеној вишњи, крмном сирку и суданској трави, садржај танина је већи, али је дужина тела имага такође мала.

4.3.1.3. Дужина тела имага према полу

Зависно од типа хранљиве подлоге на којима су као ларве узгајани, дужина тела мужјака ($F = 11,84$; $p < 0,001$) и женки ($F = 16,84$; $p < 0,001$) се статистички значајно разликовала (Таб. 45). На нивоу експеримента, просечно најдуже тело су имали мужјаци одгајени на сушеној смокви и лешнику (по 7,1 mm), а женке на лешнику (7,41 mm), док су најкраће тело имали мужјаци са сушене шљиве (5,83 mm), а женке са сушене вишње (5,9 mm).

У огледима на сушеном воћу, тело јединки оба пола је просечно било најдуже у огледу на смокви (7,1 mm за мужјаке, 7,1 mm за женке) (Таб. 45). Гледано по јединкама, дужина најмањег мужјака је износила 4,6 mm у огледу на шљиви, а 4,8 mm за женку у огледу на јабуци, док су на смокви били појединачно најкрупнији мужјаци (8,3 mm) и женке (8,6 mm). Највећи опсег варирања дужине тела мужјака је утврђен у огледу на гоци бобицама (3,2 mm), а женки у огледима на јагоди и смокви (по 3 mm). Просечна дужина тела мужјака у огледима на језграстом воћу се није статистички значајно разликовала, док је дужина тела женки одгајаних на лешнику била статистички значајно већа у односу на оне са бадема (Таб. 45). Просечна дужина тела мужјака је варијала од 6,79 mm на бадему, до 7,24 mm на лешнику, а женки од 6,74 mm на бадему, до 7,41 mm на лешнику. Гледано по јединкама, најкраће тело међу мужјацима је имао један у огледу на бадему (5,7 mm), а од женки једна на бадему (5,5 mm). Најдуже тело је имао један мужјак у огледу на бадему (8,1 mm), а међу женкама, једна у огледу на лешнику (8,2 mm). Највећи опсег варирања дужине тела и мужјака (2,4 mm) и женки (2,5 mm) је утврђен у огледу на бадему. У огледима на житима просечне вредности дужине тела мужјака и женки се међусобно нису статистички значајно разликовале (Таб. 45). Не рачунајући оглед на јечму (у коме су еклодирали по један мужјак и женка), најмања просечна дужина тела мужјака је забележена на просу (6,15 mm), а женки на ражи (5,97 mm), док су просечно најдуже тело имали мужјаци на тритикалеу (6,38 mm), а женке на крмном сирку (6,38 mm). Гледано по јединкама, у огледу на ражи и јечму су били мужјаци најкраћег тела (5 mm), а на јечму женке најкраћег тела (4,4 mm). У огледу на тритикалеу измерени су мужјак и женка са најдужим телом у огледима на житима (по 7,5 mm). Највећи опсег варирања између најкраћег и најдужег тела мужјака је био у огледу на тритикалеу (2,3 mm), а женки на пшеници (2,5 mm). Просечна дужина тела мужјака у огледу на СЛП је износила 6,88 mm, а женки 7,04 mm (Таб. 45). Појединачно, опсег варирања дужине тела мужјака је био 1,8 mm, а женки 2 mm.

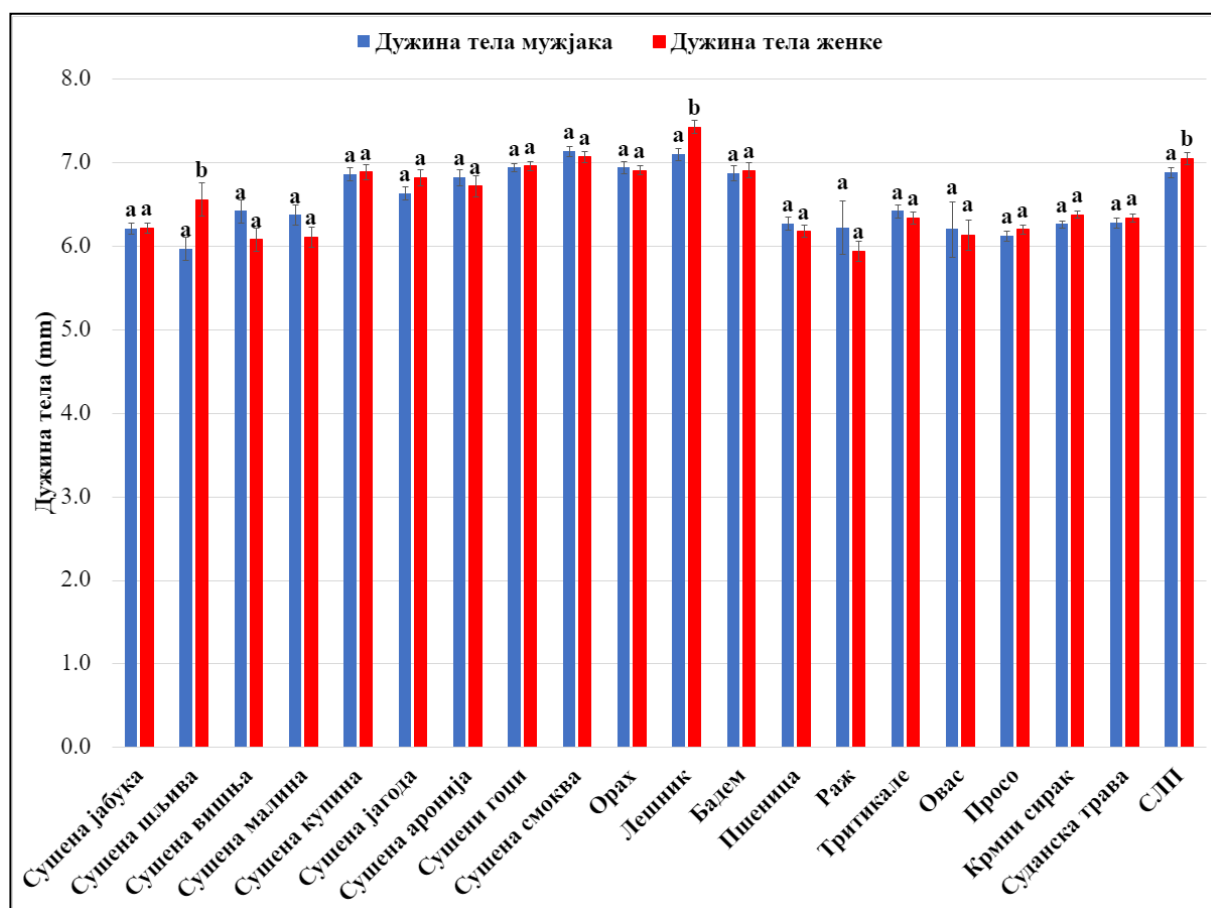


График 37. Дужина тела мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине тела мужјака и женки одгајаних на истој хранљивој подлози означене различитим словом се статистички значајно разликују на основу *t*-теста, за ниво поверења од 95%.

Просечне вредности дужине тела мужјака и женки по понављањима (одгајаних на истим хранљивим подлогама) су се статистички значајно разликовале само у огледима на шљиви, вишњи и лешнику. На шљиви и лешнику су женке имале статистички значајно дуже тело, док су на малини мужјаци били дужи (Граф. 37).

Женке које су имале дуже тело полагале су и већи број јаја ($r = 0,50$; $p < 0,001$).

4.3.1.4. Утицај макронутријената и влаге на дужину тела мужјака и женки

Анализом корелационе зависности је утврђено да је дужина тела мужјака *P. interpunctella* који су као ларве храњени сушеним воћем била већа на врстама са већом количином протеина ($r = 0,47$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,34$; $p < 0,01$), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 47). У огледима на језграстом воћу разлике у дужини тела мужјака нису статистички значајне, па разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале на дужину тела имага (Таб. 47). У огледима на житима, дужина тела мужјака је била већа на житима која садрже више масти ($r = 0,40$; $p < 0,05$), а мање скроба ($r = -0,49$; $p < 0,05$), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 47).

Дужина тела женки *P. interpunctella* које су као ларве храњене сушеним воћем је била већа на оним врстама богатијим протеинима ($r = 0,38$; $p < 0,001$), влаге ($r = 0,25$; p

< 0,05) и пепела ($r = 0,25$; $p < 0,05$), док. разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 48). У огледима на језгастом воћу женке су биле дужег тела на лешнику, јер садржи више укупних ($r = 0,45$; $p < 0,01$) и директно редукујућих шећера ($r = 0,52$; $p < 0,01$), а мање масти ($r = -0,54$; $p < 0,01$), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале на разлике у дужини тела женки (Таб. 48). У огледима на житима дужина тела женки је била већа на врстама са мање протеина ($r = -0,49$; $p < 0,05$), док разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 48).

Табела 47. Зависност дужине тела мужјака *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Дужина тела мужјака		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	0,16 нз	0,07 нз	-0,21 нз
Садржај пепела	0,02 нз	-0,10 нз	0,26 нз
Садржај укупних протеина	0,47 ***	-0,26 нз	0,10 нз
Садржај укупних масти	0,34 **	0,09 нз	0,40 *
Садржај укупних угљених хидрата	0,22 нз	0,07 нз	-0,33 нз
Садржај укупних шећера	0,07 нз	0,22 нз	/
Садржај директно редукујућих шећера	0,02 нз	0,27 нз	/
Садржај скроба	/	/	-0,49 *
Садржај укупних фенолних једињења	-0,09 нз	-0,08 нз	0,54 **
Садржај укупних флавоноида	0,14 нз	-0,10 нз	0,49 *
Садржај укупних танина	0,02 нз	0,17 нз	0,19 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Табела 48. Зависност дужине тела женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајене.

Хемијски састав	Дужина тела женки		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	0,25 *	-0,0001 нз	-0,24 нз
Садржај пепела	0,25 *	-0,29 нз	0,09 нз
Садржај укупних протеина	0,38 ***	-0,54 **	-0,49 *
Садржај укупних масти	0,20 нз	0,16 нз	-0,06 нз
Садржај укупних угљених хидрата	0,18 нз	-0,004 нз	-0,16 нз
Садржај укупних шећера	0,06 нз	0,45 **	/
Садржај директно редукујућих шећера	0,03 нз	0,52 **	/
Садржај скроба	/	/	0,24 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,20 нз	-0,06 нз	-0,38 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,01 нз	-0,10 нз	-0,59 **
Садржај укупних танина	-0,19 нз	0,37 *	-0,41 *

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике дужине тела мужјака и женки *P. interpunctella* (који су у ларвеном стадијуму храњени на различитим подлогама) у односу на садржај макронутријената и влаге, одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене три главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,79; PC2: 2,12; PC3: 1,08). Прве две компоненте објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 39,89%; PC2 – 30,23%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 38). Формирању прве осе доприносе садржај масти (0,92), влаге (-0,83), угљених хидрата (-0,83), протеина (0,56) и дужина тела мужјака (0,32) и женки (0,37), док садржај пепела (-0,79) и протеина (-0,75), дужина тела мужјака (0,64) и женки (0,61) највише доприносе формирању друге осе.

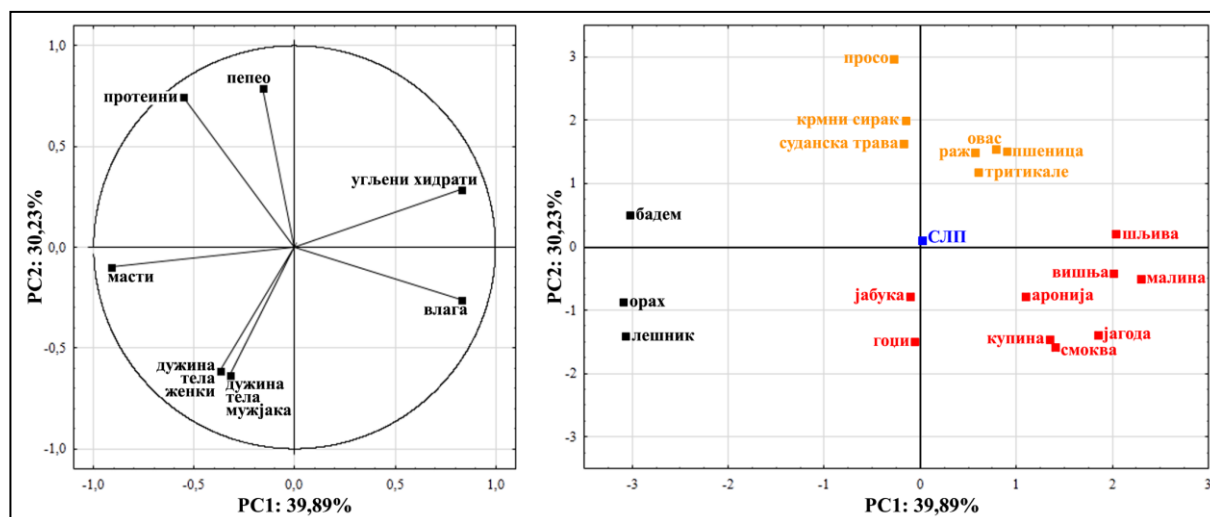


График 38. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела мужјака и женки *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Резултати указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој оси на основу садржаја угљених хидрата и влаге, који су позиционирани у њеном позитивном сегменту, и садржаја масти и протеина, позиционираних у негативном сегменту. По другој оси подлоге се раздвајају на основу разлика у садржају пепела и протеина који су позиционирани у позитивном сегменту, и дужине тела мужјака и женки позиционираних у њеном негативном сегменту (Граф. 38).

На Графику 38 се уочава издвајање жита у позитивном сегменту друге осе, јер се ове подлоге одликују великим садржајем пепела и протеина, а дужина тела мужјака и женки је најмања, али се јасно раздвајају стрна жита (садрже мање протеина, а узрокују већу дужину тела мужјака и женки), и просолика жита (садрже више протеина, а дужина тела мужјака и женки је мања). Орах и лешник се издвајају у негативном, а бадем у позитивном сегменту друге осе и негативном сегменту прве осе. Са друге стране, орах, лешник и бадем се одликују највећим садржајем масти и протеина, и на њима су се развили најкрупнији мужјаци и женке. На позитивном крају прве осе издваја се већина врста сушеног воћа, која садрже више угљених хидрата и влаге, а мало масти и протеина, а мужјаци и женке се одликују краћим телом. СЛП садржи веће количине угљених хидрата, али и масти и протеина, а мужјаци и женке имају дужа тела.

4.3.1.5. Утицај секундарних метаболита на дужину тела мужјака и женки

Разлике у садржају секундарних метаболита у сушеном и језгастом воћу нису утицале на дужину тела мужјака *P. interpunctella* (Таб. 47). На житима, дужина тела мужјака је била већа на оним врстама које садрже више укупних фенолних једињења ($r = 0,54$; $p < 0,01$) и флавоноида ($r = 0,49$; $p < 0,01$), док разлике у садржају танина нису утицале. Разлике у садржају секундарних метаболита у сушеном воћу нису утицале ни на дужину тела женки *P. interpunctella* (Таб. 48). У огледима на језгастом воћу дужина тела женки је била већа на лешнику, који садржи више укупних танина ($r = 0,37$; $p < 0,01$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале. У огледима на житима дужина тела женки је била већа на подлогама које садрже мање укупних флавоноида ($r = -0,59$; $p < 0,01$) и танина ($r = -0,41$; $p < 0,05$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења нису утицале (Таб. 48).

Разлике у дужини тела мужјака и женки *P. interpunctella* који су се као ларве хранили различитим врстама хранљивих подлога зависно од садржаја испитиваних група секундарних метаболита одређене су анализом главних компоненти (PCA) и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,06; PC2: 1,51). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 - 41,24%; PC2 – 30,26%), па су зато и коришћене у даљим анализама (Граф. 39). На формирање прве осе утичу садржај укупних флавоноида (0,88), фенолних једињења (0,86), танина (0,53), дужина тела мужјака (-0,35) и женки (-0,39), док на формирању друге осе доприносе дужина тела мужјака (0,81), женки (0,76) и садржај укупних танина (0,44).

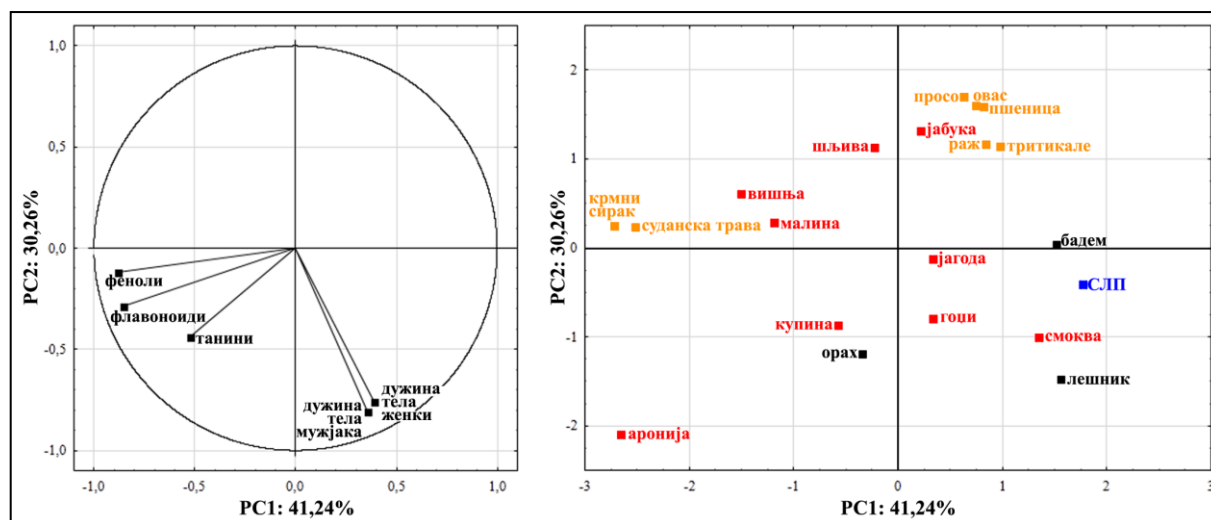


График 39. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине тела мужјака и женки *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 39 се уочава да се хранљиве подлоге раздвајају по другој оси, на основу садржаја танина и дужине тела мужјака и женки. Лешник, сушена смоква, јагода, гоџи бобице и СЛП се издвајају у негативном сегменту друге осе, јер се одликују ниским садржајем танина, а на њима се развијају најкрупнија имага оба пола. Орах, аронија и купина се издвајају у негативном сегменту друге, али и прве осе, јер је садржај танина већи у односу на претходну групу подлога, а мужјаци и женке се карактеришу дугим телима. Сушена јабука, шљива, пшеница, раж, тритикале, оvas и просо се раздвајају у позитивном сегменту друге осе јер се одликују најнижим садржајем та-

нина, а дужина тела мужјака и женки је мала. У сушеној вишњи, малини, крмном сирку и суданској трави, садржај танина је већи, али је дужина тела мужјака и женки мала.

4.3.2. Дужина предњих крила имага

Резултати просечних вредности дужине предњих крила имага су приказани у Табели 49. Зависно од типа хранљиве подлоге на којима су јединке као ларве узгајане, дужина предњих крила имага се статистички значајно разликује ($F = 32,74$; $p < 0,001$). На нивоу експеримента, просечно највећу дужину предњег десног крила су имала имага одгајена на СЛП (7,17 mm), а најмању на јечму (4,45 mm). Гледано по јединкама, најдужа крила је имала по једна женка одгајена на сушеној јагоди и лешнику (9 mm), а најкраћа једна женка на јечму (4,1 mm).

У огледима на сушеном воћу просечно најкраћа предња крила су имала имага одгајена у огледу на шљиви (5,25 mm), а најдужа на гоци бобицама (6,85 mm). Гледано по јединкама, најкраћа предња крила је имао мужјак у огледу на шљиви и женка у огледу на малини (по 4,5 mm). Највећи опсег варирања дужине предњих крила је утврђен код јединки у огледу на јагоди, где је разлика између најкраћих и најдужих износила 3,8 mm (Таб. 49). Имага одгајена на лешнику и ораху су имала статистички значајно дужа предња крила у односу на имага са бадема. У огледима на језграстом воћу је просечна дужина предњих крила варира од 6,51 mm на бадему, до 7,13 mm на лешнику (Таб. 49). Појединачно, најкраћа предња крила је имао један мужјак у огледу на бадему (5,3 mm). Највећи опсег варирања дужине предњих крила је утврђен у огледу на лешнику, где је разлика између најкраћих и најдужих крила износила 2,9 mm. У огледима на житима просечне дужине предњих крила имага у огледима на пшеници и тритикалеу су биле статистички значајно веће у односу на имага са других жита (Таб. 49). Не рачунајући имага у огледу на јечму (на коме су укупно еклодирала два имага, просечне дужине предњих крила 4,45 mm), просечно најкраћа предња крила су имала имага са овса (6 mm), а најдужа са тритикалеа (6,52 mm). Гледано по јединкама, најдужа крила је имала по једна женка у огледу на пшеници и тритикалеу (8 mm). Највећи опсег варирања дужине предњих крила је утврђен у огледима на пшеници и ражи, где је разлика између најкраћих и најдужих крила износила по 3 mm. По јединкама гледано у огледу на СЛП, разлика између најкраћих и најдужих крила имага је износила 2,6 mm (5,7-8,3).

Јединке које су имале дуже тело имала и дужа предња крила ($r = 0,71$; $p < 0,001$).

4.3.2.1. Утицај макронутријената и влаге на дужину предњих крила имага

Дужина предњих крила имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила сушеним воћем била су већа на оним врстама које садрже више масти ($r = 0,44$; $p < 0,01$) и протеина ($r = 0,40$; $p < 0,001$), а мање пепела ($r = -0,50$; $p < 0,001$) и влаге ($r = -0,35$; $p < 0,01$), док разлике у садржају угљених хидрата и шећера нису утицале (Таб. 50). У огледима на језграстом воћу дужина предњих крила имага је била највећа на лешнику, који у односу на орах и бадем садржи више укупних ($r = 0,63$; $p < 0,001$), директно редукујућих шећера ($r = 0,68$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,39$; $p < 0,05$), а мање протеина ($r = -0,68$; $p < 0,001$) и пепела ($r = -0,49$; $p < 0,01$). Разлике у садржају осталих макронутријената и влаге нису утицале на разлике у дужини предњих крила имага на језграстом воћу (Таб. 50). У огледима на житима разлике у дужини предњих крила имага нису статистички значајне, тј. разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 50).

Табела 49. Просечна дужина предњих крила ($\mu \pm SE$) имага *Plodia interpunctella* (укупно и по полу) одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Укупно			Мужјаци			Женке		
	N	Варирање (y mm)	Дужина предњих крила (y mm)	N	Варирање (y mm)	Дужина предњих крила (y mm)	N	Варирање (y mm)	Дужина предњих крила (y mm)
Сушена јабука	117	5,20-7,60	6,31 \pm 0,05 cdef	51	5,20-6,80	5,93 \pm 0,08 bcd	66	5,50-7,60	6,55 \pm 0,04 cd
Сушена шљива	25	4,50-6,90	5,25 \pm 0,12 a	16	4,50-6,00	4,95 \pm 0,10 a	9	5,10-6,90	5,81 \pm 0,20 ab
Сушена вишња	33	4,60-6,80	5,46 \pm 0,12 ab	15	4,90-6,40	5,38 \pm 0,16 ab	18	4,60-6,80	5,52 \pm 0,12 a
Сушена малина	50	4,50-7,40	5,76 \pm 0,12 abc	22	4,70-6,80	5,71 \pm 0,14 bc	28	4,50-7,40	5,82 \pm 0,19 ab
Сушена купина	67	5,00-8,20	6,41 \pm 0,15 def	32	5,20-7,20	6,11 \pm 0,15 cde	35	5,00-8,20	6,83 \pm 0,13 cdef
Сушена јагода	66	5,20-9,00	6,80 \pm 0,17 efg	29	5,60-7,90	6,28 \pm 0,09 cdef	37	5,20-9,00	7,11 \pm 0,19 defg
Сушена аронија	44	5,00-7,70	6,00 \pm 0,13 bcd	25	5,00-6,50	5,74 \pm 0,12 bc	19	5,30-7,70	6,39 \pm 0,19 bc
Сушени гоци	189	5,00-8,60	6,85 \pm 0,06 efg	94	5,00-7,70	6,43 \pm 0,08 def	95	5,50-8,60	7,26 \pm 0,10 fg
Сушена смоква	159	5,00-7,80	6,28 \pm 0,06 cde	86	5,00-7,50	5,91 \pm 0,07 bcd	73	5,30-7,80	6,70 \pm 0,06 cdef
Орах	79	6,00-8,00	6,87 \pm 0,05 fg	37	6,00-7,40	6,46 \pm 0,07 def	42	6,00-8,00	7,18 \pm 0,11 efg
Лешник	73	6,10-9,00	7,13 \pm 0,07 g	39	6,10-8,00	6,76 \pm 0,09 f	34	6,50-9,00	7,50 \pm 0,08 g
Бадем	79	5,30-8,10	6,51 \pm 0,10 def	39	5,30-7,20	6,16 \pm 0,10 cde	40	5,50-8,10	6,83 \pm 0,15 cdef
Пшеница	115	5,00-8,00	6,47 \pm 0,08 def	50	5,00-7,40	6,12 \pm 0,11 cde	65	5,40-8,00	6,70 \pm 0,08 cdef
Раж	17	4,40-7,40	6,13 \pm 0,25 cd	6	4,40-6,70	5,82 \pm 0,38 bcd	11	5,70-7,40	6,52 \pm 0,06 bcd
Тритикале	103	5,10-8,00	6,52 \pm 0,04 def	42	5,10-7,40	6,14 \pm 0,13 cde	61	5,30-8,00	6,72 \pm 0,06 cdef
Јечам	2	4,10-4,80	4,45 \pm 0,35	1	4,80	4,80	1	4,10	4,10
Овас	8	4,20-7,00	6,00 \pm 0,41 abcd	5	4,20-6,40	5,75 \pm 0,44 bcd	3	6,30-7,00	6,55 \pm 0,25 cde
СЛП	87	5,70-8,30	7,17 \pm 0,08 g	40	5,70-7,50	6,60 \pm 0,06 ef	47	6,00-8,30	7,52 \pm 0,07 g
F вредност			20,62***			12,43***			20,44***

СЛП – стандардна лабораторијска подлога. N – број јединки.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Bonferroni post hoc тест); *** - $p < 0,001$.

Табела 50. Зависност дужине предњих крила имага *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Дужина предњих крила имага		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	-0,35 **	-0,20 нз	-0,10 нз
Садржај пепела	-0,50 ***	-0,49 **	0,03 нз
Садржај укупних протеина	0,40 ***	-0,68 ***	-0,16 нз
Садржај укупних масти	0,44 ***	0,39 *	-0,01 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,10 нз	-0,20 нз	-0,09 нз
Садржај укупних шећера	0,04 нз	0,63 ***	/
Садржај директно редукујућих шећера	0,01 нз	0,68 ***	/
Садржај скроба	/	/	0,06 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,12 нз	0,15 нз	-0,10 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,20 нз	0,11 нз	-0,16 нз
Садржај укупних танина	-0,26 *	0,57 ***	-0,17 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у дужини предњих крила имага *P. interpunctella* који су се као ларве хранили различитим хранљивим подлогама у односу на садржај макронутријената и влаге одређене су анализом главних компоненти (PCA), и утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 3,08; PC2: 1,44). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 51,36%; PC2 – 23,98%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 40). Формирање прве осе највише доприноси садржај масти (0,89), влаге (-0,89), угљених хидрата (0,77) и протеина (0,72) и дужина предњих крила имага (0,58), док садржај пепела (0,90), протеина (0,60) и угљених хидрата (0,46) највише доприносе формирању друге осе.

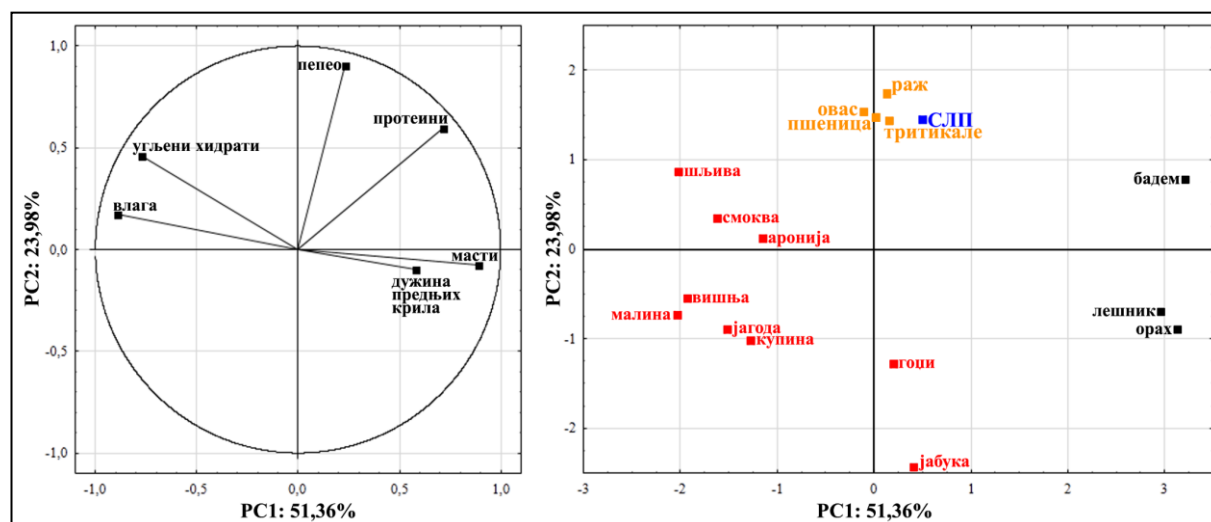


График 40. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила имага *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Хранљиве подлоге се раздвајају по првој оси (PC1) на основу дужине предњих крила имага и разлика у садржају масти, протеина који су позиционирани у позитивном сегменту прве осе и садржаја угљених хидрата и влаге у негативном делу. По другој оси подлоге се раздвајају на основу садржаја пепела, протеина и угљених хидрата (Граф. 40).

На Графику 40 се уочава издвајање ораха, лешника и бадема у позитивном сегменту прве осе, јер се ове три врсте језграстог воћа одликују великим садржајем масти и већом дужином предњих крила на њима одгајених имага. У негативном сегменту прве осе се издваја већина врста сушеног воћа, која поседују висок садржај угљених хидрата и влаге, а низак садржај масти, што је утицало на мању дужину предњих крила имага. Стрна жита се налазе око нулте вредности прве осе, а у позитивном сегменту друге осе, јер су богата протеинима, пепелом и угљеним хидратима, при чему имага потекла са њих имају краћа предња крила. СЛП садржи веће количине угљених хидрата, али и масти и протеина, што се одразило на већу дужину предњих крила имага.

4.3.2.2. Утицај секундарних метаболита на дужину предњих крила имага

Анализом корелационе зависности је утврђено да је дужина предњих крила имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила сушеним воћем била већа на оним врстама које садрже мање танина ($r = -0,26$; $p < 0,05$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале (Таб. 50). У огледима на језграстом воћу дужина предњих крила имага је била већа врстама са више танина ($r = 0,57$; $p < 0,001$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале (Таб. 50). У огледима на житима разлике у дужини предњих крила имага нису статистички значајне, тј. разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита нису утицале на овај параметар (Таб. 50).

Разлике у дужини предњих крила имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила различитим хранљивим подлогама у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита одређене су анализом главних компоненти (PCA). Овом анализом, утврђена је једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (PC1: 2,43). Та компонента објашњава 60,87% варијабилности модела и на њено формирање утичу садржај укупних флавоноида (-0,89), танина (-0,89), фенолних једињења (-0,78) и дужина предњих крила имага (0,49). Карактеристична вредност друге компоненте износи 0,88, тј. она објашњава 22% варијабилности испитиваног модела. У анализама главних компоненти се користе само оне компоненте чија је сопствена вредност већа од 1, јер оне урачунавају више варијанси него оригиналне променљиве. Зато је утицај секундарних метаболита на дужину предњих крила имага утврђен само путем анализе корелационе зависности. Дужина предњих крила имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила одабраним врстама сушеног и језграстог воћа, жита и СЛП је била већа на подлогама које одликује мањим садржаје флавоноида ($r = -0,37$; $p < 0,001$), танина ($r = -0,29$; $p < 0,001$) и укупних фенолних једињења ($r = -0,16$; $p < 0,05$).

4.3.2.3. Дужина предњих крила имага према полу

Разлике у дужини предњих крила мужјака ($F = 12,43$; $p < 0,001$) и женки ($F = 20,44$; $p < 0,001$) одгајаних на различитим хранљивим подлогама су се статистички значајно разликовале (Таб. 49). На нивоу експеримента, просечно најдуже предње крило су имали мужјаци одгајени на лешнику (6,76 mm), а женке на СЛП (7,52 mm), док су најкраћа предња крила имали мужјаци са сушене шљиве (4,95 mm), а женке са сушене вишње (5,52 mm). Предња крила женки су била просечно дужа него мужјака, а разлике у дужинама предњих крила мужјака и женки одгајаних на истим хранљивим подлогама су се статистички значајно разликовале у већини огледа, изузев на сушеној вишњи, малини, ражи и овсу (Граф. 41).

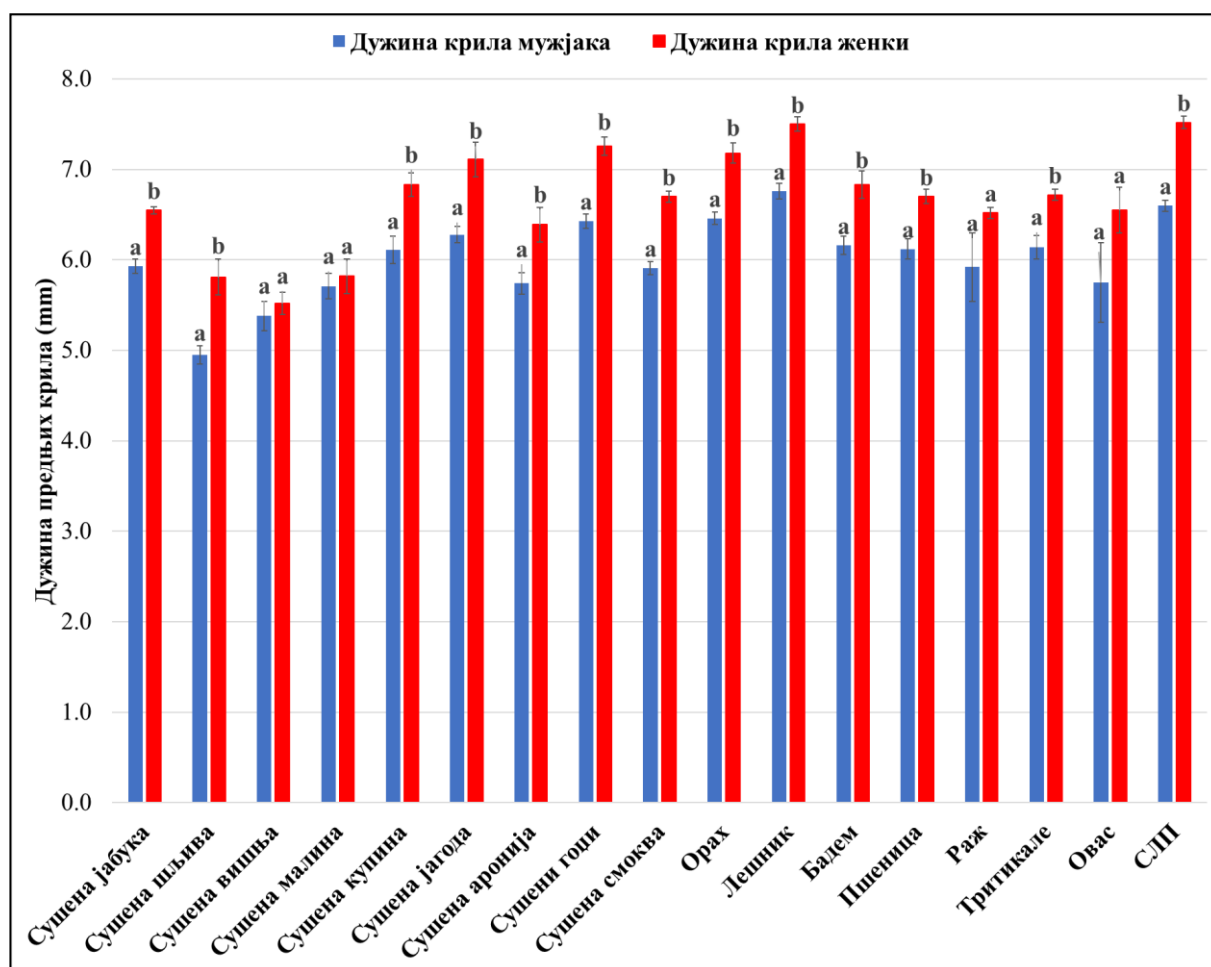


График 41. Дужина предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама. Вредности дужине тела мужјака и женки одгајених на истој хранљивој подлози, означене различитим словом, се статистички значајно разликују на основу t -теста, за ниво поверења од 95%.

У огледима на сушеном воћу, предња крила јединки оба пола су просечно била најдужа у огледу на гоци бобицама (6,43 mm за мужјаке и 7,26 mm за женке) (Таб. 49). Гледано по јединкама, најкраћа предња крила (по 4,5 mm) имали су мужјак у огледу на шљиви, и женка у огледу на малини. У огледу на јагоди забележена су појединачно најдужа предња крила мужјака (7,9 mm) и женке (9 mm) међу испитиваним врстама сушеног воћа. Највећи опсег варирања дужине предњих крила мужјака је утврђен у огледу на гоци бобицама (2,7 mm), а женки на јагоди (3,8 mm). Међу огледима на језгр-астом воћу предња крила мужјака и женки су била статистички значајно дужа у огледу

на лешнику у односу на јединке одгајене на бадему, док разлике у овим вредностима између ораха и бадема и ораха и лешника нису статистички значајне (Таб. 49). Дужина крила мужјака је просечно варијала од 6,16 mm на бадему, до 6,76 mm на лешнику, а код женки од 6,83 mm на бадему, до 7,50 mm на лешнику. По јединкама гледано, најкраћа предња крила и мужјака и женке у огледима на језграстом воћу (5,3 mm, односно 5,5 mm) су измерена јединкама са бадема. Најдужа предња крила су забележена код једног мужјака (8 mm) и једне женке (9 mm) у огледу на лешнику. Највећи опсег варирања дужине предњих крила мужјака је утврђен у огледима на лешнику и бадему (1,9 mm), док је код женки утврђен у огледу на бадему (2,6 mm). Предња крила мужјака и женки у огледима на житима се нису статистички значајно разликовала (Таб. 49). Не рачунајући оглед на јечму, најкраћа просечна дужина предњих крила мужјака је забележена у огледу на овсу (5,75 mm), а женки на ражи (6,52 mm). Просечно најдужа предња крила су имали и мужјаци (6,14 mm) и женке (6,72 mm) одгајени на тритикалеу. Гледано по јединкама, најкраћа предња крила су имали један мужјак одгајен на овсу (4,2 mm) и једна женка на јечму (4,1 mm). Мужјаци и женке са најдужим предњим крилима измерени су у огледима на пшеници и тритикалеу (7,4 mm, односно 8 mm). Највећи опсег варирања између најкраћег и најдужег предњег крила мужјака је утврђен у огледу на пшеници (2,4 mm), а женки на тритикалеу (2,7 mm). Просечна дужина предњих крила мужјака у огледу на СЛП је 6,64 mm, а женки 7,52 mm (Таб. 49). Гледано по јединкама, опсег варирања дужине предњих крила мужјака је износио 1,8 mm, а женки 2,3 mm.

Мужјаци и женке који су имали дуже тело, истовремено су имали и дужа предња крила ($r = 0,55$; $r = 0,68$; $p < 0,001$; $p < 0,001$). Такође, утврђено је и да су женке које су имале дужа предња крила полагале већи број јаја ($r = 0,48$; $p < 0,001$).

4.3.2.4. Утицај макронутријената на дужину предњих крила мужјака и женки

Предња крила мужјака који су се као ларве хранили сушеним воћем била дужа на оним врстама са више протеина ($r = 0,43$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,43$; $p < 0,001$), а мање пепела ($r = -0,31$; $p < 0,01$) и влаге ($r = -0,26$; $p < 0,05$), док разлике у садржају угљених хидрата и шећера нису утицале (Таб. 51). У огледима на језграстом воћу дужина предњих крила мужјака је била већа на лешнику и ораху, који садрже више укупних ($r = 0,51$; $p < 0,01$) и директно редукујућих шећера ($r = 0,56$; $p < 0,001$), а мање протеина ($r = -0,57$; $p < 0,001$) и пепела ($r = -0,39$; $p < 0,05$), док разлике у садржају влаге, масти и угљених хидрата нису утицале (Таб. 51). У огледима на житима предња крила мужјака се нису статистички значајно разликовала, тј. разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале на њих (Таб. 51).

Предња крила женки *P. interpunctella* одгајених на сушеном воћу су била дужа на подлогама које садрже више масти ($r = 0,41$; $p < 0,001$) и протеина ($r = 0,35$; $p < 0,01$), а мање пепела ($r = -0,51$; $p < 0,001$) и влаге ($r = -0,34$; $p < 0,01$), док разлике у садржају угљених хидрата и шећера нису утицале (Таб. 52). У огледима на језграстом воћу дужина предњих крила женки је била већа на лешнику и ораху у односу на бадем, јер садрже више укупних ($r = 0,55$; $p < 0,01$) и директно редукујућих шећера ($r = 0,60$; $p < 0,001$), а мање протеина ($r = -0,60$; $p < 0,001$) и пепела ($r = -0,41$; $p < 0,05$). Разлике у садржају влаге, масти и угљених хидрата нису утицале (Таб. 52). У огледима на житима дужина предњих крила женки се није статистички значајно разликовала, тј. разлике у садржају макронутријената и влаге нису утицале (Таб. 52).

Табела 51. Зависност дужине предњих крила мужјака *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајени.

Хемијски састав	Дужина предњих крила женки		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	-0,26 *	-0,14 нз	-0,04 нз
Садржај пепела	-0,31 **	-0,39 *	-0,04 нз
Садржај укупних протеина	0,43 ***	-0,57 ***	-0,21 нз
Садржај укупних масти	0,43 ***	0,28 нз	-0,05 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,09 нз	-0,14 нз	-0,001 нз
Садржај укупних шећера	-0,01 нз	0,51 **	/
Садржај директно редукујућих шећера	-0,05 нз	0,56 ***	/
Садржај скроба	/	/	0,26 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,14 нз	0,08 нз	-0,29 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,14 нз	0,04 нз	-0,35 нз
Садржај укупних танина	-0,25 *	0,45 **	-0,38 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Табела 52. Зависност дужине предњих крила женки *Plodia interpunctella* од хемијског састава хранљивих подлога на којима су одгајене.

Хемијски састав	Дужина предњих крила мужјака		
	Сушено воће	Језгасто воће	Жита
Садржај влаге	-0,34 **	-0,14 нз	-0,07 нз
Садржај пепела	-0,51 ***	-0,41 *	0,03 нз
Садржај укупних протеина	0,35 **	-0,60 ***	0,05 нз
Садржај укупних масти	0,41 ***	0,32 нз	0,01 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,09 нз	-0,14 нз	-0,09 нз
Садржај укупних шећера	0,06 нз	0,55 ***	/
Садржај директно редукујућих шећера	0,03 нз	0,60 ***	/
Садржај скроба	/	/	-0,18 нз
Садржај укупних фенолних једињења	-0,09 нз	0,09 нз	0,15 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,19 нз	0,05 нз	0,17 нз
Садржај укупних танина	-0,22 нз	0,49 **	0,17 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

Разлике у дужини предњих крила мужјака и женки *P. interpunctella* у ларвеном стадијуму храњених одабраним врстама сушеног и језгастог воћа, жита и СЛП у односу на садржај макронутријената и влаге, одређене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђене су три главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 3,43; РС2: 1,45; РС3: 1,12). Прве две компоненте објашњавају највећи део варијабилности модела (РС1 – 49,04%; РС2 – 20,71%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 42). На формирање прве осе утичу садржај влаге (0,86), масти (-0,86), угљених хидрата (0,74) и протеина (-0,72), као и дужина предњих крила мужјака (-0,66) и женки (-0,64), док садржај пепела (0,92), протеина (0,59) и угљених хидрата (0,45) доприносе формирању друге осе.

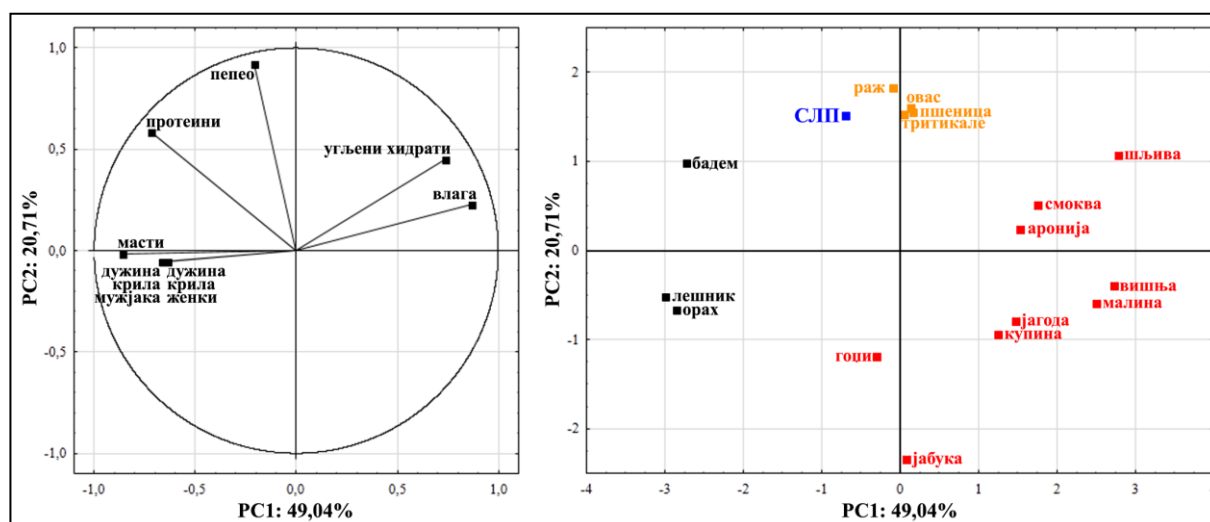


График 42. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella*. СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Добијени подаци указују да се хранљиве подлоге раздвајају по првој оси (PC1) на основу разлика у садржају угљених хидрата и влаге који су позиционирани у позитивном сегменту прве осе, као и садржаја масти и протеина и дужина предњих крила мужјака и женки, који су позиционирани у негативном сегменту прве осе (Граф. 42). На Графику 42 се уочава раздвајање ораха, лешника и бадема у негативном сегменту прве осе, јер се ове три подлоге одликују већим садржајем масти и протеина. Имага преадултно храњена њима имају дуга предња крила. Сушено воће, изузев гоџија, се издваја у позитивном сегменту прве осе, јер ове хранљиве подлоге поседују висок садржај угљених хидрата и влаге, а низак масти и протеина, што је утицало да предња крила мужјака и женки буду краћа. Стрна жита су богата садржајем протеина, пепела и угљених хидрата, и групишу се око нулте вредности прве осе и у позитивном сегменту друге осе. Дужина предњих крила мужјака и женки одгајених на житима је мала. СЛП се издваја у негативном делу прве осе, јер садржи веће количине угљених хидрата, масти и протеина, а мужјаци и женке одгајене на њој имају дуга предња крила.

4.3.2.5. Утицај секундарних метаболита на дужину предњих крила мужјака и женки

Дужина предњих крила мужјака *P. interpunctella* који су се као ларве храњени сушеним воћем је била већа на оним врстама које садрже мање укупних танина ($r = -0,25$; $p < 0,05$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале (Таб. 51). У огледима на језграстом воћу предња крила мужјака су била дужа у огледу на лешнику и орачу у односу на бадем, јер садрже више танина ($r = 0,45$; $p < 0,01$). Разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале (Таб. 51). Међу огледима на житима нису постојале статистички значајне разлике у дужини предњих крила мужјака, тј. разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита нису утицале на тај морфометријски показатељ (Таб. 51).

Разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита у сушеном воћу и житима нису утицале на дужину предњих крила женки *P. interpunctella* (Таб. 52). Међу огледима на језграстом воћу предња крила женки су била дужа на подлогама које

садрже више укупних танина ($r = 0,49$; $p < 0,01$), док разлике у садржају укупних фенолних једињења и флавоноида нису утицале (Таб. 52).

Разлике у дужини предњих крила мужјака и женки *P. interpunctella* који су као ларве храњени разним врстама сушеног и језгастог воћа, жита и СЛП у односу на садржај испитиваних група секундарних метаболита утврђене су анализом главних компоненти (РСА). Констатоване су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (PC1: 2,61; PC2: 1,31). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (PC1 – 52,14%; PC2 – 26,19%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 43). На формирање прве осе утичу садржај укупних флавоноида (0,86), танина (0,82) и фенолних једињења (0,64), као и дужина предњих крила мужјака (-0,64) и женки (-0,61). Дужина предњих крила мужјака (-0,65) и женки (-0,66), као и садржај укупних фенолних једињења (-0,53) доприносе и формирању друге осе.

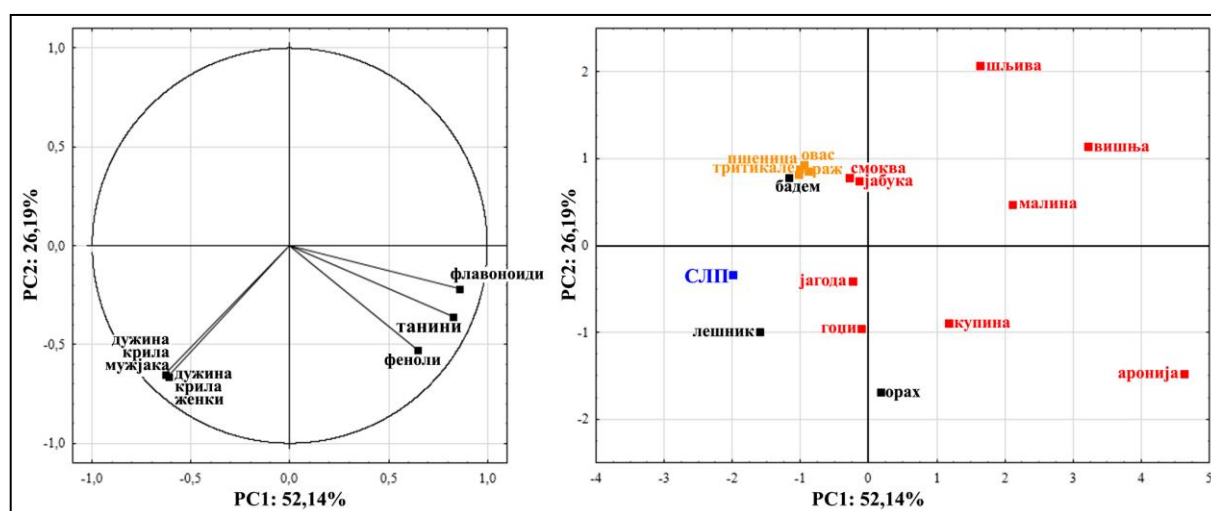


График 43. Анализа главних компоненти (РСА) садржаја испитиваних група секундарних метаболита у испитиваним хранљивим подлогама и дужине предњих крила мужјака и женки *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

На Графику 43 се уочава да се лешник, сушена јагода, годи бобице и СЛП се издвајају у негативном сегменту прве компоненте јер су се на њима развијала имага са најдужим предњим крилима, а садрже малу количину секундарних метаболита. Орех, аронија и купина садрже више секундарних метаболита, а предња крила мужјака и женки одгајених на овим подлогама су краћа у односу на претходну групу подлога, па се ове подлоге издвајају у позитивном сегменту прве компоненте. Сушена малина, шљива и вишња се одликују високим садржајем секундарних метаболита, а на њима су се развила имага са најкраћим крилима. Сушена смоква, јабука, бадем, пшеница, раж, тритикале и оvas се одвајају у негативном сегменту прве компоненте, јер садрже најмање секундарних метаболита, а имага са њих имају кратка предња крила (Граф. 43).

4.4. Погодност хранљивих подлога за исхрану *Plodia interpunctella*

Погодност 21 испитиване хранљиве подлоге за исхрану *P. interpunctella* је утврђена применом индекса погодности (ИП) и индекса осетљивости (ИО), који се заснивају на односу преживљавања јединки до стадијума имага и дужине трајања преадултног периода. На основу вредности ИО одређивана је подложност хранљивих подлога нападу *P. interpunctella*, тј. процењена осетљивост (ПО). Резултати просечних вредности ових индекса су приказани у Табели 53. Просечне вредности ИП ($F = 66,72$; $p < 0,001$) и ИО ($F = 57,17$; $p < 0,001$) су се статистички значајно разликовале зависно од типа хранљиве подлоге којом су се ларве храниле.

Најпогодније подлоге за исхрану *P. interpunctella* су орах и СЛП, за које су утврђене највеће просечне вредности ИП и ИС, при чему су на основу ПО, ове две подлоге категорисане као осетљиве на нападе *P. interpunctella*. Са друге стране, јечам, раж и овас су класификовани као отпорни на нападе ове штеточине, јер се одликују изузетно ниским вредностима ИП и ИО (Таб. 53). У огледима на сушеном воћу највеће вредности ИП и ИО су за смокву (0,0394 и 7,14) и гоци бобице (0,0283 и 5,16), па су ове подлоге класификоване као умерено осетљиве на нападе *P. interpunctella*. Сушене шљиве, вишње, малине, купине, јагоде и аронија су оцењене као отпорне на нападе *P. interpunctella*, јер су им ИП и ИО међу најнижима на нивоу експеримента. Лешник и бадем се у односу на орах, одликују нешто мањом погодношћу за исхрану *P. interpunctella*, јер су на основу утврђених вредности ИО класификоване као умерено осетљиве на нападе *P. interpunctella*. Пшеница, тритикале и три врсте просоликих жита се одликују умереном отпорношћу на нападе *P. interpunctella*, док су јечам, овас и раж најотпорније врсте хранљивих подлога на нивоу експеримента.

4.4.1. Утицај макронутријената и влаге на осетљивост хранљивих подлога на напад *Plodia interpunctella*

Осетљивост испитиваних врста сушеног воћа на нападе *P. interpunctella* је била већа на оним врстама које садрже више протеина ($r = 0,47$; $p < 0,001$) и масти ($r = 0,25$; $p < 0,05$), а мање укупних ($r = -0,24$; $p < 0,05$) и директно редукујућих шећера ($r = -0,29$; $p < 0,01$), док разлике у садржају угљених хидрата, влаге и пепела нису утицале (Таб. 54). Осетљивост језгастог воћа је била већа на ораху у односу на бадем и лешник, јер садржи више масти ($r = 0,43$; $p < 0,01$), а мање угљених хидрата ($r = -0,49$; $p < 0,01$), влаге ($r = -0,50$; $p < 0,01$) и пепела ($r = -0,29$; $p < 0,01$), док разлике у садржају протеина и шећера нису утицале (Таб. 54). Разлике у садржају макронутријената и влаге у житима нису утицале на осетљивост ових подлога на нападе *P. interpunctella* (Таб. 54).

Разлике у осетљивости сушеног и језгастог воћа, жита и СЛП на нападе *P. interpunctella* у односу на садржај макронутријената и влаге одређене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђене су две главне компоненте чије су карактеристичне вредности веће од 1 (РС1: 2,97; РС2: 1,68). Оне објашњавају највећи део варијабилности модела (РС1 – 49,52%; РС2 – 28,06%), па су коришћене у даљим анализама (Граф. 44). На формирање прве осе утичу садржај масти (0,88), влаге (-0,85), угљених хидрата (-0,77) и протеина (0,65) и индекс осетљивости (0,62), док садржај пепела (0,88), протеина (0,71) и угљених хидрата (0,52) доприносе формирању друге осе.

Табела 53. Просечне вредности индекса погодности и отпорности ($\mu \pm SE$) и процена осетљивости различитих хранљивих подлога на нападе *Plodia interpunctella*.

Хранљива подлога	Индекс погодности (HOWE, 1971)	Индекс осетљивости (DOBIE, 1974)	Процена осетљивости (MENSAH, 1986)
Сушена јабука	0,016 \pm 0,0005 def	2,84 \pm 0,10 defg	Умерено отпорна
Сушена шљива	0,0069 \pm 0,001 abc	0,84 \pm 0,19 abc	Отпорна
Сушена вишња	0,0081 \pm 0,002 abcd	1,14 \pm 0,29 abcd	Отпорна
Сушена малина	0,0160 \pm 0,002 cdef	2,40 \pm 0,42 cdef	Отпорна
Сушена купина	0,0153 \pm 0,001 bcdef	2,41 \pm 0,36 cdef	Отпорна
Сушена јагода	0,0141 \pm 0,001 bcde	2,26 \pm 0,22 bcdef	Отпорна
Сушена аронија	0,0132 \pm 0,001 bcde	2,02 \pm 0,18 bcde	Отпорна
Сушени гоци	0,0283 \pm 0,001 gh	5,16 \pm 0,27 hi	Умерено осетљива
Сушена смоква	0,0394 \pm 0,003 ij	7,14 \pm 0,50 jk	Умерено осетљива
Орах	0,0468 \pm 0,001 j	8,65 \pm 0,29 k	Осетљива
Лешник	0,0344 \pm 0,002 hi	6,15 \pm 0,54 ij	Умерено осетљива
Бадем	0,0385 \pm 0,001 ij	7,00 \pm 0,30 jk	Умерено осетљива
Пшеница	0,0239 \pm 0,002 fg	4,22 \pm 0,46 gh	Умерено отпорна
Раж	0,0068 \pm 0,001 ab	0,59 \pm 0,22 ab	Отпорна
Тритикале	0,0208 \pm 0,001 efg	3,61 \pm 0,24 efgh	Умерено отпорна
Јечам	0,0009 \pm 0,001 a	0,00 \pm 0,00 a	Отпорна
Овас	0,0030 \pm 0,001 a	0,34 \pm 0,15 a	Отпорна
Просо	0,0206 \pm 0,002 efg	3,25 \pm 0,40 efg	Умерено отпорна
Крмни сирак	0,0214 \pm 0,001 efg	3,28 \pm 0,26 efg	Умерено отпорна
Суданска трава	0,0241 \pm 0,001 fg	3,91 \pm 0,15 fgh	Умерено отпорна
СЛП	0,0464 \pm 0,003 j	7,84 \pm 0,72 jk	Осетљива
F вредност	66,72***	57,17***	-

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Вредности са различитим малим словом у оквиру исте колоне се статистички значајно разликују за ниво поверења од 95% (Bonferroni post hoc тест); *** - $p < 0,001$.

Хранљиве подлоге се раздвајају по првој оси (PC1) на основу разлика у садржају масти, протеина и индекса осетљивости који су позиционирани у позитивном сегменту ове осе, и садржаја угљених хидрата и влаге позиционираних у негативном делу. На Графику 44 се види издвајање ораха, лешника и бадема у позитивном сегменту прве осе, јер их одликује високи садржај масти и протеина, и велики индекс осетљивости. Већина врста сушеног воћа се издваја у негативном сегменту прве осе, јер садрже много угљених хидрата и влаге, а мало масти и протеина, а мање су погодне за исхрану *P. interpunctella*. Жита се због високог садржаја протеина, пепела и угљених хидрата групишу око нулте вредности прве, а у позитивном сегменту друге осе, и забележена је ниска осетљивост на нападе *P. interpunctella*. СЛП садржи веће количине угљених хидрата, масти и протеина, што се одразило на већу погодност за исхрану *P. interpunctella*.

Табела 54. Зависност индекса осетљивости категорија хранљивих подлога на нападе *Plodia interpunctella* од њиховог хемијског састава.

Хемијски састав	Индекс осетљивости хранљивих подлога		
	Сушено воће	Језграсто воће	Жита
Садржај влаге	-0,02 нз	-0,50 **	-0,13 нз
Садржај пепела	-0,01 нз	-0,29 **	0,13 нз
Садржај укупних протеина	0,47 ***	0,02 нз	0,06 нз
Садржај укупних масти	0,25 *	0,43 **	0,06 нз
Садржај укупних угљених хидрата	-0,16 нз	-0,49 **	0,06 нз
Садржај укупних шећера	-0,24 *	0,13 нз	/
Садржај директно редукујућих шећера	-0,29 **	0,03 нз	/
Садржај скроба	/	/	0,71 ***
Садржај укупних фенолних једињења	-0,59 ***	0,55 ***	0,21 нз
Садржај укупних флавоноида	-0,31 **	0,57 ***	0,20 нз
Садржај укупних танина	-0,26 **	0,22 нз	0,21 нз

r вредност; *** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,001$; * - $p < 0,05$; нз - $p > 0,05$.

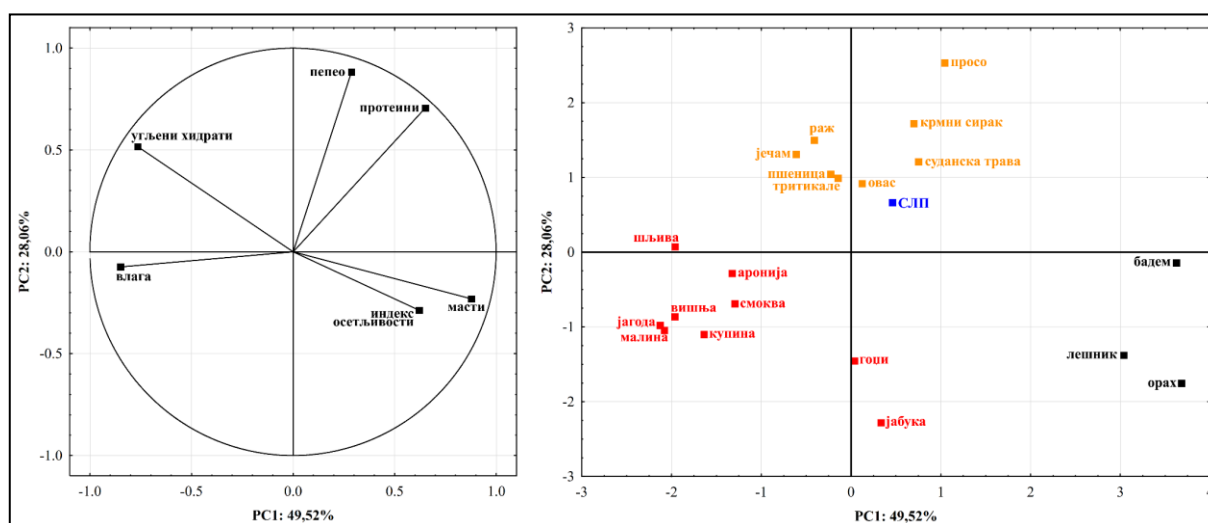


График 44. Анализа главних компоненти (PCA) садржаја макронутријената и влаге у испитиваним хранљивим подлогама и индекса осетљивости тих подлога на нападе *Plodia interpunctella*: СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

4.4.2. Утицај секундарних метаболита на осетљивост хранљивих подлога на напад *Plodia interpunctella*

Осетљивост испитиваних врста сушеног воћа на нападе *P. interpunctella* је била већа на врстама које садрже мање укупних фенолних једињења ($r = -0,59$; $p < 0,001$), флавоноида ($r = -0,31$; $p < 0,01$) и танина ($r = -0,26$; $p < 0,01$) (Таб. 54). Највећу осетљивост међу језграстим воћем је показао орах, који садржи више укупних фенолних једињења ($r = 0,55$; $p < 0,001$) и флавоноида ($r = 0,57$; $p < 0,001$), док разлике у садржају танина нису утицале (Таб. 54). Разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита у житима нису утицале на осетљивост ових подлога на нападе *P. interpunctella* (Таб. 54).

Разлике у осетљивости испитиваних хранљивих подлога на нападе *P. interpunctella* у односу на садржај секундарних метаболита одређене су анализом главних компоненти (РСА). Утврђена је само једна главна компонента чија је карактеристична вредност већа од 1 (РС1: 2,09) и која објашњава 52,33% варијабилности модела. На формирање ове компоненте утиче садржај укупних фенолних једињења (-0,90), флавоноида (-0,89) и танина (-0,68). Пошто у анализама главних компоненти користе само оне чија је вредност већа од 1 (јер оне урачунавају више варијанси него оригиналне променљиве), утицај испитиваних група секундарних метаболита на осетљивост хранљивих подлога на нападе *P. interpunctella* је утврђен само путем анализе корелационе зависности. На нападе *P. interpunctella* осетљивије су подлоге које садрже мање укупних флавоноида ($r = -0,16$; $p < 0,05$) и танина ($r = -0,15$; $p < 0,05$).

5. ДИСКУСИЈА

Механизми деловања еколошких фактора на организме су у основи еколошких истраживања. Многи еколошки фактори, а међу њима и трофички, значајно утичу на животну историју инсеката. Врста, квалитет и количина хране, у комбинацији са абиотичким условима средине утичу на преживљавање, дужину трајања развића, размножавање и друге особине животне историје складишних штеточина (SUBRAMANYAM and HAGSTRUM, 1991). Фактори исхране битно управљају успешношћу развића холометаболичких инсеката, јер квалитет и квантитет хране у многеме утичу на особине животне историје инсеката у свим узрасним стадијумима. У животу ларви особине животне историје се пре свега изражавају стопом раста, дужином развића, преживљавањем, величином и масом тела, а за имага фекундитетом и преживљавањем (SLANSKY and SCRIBER, 1985). Доказано је да особине животне историје највише зависе од количине и односа протеина и угљених хидрата (LEE *et al.*, 2002, 2008). За гусенице лептира количина протеина је лимитирајући фактор, јер су им неопходни за брзи раст ткива (BERNAYS, 1986; WALDBAUER and FRIEDMAN, 1991).

Складишне штеточине живе у трофички хомогеним срединама и потрага за храном, као и нутритивна вредност хране и садржај воде значајно утичу на особине животне историје ових инсеката, јер јединке морају да обезбеде довољно одговарајућих нутријената (HILL, 2002). Иако биљке поседују све потребне нутријенте за исхрану биљоједних инсеката, њихова количина и однос могу значајно да варирају. Ове разлике су посебно изражене код биљака које припадају различитим врстама. Међутим, варирања количине и односа нутријената се могу јавити и у оквиру исте врсте, услед генотипских разлика и срединских фактора, као и зависно од фенофазних промена у биљкама (BERNAYS and SHARPMAN, 1994). Зато особине животне историје складишних штеточина могу јако да варирају зависно од сорте или хибрида прехранбеног производа којим се хране.

Исхрана одређеним прехранбеним производима, богатим мастима и протеинима, попут језграстог воћа (орех, бадем, пистаћи, кикирики и други) и формулисаних хранљивих подлога за лабораторијски узгој *P. interpunctella*, утиче на бржи раст и развој (RAD *et al.*, 2000; MARZBAN *et al.*, 2001; BORZOU *et al.*, 2018; EL-SHAFEI *et al.*, 2018), нижу смртност (JOHNSON *et al.*, 1995; BORZOU *et al.*, 2018), веће димензије тела (ALMAŠI, 1984; AKINNEYE *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018a) и успешнију репродукцију *P. interpunctella* (ALMAŠI, 1984; MARZBAN *et al.*, 2001; VUKAJLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOU *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a). Са друге стране, исхрана сиромашна протеинима, а богата угљеним хидратима, поготово на почетну животног циклуса, негативно утиче на особине животне историје *P. interpunctella*. Оваква исхрана узрокује успорено и пролонгирано развиће (JOHNSON *et al.*, 1995; RAD *et al.*, 2000; BORZOU *et al.*, 2018), повећану смртност (JOHNSON *et al.*, 1995; ALMAŠI and VELJKOVIĆ, 2006; ALMAŠI and POSLONČEC, 2010; BORZOU *et al.*, 2018), смањене димензије тела (ALMAŠI, 1984; AKINNEYE *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018a), краћу дужину живота имага (ALMAŠI, 1984; MARZBAN *et al.*, 2001; EL-SHAFEI *et al.*, 2018) и нижи фекундитет (ALMAŠI, 1984; VUKAJLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOU *et al.*, 2018). Ипак, у литератури постоји мали број истраживања о утицају садржаја и односа макронутријената у храни на особине животне историје *P. interpunctella*.

Иако је познато да особине животне историје *P. interpunctella* значајно варирају у зависности од типа исхране и нутритивног састава хране (VUKAJLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018), и даље постоји много отворених питања. MOHANDASS и сарадници (2007) наводе да недостају подаци о особинама животне историје *P. interpunctella*, када се ларве хране великим бројем производа, па је

потребно класификовати прехранбене производе у тачно дефинисане категорије, према њиховом нутритивном саставу. Уколико се особине животне историје драстично не разликују у оквиру дефинисане групе производа, могу се извући општи закључци и применити у моделирању биолошких процеса *P. interpunctella*. MOHANDASS и сарадници (2007) такође наводе да недостају подаци о динамици развића и расту популације различитих стадијума у животном циклусу *P. interpunctella*, у зависности од типа исхране ларви. Подаци о дужини развића и морталитету различитих развојних стадијума су веома важни у моделирању животног циклуса, процени и предвиђању дужине развића и морталитета свих ларвених ступњева *P. interpunctella*. На овај начин се може утврдити тачно одређени ступањ у развоју *P. interpunctella* који је најосетљивији на методе сузбијања. Такође, моделирање динамике популације *P. interpunctella* може да помогне у утврђивању оптималног времена примене метода сузбијања.

Ова докторска дисертација има циљ да утврди утицај различите исхране на особине животне историје фитофагног инсекта, бакренастог пламенца *P. interpunctella*. Од почетка XX века, бројна истраживања су проучавала утицај исхране на особине животне историје *P. interpunctella* (HERMS, 1917; HAMLIN *et al.*, 1931; SIMMONS *et al.*, 1931; RICHARDS and THOMSON, 1932; HINTON, 1943; ABDEL-RAHMAN *et al.*, 1968; LECATO, 1976; ALMAŠI, 1984; JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; LOCATELLI and LIMONTA, 1998; SAMBARAJU and PHILLIPS, 2008; ALMAŠI and POSLONČEC, 2010; VUKAJLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; AKINNEYE *et al.*, 2017; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; BORZOUI *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a,b,c).

Резултати ове дисертације откривају и потврђују да разлике у садржају макронутријената, влаге, пепела и секундарних метаболита у испитиваних хранљивим подлогама значајно утичу на особине животне историје *P. interpunctella*. Следи њихова анализа и упоређивање са постојећим литературним подацима.

5.1. Хемијски састав хранљивих подлога

Обзиром да су ларве *P. interpunctella* изузетно полифагне, у овој дисертацији им је експериментално као храна понуђено 28 различитих прехранбених производа биљног порекла (груписаних у три велике групе: сушено воће, језграсто воће и жита). Као контролна, коришћена је стандардна лабораторијска подлога (СЛП) (SILHASEK and MILLER, 1972), која представља нутритивно оптималну храну за лабораторијски узгој *P. interpunctella*. Групе хранљивих подлога су формиране како на основу форме биљног производа, тако и садржаја макронутријената и влаге. Прву групу сачињава 16 врста сушеног воћа, другу четири врсте језграстог воћа, а трећу осам врста жита.

5.1.1. Хемијски састав сушеног воћа

Прву групу прехранбених производа тестираних као хранљиве подлоге за развиће *P. interpunctella* чинило је 16 врста сушеног воћа: јабука, шљива, вишња, кајсија, малина, купина, јагода, аронија, брусница, евроазијска и америчка боровница, гоци бобице, светло и тамно грождје, смоква и банана.

Сушено воће је богато шећерима (55-75% моносахаридима) и углавном садржи 20-30% влаге (RAJENDRAN, 2003; SVETKOVIĆ *et al.*, 2009), што је потврђено и хемијским анализама врста коришћених у овом експерименту (Таб. 2) - највећи удео у њиховом

садржају припада угљеним хидратима (64,90-87,61%), а посебно шећерима (24,2-72,80%). Садржај воде је у већини врста био изнад 20% (највећи, 31,37%, у сушеним шљивама, док сушена банана садржи свега 4% воде).

Према резултатима овог истраживања, садржај протеина у испитиваним врстама сушеног воћа је био испод 3,5% (Таб. 2), што се подудара са литературним податком (мање од 5% у врстама (сушене јабуке, кајсије, бруснице, урме, смокве, брескве, крушке, шљиве и грожђе) које наводе HERNÁNDEZ-ALONSO *et al.*, 2017). Међутим, изузетак је 10,44% протеина у сушеним гоци бобицама, што је двоструко више не само од тестираних врста у овој дисертацији, него и од литературних података за ову групу подлога (HERNÁNDEZ-ALONSO *et al.*, 2017).

HERNÁNDEZ-ALONSO и сарадници (2017) су навели да је садржај масти у сушеном воћу био испод 2%, а у воћу анализираним у овој дисертацији је варирао од 0,13% у сушеним шљивама и јагодама, до 4,28% у гоци бобицама (Таб. 2).

MILETIĆ и сарадници (2014) наводе да је сушено воће у Србији богат извор секундарних метаболита, пре свега укупних фенолних једињења, флавоноида и танина. Наши резултати су у сагласности са литературним. Од свих тестираних хранљивих подлога у овој докторској дисертацији, сушено воће се генерално одликује највећим садржајем испитиваних група секундарних метаболита (Таб. 3): количина укупних фенолних једињења је варијала од 225 µg GAE/g екстракта бруснице, до чак 14.100 µg GAE/g екстракта америчке боровнице; флавоноида је било од 7,68 µg RUE/g екстракта банане, до 1.601,78 µg RUE/g екстракта бруснице; танина је било највише у америчкој боровници (6.100 µg CChE/g екстракта), а најмање у банани (испод нивоа детекције спектрофотометријском методом).

5.1.2. Хемијски састав језграстог воћа

Другу групу прехранбених производа тестираних као хранљиве подлоге за развиће *P. interpunctella* чиниле су четири врсте језграстог воћа: орах, лешник, бадем и листићи кокоса.

Језграсто воће је богато мастима (40–80%) са високим садржајем незасићених масних киселина (31,6–62,4%) (RAJENDRAN, 2003; HERNÁNDEZ-ALONSO *et al.*, 2017). Резултати ове докторске дисертације су у сагласности са литературним подацима – присуство масти је варијало од 45,44% у бадему, до 60,50% у ораху (Таб. 2).

Садржај протеина у анализираним језграстом воћу је био висок, од 7,61% у листићима кокоса, до 26,87% у бадему (Таб. 2), што се подудара са литературним подацима да варира у опсегу 5–30% (RAJENDRAN, 2003; HERNÁNDEZ-ALONSO *et al.*, 2017).

Језграсто воће има низак садржај угљених хидрата (11–30%) и воде (<5%) (RAJENDRAN, 2003; HERNÁNDEZ-ALONSO *et al.*, 2017), што су и наши резултати потврдили: угљених хидрата је било 16,25–25,28%, шећера 0,55–4,44%, а воде 2,23–4,15% (Таб. 2). То су најнижи садржаји шећера и воде међу хранљивим подлогама испитиваним у овом експерименту.

Међу језграстим воћем на коме се развијала *P. interpunctella*, орах се одликује највећим садржајем масти, док је садржај воде, протеина, угљених хидрата и шећера био најнижи. Са друге стране, бадем се одликује највећим садржајем протеина и воде, а најнижим садржајем масти.

DEAN (2018) наводи да је језграсто воће богат извор различитих секундарних метаболита. У овој докторској дисертацији, садржај испитиваних група секундарних метаболита је, изузев у ораху, био нижи у односу на сушено воће (Таб. 3). Садржај укупних фенолних једињења је варирао од 194 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта бадема, до 10.482,13 $\mu\text{g GAE/g}$ екстракта ораха. Флавоноида је било од 4,11 $\mu\text{g RUE/g}$ екстракта листића кокоса, до 64,59 $\mu\text{g RUE/g}$ екстракта ораха. Садржај танина је био највећи у ораху (616,67 $\mu\text{g CChE/g}$ екстракта), а најмањи у листићима кокоса (испод нивоа детекције спектрофотометријском методом).

5.1.3. Хемијски састав жита

Трећу групу хранљивих подлога чини осам врста жита, међу којима су пет врста стрних жита (пшеница, раж, тритикале, јечам и овас) и три врсте просоликих жита (просо, крмни сирак и суданска трава).

Жита се генерално одликују високим садржајем угљених хидрата, међу којима је најзначајнији скроб. Садржај скроба у житима може бити до 75% (SALDIVAR, 2003). Резултати ове докторске дисертације то потврђују – испитиване врсте жита садрже највише укупних угљених хидрата, од 61,03% у просу, до 70,75% у јечму, при чему од угљених хидрата највише садрже скроба, од 38,39% у јечму, до 62,84% у суданској трави (Таб. 2).

Поред скроба, жита су богата протеинима (6–25%), док садржај влаге ускладиштених стрних жита износи 11–14% (ŠTRVAS, 2002). Резултати ове докторске дисертације су слични (Таб. 2). На основу садржаја влаге и протеина, јасно се разликују стрна и просолика жита. Стрна жита одликује већи садржај влаге (10,73–11,83%) и нижи садржај протеина (12,03–15,77%) од просоликих жита (7,48–8,54% влаге и 17,03–21,43% протеина).

Садржај масти у житима је низак (до 7%), а код највећег броја врста испод 4% (SALDIVAR, 2003). Наши резултати то потврђују, с тим да просолика жита садрже 5,25–6,77%, а стрна жита 3,04–8,38% (Таб. 2).

Већина врста жита, изузев крмног сирка и суданске траве, садржи мале количине испитиваних група секундарних метаболита (Таб. 3). KADIRI (2017) наводи да се садржај секундарних метаболита у зрнима жита јако разликује зависно од врсте житарице. Резултати нашег истраживања показују да су укупни флавоноиди и танини у анализираним житима присутни у веома малим количинама, а садржај танина у пшеници, тритикалеу и овсу је био испод нивоа детекције спектрофотометријском методом. Садржај укупних фенолних једињења, флавоноида и танина је био убедљиво највећи у крмном сирку и суданској трави.

Главни конституенти СЛП су бела кукурузна палента (26%) и интегрално пшенично брашно (23%), па је она по хемијском саставу најсличнија житима. Садржи највише угљених хидрата (72,4%), од чега 13,33% шећера (Таб. 2). Протеина има 10,18%, масти 2,81%, а влаге 11,54%. Садржај укупних фенолних једињења, флавоноида и танина у СЛП је био испод нивоа детекције спектрофотометријском методом (Таб. 3).

5.2. Утицај исхране на преживљавање *Plodia interpunctella*

Квалитативни и квантитативни састав хране инсеката је веома важан за њихово преживљавање (SLANSKY and SCRIBER, 1985). Утицај квалитативног и квантитативног састава хране на преживљавање инсеката потврђен је за велики број врста (ALI *et al.*, 1990; SEQUIERA and DIXON, 1996; MOREAU *et al.*, 2006; RAZMJOU *et al.*, 2006; ROEDER and BENMER, 2014; GÜLER *et al.*, 2015; OONINCX *et al.*, 2015; BORZOU *et al.*, 2017; ARTHUR *et al.*, 2020; MOHAMMADI and MENRKHOU, 2020).

Иако је изразито полифагна врста, различити прехранбени производи нису подједнако погодни за развиће *P. interpunctella*. Преживљавање *P. interpunctella* зависи пре свега од садржаја и односа макронутријената и влаге (VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOU *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018c). Резултати ове докторске дисертације су потврдили да преживљавање стадијума ларве у великој мери зависи од типа њене хране, односно од садржаја макронутријената (протеина, масти и угљених хидрата) и влаге у храни.

Даља детаљна истраживања дигестивних ензима би могла да утврде разлоге и физиолошке механизме који узрокују неподобност одређених прехранбених производа за развиће *P. interpunctella*.

5.2.1. „Парадокс прехранбеног домаћина”

Поједини прехранбени производи су непогодни или слабо погодни за исхрану *P. interpunctella* у лабораторијским условима, али у условима складишта, неки од њих могу да буду снажно инфестирани. Бројност и преживљавање ларви ове врсте је у нашем истраживању праћено у огледима на 29 врста хранљивих подлога. На два типа сушеног грожђа (светло и тамно), брусници, евроазијској и америчкој боровници, банани и листићима кокоса је забележен 100% морталитет ларви након само седам дана, док су све ларве на сушеној кајсији угинуле у периоду од седам недеља након почетка експеримента.

У литератури постоји веома мало података о развићу *P. interpunctella* на врстама сушеног воћа на којима ова врста у нашем експерименту није успела да се развије, осим сушеног грожђа и кајсије. Такође, утврђено је да *P. interpunctella* може да инфестира ускладиштену сушену евроазијску боровницу и банану (RICHARDS and HERFORD, 1930; RICHARDS and THOMSON, 1932; HAYHURST and BRITTEN, 1942).

Plodia interpunctella представља веома значајну штеточину ускладиштеног сушеног воћа, пре свега сушеног грожђа и кајсија (HAMLIN *et al.*, 1931; SODERSTROM *et al.*, 1987; JOHNSON *et al.*, 1995). Још почетком XX века, у једном од првих значајнијих истраживања биологије *P. interpunctella*, HAMLIN и сарадници (1931) су навели да је ова врста једна од најдеструктивнијих штеточина која напада готово све врсте ускладиштеног сушеног воћа. SODERSTROM и сарадници (1987) наводе да је *P. interpunctella* најбројнија штеточина ускладиштеног сушеног грожђа у Европи. У долини Сан Хоакин, у Калифорнији, најзначајнијој производној регији сушеног грожђа у свету, *P. interpunctella* је економски најзначајнија штеточина (JOHNSON *et al.*, 1995).

Међутим, резултати бројних лабораторијских истраживања су указивали да сушено грожђе није погодна храна за *P. interpunctella*. У свом магистарском раду, најобимнијем истраживању прехранбене екологије *P. interpunctella* у Војводини, ALMAŠI (1984) је утврдила 100% морталитет ларви на сушеном грожђу. Ларве *P. interpunctella*

су се у почетку храниле сушеним грожђем, али није дошло до еклозије имага. Поред сушеног грожђа, 100% морталитет је утврђен и када су се ларве храниле сушеним крушкама и урмама (ALMAŠI, 1984). Лабораторијска истраживања из Калифорније, САД, такође указују да је сушено грожђе слабо погодна храна за *P. interpunctella*. НАМЛІН и сарадници (1931) наводе да је међу пет најзначајнијих врста сушеног воћа, грожђе најмање нападнуто, а да је у односу на сушене смокве и шљиве, развиће на сушеном грожђу трајало дуже, а јединке су биле доста ситније. JOHNSON и сарадници (1995) наводе да је стопа преживљавања *P. interpunctella* на сушеном грожђу ниска, а да је разлог томе нејасан. Ови аутори су установили да је проценат испиљених ларви лабораторијске популације *P. interpunctella* одгајане на сушеном грожђу износио 97,3%, а да је укупно преживљавање стадијума ларве било свега 6,5%. Резултати истраживања из Индије о осетљивости 12 врста сушеног и језграстог воћа на присуство *P. interpunctella* (RAD *et al.*, 2000) указују да су сушено грожђе, кајсије и љуспице кокоса отпорне на нападе овог пламенца, што се у потпуности подудара са нашим резултатима. У њиховим експериментима на сушеном грожђу, мали број јединки *P. interpunctella* је успео да еклодира, а развиће је трајало јако дуго. Слично резултатима нашег експеримента, све ларве *P. interpunctella* на сушеним кајсијама и листићима кокоса су угинуле пре улуткавања, иако су се храниле овим производима (RAD *et al.*, 2000). ALMAŠI и POSLONČEC (2010) су регистровале високу смртност јаја и ларви *P. interpunctella* на сушеним кајсијама (94,4%) и грожђу (98,7%). У њиховим огледима мали број имага је еклодирао, претежно мужјаци, и живели су кратко. Женке су еклодирале тек појединачно, па је добијено потомство F2 генерације било малобројно. BORZOUИ сарадници (2018) су на основу малог броја преживелих ларви и продуженог трајања развића пререпродуктивних стадијума на сушеном грожђу утврдили да је оно неповољна храна за развој *P. interpunctella*, на којој су имага живела кратко, а женке су положиле мало јаја.

Сагласно нашим резултатима, и ARBOGAST и сарадници (2005) су утврдили да се *P. interpunctella* не развија на сушеном грожђу у лабораторијским условима, али се у складишту на истој подлози успешно развија и размножава. И сродна врста пламенца *Cadra cautella* се у лабораторијским условима неуспешно развија на плодовима тестерасте палме *Serenoa repens* (Bartram) J.K.Small (висок је морталитет ларви, продужено развиће и мала маса лутака), за разлику од њеног понашања у складишту ових плодова. Ова појава је названа „парадокс прехранбеног домаћина”. Вероватно је заступљена код већине складишних штеточина, али није детаљно истражена. То значи да лабораторијска испитивања можда не откривају прави потенцијал складишне штеточине који она има у складишним условима. ARBOGAST и сарадници (2005) објашњавају на примеру пламенца *C. cautella* да главни разлози постојања овог парадокса леже у прехранбеним суплементима присутним у складишним условима, а којих нема у експерименталним лабораторијским околностима. Ти додаци присутни у храни, који стимулишу развиће штеточине, потичу од њене фунгиворне, сапрофагне и/или карниворне допунске исхране (мимо основне хране у виду ускладиштеног производа), и подстичу јој раст и развој. То је посебно изражено када је складишна штеточина присутна у ускладишним прехранбеним производима који јој нису најпогоднији за развој.

За успешно развиће *P. interpunctella* потребан је прехранбени суплемент у виду плесни, чије конидије потпомажу неонатални развој ларви (ARBOGAST *et al.*, 2005). Тако је објашњење за угинуће ларви на обе врсте сушеног грожђа у нашем експерименту, у чињеници да то грожђе није било инокулирано плеснима пре сушења, посебно врстама које инфестирају грожђе још пре бербе, у винограду.

5.2.2. Значај односа садржаја макронутријената и влаге у храни за преживљавање *Plodia interpunctella*

За инсекте су протеини и угљени хидрати најзначајнији макронутријенти, јер представљају извор неопходних аминокиселина, односно енергије. Свакој инсекатској врсти је потребна тачно одређена количина протеина и угљених хидрата које морају да унесу исхраном, како би животни процеси функционисали неометано, јер садржај и пропорција ових макронутријената значајно утичу на преживљавање инсеката (SIMPSON and RAUBENHEIMER, 1993). Протеини су лимитирајући макронутријенти за фитофагне инсекте (BERNAYS, 1986; WALDBAUER and FRIEDMAN, 1991), јер већина биљних органа поседује малу количину протеина. Што је храна сиромашнија протеинима, организми дуже морају да се њоме хране, тј. све док не достигну унос неопходне количине протеина (LE GALL and BENMER, 2014). Субоптимална исхрана и продужено развиће утичу на физиолошку и имунолошку слабост организма (SLANSKY and WHEELER 1989; SLANSKY, 1993), што значи да је повећан ризик од инфекција, паразитираности и предаторства, чиме је преживљавање смањено (LIMA, 1998).

5.2.3. Утицај исхране на преживљавање ларви *Plodia interpunctella*

Генерално, јаја и младе ларве су најосетљивији стадијуми у животном циклусу *P. interpunctella*.

У нашем истраживању бројност ларви се са протоком времена од поставке експеримента смањивала, најпре као резултат угинућа ларви, а касније и услед улуткавања. Овакве анализе су у нашем експерименту урађене само на воћним подлогама и СЛП. Стопа смањивања бројности ларви је била највећа на СЛП, а нешто мања на ораху, бадему, лешнику и сушеној смокви (Таб. 4). BOUAYAD и сарадници (2008) су утврдили да је морталитет ларви *P. interpunctella* које су се храниле на пшеници, јечму, сирку и урмама нагло растао у првих 14 дана живота ларви, а након тога је број преживелих ларви био константан. Такође, MBATA и OSULI (1983) су утврдили да је највећи морталитет ларви управо у првом ступњу. На млевеном кикирикију, готово 80% ларви је угинуло већ у првом ступњу.

И у нашем експерименту је просечно највећи морталитет забележен током првог контролног прегледа, тј. 14. дана од почетка (Таб. 4). Тада је у већини огледа број преживелих ларви био испод 50%. Преживљавање ларви након 14 дана је било највеће на сушеној јабуци (66,8%), а најмање на сушеној јагоди (24,2%). У огледу на СЛП је тога дана проценат регистрованих ларви био међу најнижима, али не због њиховог угинућа, већ улуткавања 33 јединки (5,5% од почетног броја јаја). Очигледно, иако СЛП пружа оптималне нутритивне услове за раст и развиће *P. interpunctella* (SILHASEK and MILLER, 1972; SILHASEK and MURPHY, 2006), мали број ларви је у нашем огледу преживео (26,2%). Са друге стране, њихово развиће је било веома брзо – просечна ларва је након само 14 дана већ достигла последњи, пети ступањ (Таб. 17), а након 17,08 дана и стадијум лутке (Таб. 13).

У експерименту спроведеном на четири сорте пшенице, две сорте кукуруза, сирку, кукурузној паленти, кикирикију, бадему и светлом сушеном грождју WILLIAMS (1964) је утврдила да је морталитет популација *P. interpunctella* одгајаних у лабораторијским условима (25°C, р.в.в. 75%) био највећи у почетним фазама, у стадијуму јајета или у млађим ларвеним ступњевима. Као главни разлози били су немогућност пиљења

ларви и неадекватна физичко-хемијска својства хране, због којих младе ларве нису могле да се хране.

За највеће угињавање најмлађих ларвених ступњева налазимо литературно објашњење. У почетним фазама развоја, младим ларвама су неопходни одговарајући нутријенти за успешан раст и развој. SILHASEK и MURPHY (2005) наводе да приликом исхране зрнима пшенице, младе ларве *P. interpunctella* траже клицу, јер је то једини део зрна који им омогућава приступ витаминима, полинезасићеним масним киселинама, стеролима и простим шећерима, који су им пре свега потребни као извор енергије, али и за раст и развој. Други делови зрна, или поседују низак садржај простих шећера (попут омотача) и нису хранљиви младим ларвама, или махом садрже скроб (ендосперм), недоступан младим ларвама због присуства инхибитора α -амилазе, који их спречава да варе скроб.

Три седмице након почетка експеримента у огледима на СЛП и сушеној смокви у нашем експерименту је утврђен највећи пад бројности ларви услед њиховог улуткавања (Таб. 4). На СЛП је 138 ларви (од 152 преживеле) прешло у стадијум лутке, док се на сушеној смокви 19. дана од почетка огледа 87 ларви улуткало (14,5% од почетног броја јаја). Све преостале ларве у огледу на СЛП су се улуткале након 35 дана. У периоду након четири седмице, стопа смањивања бројности ларви је била нижа. Број ларви је најспорије опадао на сушеној јабуци, шљиви, гоци бобицама и вишњи (Таб. 4).

Добијене криве преживљавања ларви (Граф. 1) су карактеристичног конкавног облика и припадају III типу кривих, који се одликује високом смртношћу млађих ступњева, док је стопа смртности осталих ступњева нижа.

На хранљивим подлогама на којима су ларве успеваале да се улуткају, преживљавање је било веће на језграстом воћу, у односу на сушено воће и СЛП (Таб. 6).

5.2.3.1. Значај односа садржаја макронутријената и влаге у храни за преживљавање ларви *Plodia interpunctella*

Бројни су литературни извори који тврде да већи број ларви преживи када се *P. interpunctella* храни производима богатим протеинима и мастима (ALMAŠI, 1984; VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOUI *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018c), док исхрана сиромашна протеинима, а богата угљеним хидратима доводи до повећане смртности ларви (BORZOUI *et al.*, 2018).

FRAENKEL и BLEWETT (1946a,b) наводе да је садржај масти и уља веома битан за развој и преживљавање ларви *P. interpunctella*. У истраживању на пшеничним клицама, ови аутори наводе да је морталитет ларви повећан у недостатку уља из пшеничних клица. ALMAŠI (1984) је у опсежној студији о смртности ларви *P. interpunctella* на различитим врстама хране утврдила да је на већини испитиваних прехранбених производа била изузетно велика (>75%). Конкретно, на јечму, пиринчу, кексу, урмама, чају од камилице и нане, шипурку, црној кафи, сушеним крушкама, сушеном грожђу, маку, меду, пасуљу, соји, сојином брашну, сушеној шаргарепи и млевеном црном бибери је била 100%. Нешто мања смртност ларви (75–95%) је утврђена на пшеничном брашну, гризу, презлама, чоколади са лешницима, кестен пиреу, концентрату за рибуљу чорбу, млевеном рогачу, лешнику, сушеним смоквама, сушеним шљивама, кукурузном брашну, прекрупи, бадему, пшеници и сушеним јабукама. На ораху, смртност је износила 65%. На сунцокрету (35%), сушеном пашканату (30%), сушеном целеру и кикирикију по 20%, сушеном црном луку (15%), сушеном першуну (10%), док је најмања била на кукурузу (5%).

JOHNSON и сарадници (1995) су испитивали преживљавање ларви *P. interpunctella* на целим језгрима ораха, бадема, pistaћа, сушеном грожђу и шљивама и утврдили да је проценат преживљавања ларви био далеко мањи на сушеном грожђу и шљивама, која садрже значајно већи проценат влаге и угљених хидрата у односу на pistaће, орах и бадем, који садрже знатно више протеина и масти. У другом истраживању на pistaћима (RAZZIAN *et al.*, 2015), производу богатом протеинима и мастима, преживљавање ларви је било велико и зависило је од сорте (варирало је од 77,06%, до 91,09%).

SAMBARAJU и PHILLIPS (2008) су на мешаној хранљивој подлози (кукурузна палента, концентрат за пилиће, концентрат за носиле и глицерин у односу 4:2:2:1) и науту констатовали 100% преживљавање ларви, док је на сушеним кајсијама било 90%, а шљивама 67,5%. Због појаве ужеглости, ларве у овом експерименту нису преживеле на ораху и пекан ораху. На мешаним хранљивим подлогама, које су садржале одређени проценат несварљиве целулозе (30, 50 или 70%), имале релативни однос протеина и угљених хидрата 2:1, као и 11 g других материја (холестерола, соли, глицерола, ланеног уља и микса витамина), LITTLEFAIR и сарадници (2016) су утврдили да је проценат преживљавања ларви опадао са количином присутне несварљиве целулозе – највише (80%) ларви преживело је на подлози са највише целулозе, а најмање (66%) на подлози са најмање целулозе. Резултати ова два експеримента су изненађујући, јер би високи садржај несварљиве целулозе захтевао од ларви да конзумирају знатно веће количине хране, што доводи до повећаног морталитета.

Иако су есенцијални за живот, поједини нутријенти могу бити токсични када се усвајају у великим количинама, пре свега због формирања велике количине реактивних врста кисеоника које узрокују оксидациони стрес или оштећења молекула ДНК (SIMPSON and RAUBENHEIMER, 2009; SOLON-BIET *et al.*, 2014).

Резултати ове докторске дисертације су такође показали да је укупно преживљавање ларви *P. interpunctella* гајених на воћним подлогама и СЛП значајно веће када се хране производима који се одликују већим садржајем масти и протеина, а мање када се хране производима са већим садржајем угљених хидрата, укупних и директно редукујућих шећера, као и влаге (Граф. 2). Управо пропорција садржаја масти и протеина са једне стране, и угљених хидрата, шећера и влаге са друге стране, највише доприносе разликама у преживљавању ларви на испитиваним хранљивим подлогама. Подлоге које највише садрже масти и протеине, а мало угљених хидрата и влаге (као што су орах, лешник и бадем међу језграстим воћем, односно гоци бобице и сушена смоква међу сушеним воћем), одликују се највећим укупним преживљавањем ларви (изнад 30%) (Таб. 6). На сушеним шљивама, вишњама и аронији у којима по садржају доминирају шећери, укупно преживљавање ларви је било мање од 10%. Међутим, констатоване разлике у садржају масти и протеина у ораху, лешнику и бадему нису утицале на разлике у преживљавању ларви *P. interpunctella* које су се њима храниле (Таб. 7). Преживљавање ларви на СЛП, која се одликује оптималним садржајем свих макронутријената и влаге, износила је 25,17% и није се значајно разликовало од преживљавања на језграстом воћу, сушеним гоци бобицама и смокви (Таб. 6).

Пропорција између садржаја протеина и угљених хидрата (посебно шећера у оквиру угљених хидрата) у сушеном воћу је изразито умерена у корист угљених хидрата, којих има око 20 пута више него протеина. Међу тестираним врстама сушеног воћа гоци бобице садрже највећу количину протеина (10,44%) и масти (4,28%), а мање количине укупних (35,82%) и директно редукујућих шећера (31,68%), па је преживело 37,5% ларви (Таб. 6). У сушеним смоквама садржај протеина (3%) и масти (0,18%) је низак, али су ови макронутријенти сконцентрисани у ситним семенима смештеним унутар осушене цвасти смокве. Ова семена су храна ларвама *P. interpunctella*, лако досту-

пна јер ларве неометано улазе у шупљину унутар смокве кроз отвор на плоду. Са друге стране, већину врста сушеног воћа (шљиву, вишњу, аронију, малину и јагоду) одликује ниски садржај протеина (1,28–2,75%) и масти (0,13–1,43%), а велике количине угљених хидрата (63,91–77,25%) и шећера (39,26–72,80%). Таква пропорција макронутријената је узроковала ниске вредности укупног преживљавања ларви на њима (Таб. 6). Врсте сушеног воћа на којима ларве *P. interpunctella* нису успеле да се развију садрже велике количине угљених хидрата (од 50,63% у банани, до 80,76% у брусници), и висок проценат шећера (од 35,34% у банани, до 65,94% у брусници), а мало протеина (од 0,31% у брусници, до 3,25% у тамном грождју) што је генерално негативно утицало на укупно преживљавање.

И поред секундарног значаја у односу на макронутријенте, садржај влаге у храни значајно утиче на преживљавање ларви *P. interpunctella* (JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; SAMBARAJU and PHILLIPS, 2008; BURKS and JOHNSON, 2012). ALMAŠI (2008) наводи да је садржај влаге у храни од 14% оптималан за *P. interpunctella*. У истраживању на пистаћима са различитим садржајем влаге (0,00–4,31%), SHOJAADDINI (2005) је утврдио да су се ларве *P. interpunctella* храниле у свим огледима, али да су димензије тела женки и фекундитет били мањи код јединки које су се храниле пистаћима ниже влажности. У нашем истраживању, листићи кокоса се одликују изузетно ниским садржајем влаге, великом количином пепела и великом тврдоћом, што је утицало на смањену способност младих ларви да се хране овим производом, па ларве нису успеле да се развијају.

5.2.3.1. Значај (односа) садржаја секундарних метаболита у храни за преживљавање ларви *Plodia interpunctella*

Секундарни метаболити биљака имају важну одбрамбену улогу против хербиворних инсеката (IBANEZ *et al.*, 2012). GVOZDENAC и сарадници (2018c) су утврдили да количина укупних фенолних једињења у семенима сунцокрета негативно утиче на преживљавање ларви *P. interpunctella*. Танини представљају одбрамбена једињења против хербиворних гусеница, а токсичност остварују оксидацијом у лумену средњег црева, што доводи до оксидационог стреса и до повећаног морталитета гусеница (BARBENENN *et al.*, 2008). У нашем експерименту, утицај секундарних метаболита у храни за преживљавање ларви *P. interpunctella* је испитиван само на воћним подлогама и СЛП. Секундарних метаболита генерално има више у сушеном него у језграстом воћу, што је изазвало слабије преживљавање ларви на првој категорији подлога. Између самих огледа са сушеним воћем, преживљавање ларви *P. interpunctella* је било веће на врстама са нижим садржајем испитиваних група секундарних метаболита (Таб. 7), чиме је потврђен одбрамбени значај ових састојака у биљкама. У огледима на ораху, лешнику и бадему, разлике у садржају испитиваних група секундарних метаболита нису утицале на разлике у преживљавању ларви *P. interpunctella*.

5.2.3.2. Значај механичких својстава хране за преживљавање ларви *Plodia interpunctella*

У појединим прехранбеним производима (пре свега житима), поред испитивања квалитативног и квантитативног састава, веома је битно утврдити и утицај физичких својстава производа, попут механичког стања зрна, јер она у великој мери утичу на преживљавање ларви *P. interpunctella*. Ова докторска дисертација није обухватила испитивање преживљавања ларви *P. interpunctella* на житима, али ће фокус будућих истраживања бити усмерен ка утврђивању утицаја механичког стања и тврдоће жита на особине животне историје овог пламенца. Оваква истраживања су веома корисна, јер указују на

велики значај очувања целovitosti зрна жита током складиштења. Од поља до складишта, жита пролазе кроз низ механичких процеса (жетва, транспорт и сушење) којима се оштећује зрно. Оштећена зрна су подложнија нападима штеточина, поготово секундарних штеточина, попут *P. interpunctella* (PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017). Истраживања других научника показују да је преживљавање *P. interpunctella* веће на оштећеним производима и ломљеним зрнима, у односу на целе и неоштећене производе (MBATA, 1987; KALIYAN *et al.*, 2005; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018c). Такође, проценат преживљавања ларви расте са процентом оштећених зрна (KALIYAN *et al.*, 2005; GVOZDENAC *et al.*, 2018c).

5.2.4. Утицај исхране на преживљавање лутака *Plodia interpunctella*

Литературних података о преживљавању лутака *P. interpunctella* је мало и веома су варијабилни. ALMAŠI и VELJKOVIĆ (2006) су утврдили високу смртност (83,33%) лутака које су се као ларве храниле сушеним шљивама, док су BOUAYAD и сарадници (2008) утврдили слично код лутака које су се развијале на јечму, сирку и пшеничном брашну. Са друге стране, на четири сорте пистаћа, морталитет лутака је износио 1,56–4,76% (RAZAZZIAN *et al.*, 2015).

У нашем експерименту у већини огледа, изузев на сушеној вишњи, шљиви и СЛП, преживљавање лутака је било велико (>70%) (Таб. 8). Највише лутака је преживело на сушеној аронији (91,39%). Следе три тестиране врсте језгастог воћа, где је преживљавање лутака варирало од 81,66% до 88,02%. Ипак, резултати анализе корелације зависности и анализе главних компоненти указују да разлике у садржају макронутријената, влаге и пепела у хранљивим подлогама не утичу на укупно преживљавање лутака (Таб. 9, Граф. 3). Што се тиче секундарних метаболита, постоји слаба позитивна корелација између садржаја укупних фенолних једињења, флавоноида и танина са преживљавањем лутака (кофицијенти корелације су у опсегу 0,16–0,22). Генерално, иако не постоје статистички значајни докази, на основу резултата овог истраживања, као и сиромашних литературних извора, преживљавање лутака је процентуално веће на прехранбеним производима богатим протеинима и мастима, као што су орах, лешник, бадем и пистаћи.

5.2.5. Утицај исхране на број еклодираних имага *Plodia interpunctella*

У нашем експерименту се показало да укупно преживљавање пререпродуктивних стадијума највише зависи од преживљавања стадијума јајета и ларве, а у далеко мањој мери од преживљавања стадијума лутке. Укупно преживљавање пререпродуктивних стадијума је једнако броју еклодираних имага.

Већина истраживања других научника је утврдила да је у односу на почетни број јаја, број еклодираних имага *P. interpunctella* на језгастом воћу велики. У Великој Британији, WILLIAMS (1964) је утврдила да је на бадему у имага еклодирао 92% јединки. Истраживања на популацији *P. interpunctella* из Калифорније, САД, установила су да је на целим језгрима пистаћа, ораха и бадема, процентуално еклодирао 91,7%, 86,5%, односно 81,3% имага (JOHNSON *et al.*, 1995). На млевеним пистаћима и бадему, проценат еклодираних имага је био сличан (90,4% и 86,4%), док је на млевеним орасима, због појаве ужеглости (која се често јавља на млевеним производима која садрже велике количине масти) био значајно нижи (39,2%) у односу на цела језгра ових производа

(JOHNSON *et al.*, 1992). На популацији *P. interpunctella* из Индије, RAD и сарадници (2000) су констатовали да је на ораху и индијском ораху у имага еклодирало 83,33%, на пистаћима и бадему по 80% и на лешнику 70%. Истраживања на кикирикију, производу богатом мастима и протеинима, указују да је број еклодираних имага варирао од 12,5% до 86,7%, зависно од стања зрна и густине популације *P. interpunctella* (МВАТА and OSULI, 1983; МВАТА, 1987).

BORZOUИ сарадници (2018) су утврдили да је број еклодираних имага био значајно већи на хранљивим подлогама које су садржале већу количину протеина: на избалансираној лабораторијској хранљивој подлози 93,7%, нешто мање на пистаћима и кикирикију (по 80%), а знатно мање на сушеним смоквама (34%) и грожђу (27,5%). У огледима са житним мољцем *Sitotroga cerealella*, BORZOUИ сарадници (2017) су утврдили да је највећи број имага еклодирао на тритикалеу и пшеници (>90%), тј. житима меканог зрна, а најмање на ражи и сирку (<60%), због тврдог зрна.

И у нашем експерименту на воћним подлогама је у односу на почетни број постављених јаја, процентуално највећи број имага еклодирао на три испитиване врсте језграстог воћа (26,67–34,33%), као и на сушеним гоци бобицама (31,14%), а потом на смоквама (27%) и јабуци (20%), док је најмањи број (4,67%) еклодирао на шљивама (Таб. 10).

У односу на хемијски састав хранљиве подлоге, број еклодираних имага био је већи на подлогама са већом количином масти, а мање пепела, угљених хидрата и протеина. Анализа главних компоненти је показала да је на разлике у броју еклодираних имага на испитиваним хранљивим подлогама највише утицала пропорција између садржаја масти и уља са једне стране, и угљених хидрата и пепела са друге стране (Граф. 4). Анализа главних компоненти указује да се хранљиве подлоге јасно раздвајају на основу броја еклодираних имага и садржаја макронутријената и влаге: орах, лешник и бадем се одликују највећим садржајем масти и уља, као и највећим бројем еклодираних имага; на житима и СЛП је еклодирало мање имага, а ове хранљиве подлоге су богате угљеним хидратима, протеинима и пепелом; број еклодираних имага је био мали на већини врста сушеног воћа.

Иако је *P. interpunctella* најважнија штеточина сушеног воћа, у лабораторијским условима је показано да, за разлику од језграстог воћа, сушено воће није погодна храна за *P. interpunctella* (JOHNSON *et al.*, 1992, 1995). Наши резултати то потврђују, изузев на сушеним гоци бобицама и смоквама, где је број еклодираних имага био сличан као у тестираним врстама језграстог воћа (Таб. 10). Ове две врсте воћа, посебно гоци бобице, садрже већу количину протеина и мање укупних и редукујућих шећера него друге тестиране врсте сушеног воћа (Таб. 2). Зато је у огледима на осталим тестираним врстама сушеног воћа, посебно шљивама (4,67%), вишњама (5,50%) и аронији (8,33%), укупно преживљавање било ниже. Истраживања других научника апсолутно потврђују овај закључак (ALMAŠI, 1984; JOHNSON *et al.*, 1995; JOHNSON, 2004; SAMBARAJU and PHILLIPS, 2008; ALMAŠI and POSLONČEC, 2010). У експерименту JOHNSON и сарадника (1995) на сушеном грожђу је еклодирало 6,50% имага, а на шљивама 0,70%. RAD и сарадници (2000) су утврдили да је на сушеним дудињама еклодирало 46,67% имага, на грожђу 16,67% и урмама 13,33%, док на сушеним кајсијама није еклодирао ниједан имаго (што се подудара са нашим резултатима).

Детаљан опис понашања и начина исхране ларви *P. interpunctella* на житима су дали SILHASEK и MURPHY (2005). На житима је *P. interpunctella* секундарна штеточина, тј. храни се пре свега клицом неоштећеног зрна, или напада зрна претходно оштећена од стране неке примарне штеточине. Поред нутритивног састава и садржаја влаге у

зрну, на развиће и преживљавање *P. interpunctella* на житима значајно утичу физичке карактеристике зрна, попут тврдоће и глаткоће, величине, оштећења и присуства плевице (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 1968; SILHASEK and MURPHY, 2005, 2006; LIMONTA *et al.*, 2013; GVOZDENAC *et al.*, 2018a).

У нашем експерименту је на житним зрнима која садрже плевицу број еклодираних имага био значајно мањи, од 0,33% на јечму и 1,33% на овсу, до 10,67% на суданској трави. Такође, број еклодираних имага је просечно био већи на врстама које имају мекше зрно и где оно не садржи плевицу, а то су пшеница (19,17%) и тритикале (17,83%), док је на ражи које има тврђе зрно еклодирало свега 3,40% имага (Таб. 10).

До истих закључака се дошло огледима колега из Новог Сада на различитим семенима житарица. На целим семенима различитих житарица из Србије, број еклодираних имага је био највећи на пшеници (60%) и кукурузу (56%), нешто мањи на јечму (37%), овсу (32,6%), једном хибриду (28%) и једној сорти сирка (23,6%) и ражи (21%), а најмањи на просу (12,4%) и суданској трави (15%) (GVOZDENAC *et al.*, 2018a).

Цела зрна житарица су заштићена тврдим перикарпом, што онемогућава слаба-шним младим ларвама *P. interpunctella* да се домогну ендосперма (SILHASEK and MURPHY, 2005). Ларва *P. interpunctella* користи само нутријенте из клице и ограничена је на производе од жита који садрже једну или обе ове компоненте (SILHASEK and MURPHY, 2006). Када је перикарп оштећен механички или деловањем примарних штеточина, младе ларве могу да користе и унутрашње делове зрна у исхрани. Међутим, ларва се у почетку храни клицом, након тога мекињама, а на крају ендоспермом и може да поједе до 70% ендосперма. Младе ларве се у почетку хране само клицом, јер је омотач зрна тврд, тежак за грицкање и садржи мало простих шећера, а ендосперм садржи инхибиторе α -амилазе (који спречавају ларве да сваре скроб). Клица је једини део зрна који садржи витамине, полинезасићене масне киселине, стероле и просте шећере, који су им неопходни за раст и развој. Тек испиљене ларве изгризају врх неоштећеног зрна у зони клице (ту је омотач зрна тањи) и само њоме се хране. Периодично излазе ради избацивања фецеса. Након приближно три дана, ларва излази из зрна и пресвлачи се. Поново улази у зрно и наставља да се храни клицом. Када поједе клицу, ларва излази из зрна на месту где је и ушла, и одлази у друго зрно, на исти начин, у зону клице. Тек када достигне трећи ступањ, ларва се осим клице храни и омотачем зрна. Хранећи се, ларве *P. interpunctella* сасвим униште део зрна где се налазила клица, и оставе ендосперм изложен другим штеточинама, поготово *Rhyzopertha dominica* (WATTS and DUNKEL, 2003).

Иако у ову дисертацију нисмо укључили огледе на кукурузу, будући да је то житарица на чијим ускладиштеним зрнима је *P. interpunctella* редовна штеточина, а и спроведена су изузетно бројна истраживања, наводимо она која указују да број еклодираних имага *P. interpunctella* пре свега зависи од нивоа оштећења зрна, а у мањој мери од тврдоће и величине зрна (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 1968). Ови аутори наводе да су сорте кукуруза са најситнијим зрнима најмање погодне за развој пререпродуктивних стадијума, због немогућности ларви да уђу у неоштећена зрна. Зависно од сорте број еклодираних имага је варирао од 12% до 74,5%. LIMONTA и сарадници (2013) наводе да су ларвама *P. interpunctella* потребни нутријенти присутни у клици, највероватније липосолубилни витамини и протеини, али и да поред нутријената у зрнима, још неколико фактора утиче на развиће *P. interpunctella* на кукурузу, као што су тврдоћа зрна и глаткоћа површине зрна – на ломљеним зрнима кукуруза у њиховим огледима просечан број еклодираних имага по понављању је износио од 1,7 до 15,2 јединке. На ломљеним зрни-

ма кукуруза из Јужне Каролине (САД) број еклодираних имага дивље популације *P. interpunctella* је износио 52% (ARBOGAST, 2007).

Резултати анализе развића *P. interpunctella* на хибридима кукуруза из Србије, у потпуности се подударају: највећи број имага еклодирао је на ломљеном зрну кукуруза (27,25–32%), мање на млевеном кукурузу (18,5–24,5%), а најмање на целом зрну (1,75–4,25%) (PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017). Уочено је да се број еклодираних имага на ломљеном зрну значајно разликује зависно од типа, тј. тврдоће зрна кукуруза (зубан, тврдунац и полутврдунац). На целим и млевеним зрнима тип зрна не утиче на број еклодираних имага. У огледима који су рађени у Новом Саду, на неоштећеним зрнима кукуруза, зависно од хибрида, број еклодираних имага је варирао од 8% на кукурузу кокичару, преко 21–28% на четири хибрида зубана, до 35% на црвеном кукурузу (типу кукуруза са измењеном, црвеном бојом алеурана) (GVOZDENAC *et al.*, 2018b).

Будући да је СЛП 56% сачињена од житних састојака, не изненађује што су резултати у нашем експерименту на њој најсличнији онима на житима. Иако се ова мешана хранљива подлога сматра нутритивно оптималном за раст и развој *P. interpunctella*, еклодирало је 15,17% од почетног броја нанетих јаја (Таб. 10), при чему је период трајања развића био најбржи међу свим тестираним подлогама (24,45 дана). Литературних података о броју еклодираних имага на СЛП је мало. На хранљивој подлози истог састава ARBOGAST (2007) је утврдио да је еклодирало 59% јединки. Међутим, истраживање овог аутора је вршено на дивљој популацији из Јужне Каролине (САД), на температури која се сматра оптималном за развиће *P. interpunctella* (30°C), што је значајно утицало на већи број еклодираних имага.

Пошто је *P. interpunctella* изразити полифаг на најразнороднијим ускладиштемним биљним производима, треба сагледати њене прехранбене и развојне потребе изражене бројем еклодираних имага утврђене и на категоријама производа које наш експеримент није покрио.

Број еклодираних имага *P. interpunctella* се знатно разликује зависно од исхране ларви. NA и RYOO (2000) су експериментално истраживали број еклодираних имага на сушеном поврћу којим су се ларве храниле: највећи је био на сушеном зимском луку (61,06%), затим кинеском купусу (53,24%), купусу (42,24%), шаргарепи (39,94%), луку (37,97%) и паприци (33,42%). Обзиром да је свих шест врста садржало сличан проценат протеина (1,1–1,4%), објашњење за велики број еклодираних имага на зимском луку је због вишег садржаја масти (0,5%) у односу на осталих пет врста сушеног поврћа (0,2–0,3%). Растворљиви угљени хидрати очигледно нису били пресудни, јер су били најзаступљенији у луку и шаргарепи (7,2–7,6%), затим зимском луку (5,6%), купусу (4,7%), кинеском купусу (2,7%) и паприци (0,8%). На ускладиштену семенском белом луку у Мексику, проценат еклозије имага *P. interpunctella* је износио 82–95%, а просечно 86% (PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004).

На сунцокрету број еклодираних имага зависи од количине оштећених зрна, али не и од типа зрна (GVOZDENAC *et al.*, 2018c). Број еклодираних имага је на уљаном хибриду сунцокрета варирао од 89,4% на неоштећеним, до 98% на голом семену; на хибриду за људску исхрану од 86,0% на неоштећеном, до 100% на голом семену; на хибриду за исхрану птица од 79,6% на неоштећеном, до 98% на голом семену.

У нашем експерименту су у свим огледима у којима је дошло до еклозије имага присутне јединке оба пола и, изузев на крмном сирку и суданској трави (где је присутан мањи број еклодираних имага), број еклодираних мужјака и женки се није статистички значајно разликовао (Таб. 12). Однос полова је износио од 0,39 на тритикалеу (у корист женки), до 0,68 на крмном сирку (у корист мужјака). Добијене вредности односа полова

нису статистички значајно одступале од очекиваног 1:1 бројчаног односа полова. Добијени резултати су у сагласности са резултатима других научника (WILLIAMS, 1964; ALMAŠI, 1984; ARBOGAST, 2007).

5.3. Утицај исхране на дужину развића *Plodia interpunctella*

Као и у случају преживљавања, квалитативни и квантитативни састав хране значајно утиче на дужину развића инсеката (SLANSKY and SCRIBER, 1985; ALI *et al.*, 1990; MOREAU *et al.*, 2006; ROEDER and BENMER, 2014; GÜLER *et al.*, 2015; BORZOU *et al.*, 2017; ARTHUR *et al.*, 2020). Конзумирање производа са повољном процентуалном пропорцијом садржаја протеина и угљених хидрата (1:1) значајно доприноси бржем развићу (ROEDER and BENMER, 2014), док конзумирање хране са ниским садржајем протеина, а високим садржајем угљених хидрата доводи до продуженог развића (BORZOU *et al.*, 2018).

Исхрана ларви, а пре свега садржај макронутријената и воде у храни значајно утичу на дужину развића *P. interpunctella* (ALMAŠI, 1984; JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; MARZBAN *et al.*, 2001; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; BORZOU *et al.*, 2018). Резултати бројних истраживања указују да је развиће *P. interpunctella* значајно краће када ларве конзумирају храну богату мастима и протеинима, попут језграстог воћа (ALMAŠI, 1984; JOHNSON *et al.*, 1992, 1995; MARZBAN *et al.*, 2001; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; BORZOU *et al.*, 2018), а и на формулисаним хранљивим подлогама за брзи масовни узгој (OLSSON *et al.*, 2005; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOU *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a,b).

Бројна истраживања су показала да развиће *P. interpunctella* траје краће када се ларве хране производима богатим протеинима, мастима и уљима, пре свега различитим врстама језграстог воћа. BORZOU и сарадници (2018) су утврдили да је развиће ларви *P. interpunctella* било значајно брже на формулираној хранљивој подлози за лабораторијски узгој (22,2 дана), пистаћима (22,6 дана) и кикирикију (29,2 дана), у односу на сушене смокве (40,3 дана) и грожђе (45,9 дана). До сличних резултата су дошли EL-SHAFEI и сарадници (2018) који су установили да је развиће ларви *P. interpunctella* било значајно краће на бадему (34,4 дана) него на урмама (45,32 дана), јер оне садрже око шест пута већу количину угљених хидрата и преко 10 пута мању количину протеина и масти од бадема. Ларве *P. interpunctella* су брзо комплетирале развиће и на пистаћима (31,8 дана) и ораху (38,08 дана) (MARZBAN *et al.*, 2001). RAZAZZIAN и сарадници (2015) су у огледима на различитим сортама пистаћа (језграстом воћу богатом мастима и протеинима) утврдили да је развиће ларви *P. interpunctella* трајало кратко, 21,97–26,3 дана.

Поред језграстог воћа, развиће ларви *P. interpunctella* траје кратко и када се ларве хране другим производима богатим мастима и протеинима. На различитим хибридама сунцокрета, развиће ларви траје краће на хибриду који се одликује већим садржајем уља (22,7 дана) у односу на хибриде које садрже мање уља (29,3–31 дан) (GVOZDENAC *et al.*, 2018c). На пшеници, јечму и сирку, житима богатим протеинима, развиће ларви *P. interpunctella* је брже него на урмама, које су сиромашне протеинима и мастима (BOUAYAD *et al.*, 2008). Такође, AKINNEYE и сарадници (2017) наводе да је развиће ларви *P. interpunctella* знатно краће на хранљивим подлогама са већим садржајем воде, протеина и масти – 13,67 дана на формулираној хранљивој подлози за лабораторијски узгој и 15,33 дана на интегралном пшеничном брашну, у односу на 18,67 дана на интегралном брашну од хлебног дрвета (које садржи мање масти и протеина, а значајно више угљених хидрата). OLSSON и сарадници (2005) су показали да је развиће ларви *P. interpunctella* на формулираној хранљивој подлози (пшеничне клице, суви пиварски

квасац и глицерин, у односу 10:1:2) било знатно краће (32 дана) него на три врсте чоколаде, где је опет било најкраће за ларве храњене чоколадом са лешницима (45,2 дана), нешто дуже на млечној чоколади (55,4 дана), а најдуже на чоколади са румом (72,6 дана).

Поред количине и пропорције макронутријената, дужина развића ларви *P. interpunctella* зависи и од физичких својстава хране. Тако су МВАТА и ОСУЛ (1983) утврдили да је оно значајно краће на целим зрнима (31,6 дана), него на млевеном кикирикију (42,3 дана). И на различитим хибридима и сортама кукуруза је било краће на ломљеном (19 до 31 дана), у односу на цело зрно (23 до 28 дана) (МВАТА, 1990). РЕВЕТТ (1971) је лабораторијски утврдио да трајање развића ларви на формулисаној хранљивој подлози зависи и од температуре и географског порекла испитиваних популација *P. interpunctella* – популација пореклом из Нигерије се као ларва развијала 17–59,5 дана, а из Јужне Африке 18,1–259,7 дана. У реалним условима складишта која се не греју, на дужину развића ларви *P. interpunctella* најзначајније утиче температура спољашње средине. Лети се на ускладиштеним сушеним смоквама ларве улуткају након 21 дана, док код јесење и три зимске генерације овај период траје значајно дуже, и до неколико месеци (SIMMONS *et al.*, 1931).

И резултати ове докторске дисертације показују да пропорције садржаја испитиваних група макронутријената и влаге у хранљивим подлогама снажно утичу на брзину развића *P. interpunctella*. Ларве *P. interpunctella* су се брже развијале на хранљивим подлогама које садрже веће количине масти и протеина (Граф. 8). Просечно најкраће развиће ларви је утврђено код јединки које су се храниле нутритивно избалансираном СЛП (17,08 дана), језграстим воћем и сушеном смоквом (10–16 дана дуже) (Таб. 13). На сушеном воћу развиће ларви је било утолико краће уколико су се храниле врстама са већом количином протеина и масти (Таб. 15), којих иначе у овим подлогама има мало, док обилују угљеним хидратима и шећерима. Изузев сушене смокве, развиће ларви је на сушеном воћу било значајно дуже него на СЛП и језграстом воћу (од просечних 45,42 дана на гоци бобицама, до 80,3 дана на сушеним шљивама). Ларвама храњеним сушеним воћем је требало знатно више времена да усвоје количине протеина неопходне за успешно развиће и метаморфозу.

Нашим експериментом је утврђен и негативан утицај испитиваних секундарних метаболита (пре свега укупних флавоноида) манифестован у виду дужег развића ларви *P. interpunctella*. Корелационо статистички посматрано већа количина укупних фенолних једињења у сушеном воћу је утицала на дуже развиће ларви на овим подлогама. Насупрот томе, развиће ларви је било краће на ораху и лешнику (садрже више укупних фенолних једињења и флавоноида) у односу на бадем.

Постоји мало литературних података о утицају количине секундарних метаболита у храни на развиће ларви *P. interpunctella*. GVOZDENAC и сарадници (2018c) су установили негативну корелацију између садржаја секундарних метаболита у три хибрида сунцокрета и дужине развића ларви. На ољуштеним семенима сунцокрета, развиће ларви *P. interpunctella* је трајало дуже на хибридима који су садржали мању количину танина. На целим семенима сунцокрета, развиће ларви *P. interpunctella* је било брже на уљаном хибриду који садржи веће количине укупних фенолних једињења. За разлику од тих истраживања, прехрамбени производи испитивани у овој докторској дисертацији су из различитих група и одликују се великим разликама у садржајима ових једињења. Будућа, детаљнија истраживања могу јасније да утврде јачину утицаја и механизме деловања различитих секундарних метаболита на развиће *P. interpunctella*.

5.4. Утицај исхране на динамику развића *Plodia interpunctella*

Поред познавања дужине развића ларви за практичну примену у контроли и сузбијању штетних инсеката веома је значајно познавање стопе њиховог раста и динамике развића, као и фактора који на њих утичу (TREMATERRA, 2013). Садржај макронутријената у исхрани је један од најважнијих фактора који утичу на стопу раста и динамику развића *P. interpunctella* (VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018c). Подаци о динамици развића су веома важни приликом доношења одлука везаних за заштиту ускладиштених производа, јер се на овај начин утврђују најбољи моменат и динамика примене потребних мера. Такође, ови подаци су неопходни у експертским системима моделирања и предвиђања динамике популације *P. interpunctella* у различитим условима средине, који могу бити корисни за предвиђање појаве штеточина.

5.4.1. Утицај исхране на динамику развића ларви *Plodia interpunctella*

Код представника реда Lepidoptera најштетнији стадијум је ларва, па је познавање стопе раста и динамике развића ларви од пресудног значаја. Утврђивање стопе раста и динамике развића ларви се најједноставније врши периодичним мерењима ширине главених капсула. То је поуздана метода за утврђивање ступња у коме се ларве налазе, као и броја ларвених ступњева које врста поседује (DYAR, 1890; ALLOTEY and GOSWAMI, 1990; GODIN *et al.*, 2002; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; TRIGGS, 2011; CASTAÑEDA-VILDÓZOLA *et al.*, 2016; THAKUR, 2016).

ALLOTEY и GOSWAMI (1990) су спровели прво испитивање ширина главених капсула ларви *P. interpunctella* гајених на формулисаној хранљивој подлози (пшеничне мекиње, млевени кукуруз и глицерол, у масеној пропорцији 8:8:1) и утврдили постојање пет ларвених ступњева. Утврдили су да је стопа раста ширина главених капсула највећа између првог и другог ступња (1,72), а да су у поређењима између наредних ступњева вредности стопе раста све мање (између другог и трећег 1,53; трећег и четвртог 1,08, а четвртог и петог 1,35). У нашем истраживању смо се придржавали исте класификације ширина главених капсула, али смо стопу раста ларви испитивали на основу разлика у ширинама главених капсула мерених периодично на седмичном нивоу. Слично резултатима ALLOTEY и GOSWAMI (1990), у готово свим огледима у нашем истраживању (изузев сушене јабуке и вишње), стопа раста ларви је била највећа у првом контролном прегледу (након 14 дана од почетка експеримента), а након сваког наредног седмичног прегледа све мања, што указује да је стопа раста највећа на почетку ларвеног развића.

На другачије формулисаној хранљивој подлози (цела зрна пшенице (20%), интегрално пшенично брашно (20%), цела зрна кукуруза (20%), интегрално кукурузно брашно (20%), кикирики (10%), глицерин (3%), суви пивски квасац (5%) и глукоза (2%)), AKINNEYE и сарадници (2017) су такође установили пет ларвених ступњева *P. interpunctella*, али су просечне ширине главених капсула ларви биле прилично мање: 0,057 mm за ларве првог ступња, 0,108 mm другог, 0,21 mm трећег, 0,39 mm четвртог и петог 0,66 mm (то одговара трећем ступњу скале ALLOTEY и GOSWAMI, 1990). Највећа стопа раста ширина главених капсула између ларвених ступњева је забележена између другог и трећег ступња (1,99), следи између првог и другог (1,89), трећег и четвртог (1,86), док је најмања стопа била између четвртог и петог (1,69) (AKINNEYE *et al.*, 2017). Иако је и ова формулисана подлога заснована на житарицама, однос садржаја масти (11,5%) и проте-

ина (14,58) у односу на садржај угљених хидрата (61,41%) у њој је повољан за успешно и брзо развиће *P. interpunctella*. Зато овако ниске просечне вредности ширина главених капсула ларви су вероватно последица неких других фактора, попут физичких својстава формулисане подлоге, густине популације или различитог соја из друге географске регије.

Мерења ширина главених капсула различитих ларвених ступњева служе и за утврђивање динамике раста ларви. PREDOJEVIĆ и сарадници (2017) су мерењем ширина главених капсула испитивали динамику развића ларви *P. interpunctella* на целом, ломљеном и млевеном кукурузу. Најбрже развиће и највећи пораст ширина главених капсула (удвостручење) на целим, ломљеним и млевеним зрнима три хибрида кукуруза су утврђени у периоду између 10. и 15. дана од полагања јаја. На целим и млевеним зрнима, зависно од испитиваног хибрида, ларве су пети ступањ достигле између 25. и 30. дана од поставке огледа, а на ломљеним зрнима након 20 дана. У истраживању на белом кукурузном брашну, PREDOJEVIĆ и сарадници (2016) су утврдили да на динамику развића утиче и густина популације – велика густина популације успорава раст ларви. У огледу са највећом густином популације (50 јединки), ларве су пет дана касније достигле пети ступањ у односу на огледе са мањом густином популације (10 и 20 јединки). Просечне ширине главених капсула ларви у овом истраживању након 15 дана су износиле 0,27–0,30 mm, након 20 дана 0,39–0,41 mm, након 25 дана 0,54–0,69 mm, након 30 дана 0,71–0,92 mm, након 40 дана 1,11 mm, а након 45 дана 1,15 mm.

У овој докторској дисертацији динамика и стопа раста ларви *P. interpunctella* праћене су на основу периодичних, седмичних мерења ширина главених капсула сваке преживеле ларве. На већини хранљивих подлога (изузев на сушеној јабуци, вишњи и шљиви) 14 дана након почетка експеримента ларве су у односу на тек испиљене порасле од два, до преко пет пута (Таб. 17 и 18). Моделирањем раста ширина главених капсула ларви у функцији времена, утврђено је да су ларве на сушеним смоквама и СЛП већ након седам дана од почетка огледа достигле трећи ступањ; четврти између 9. и 10. дана; а последњи, пети ступањ између 12. и 13. дана од почетка експеримента (Таб. 20). На осталим врстама испитиваних хранљивих подлога ларве су након 14 дана биле у другом или трећем ступњу (Таб. 17). На сушеном воћу, стопа раста након три седмице је бивала све успоренија. У периоду од друге до четврте седмице од почетка експеримента, ларве на ораху, лешнику и бадему су имале високу стопу раста, а ширине главених капсула су просечно биле међу највећима. На ове три подлоге, ларве су достигле пети ступањ између 19. и 21. дана од почетка експеримента. У једином сличном истраживању, IMURA и SINHA (1986) су испитивали дужину трајања ларвених ступњева *P. interpunctella* на ломљеним зрнима кукуруза, која су веома погодна подлога за развиће овог пламенца. Ларве су други ступањ просечно достигле након 6,5 дана, трећи након 10,2 дана, четврти након 12,7 дана, а пети након 16,8 дана. Ови резултати се разликују од већине наших, обзиром да су ларве одгајане на ломљеним зрнима кукуруза, што није била једна од наших подлога. Међутим, динамика развића ларви је донекле слична нашим резултатима на језграстом воћу и СЛП, које представљају повољне хранљиве подлоге за *P. interpunctella*.

Резултати ове докторске дисертације такође показују да на стопу раста ларви *P. interpunctella* у почетним фазама развића (први и други ступањ) позитивно утиче већи садржај угљених хидрата и влаге у храни (Граф. 11), јер су у почетним фазама развоја младим ларвама неопходни угљени хидрати и шећери као извор енергије. У истраживању о исхрани *P. interpunctella* на пшеници, SILHASEK и MURPHY (2005) наводе да се тек испиљене ларве прво хране клицом, јер једино овај део зрна садржи доступне и одговарајуће количине шећера и витамина, који су младим ларвама неопходни за раст и развој.

У другом истраживању SILHASEK и MURPHY (2008) указују да је стопа раста младих ларви *P. interpunctella* блиско повезана и са количином и доступношћу воде у храни. Ови аутори су утврдили да је повећање садржаја влаге у пшеничним клицама убрзало раст ларви. Храна која садржи већу количину влаге је мекша, што младим ларвама олакшава храњење. Иако имају потпуно развијен усни апарат и чврсте мандибуле, младе ларве су преситне и нису у стању да прегризу тврде прехранбене производе (LOCATELLI and LIMONTA, 1998).

У нашем истраживању, на подлогама које садрже већу количину угљених хидрата, шећера и влаге, ларве су касније достигале трећи, четврти и пети ларвени ступањ. Од тренутка достизања трећег ступња, већи садржај протеина и масти све више убрзава развиће ларви, па су на таквим подлогама ларве брже достигале четврти и пети ступањ (Граф. 11). Протеини у храни су извор аминокиселина потребних за формирање нових ткива, ензима и других протеина (LE GALL and BENMER, 2014), а кроз процес глукогенезе, могу послужити и као супстрат за производњу глукозе (THOMPSON, 2000; THOMPSON *et al.*, 2003). BORZOUИ сарадници (2018) су, анализирајући активности дигестивних ензима *P. interpunctella* на различитим врстама хранљивих подлога, утврдили да ларве повећавају унос хране ларви до четвртог ступња када унос хране достиже максимум, а да се исхрана успорава или престаје у петом ступњу. При томе, активност дигестивних ензима ларви *P. interpunctella* је током свих ступњева била значајно већа на пистаћима и кикирикију (производима богатим протеинима) у односу на сушене смокве и грожђе (производима сиромашним протеинима). Такође, ови аутори наводе да су ларве које су се храниле пистаћима и кикирикијем значајно брже напредовале у односу на оне које су се храниле сушеним смоквама и грожђем. Резултати нашег истраживања су такође показали да испитиване групе секундарних метаболита у почетку немају значајан утицај на брзину раста ларви, али временом на подлогама које садрже веће количине ових група једињења, раст ларви је све успоренији.

5.4.2. Утицај исхране на динамику улуткавања и развиће лутке *Plodia interpunctella*

У истраживању ове докторске дисертације, динамика улуткавања *P. interpunctella* је праћена на основу појаве првих и последњих лутака, периода трајања улуткавања и максималних дневних вредности појаве лутака. Генерално, улуткавање је било знатно динамичније на подлогама са већим садржајем протеина и масти - најдинамичније на СЛП, нешто мање динамично на језграстом воћу, сушеним смоквама и гоци бобицама, а најмање динамично на преосталим врстама сушеног воћа, о чему говоре сва четири испитивана параметра. Прве јединке су се најраније улуткале на СЛП, нешто касније на сушеним смоквама, гоци бобицама и језграстом воћу, а знатно касније на осталим врстама сушеног воћа (Таб. 25). На подлогама на којима је раније започело улуткавање првих јединки, улуткавање је раније и окончано, односно укупни период трајања улуткавања је био дужи на хранљивим подлогама где је период до улуткавања последњих јединки био дужи. Такође, вредности максималног дневног улуткавања су биле веће на оним подлогама на којима је улуткавање раније отпочело и на којима се раније завршило.

Подаци о временском периоду до улуткавања првих и последњих јединки, као и целом временском периоду у коме траје улуткавање значајно доприносе познавању динамике улуткавања *P. interpunctella*. Међутим, на основу ових података не може да се утврди стопа улуткавања, јер се на неким подлогама већина ларви улутка у јако

кратком временском периоду након улуткавања првих јединки, док преостале ларве могу значајно да пролонгирају време до улуткавања, услед могућег уласка у дијапаузу. Са друге стране, на неким подлогама се јединке улуткавају једнаком стопом током читавог времена. Из ових разлога, веома је значајно утврдити временску зависност периода улуткавања, као и време до улуткавања половине јединки (T50). Веома мали број истраживања спомиње динамику улуткавања *P. interpunctella*. Нпр. IMURA и SINHA (1986) су објавили да су се ларве *P. interpunctella* на преполовљеним зрнима кукуруза просечно улуткавале 23–25 дана након поставке експеримента, док BOUAYAD и сарадници (2008) наводе да је улуткавање *P. interpunctella* одгајаних на урмама отпочело 20 дана касније у односу на јединке одгајане на пшеници и сирку, а 18 дана у односу на јединке на јечму.

Временска зависност улуткавања у нашем експерименту је утврђена применом тропараметарске логистичке сигмоидне функције, на основу процентуалног акумулираног улуткавања у функцији времена (Таб. 26, Граф. 15), јер је применљива у моделирању динамике развића инсеката (TAVARES *et al.*, 2018; ARTHUR *et al.*, 2020). Логистичка функција укључује параметре од великог биолошког значаја, попут T50, а њени параметри јасно указују на разлике у уједначености, односно синхронизацији улуткавања или развића, као и то да ли је јединкама потребно мање или више времена да се развију (TAVARES *et al.*, 2018). Добијени емпиријски подаци налазе практичну примену, како у доношењу одлука о тренутку примене мера сузбијања и контроле штеточина у реалним складишним околностима, тако и у експерименталном узгоју штетних врста (у сврхе проучавања) и њихових паразитоида. Резултати ове докторске дисертације указују да је улуткавање половине јединки било брже на хранљивим подлогама које се одликују већим садржајем масти и протеина - пуно брже на СЛП, језгастом воћу и сушеној смокви у односу на остале врсте сушеног воћа. Временска уједначеност улуткавања се разликовала у зависности од типа исхране, али садржај испитиваних макронутријената, влаге, пепела и секундарних метаболита нису утицали на разлике у уједначености улуткавања. Убедљиво највећа временска уједначеност улуткавања је била на СЛП, јер су се све јединке улуткале у кратком временском периоду, у року од 11,33 дана. На сушеном и језгастом воћу је временска уједначеност била значајно мања.

Као и у случају динамике улуткавања, резултати ове докторске дисертације су показали да дужина развића лутака *P. interpunctella* значајно зависи од врсте прехранбеног производа којим су се ларве храниле, односно садржаја макронутријената и влаге у храни. Развиће лутака је било значајно краће на хранљивим подлогама које садрже веће количине масти и протеина - значајно је било краће на језгастом воћу у односу на остале хранљиве подлоге. У литератури постоји јако мало података о дужини развића лутака *P. interpunctella*. Слично нашим резултатима EL-SHAFEI и сарадници (2018) су утврдили да је развиће лутака *P. interpunctella* било значајно краће на протеинима и мастима богатом бадему (6,9 дана) у односу на урме (7,6 дана), које садрже мале количине ових макронутријената. Међутим, друга истраживања на језгастом воћу указују да је развиће лутака било знатно дуже у односу на резултате ове докторске дисертације. Према резултатима MARZBAN и сарадника (2001) развиће лутака *P. interpunctella* на пистаћима, ораху и бадему је просечно трајало 8,0, 8,46, односно 15,71 дан. На различитим сортама пистаћа развиће лутака је трајало слично, од 8,2 до 8,51 дана (RAZAZZIAN *et al.*, 2015). Са друге стране, на нутритивно избалансираној СЛП, развиће лутака у нашем истраживању је било међу најдужима (6,95 дана). Једини сличан податак за формулисану хранљиву подлогу су дали AKINNEYE и сарадници (2017) који су утврдили да је просечно развиће лутака *P. interpunctella* трајало 6,33 дана, што је блиска вредност нашем резултату. Такође, развиће лутака мушког пола је у већини огледа трајало дуже него

женског пола, али ове разлике нису статистички значајне, изузев на сушеној јабуци, ораху и СЛП. Садржај испитиваних група секундарних метаболита не утиче на дужину развића лутака.

5.4.3. Утицај исхране на трајање преадултног периода живота *Plodia interpunctella*

На укупан преадултни период живота *P. interpunctella* у овој докторској дисертацији највише утиче дужина трајања стадијума ларве, а у мањој мери и стадијума лутке. Разлике у дужини преадултног периода мужјака и женки нису значајне, с тим да на преадултни период женки значајније утиче трајање стадијума лутке у односу на мужјаке. Већина истраживања из света је такође показала да разлике у дужини преадултног периода мужјака и женки нису значајне. IMURA и SINHA (1986) су утврдили да се преадултни период мужјака и женки *P. interpunctella* на кукурузу статистички значајно не разликује. И ARBOGAST (2007) је утврдио да разлике у дужини преадултног периода између мужјака и женки одгајених на СЛП и ломљеном кукурузу нису значајне.

Истраживање дужине преадултног периода у овој докторској дисертацији је поред СЛП, сушеног и језграстог воћа укључивало и осам врста жита (Таб. 27), чиме је још садржајније приказан утицај различитих група прехранбених производа на дужину развића *P. interpunctella*. На разлике у трајању преадултног периода *P. interpunctella* на испитиваним хранљивим подлогама у нашем истраживању највише утичу разлике у садржају макронутријената и влаге. Преадултни период је био краћи на хранљивим подлогама које су садржале веће количине протеина и масти (СЛП, језгасто воће и просолика жита). Постојање значајног утицаја исхране на дужину периода развића од полагања јаја до еклозије имага *P. interpunctella* потврђује велики број научних истраживања широм света. Већина истраживања указује да је преадултни период *P. interpunctella* најкраћи на формулисаним хранљивим подлогама за лабораторијски узгој које представљају нутритивно оптималну хранљиву подлогу (ALLOTEY and GOSWAMI, 1990; OLSSON *et al.*, 2005; ARBOGAST, 2007; SAMBARAJU and PHILLIPS, 2008; LITTLEFAIR *et al.*, 2016; AKINNEYE *et al.*, 2017; BORZOUI *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a,b). Такође, језгасто воће које садржи веће количине масти, уља и протеина представља значајно повољнију хранљиву подлогу за брзо развиће *P. interpunctella* у односу на сушено воће. SAVOV (1973) је утврдио да се *P. interpunctella* брже развија на ораху и бадему у односу на сушено воће. BORZOUI и сарадници (2018) су утврдили да је преадултни период *P. interpunctella* трајао значајно краће на пистаћима (30,3 дана), кикирикију (41,5 дана) и вештачки формулисаној хранљивој подлози (27,2 дана) у односу на сушене смокве (50,8 дана) и грожђе (61,4 дана). У истраживању из Египта, EL-SHAFEI и сарадници (2018) су навели да је развиће од полагања јаја до еклозије имага *P. interpunctella* било краће на бадему (54,03 дана) у односу на урму (64,4 дана). На популацији *P. interpunctella* из Индије, RAD и сарадници (2000) су установили да је преадултни период био кратак на пистаћима (31,71 дан), лешнику (34,71 дан) и ораху (36,2 дана), нешто дужи на бадему (49,04 дана) и индијском ораху (49,2 дана), а веома дуг на сушеним дудињама (81,21 дан), грожђу (94,6 дана), смокви (101,38 дана) и урми (104,25 дана).

У нашем истраживању на језграстом воћу, дужина преадултног периода се није значајно разликовала између три испитиване врсте подлога, али је корелациона анализа утврдила да је преадултни период био нешто краћи на ораху, који садржи више масти и уља, а мање влаге и угљених хидрата у односу на бадем и лешник. И друга истражи-

вања у свету указују на незнатне разлике у дужини преадултног периода *P. interpunctella* када су ларве одгајане на језграстом воћу. У експерименту JOHNSON и сарадника (1992) на три различите врсте млевеног језграстог воћа, преадултни период *P. interpunctella* је трајао 31,3 дана на пистаћима, 31,4 на бадему и 38,2 дана на ораху. На различитим сортама пистаћа, преадултни период *P. interpunctella* је трајао 33,25–37,66 дана (RAZZIAN *et al.*, 2015).

Наша истраживања на житима су утврдила да је преадултни период био краћи на три врсте просоликих жита, која се одликују већим садржајем протеина, масти, уља, скроба и пепела у односу на пет врста испитиваних стрних жита. На стрним житима, значај утицај на трајање развића има присуство плевице, као и тврдоћа зрна. Сличне резултате је утврдило и истраживање из Војводине на семенима житарица пореклом из Србије, где је преадултни период *P. interpunctella* био краћи на врстама без плевице – кукурузу (28,3 дана), пшеници и ражи (по 32 дана), него на врстама са плевицом – овсу (32,8) и јечму (34,7) (GVOZDENAC *et al.*, 2018a). И друга истраживања су у сагласности са нашим. Преадултни период *P. interpunctella* траје дуже на житима која имају плевицу (LOCATELLI *et al.*, 2006), или се одликују тврдим перикарпом (LOCATELLI and LIMONTA, 1998). Плевица пружа физичку баријеру и онемогућава ларвама да узму довољну количину неопходних нутријената, што доводи до пролонгирања преадултног развојног периода и повећане смртности (LOCATELLI *et al.*, 2006). Истраживање LOCATELLI и сарадника (2006) је потврдило да је на врстама пшенице са тврдом плевицом преадултни период *P. interpunctella* био значајно дужи у односу на ољуштена зрна ових врста. Сличне резултате су добиле LOCATELLI и LIMONTA (1998), које су утврдиле да је преадултни период *P. interpunctella* готово дупло дужи на семенима хељде са перикарпом у односу на семена хељде којима је одстрањен перикарп.

Резултати овог истраживања су показали и да садржај испитиваних група секундарних метаболита има слаб или безначајан утицај на трајање преадултног периода *P. interpunctella* на сушеном воћу. На језграстом воћу и жити, преадултни период је био нешто краћи на врстама које садрже веће количине испитиваних група секундарних метаболита (на ораху и просоликим житима).

5.4.4. Утицај исхране на еклозију имага *Plodia interpunctella*

Поред познавања дужине преадултног периода, за доношење одлука у практичној примени метода контроле и сузбијања штетних инсеката, веома је значајно познавање динамике еклозије имага, пре свега појава првог имага, трајање периода еклозије и уједначеност еклозије (TREMATERA, 2013). Време појаве имага је важно за праћење и управљање штеточинама. Разумевање разлика у кривама еклозије имага може допринети разумевању образаца еклозије имага на различитим хранљивим подлогама и може помоћи заштитарима ускладиштених производа у прецизнијем мониторингу складишних штеточина (ARTHUR *et al.*, 2020).

Неколико литературних извора наводи податке о динамици еклозије имага *P. interpunctella*. На различитим сортама кукуруза, ABDEL-RAHMAN и сарадници (1968) су утврдили да су се прва имага појавила у периоду од 25 до 29 дана од поставке огледа, а да је период од еклозије првог до еклозије последњег имага трајао 21–28 дана. На већини сорти кукуруза, еклозија имага је била уједначена, а половина имага је еклодирала у периоду од три до шест дана од почетка еклозије имага. JOHNSON и сарадници (1995) су објавили да је еклозија имага била уједначенија на семенима бадема, пистаћа и ораха него на сушеним смоквама и грожђу. На бадему, пистаћима и ораху, велики број имага

је нагло еклодирао, а у периоду од 20 дана након прве еклозије, сва имага су еклодира-ла. На сушеним шљивама и грожђу, еклозија имага је отпочела у слично време као и на бадему, пистаћима и орасима, али је трајала доста дуже, била је неуједначена и распр-шена у великом временском интервалу, без изражених пикова еклозије. На пистаћима, еклозија имага *P. interpunctella* је била уједначенија када су пистаћи садржали већу ко-личину влаге (SHOJAADDINI, 2005). У истраживању из Велике Британије, WILLIAMS (1964) наводи да је период еклозије имага *P. interpunctella* био краћи на две сорте пше-нице и сирку у односу на бадем. Еклозија имага је била временски равномерно распоре-ђена на бадему и сирку, док је на различитим сортама пшенице, највећи број имага еклодирао у периоду од пет дана након еклозије првих имага. Такође, BOUAYAD и сара-дници (2008) наводе да су прва имага еклодирала 18 дана касније на урмама, производу сиромашном протеинима у односу на прва имага на пшеничном брашну и јечму, а 20 дана касније у односу на имага на сирку. IMURA и SINHA (1986) су навели да је еклозија имага на кукурузу окончана шест дана након еклозије првих имага. У истраживању ди-намике еклозије имага на зрнима и брашну од пшенице и хељде, LOCATELLI и LIMONTA (1998) су утврдили да је почетак еклозије имага био најранији на зрнима пшенице, не-што касније на зрнима хељде којима је одстрањен перикарп, пшеничном и хељдовном брашну, док је знатно касније отпочела на зрнима хељде са перикарпом. Уједначеност еклозије имага се значајно разликовала у зависности од типа хране. На зрнима пшенице и хељде без перикарпа, већина имага је еклодирала у периоду 2–3 дана након еклозије првих имага, док је на осталим подлогама овај период био значајно дужи.

Истраживања ове докторске дисертације су показала да су прва имага просечно најбрже еклодирала на СЛП, а нешто касније на ораху, сушеним смоквама, бадему и лешнику. На ових пет хранљивих подлога, први мужјаци су у просеку еклодирали дан раније у односу на женке или истог дана када и женке. Генерално, прва имага одгајана на житима су се појавила раније у односу на имага одгајана на сушеном воћу. Прва имага на пшеници и три врсте просоликих жита су еклодирала знатно раније у односу на имага на осталим врстама стрних жита. У већини огледа на житима, изузев на пше-ници и тритикалеу, први мужјаци су еклодирали раније у односу на женке. На пшеници и тритикалеу, прве женке су се појавиле 3–4 дана раније у односу на мужјаке. На оста-лим врстама сушеног воћа, прва имага су се углавном појавила знатно касније.

Као и у случају појаве последњих лутака, на подлогама на којима је раније запо-чела еклозија првих имага, раније и окончана еклозија имага. Еклозија је најбрже око-нчана на СЛП, а и период еклозије имага је био најкраћи. На СЛП, мужјаци су 2,5 дана раније окончали еклозију у односу на женке, а период еклозије мужјака је био 3,5 дана краћи у односу на женке. На три врсте просоликих жита, период еклозије имага је тра-јао јако кратко, а женке су окончале еклозију дан раније или истог дана када и мужјаци. На стрним житима (изузев на ражи, јечму и овсу, где је еклодирао мали број имага), пе-риод трајања еклозије је био знатно дужи од просоликих жита. Пошто су касније отпо-чели са еклозијом, имага на стрним житима су 15–20 дана касније и окончала еклозију у односу на она са просоликих жита. На већини врста сушеног воћа, период од еклозије првог до еклозије последњег имага је трајао краће од 20 дана, изузев на јабуци, смокви и гоци бобицама, где је овај период био дужи. На већини врста сушеног воћа (изузев на вишњама и јагодама), женке су у просеку 1–4,5 дана раније окончавале еклозију од мужјака. На језграстом воћу, период од почетка до окончања еклозије имага је био међу најдужима. Женке су на три врсте језграстог воћа раније завршиле еклозију имага од мужјака, а и период трајања еклозије је био краћи код женки.

Међутим, на основу ових података не може да се утврди стопа еклозије имага, јер је на неким подлогама већина имага еклодирала у јако кратком временском периоду

након еклозије првих јединки. Са друге стране, на неким подлогама је еклозија временски уједначенија, па су имага еклодирала једнаком стопом током времена. Из ових разлога, веома је значајно утврдити временску зависност периода еклозије имага, као и време до еклозије половине јединки. Временска зависност процентуалне акумулиране еклозије имага је утврђена применом трофакторске логистичке сигмоидне функције. На основу овог модела, еклозија половине имага, како мужјака, тако и женки је била значајно најбржа на СЛП и три врсте просоликих жита. На овим подлогама је укупна уједначеност еклозије имага, као и засебно мужјака и женки била највећа, јер је велики број јединки еклодирао у кратком временском периоду. На СЛП, 2,79 дана након еклозије првог имага, половина свих имага је еклодирала, док је прва половина женки еклодирала нешто брже од половине мужјака. На три врсте просоликог жита, половина имага је еклодирала 3,76–5,94 дана од еклозије првих јединки, при чему су углавном женке брже еклодирале него мужјаци (изузев на просу). На осталим подлогама, укупна уједначеност еклозије имага, као и засебно мужјака и женки је била значајно мања него на СЛП и просоликим житима, јер је период еклозије био дужи. На језграстом воћу, еклозија половине јединки је окончана од 5,62 дана након појаве првог имага на ораху до 10,59 дана на бадему, при чему је половина женки брже еклодирала од половине мужјака. На већини врста сушеног воћа, изузев на смоквама, период од еклозије првог имага до еклозије половине имага је трајао углавном дуже од 20 дана. Такође, на већини врста сушеног воћа је половина женки еклодирала раније од половине мужјака.

5.5. Утицај исхране на дужину живота имага *Plodia interpunctella*

Дужина живота имага *P. interpunctella* директно зависи од хране коју ларве користе, а пре свега од садржаја макронутријената и влаге. Када се ларве *P. interpunctella* хране производима богатим протеинима и мастима, имага живе дуже (ALMAŠI, 1984; MARZBAN *et al.*, 2001; BORZOUI *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a), док исхрана сиромашна протеинима и мастима, а богата угљеним хидратима доводи до краћег живота имага (BORZOUI *et al.*, 2018; EL-SHAFEI *et al.*, 2018).

Резултати ове докторске дисертације се подударају са тим литературним подацима - имага *P. interpunctella* су живела дуже када су се као ларве хранила просоликим житима и језграстим воћем, прехрамбеним производима који се одликују великим садржајем протеина и масти.

Наше истраживање је утврдило да је са аспекта дужине живота имага сушено воће неповољна храна за *P. interpunctella*, јер су имага живела значајно краће у односу на језграсто воће и просолика жита. У огледима на девет испитиваних врста сушеног воћа где је развиће стигло до стадијума имага, разлике у дужини живота имага су јако мале, а имага су живела нешто дуже на оним врстама које се одликују нешто већим садржајем протеина и пепела, а то су пре свега гоци бобице и аронија. И друга истраживања потврђују да имага *P. interpunctella* живе краће на сушеном воћу у односу на друге, протеинима и мастима богатије хранљиве подлоге. EL-SHAFEI и сарадници (2018) наводе да су имага *P. interpunctella* живела значајно дуже када су одгајена на бадему (9 дана) у односу на урме (7,8 дана). Такође, BORZOUI и сарадници (2018) наводе да су имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила пистаћима и формулисаном хранљивом подлогом живела значајно дуже од имага чије су се ларве хранила сушеним смоквама и грождјем.

У нашим огледима на три врсте језграстог воћа садржај масти у хранљивој подлози је имао највећи утицај на дужину живота имага. Најдуже су живела имага на ораху (садржи највише масти и уља), а најкраће на бадему (садржи најмање масти и уља), али ове разлике нису статистички значајне. У истраживању из Ирана, MARZBAN и сарадници (2001) наводе да је дужина живота имага одгајених на ораху и бадему дужа у односу на јединке из нашег истраживања, али да разлике у вредностима између ове две подлоге нису статистички значајне. Такође, на четири сорте пистаћа, дужина живота имага *P. interpunctella* је била слична као на језграстом воћу у нашем истраживању, а вредности се нису статистички значајно разликовале (RAZAZZIAN *et al.*, 2015).

Међу огледима на житима већи садржај протеина и масти у просу, крмном сирку и суданској трави је резултирао три дана дужим животом имага у односу на имага са пшенице и тритикалеа, а 1–2 дана дуже у односу на имага са ражи, јечма и овса. Сличне резултате наводе GVOZDENAC и сарадници (2018a): најдуже су живела имага када су се ларве храниле на сирку (9,5 дана) и просу (9 дана), нешто краће на јечму (8,5 дана), суданској трави (8 дана), овсу (7,5 дана) и ражи (7 дана), а најкраће на кукурузу (6,5 дана) и пшеници (6 дана).

Поред језграстог воћа и просоликих жита, исхрана другим прехранбеним производима богатим мастима и протеинима утиче на дужи живот имага *P. interpunctella*. ALMAŠI (1984) наводи да су имага *P. interpunctella* најдуже живела када су се ларве храниле семенима богатим мастима (кукуруз и сунцокрет).

Већина литературних извора указује да разлике у дужини живота мушких и женских имага *P. interpunctella* нису значајне. ALMAŠI (1984) наводи да су мужјаци и женке одгајени на истој хранљивој подлози приближно једнако дуго живели, с тим да су женке углавном живеле мало дуже. Сличне резултате су објавили NASIRIAN и сарадници (2014) – није било разлике у дужини живота мужјака (5,6–9 дана) и женки (5–9,2 дана) који су се хранили пшеничним клицама различитих сорти, али су мужјаци живели мало дуже. Међутим, LITTLEFAIR и сарадници (2016) наводе да су женке на формулисаној подлози просечно живеле статистички значајно дуже од мужјака.

Резултати ове дисертације указују да разлике у дужини живота имага у готово свим огледима (изузев ораха и СЛП, где су мужјаци живели значајно дуже, и сушене малине и јабуке, где су женке живеле значајно дуже) нису статистички значајне. На разлике у дужинама живота мужјака и женки осим исхране утичу и други фактори, попут репродуктивне активности и понашања, који се код мужјака и женки значајно разликују. Имага *P. interpunctella* живе кратко, и не хране се, па зато имају ограничен „репродуктивни буџет” који морају оптимално да „потроше” како би максимизирали фитнес (GAGE, 1995). Мужјаци своју енергију могу да улажу у парење, конкуритивност сперматозоида, кретање или потрагу за партнерком. Женке своју енергију усмеравају у енергетски „скупље” активности, као што су испуштање сигналних феромона, парење и полагање јаја (SAMBARAJU *et al.*, 2016). У експерименталним условима који су им били омогућени у овој докторској дисертацији, спарени мужјаци су сву енергију усмеравали на парење, а неспарени на спорадично кретање у епруветама. Спарене женке су енергију користиле за испуштање феромона, парење и полагање јаја, а неспарене само за испуштање феромона. Овакве активности су условиле и значајне разлике у дужинама живота спарених и неспарених мужјака и женки *P. interpunctella*.

У литератури нисмо пронашли податке о утицају парења на дужину живота имага *P. interpunctella*, па истраживања ове докторске дисертације представљају прве податке о томе. Парење имага је значајније утицало на разлике у дужини живота женки у односу на мужјаке. У већини огледа (изузев на три врсте просоликих жита), женке

које су се париле су живеле статистички значајно краће у односу на неспарене женке. Ова разлика је код мужјака била мање изражена и статистички значајна у огледима на сушеним вишњама, јагодама, гоци бобицама, смоквама и бадему. У већини огледа, женке које су се париле и полагаале јаја, живеле су краће од спарених мужјака, а статистички значајно краће на три врсте језграстог воћа, СЛП, пшеници, ражи, тритикалеу, сушеној аронији и гоци бобицама. Са друге стране, неспарене женке су живеле дуже од неспарених мужјака, а статистички значајно дуже само у огледима на сушенима јабукама, шљивама, малинама и гоци бобицама. Дужина живота спарених мужјака је у већини огледа била краћа од неспарених, али статистички значајно краћа у огледима на сушеним вишњама, јагодама, гоци бобицама, смоквама и бадему. Са друге стране, спарене женке су у већини огледа (изузев на три врсте просоликих жита) живеле статистички значајно краће у односу на неспарене женке, што указује на постојање узајамних ограничења између дужине живота и полагања јаја.

5.6. Утицај исхране на полагање јаја *Plodia interpunctella*

Исхрана представља најважнији фактор који утиче на репродуктивни успех инсеката, јер немогућност остваривања нутритивног оптимума узрокује озбиљне последице на адаптивну вредност инсеката (COHEN, 2015; GUTIÉRREZ *et al.*, 2020), а фекундитет представља једну од најважнијих компоненти адаптивне вредности (PINCHEIRA-DONOSO and HUNT, 2017). Природна селекција фаворизује фенотипове који се одликују већим фекундитетом (ROCKWELL *et al.*, 1987; STEWART and SCHOEN, 1987; GODFRAY *et al.*, 1991; ROFF, 2002). Резерве протеина, гликогена и масти у телу инсеката значајно утичу на компоненте адаптивне вредности (BLANCKENHORN *et al.* 2007), а посебно на фекундитет (SMYKAL and RAIKHEL, 2015). Угљени хидрати и масти из хране се у организму користе као извори енергије и градивни елементи који учествују у формирању ћелијске мембране, хормона и егзоскелета, док протеини имају вишестуку улогу, где је најважнија синтеза нових протеина који учествују у изградњи ткива, ензима и хормона (COHEN, 2015).

Производња и полагање јаја је енергетски веома захтевно за женке, па им је неопходан унос велике количине хранљивих и енергетски богатих материја (SMYKAL and RAIKHEL, 2015). Ово је потврђено истраживањима на великом броју различитих врста инсеката (ALLOTEY and GOSWAMI, 1990; LEE *et al.*, 2008; ROEDER and BENMER, 2014; BORZOUİ *et al.*, 2017; BHARDWAJ *et al.*, 2017; GUTIÉRREZ *et al.*, 2020; KURTULUŞ *et al.*, 2020). Женке које у исхрани користе храну богату протеинима и мастима, формирају и полажу већи број јаја (COHEN, 2015). Развој јаја са великом количином резерви нутријента је једна од еволуционих карактеристика инсеката заслужних за њихов успех као терестричних животиња (COHEN, 2015).

Женке *P. interpunctella* отпочињу са полагањем јаја врло брзо након спаривања. RICHARDS и THOMPSON (1932) су утврдили да овипозиција започиње прве ноћи након парења, док су LUM и FLAHERTY (1969) утврдили да је пик овипозиције у зору наредног дана. Женке *P. interpunctella* највећи део јаја полажу у првим данима након парења (ALMAŠI, 1984; HUANG and SUBRAMANYAM, 2003; PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004; AKINNEYE *et al.*, 2017) – на ускладиштеном семенском белом луку, већина је отпочела 12 часова након спаривања (PEREZ-MENDOZA and AGUILERA-PEÑA, 2004); на формулисаној хранљивој подлози у прва два дана након спаривања (MБАТА, 1985); док је ALMAŠI (1984) навела да женке *P. interpunctella* нису полагаале јаја ни на једној испитиваној хранљивој подлози у прва 24 часа након спаривања.

На почетак овипозиције значајно утиче температура средине (МВАТА, 1986) – на 15°C полагање јаја није отпочело у прва три дана након спаривања, док је већина спарених женки прва јаја положила након осам дана, а у просеку између 10. и 13. дана; на 20°C и 30°C овипозиција је отпочела у току прва два дана по спаривању, а све женке су положиле јаја у року од четири дана након спаривања; на 35°C овипозиција је почела четири дана од спаривања.

Број положених јаја по данима овипозиције није једнак. Разлике су у том погледу очигледне када су женке одгајане на различитим хранљивим подлогама. АЛМАЏИ (1984) наводи да су женке у њеним огледима у просеку дневно полагале по 26 јаја, а максимално 251, с тим да су оне које су укупно положиле мањи број јаја (на пшеници), највише јаја полагале другог и трећег дана, а оне које су положиле укупно већи број јаја (на кукурузу, сунцокрету, кикирикију, формулисаној хранљивој подлози), 3., 4. и 5. дана. МВАТА (1985) је утврдио да су женке на формулисаној хранљивој подлози (концентрат за развој пилића, концентрат за полагање јаја пилића, овас, квасац и глицерин) у прва два дана након спаривања положиле мање од 50% јаја. ХУАНГ и СУБРАМАЊАМ (2003) су установили да је број положених јаја женки *P. interpunctella* на другачије формулисаној хранљивој подлози (концентрат за ћурке (1000 g), мед (150 ml), глицерин (150 ml) и дестилована вода (75 ml)) у прва три дана дневно растао, а да су у том периоду женке положиле више од половине јаја (с тим да су у прва два дана, положиле око 20%, а трећег дана највише, око трећине свих положених јаја), док је од четвртог до осмог дана дневна продукција јаја опадала. НАСЕРИ и сарадници (2015) су утврдили да су женке *P. interpunctella* одгајане на различитим сортама пшеничних мекиња дневно у просеку максимално полагале од 11,8 до 18,16 јаја, док су РАЗАЗИАН и сарадници (2015) утврдили да је стопа овипозиције женки одгајених на четири сорте пистаћа варира од 20,87 до 29,89 и да се ове вредности нису статистички значајно разликовале. У огледима АКИНЕЈЕ и сарадника (2017) на формулисаној хранљивој подлози и три врсте интегралног брашна женке су већ првог дана положиле преко 2/3 од укупног броја јаја. И на ускладиштену семенском белом луку у Мексику, женке су највећи број јаја положиле током првог дана, а значајно мање током другог и трећег дана (РЕРЕЗ-МЕНДОЗА и АГУИЛЕРА-РЕЊА, 2004).

У истраживању ове докторске дисертације, исхрана није значајно утицала на почетак овипозиције, јер су на скоро свим испитиваним хранљивим подлогама (изузев на овсу), регистроване женке које су полагале јаја у периоду од 24 сата од спаривања. Са изузетком огледа на сушеној малини и пшеници, више од половине женки је започело овипозицију у првом дану након спаривања, а све остале до четвртог дана након парења. На сушеној аронији, свих 13 женки које су полагале јаја, отпочеле су овипозицију првог дана након спаривања, док је на сушеној малини у истом периоду свега 1/4 женки положила прва јаја, док је осталих 3/4 то учинило у току другог дана.

За наше огледе тренд броја положених јаја у функцији времена најбоље је описала кубна функција. У највећем броју огледа (изузев на сушеним шљивама, аронији и ражи), женке су највише јаја просечно полагале другог дана након спаривања, док је од трећег дана, дневни број положених јаја опадао. Сличан тренд су констатовали ТАВАРЕС и сарадници (2018) за житног мољца *Sitotroga cerealella*. Женке брашног пламенца *Ephestia kuehniella* највећи број јаја полажу у периоду од 24 сата након парења, јер су у њима зреле јајне ћелије формиране још пре еклозије женки (ХУ *et al.*, 2010). Објашњење за ове разлике између врста лептира су везане за временске разлике у сазревању њихових полних продуката. Наиме, у телима *P. interpunctella* и *S. cerealella* јајне ћелије сазревају током првог дана након еклозије женки (ВHEELER, 2009), а хориогенеза фоликула се завршава седам часова након еклозије женки, што им омогућава да отпочну са

полагањем јаја већ осам часова након еклозије (ZIMOWSKA *et al.*, 1995a,b). Последично, касније сазревање јајних ћелија узрокује и каснији почетак полагања јаја од стране женки *P. interpunctella*, па зато највише јаја положу другог дана након парења. Ово је и објашњење наших резултата.

У нашем истраживању просечно најкраће (3,18 дана) је трајала овипозиција женки *P. interpunctella* одгајених на пшеници, а најдуже (5,5 дана) на сушеним шљивама. Највећи број женки је јаја полагао 3–5 дана. Генерално, најкраћи период овипозиције су имале женке одгајене на житима, а најдужи на језграстом воћу. У већини огледа било је женки које су јаја полагале дуже од шест дана, а најдуже (10 дана) је то радила једна женка одгајена на бадему. Корелацијом је утврђено да је трајање овипозиције директно пропорционална дужини живота женки.

Неколико литературних извора наводи податке о трајању овипозиционог периода *P. interpunctella*. ALMAŠI (1984) је установила да је овипозициони период код женки *P. interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама просечно трајао 6,15–7,7 дана, а да је појединачно овај период трајао 2–11 дана. NASIRIAN и сарадници (2014) су утврдили да се овипозициони период женки *P. interpunctella* гајених на формулисаним хранљивим подлогама (од мекиња различитих сорти пшенице) статистички значајно разликовао (од 4,6, до 7,6 дана). Такође, RAZAZZIAN и сарадници (2015) наводе да је овипозициони период женки *P. interpunctella* одгајених на четири сорте пистаћа трајао 4,94–5,13 дана, али да се није статистички значајно разликовао. Међутим, EL-SHAFEI и сарадници (2018) су утврдили да је овипозициони период женки *P. interpunctella* одгајених на кикирикију, урмама и бадему трајао значајно краће, 1,8–2,9 дана, а ове вредности се нису статистички значајно разликовале.

Истраживања других научника су утврдила да фекундитет *P. interpunctella* директно зависи од типа исхране јединки у стадијуму ларве, а пре свега од садржаја и односа макронутријената и влаге. Када се ларве *P. interpunctella* хране производима богатим протеинима и мастима, женке полажу већи број јаја (ALMAŠI, 1984; MARZBAN *et al.*, 2001; BORZOU *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a), док исхрана сиромашна протеинима и мастима узрокује смањен фекундитет (BORZOU *et al.*, 2018; EL-SHAFEI *et al.*, 2018). Резултати ове докторске дисертације су у сагласности са литературним подацима. На три врсте језграстог воћа, разлике у броју положених јаја се нису статистички значајно разликовале, а женке *P. interpunctella* су просечно полагале од 247,13 јаја у огледу на бадему, до 254,44 на лешнику. Ови резултати указују да разлике у садржају испитиваних макронутријената и влаге нису утицале на фекундитет, с обзиром да су ларве усвојиле довољне количине свих нутријената неопходних за успешну репродукцију. У огледима на сушеном воћу фекундитет је био већи када су се ларве храниле врстама које садрже више протеина, масти, уља и влаге, а то су сушена смоква, гоци бобице и аронија, док је на осталим врстама сушеног воћа, фекундитет био значајно нижи. Просечан број положених јаја женки одгајених на сушеним смоквама (243,24 јаја) и гоци бобицама (222,53 јаја) се није статистички значајно разликовао од три врсте језграстог воћа.

На сличне резултате указују и истраживања других научника на различитим врстама језграстог и сушеног воћа. JOHNSON и сарадници (1992) наводе да се фекундитет женки *P. interpunctella* одгајених на млевеном бадему, пистаћима и ораху није статистички значајно разликовао (износи 317,2 на пистаћима, 308,5 на бадему и 291,3 на ораху). JOHNSON и сарадници (1995) наводе да је фекундитет *P. interpunctella* био значајно већи на целим језгрима пистаћа, ораха и бадема у односу на сушено грождје и шљиве. Сличне резултате су приказали и BORZOU и сарадници (2018), који су устано-

вили да је фекундитет женки *P. interpunctella* значајно већи када су се ларве храниле пистаћима (93,5 јаја) и кикирикијем (82 јаја), него сушеним смоквама (63,8 јаја) и гро-жђем (33,3 јаја). Такође, EL-SHAFEI и сарадници (2018) су утврдили да је фекундитет *P. interpunctella* био статистички значајно већи када су се ларве храниле бадемом (302 јаја) у односу на урму (272). Са друге стране, MARZBAN и сарадници (2001) наводе да се фекундитет *P. interpunctella* статистички значајно разликовао када су се ларве храниле пистаћима (144,7) орахом (123,5) и бадемом (111,8), док су RAZAZZIAN и сарадници (2015) утврдили да се фекундитет значајно разликовао између четири сорте пистаћа којима су се ларве храниле (од 109,19, до 157,81). ALMAŠI и VELJKOVIĆ (2006) су навели да је просечни фекундитет женки *P. interpunctella* које су се развијале на сушеним шљивама био јако низак и варирао од 7,58, до 22,38 јаја, зависно од густине популације женки које су полагале јаја. Поред разлика у саставу макронутријената, овакве разлике могу бити условљене бројним факторима, попут разлика у садржају влаге, одређених група алелохемикалија или разлика у физичким својствима зрна, као што су тврдоћа и глаткоћа. Тако је SHOJAADDINI (2005) утврдио да разлике у садржају влаге у зрнима исте сорте пистаћа значајно утичу на фекундитет *P. interpunctella*, и значајно је већи када се ларве хране пистаћима са највећим садржајем влаге.

Женке *P. interpunctella* полажу велики број јаја и када им се ларве хране другим производима са већим садржајем протеина и масти. Нпр. VUKALLOVIĆ и PEŠIĆ (2012) су утврдили да су највећи фекундитет (137,26 јаја) имале женке одгајене на сушеним пшеничним клицама (које садрже највеће количине протеина и масти), нешто нижи на овсеним пахуљицама (94,82 јаја) и интегралном пшеничном брашну (66,04 јаја), док је најнижи фекундитет (49,29 јаја) утврђен на белој кукурузној паленти, која се одликује најмањим садржајем протеина. Такође, GVOZDENAC је са сарадницима (2018c) утврдила да је фекундитет био статистички значајно већи на хибриду сунцокрета са већим садржајем уља (126,7) у односу на хибрид за исхрану људи (121) и птица (118).

У нашем истраживању, просечан број положених јаја женки одгајених на СЛП (251,91 јаја) се није статистички значајно разликовао од оног у огледима на три врсте језграстог воћа (Таб. 41). Стандардна лабораторијска подлога (SILHACEK and MILLER, 1972) је нутритивно избалансирана за експериментални узгој *P. interpunctella* и садржи оптималне количине свих макронутријената. GVOZDENAC и сарадници (2018a,b) су утврдили да је фекундитет женки *P. interpunctella* гајених на СЛП био значајно већи у односу на женке одгајене на различитим врстама житарица. Осим ове СЛП подлоге, за узгој *P. interpunctella* је формулисано неколико других хранљивих подлога које се састоје од различитих прехранбених производа. Разлике у нутритивном саставу ових подлога узрокују и разлике у фекундитету *P. interpunctella*. Тако су NASIRIAN и сарадници (2014) утврдили да је фекундитет женки на формулисаним хранљивим подлогама које садрже мекиње различитих сорти пшенице варирао од 99,1, до чак 177,3 јајета. Ипак, исхрана оваквим хранљивим подлогама позитивно утиче на већи број положених јаја. ALMAŠI (1984) је утврдила да је фекундитет био висок и сличан за женке *P. interpunctella* одгајене на сушеним смоквама (192 јаја) и формулираној хранљивој подлози (187 јаја), а значајно већи у односу на оне чије су ларве храњене кукурузом (155 јаја), кикирикијем (151 јаје), сушеним урмама (89 јаја) и пшеницом (26 јаја). И ALLOTEY и GOSWAMI (1990) су утврдили да је фекундитет *P. interpunctella* био значајно већи код женки које су се храниле формулисаним хранљивом подлогом (пшеничне мекиње, самлевени кукуруз и глицерол, у масеној пропорцији 8:8:1) у односу на исхрану појединачним подлогама од ломљеног и млевеног кукуруза, зрна кикирикија, сирка и пшенице. BORZOUI и сарадници (2018) су утврдили да је фекундитет *P. interpunctella* која се хранила формулисаним хранљивом подлогом од пшеничних мекиња био сличан ономе ка-

да су се женке храниле пистаћима и кикирикијем, а значајно већи у односу на сушену смокву и грожђе.

У нашем експерименту фекундитет женки *P. interpunctella* које су као ларве храњене различитим врстама жита је значајно нижи у односу на огледе на језграстом воћу и СЛП, а сличан као на сушеном воћу (Таб. 41). Међу огледима на житима фекундитет је био већи на врстама које садрже мање протеина, пепела и влаге, тј. стрним (пшеница, раж и тритикале) у односу на просолика (просо, крмни сирак и суданска трава). У огледу на овсу једна женка је положила приближан број јаја као на три врсте стрних жита, док на јечму једина еклодирана женка није спарена, те није полагала јаја. Резултати сличног истраживања у Војводини су у сагласности са резултатима ове докторске дисертације. GVOZDENAC и сарадници (2018a) су утврдили да је фекундитет женки био највећи на пшеници (109,5), нижи на јечму (58,2), ражи (51,8) и овсу (44,2), а значајно нижи на крмном сирку (22,8), суданској трави (27,5) и просу (16,2).

Ови резултати су изненађујући, с' обзиром да је у великом броју истраживања утврђено да већа количина протеина у исхрани ларви *P. interpunctella* утиче на већи број положених јаја женки. Међутим, на исхрану ларви житима, поред нутритивног састава, утичу и физичка својства жита, попут тврдоће зрна и присуства плевице. У истраживању ове докторске дисертације се увиђа значајан утицај присуства плевице, која није присутна на зрнима пшенице, ражи и тритикалеа, па су забележене највеће вредности фекундитета *P. interpunctella*. Преосталих пет врста жита поседују плевицу, и на њима је фекундитет значајно смањен, или се развио премали број женки које нису успеле да полагају јаја. Осим тога, фекундитет је био већи на меканим и средње тврдим зрнима пшенице, ражи и тритикалеа у односу на тврда зрна просоликих жита. Слични резултати су утврђени за фекундитет житног мољца *Sitotroga cerealella* (BORZOUI *et al.*, 2016) – фекундитет женки је био највећи када су се ларве храниле меканим зрнима тритикалеа и пшенице, нешто нижи на јечму и кукурузу, а најнижи на ражи и сирку. Чињеницу да се ситуација на ражи у нашем и последњем наведеном раду дијаметрално разликује, могла би бити тумачена разликама у сортама. Слично као што су GVOZDENAC и сарадници (2018b) установили радећи огледе са *P. interpunctella* на зрнима кукуруза (сматрају се тврдим зрнима међу житима), да је фекундитет женки знатно варирао зависно од хибрида, 22,8–44,3 јаја. Поред тога, PREDOLEVIĆ и сарадници (2017) су утврдили да механичко стање зрна кукуруза значајно утиче на фекундитет *P. interpunctella* – на целом, ломљеном и млевеном кукурузу типа зубана, тврдунца и полутврдунца, фекундитет је био највећи на ломљеном зрну (109,43–113,37), а најмањи на целом зрну (27,75–81,00), а разлике између типова зрна у истом механичком стању су постојале само на млевеном зрну, где су највећи број јаја положиле женке ларвено храњене зубаном (114,33), а најмање храњене полутврдунцем (61,17).

У истраживању ове докторске дисертације установљен је очигледан утицај исхране на разлике у полагању јаја током времена код популација женки *P. interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама. Интеграцијом модела динамике еклозије женки *P. interpunctella* и акумулираног броја положених јаја омогућено је предвиђање броја положених јаја популација женки *P. interpunctella* у свим огледима, у реалном времену (Таб. 43, Граф. 32). Разлике у кривама акумулираног броја положених јаја могу допринети разумевању образаца репродуктивног понашања *P. interpunctella* на различитим хранљивим подлогама и могу помоћи планирању комерцијалне производње потенцијалних паразита њених јаја, попут врста рода *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (NASIR *et al.*, 2017).

Разлике у квалитативном и квантитативном саставу нутријената у храни имају значајан утицај на физиологију, дужину развића и фекундитет *P. interpunctella* (ALLOTEY and GOSWAMI, 1990; JOHNSON *et al.* 1992, 1995; VUKALLOVIĆ and PEŠIĆ, 2012; RAZAZZIAN *et al.*, 2015; PREDOJEVIĆ *et al.*, 2017; BORZOUİ *et al.*, 2018; GVOZDENAC *et al.*, 2018a,b,c; TAVARES *et al.*, 2018), што као последицу има директан утицај на биолошки циклус, посебно на еклозију имага и овипозициони ритам. Женке на СЛП, језгастом воћу и сушеној смокви су прву половину јаја положиле у периоду од седам дана након еклозије прве женке, док су на ораху и СЛП положиле 90% јаја у првих 10 дана након еклозије прве женке (Таб. 43). На овим хранљивим подлогама је уједначеност полагања јаја била највећа, а период трајања овипозиције најмањи, што указује да су ове подлоге погодне за масовни узгој *P. interpunctella*. Са друге стране, у огледима на већини врста сушеног воћа женкама је требало више од 20 дана да положи половину јаја, док им је за полагање 90% јаја било потребно више од четири седмице. Уједначеност полагања јаја у огледима на сушеном воћу је била слаба, док је период овипозиције био дугачак, па ове подлоге нису погодне за масовни узгој *P. interpunctella* (Таб. 43).

5.7. Утицај исхране на димензије тела имага *Plodia interpunctella*

Димензије тела су једна од најчешће проучаваних особина животне историје инсеката, јер имају значајан утицај на различите аспекте њихове физиологије, екологије и еволуције (KNAPP and UHNAVÁ, 2014). Исхрана значајно утиче на димензије тела инсеката (BEUKENBOOM, 2018; SHELLY, 2018). Инсекти који користе храну ниже хранљивости, или имају на располагању мале количине квалитетне хране, одликују се ситнијим телом (HARRISON *et al.*, 2012). Бројна истраживања су показала да велике количине протеина у исхрани утичу на повећавање димензија тела фитофагних инсеката (HUBERTY and DENNO, 2006; WHITE, 1993). Код лептира, уколико храна не садржи довољне количине протеина, димензије тела и преживљавање се смањују (LEE *et al.*, 2002; WOODS, 1999). Квалитативно богатија и погоднија исхрана утиче на веће димензије тела *P. interpunctella* (ALMAŠI, 1984) – ларве одгајане на формулисаној хранљивој подлози достижу 8,13 mm, сунцокрету 8,12 mm, кукурузу 8,05 mm, кикирикију 7,92 mm, ораху 7,09 mm и пшеници 6,07 mm. Испитујући дужину тела имага *P. interpunctella* одгајених на различитим врстама жита и СЛП, GVOZDENAC и сарадници (2018a) су утврдили да су имага са СЛП имала статистички значајно дужа тела (9 mm) од имага одгајених са седам врста жита, где су била дужа на стрним у односу на просолика жита (на пшеници 8 mm, јечму 7 mm, овсу и ражи по 6 mm, а на сирку, просу и суданској трави само по 5 mm). Сличне податке су навели AKINNEYE и сарадници (2017), који су утврдили да је дужина тела имага *P. interpunctella*, одгајених на формулисаној хранљивој подлози и три врсте интегралног брашна, варира од 6 до 8 mm, при чему су женке биле дуже од мужјака (7–8,5 mm у односу на 6–7,5 mm).

Резултати ове докторске дисертације су показали да су имага *P. interpunctella* одгајена на језгастом воћу и СЛП имала веће димензије (дужина тела и предњих крила), чему је допринео већи садржај масти и протеина, у односу на имага одгајена на сушеном воћу и житима. Садржај макронутријената у сушеном и језгастом воћу је имао значајан утицај на дужину тела и предњих крила имага *P. interpunctella*, док у огледима на житима није имао значајан утицај. На сушеном воћу, дужине тела и предњих крила имага *P. interpunctella* су биле веће на оним подлогама са више протеина и масти (сушене смокве и гоџи бобице). У огледима на три врсте језгастог воћа дужина тела и пре-

дњих крила имага су биле статистички значајно веће на лешнику (садржи најмање протеина, а највише шећера) у односу на бадем, док се ове вредности на ораху нису разликовале у односу на лешник и бадем. Садржај испитиваних група секундарних метаболита није утицао на утврђене разлике у димензијама тела, изузев на језграстом воћу, где је констатована позитивна корелација између садржаја танина (кога има значајно више у лешнику и ораху у односу на бадем) и димензија тела имага *P. interpunctella*.

У највећем броју наших огледа, разлике у дужинама тела мужјака и женки нису статистички значајне, осим на сушеним шљивама и лешнику, где је тело женки било статистички значајно дуже, док је на сушеним вишњама, тело мужјака било статистички значајно дуже. Уопште, на хранљивим подлогама које садрже више масти и протеина (језграсто воће и СЛП), тело женки је било дуже него мужјака, док је на сушеном воћу и житима тело мужјака било дуже.

Дужина тела мужјака и женки је у корелацији са дужином њихових предњих крила. Међутим, у свим огледима предња крила женки су била дужа него мужјака, а статистички значајне разлике нису утврђене само у огледима на сушеним вишњама, малинама, ражи и овсу. Дужина предњих крила боље описује разлике у димензијама тела између мужјака и женки него дужина тела. Завршни део копулаторног апарата мужјака *P. interpunctella* је ван тела, док су код женки копулаторне структуре увучене у трбушни регион, па се зато дужине тела међу половима не разликују значајно.

Димензије тела инсеката знатно утичу на њихову адаптивну вредност (KNAPP and UHNAVÁ, 2014). Крупније јединке се махом одликују дужим животом (BLANCKENHORN *et al.* 2007), већим репродуктивним успехом (PEIXOTO and BENSON, 2008), односно фекундитетом (HONĚK, 1993). Значајан утицај на фекундитет женки *P. interpunctella* потврђен је у више истраживања (ALMAŠI, 1984; AKINNEYE *et al.*, 2017; GVOZDENAC *et al.*, 2018a). ALMAŠI (1984) објашњава да је храна богатија хранљивим материјама погоднија за исхрану женки *P. interpunctella*, па ће последично те женке бити крупније и формираће већи број јаја. Димензије тела могу бити укључене као значајни параметри у популационе моделе који се праве за контролу и сузбијање штетних инсеката (WATANABE *et al.*, 1986; FOX and CZESAK, 2000). Када се установи зависност између димензија тела и фекундитета, подаци добијени мерењем димензија тела имага или лутака могу да се примене у процени бројности популације (CALVO and MOLINA, 2005). Истраживање ове докторске дисертације је показало да су женке које су имале дуже тело и предња крила, полагале и већи број јаја, чиме је потврђена зависност ових параметара.

5.8. Погодност хранљивих подлога за исхрану *Plodia interpunctella*

Од средине XX века спроведен је велики број истраживања у покушају да се утврди брз и једноставан начин за упоређивање развића инсеката у различитим условима средине. STANLEY (1946) је међу првима увео појам „средински индекс”, који се заснива на количнику два значајна параметра животне историје инсеката, а то су проценат јединки које су комплетирали одређени стадијум/стадијуме развића и дужина трајања тог/тих стадијума. HOWE (1971) је модификовао овај индекс логаритмом процента јединки које су комплетирали одређени стадијум/стадијуме развића, чиме је формулисао „индекс погодности” средине за развиће инсеката. Даљом модификацијом, DOBIE (1974) је креирао „индекс осетљивости” (ИО) хранљивих подлога на инфестацију инсектима, заснован на количнику природног логаритма броја еклодираних имага и дужине

трајања преадултног периода. На основу вредности ИО, MENSAN (1986) је дефинисао пет категорија осетљивости хранљивих подлога на инфестацију инсеката: отпорне, умерено отпорне, умерено осетљиве, осетљиве и веома осетљиве хранљиве подлоге.

Истраживања су показала да је СЛП веома погодна подлога за исхрану ларви *P. interpunctella* (LECATO, 1976; GVOZDENAC *et al.*, 2018a,b). LECATO (1976) је користећи индекс погодности по HOWE (1971) утврдио да је СЛП најпогоднија за исхрану ларви *P. interpunctella* (ИП = 0,0912) у поређењу са различитим врстама жита и соје. Такође, GVOZDENAC и сарадници (2018a,b) су користећи ИО по DOBIE (1974) установили да је СЛП веома осетљива (ИО > 12) на инфестацију *P. interpunctella*. Истраживање ове докторске дисертације је показало да је СЛП поред ораха најпогоднија подлога за развиће *P. interpunctella*, па је на основу ИО класификована као осетљива (ИО = 7,84) на инфестацију овом штеточином.

Наши огледи су показали да су осим СЛП и три врсте испитиваног језграстог воћа погодне за исхрану *P. interpunctella*. Међу њима, орах се истакао као најпогоднији (ИО = 8,65, тј. осетљива подлога), док су лешник и бадем нешто мање погодни (ИО 6,15 и 7, класификоване као умерено осетљиве). Осетљивост ораха у односу на бадем и лешник је повезана са већим садржајем масти, а мањим садржајем угљених хидрата, влаге и пепела у односу на лешник и бадем. Утврђено је и да већи садржај укупних фенолних једињења и флавоноида у ораху (у односу на лешник и бадем) корелише са његовом већом осетљивошћу. Резултати JOHNSON и сарадника (1992) на млевеном бадему, пистаћима и ораху су такође потврдили да су ове три врсте језграстог воћа веома погодна храна за *P. interpunctella*, с' тим да су млевени бадем и пистаћи класификовани као веома осетљиви, док је млевени орах осетљив на инфестације овим пламенцем. Слично овим резултатима, BORZOUИ и сарадници (2018) су установили да је језграсто воће (пистаћи и кикирики) много погоднија храна за *P. interpunctella* (класификована као веома осетљива) у односу на сушено грожђе (умерено отпорно). EL-SHAFEI и сарадници (2018) су утврдили да је бадем осетљива, а урме и кикирики умерено отпорне хранљиве подлоге на инфестацију *P. interpunctella*.

Резултати нашег истраживања су показали да је, за разлику од СЛП и три врсте језграстог воћа, сушено воће мање погодна храна за *P. interpunctella*. Изузев сушене смокве (ИО = 7,14) и гоци бобица (5,16), које су умерено осетљиве на нападе *P. interpunctella*, остало испитивано сушено воће је отпорно на инфестације овом врстом (ИО је у опсегу 0,84–2,84). Овим резултатима треба додати и врсте сушеног воћа на коме се ларве нису развиле (кајсија, брусница, евроазијска и америчка боровница, светло и тамно грожђе, и банана), а које би на основу ИО = 0 биле класификоване као изузетно отпорне на инфестацију *P. interpunctella*. Већа осетљивост сушених смокава и гоци бобица на нападе *P. interpunctella* је повезана са већим садржајем протеина и масти у ове две хранљиве подлоге у односу на остале врсте сушеног воћа, али истовремено и мањим садржајем укупних и директно редукујућих шећера. Утврђено је и да већи садржај укупних фенолних једињења, флавоноида и танина негативно корелише са осетљивошћу сушеног воћа на инфестацију *P. interpunctella*, што указује да ове групе секундарних метаболита у сушеном воћу потенцијално поспешују његову отпорност.

Испитиване врсте жита су отпорније на инфестацију *P. interpunctella* од језграстог воћа и СЛП, док су углавном осетљивије у односу на сушено воће. Међу испитиваним врстама, пшеница, тритикале и три врсте просоликих жита су умерено отпорне, док је раж отпорна. Јечам и овас се одликују најнижим вредностима ИО међу свим хранљивим подлогама на којима су јединке *P. interpunctella* уопште успеле да комплетирају животни циклус. Међутим, разлике у садржају макронутријената, влаге и испити-

ваних група секундарних метаболита у житима нису утицале на осетљивост ових подлога на напад *P. interpunctella*. То указује да за отпорност жита већу улогу играју физичка својства зрна, попут тврдоће и присуства плевице. У истраживању отпорности различитих врста жита из Србије, GVOZDENAC и сарадници (2018a) су утврдили да су стрна жита била осетљивија, а просолика отпорнија на инфестацију *P. interpunctella*: пшеница је веома осетљива (ИО = 10,62); јечам и овас су осетљиви (ИО = 9,03, односно 8,66), а раж умерено осетљива (ИО = 7,19). Међу просоликим житима, тестирана сорта крмног сирка је била умерено осетљива (ИО = 6,28), док су просо (ИО = 3,65) и суданска трава (ИО = 4,95) умерено отпорне на инфестацију *P. interpunctella*.

Истраживања других научника су утврдила да механично стање и својства хране значајно утичу на њихову погодност за исхрану *P. interpunctella*. LOCATELLI и LIMONTA (1998) су установиле да су зрна пшенице и хељде без перикарпа веома осетљиви, а зрна хељде са перикарпом отпорна на инфестацију *P. interpunctella*, док су се интегрална брашна добијена млевењем пшенице и хељде показала као умерено осетљива. Ове ауторке наводе да жита генерално нису најпогоднија храна за *P. interpunctella*, с' обзиром да је мали број имага еклодирао, као и да је развиће значајно продужено, јер иако су мандибуле ларви јаке, оне не могу да прогризу перикарп хељде богат влакнима. Када се уклони перикарп, проценат еклозије имага је значајно порастао, а нутритивно је хељда без перикарпа била готово идентична пшеници. LECATO (1976) је утврдио да су ломљена и млевена зрна соје, кикирикија, кукуруза, пшенице и пиринчна много погоднија храна за *P. interpunctella* у односу на цела зрна. И МВАТА (1987b) потврђује да су ломљена зрна различитих сорти кикирикија погоднија за исхрану *P. interpunctella* у односу на цела, а открио је и да су различите сорте кикирикија различито отпорне на инфестацију *P. interpunctella* (ИП је варирао од 0,089, до 0,167). И на кукурузу су утврђене разлике у осетљивости сорти и хибрида на инфестацију *P. interpunctella*. PREDOJEVIĆ и сарадници (2017) су утврдили да су ломљена зрна три хибрида кукуруза осетљива на инфестацију *P. interpunctella* (ИО је од 8,87, до 9,72), млевена зрна су умерено осетљива (ИО 6,34–6,68), док су цела зрна отпорна или умерено отпорна (ИО 1,81–3,69). GVOZDENAC и сарадници (2018b) су утврдили да су цела семена различитих хибрида кукуруза углавном умерено осетљива (ИО 5,86–6,71), док је хибрид кокичара са изузетно тврдим егзокарпом умерено отпоран (ИО = 3,08), а хибрид са црвеним алеуроном осетљив (ИО = 7,79).

5.9. Могући правци даљих истраживања

Ова докторска дисертација пружа значајне резултате о утицају исхране на особине животне историје изузетно полифагне штеточине ускладиштених прехранбених производа, бакренастог пламенца *P. interpunctella*. Са сигурношћу је утврђено да разлике у садржају и односу најзначајнијих макронутријената у исхрани ове врсте значајно утичу на особине њене животне историје – више масти и протеина, а мање угљених хидрата и шећера у исхрани утиче на веће преживљавање, брже развиће и бројније потомство *P. interpunctella*. На основу нутритивних карактеристика и утврђених вредности особина животне историје, биће одабране одговарајуће хранљиве подлоге које ће бити коришћене у даљим истраживањима прехранбене и еволуционе екологије *P. interpunctella* и других складишних штеточина, попут *Sitotroga cerealella*, *Acanthoscelides obtectus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus* sp., *Tribolium confusum*, *Trogoderma granarium* и других.

Та истраживања ће бити базирана на заснивању нових селекционих линија складишних штеточина (првенствено *P. interpunctella*), развијаних током великог броја генерација на одабраним хранљивим подлогама, како би се пратиле особине животне историје кроз генерације. Након одређеног броја генерација, различите популације би биле премештане на друге хранљиве подлоге, како би био испитан одговор особина животне историје на промене исхране, и биле утврђене норме реакције.

Осим тога, будућа истраживања ће бити фокусирана и на праћење дигестивне физиологије различитих развојних стадијума складишних штеточина (првенствено *P. interpunctella*), путем испитивања активности дигестивних ензима, међу којима су најзначајније α -амилаза и протеиназе, као и утицај заступљености инхибитора ових ензима у хранљивим подлогама. Посебно занимљива истраживања ће бити фокусирана на истраживање популација микроорганизама у цревном систему свих развојних стадијума инсеката зависно од хране коју су конзумирали, са акцентом на одређивање њихове улоге у усвајању хранљивих материја (како макронутријената, тако и секундарних биљних метаболита, али потенцијално и других састојака хране).

Као што је већ напоменуто у уводном делу ове докторске дисертације, екосистем складишта представља специфичан тип антропогено-зависног екосистема, где поред утицаја абиотичких фактора, значајну улогу имају и интерспецијски односи између различитих организма, пре свега инсеката, гриња и микроорганизама. Пошто ускладиштене производе инфестира велики број различитих врста инсеката, са различитим прехранбеним стратегијама и захтевима, будућа истраживања ће бити усмерена и на односе између различитих примарних и/или секундарних штеточина, на различитим прехранбеним производима.

У Лабораторији за општу и примењену ентомологију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу даље би се фокусирали и на потенцијалне биолошке методе контроле и/или сузбијања складишних штеточина (првенствено *P. interpunctella*), укључујући примену екстраката биљака и гљива са потенцијалним инсектицидним, или репелентним дејством, али и паразитоиде, као и предаторе. Такође, биће испитивано и синергистичко дејство више метода, за контролу присуства и/или сузбијање складишних штеточина (првенствено *P. interpunctella*), укључујући и употребу разних формулација диатомејске земље и варирања абиотичких еколошких фактора.

6. ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата истраживања утицаја исхране различитим групама прехранбених производа (сушено воће, језгасто воће, жита и стандардна лабораторијска подлога) на животни циклус и морфолошку варијабилност лабораторијске популације бакренастог пламенца *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), формирано су појединачни закључци о особинама животне историје, који доприносе бољем познавању и разумевању биологије и екологије ове складишне штеточине:

- Преживљавање преадултних стадијума *P. interpunctella* је било веће када су се ларве храниле језгастим воћем, док је преживљавање јединки које су се храниле сушеним воћем и житима значајно варирало у зависности од врсте ових производа.
- Преживљавање преадултних стадијума *P. interpunctella* који су се хранили сушеним воћем је било веће на оним врстама воћа које се одликују већим садржајем протеина и масти, док је већи садржај угљених хидрата, шећера, воде и секундарних метаболита у овој групи хранљивих подлога узроковао већу смртност.
- Разлике у садржају макронутријената, воде, пепела и секундарних метаболита нису утицале на преживљавање ларви *P. interpunctella* које су се храниле језгастим воћем.
- Преживљавање преадултних стадијума јединки *P. interpunctella* које су се храниле житима је било веће на оним врстама жита које се одликују већим садржајем угљених хидрата, скроба и воде.
- Утицај исхране и разлике у садржају макронутријената, воде, пепела и секундарних метаболита у испитиваним врстама сушеног и језгастог воћа не утиче значајно на преживљавање стадијума лутке *P. interpunctella*.
- Најкраће трајање преадултног периода су имале јединке *P. interpunctella* које су се храниле СЛП и језгастим воћем, а најдуже јединке које су се храниле сушеним воћем.
- Развиће преадултних стадијума јединки *P. interpunctella* које су се храниле сушеним воћем је било краће на оним врстама сушеног воћа које се одликују већим садржајем протеина и масти.
- Развиће преадултних стадијума јединки *P. interpunctella* које су се храниле језгастим воћем је било најкраће на ораху, којег одликује већи садржај масти, фенолних једињења и флавоноида, а нижи садржај воде у односу на лешник и бадем.
- Развиће преадултних стадијума јединки *P. interpunctella* које су се храниле житима је било краће на просоликим житима која карактерише већи садржај протеина, масти, скроба и секундарних метаболита, а мањи садржај воде, у односу на стрна жита.
- Стопа раста ларви *P. interpunctella* је на свим хранљивим подлогама била највећа током прве три седмице трајања развића.
- Ларве *P. interpunctella* значајно брже прелазе у наредни ларвени ступањ када се хране СЛП и језгастим воћем, него сушеним воћем.
- Улуткавање ларви и еклозија имага *P. interpunctella* су били значајно бржи и уједначенији код јединки које су се храниле језгастим воћем и СЛП, у односу на оне које су се храниле сушеним воћем.
- Имага *P. interpunctella* су најдуже живела када су се ларве храниле просоликим житима и језгастим воћем, а најкраће која су се као ларве храниле стрним житима и сушеним воћем.
- Дужина живота имага *P. interpunctella* која су се као ларве храниле сушеним воћем је била већа на врстама воћа са већим садржајем протеина.
- Дужина живота имага *P. interpunctella* које су се као ларве храниле језгастим воћем је била већа на врстама са већим садржајем масти, шећера и секундарних метаболита, а нижим садржајем протеина, воде и угљених хидрата.

- Дужина живота имага *P. interpunctella* која су се као ларве хранила житима је била већа на просоликим житима (она имају већи садржај протеина, масти, скроба, пепела и секундарних метаболита, а нижи угљених хидрата и влаге, у односу на стрна жита).
- Разлике у дужини живота мужјака и женки *P. interpunctella* углавном нису статистички значајне.
- Тестирање ефекта спаривања на дужину живота имага је био пионирски истраживачки подухват. У већини огледа, спарене женке су живеле значајно краће од неспарених, док код мужјака ова разлика није уочена. У већини огледа, није уочена статистички значајна разлика у дужини живота између спарених мужјака и женки, односно неспарених мужјака и женки.
- Женке *P. interpunctella* су просечно отпочеле са полагањем јаја у року од 48 сати након спаривања, док је овипозиција просечно трајала 3–5,5 дана.
- Женке *P. interpunctella* одгајене на језграстом воћу, СЛП, сушеним смоквама и гоци бобицама су просечно положили највећи број јаја, значајно мање оне одгајене на стрним житима и сушеном воћу, а најмање на просоликим житима.
- Фекундитет женки *P. interpunctella* одгајених на сушеном воћу је просечно био већи када су се ларве храниле врстама воћа које садржи више протеина, масти, влаге и пепела.
- Разлике у хемијском саставу ораха, лешника и бадема нису утицале на разлике у фекундитету женки које су одгајене на овим хранљивим подлогама.
- Фекундитет женки *P. interpunctella* које су одгајене на житима је просечно био већи када су се ларве храниле стрним житима (она садрже више масти, а мање протеина, угљених хидрата и пепела).
- У готово свим огледима, женке су просечно положили највећи број јаја током другог дана након парења. На нивоу популација одгајених на различитим хранљивим подлогама, женке са језграстом воћа и СЛП су полагале јаја значајно брже и уједначеније у односу на женке са стрних жита и сушеног воћа.
- Анализирани морфометријски параметри, тј. дужине тела и предњих крила имага *P. interpunctella* су углавном биле веће код јединки одгајених на језграстом воћу и СЛП у односу на јединке одгајене на сушеном воћу и житима.
- Већи садржај масти и протеина у језграстом воћу и СЛП у односу на сушено воће и жита је пресудно утицао на разлике у димензијама тела имага.
- Заступљеност макронутријената у сушеном и језграстом воћу је имао значајан утицај на разлике у дужинама тела и предњих крила имага *P. interpunctella* одгајених на овим хранљивим подлогама, док код имага одгајених на житима, овај утицај није био значајан.
- Стандардна лабораторијска подлога, орах, лешник, бадем, сушена смоква и гоци бобице су најпогоднија храна за *P. interpunctella*. Остале врсте сушеног воћа (без обзира на тип плода којем припадају), као и жита са плевицом, су најмање погодни, тј. најотпорнији од свих 28 тестираних прехранбених производа и СЛП на њене нападе.

На основу ових појединачних закључака, формиран је **општи закључак ове докторске дисертације**: Садржај и пропорционална заступљеност макронутријената у различитим групама хранљивих подлога које ларве користе у исхрани значајно утичу на преживљавање, развиће и димензије тела свих стадијума у животном циклусу *P. interpunctella*, као и на њену репродукцију. Резултати ове дисертације битно доприносе бољем познавању и разумевању биологије и екологије ове опасне складишне штеточине, и могу бити искоришћени као полазиште за бројна даља истраживања, али и у пракси у заштити складишта прехранбених производа.

7. ЛИТЕРАТУРА

- ABDEL-RAHMAN, H.A., GODSONS, A.C., CHRISTENSEN, C.M. (1968): Development of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Phycitidae) on different varieties of corn two levels of moisture. *Journal of Stored Product Research* 4: 127–133.
- AKINNEYE, J.O., OLUFEMI-SALAMI, F.K., SALAMI, O.S. (2017): Analysing life cycle stages of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) on four different diets. *International Journal of Scientific Research and Management* 5(9): 7056-7066.
- ALEXANDER, C., KENKEL, P. (2012): *Economics of commodity storage*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 305-315.
- ALI, A., LUTTRELL, R.G., SCHNEIDER, J.C. (1990): Effects of temperature and larval diet on development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America* 83(4): 725–733.
- ALLOTEY, J., GOSWAMI, L. (1990): Comparative biology of two phycitid moths, *Plodia interpunctella* (Hubn.) and *Ephestia cautella* (Wlk.) on some selected food media. *Insect Science and Its Application* 11(2): 209-215.
- ALMAŠI, R. (1984): *Uticaj režima ishrane na fertilitet i broj generacija kod bakrenastog moljca, Plodia interpunctella Hbn. (Lepidoptera, Pyralidae)*. Magistarski rad. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 92 str.
- ALMAŠI, R. (2008): *Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita*. U: KLJAJIĆ, G. (Ur.), *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 9-38.
- ALMAŠI, R., POSLONČEC, D. (2010): Survival, reproduction and development of Indian meal moth (*Plodia interpunctella* Hbn.) on dried fruits. *Contemporary Agriculture* 59(1-2): 72-80.
- ALMAŠI, R., VELJKOVIĆ, O. (2006): Mogućnost razvića, brojnost populacije bakrenastog moljca (*Plodia interpunctella* Hbn.) i oštećenost suvih šljiva. *Letopis naučnih radova* 30(1): 7-12.
- ARBOGAST, R.T. (2007): A wild strain of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) from farm-stored maize in South Carolina: Development under different temperature, moisture, and dietary conditions. *Journal of Stored Product Research* 43: 160–166.
- ARBOGAST, R.T., CHINI, S.R., KENDRA, P.E. (2005): Infestation of stored saw palmetto berries by *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) and the host paradox in stored-product insects. *Florida Entomologist* 88(3): 314-320.
- ARBOGAST, R.T., KENDRA, P.E., McDONALD, R.C. (2002): Infestation of a botanicals warehouse by *Plodia interpunctella* and *Ephestia elutella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomological News* 113(1): 41-49.
- ARBOGAST, R.T., LECATO, G.L., BYRD, R.V. (1980): External morphology of some eggs of stored product moths (Lepidoptera: Pyralidae, Gelechiidae, Tineidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 9: 165–178.
- ARTHUR, F.H. (2018): *Structural pest management for stored product insects*. In: ATHANASSIOU, C.G., ARTHUR, F.H. (Eds.): *Recent advances in stored product protection*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg, pp. 65-81.
- ARTHUR, F.H., BEAN, S.R., SMOLENSKY, D., GERKEN, A.R., SILIVERU, K., SCULLY, E.D., BAKER, N. (2020): Development of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on sorghum milling fractions. *Journal of Stored Product Research* 87: 101606.
- ARTHUR, F., PHILLIPS, T.W. (2003): *Stored-product insect pest management and control*. In: HUI, Y.H., BRUINSMA, B.L., GORHAM, J.R., NIP, W.K., TONG, P.S., VENTRESCA, P. (Eds.), *Food plant sanitation*. Marcel Dekker, Inc. New York, USA, pp. 341-348.

- BARBEHENN, R.V., MABEN, R.E., KNOESTER, J.J. (2008): Linking phenolic oxidation in the midgut lumen with oxidative stress in the midgut tissues of a tree-feeding caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Environmental Entomology* 37(5): 1113-1118.
- BARCABA, T., KRENN, H.W. (2015): The mouthparts of adult Indian meal moths, *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomologica Austriaca* 22: 91-105.
- BARRERA-ILLANES, A.N., POPICH, S.B., AJMAT, M.T. (2017): *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) life cycle on stored walnuts under controlled environmental conditions. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)* 3(2): 15-22.
- BAXTER, I.H. (2008): *Entomopathogen based autodissemination for the control of Plodia interpunctella (Hübner)*. Ecology and Evolutionary Biology, School of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Southampton, PhD Thesis, pp. 149.
- BECKEMEYER, E.F., SHIRK, P.D. (2004): Development of the larval ovary in the moth, *Plodia interpunctella*. *Journal of Insect Physiology* 50: 1045-1051.
- BEEMAN, R.W. (1983): Linkage analysis of genes affecting scale color, eye color, and resistance to malathion in the Indianmeal moth. *The Journal of Heredity* 74(4): 301-302.
- BEHMER, S.T. (2009): Insect herbivore nutrient regulation. *Annual Review of Entomology* 54: 165-187.
- BELL, C.H. (1975): Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored products. *Journal of Stored Products Research* 11: 167-175.
- BELL, C.H. (1982): Observations on the intensity of diapause and cold tolerance in larvae from twelve populations and two reciprocal crosses of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. *Physiological Entomology* 7: 371-377.
- BERNAYS, E.A. (1986): Evolutionary contrasts in insects: nutritional advantages of holometabolous development. *Physiological Entomology* 11: 377-382.
- BERNAYS, E.A., CHAPMAN, R.F. (1994): *Host-plant selection by phytophagous insects*. Contemporary Topics in Entomology 2. Chapman & Hall, New York, NY, USA, p. 312.
- BEUKEBOOM, L.W. (2018): Size matters in insects – an introduction. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166(1): 2-3.
- BHARDWAJ, J.R., GANGULI, J.L., KHAN, H.H., SAHU, R. (2017): Bionomics of the rice meal moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton) reared under laboratory condition on different diets. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(5): 722-727.
- BIRCH, M.C. (1974): Pre-courtship use of abdominal brushes by the nocturnal moth *Phlogophora meticulosa* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Animal Behavior* 18: 310-316.
- BLANCKENHORN, W.U., FANTI, J., REIM, C. (2007): Size-dependent energy reserves, energy utilization and longevity in the yellow dung fly. *Physiological Entomology* 32(4): 372-381.
- BORZOU, E., NASERI, B., NOURI-GANBALANI, G. (2017): Effects of food quality on biology and physiological traits of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 110: 266-273.
- BORZOU, E., BANDANI, A.R., GOLDANSAZ, S.H., TALAEI-HASSANLOUEI, R. (2018): Dietary protein and carbohydrate levels affect performance and digestive physiology of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 111: 942-949.
- BOUAYAD, N., RHARRABE, K., GHAILANI, N., SAYAH, F. (2008): Effects of different food commodities on larval development and α -amylase activity of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research* 44: 373-378.
- BRADY, U.E., TUMLINSON, J.H., BROWNLEE, R.G., SILVERSTEIN, R.M. (1971): Sex stimulant and attractant in Indian meal moth and in almond moth. *Science* 171: 802-804.

- BRAENDLE, C., HEYLAND, A., FLATT T. (2011): *Integrating mechanistic and evolutionary analysis of life history variation*. In: FLATT, T., HEYLAND, A. (Eds.), *Mechanisms of life history evolution: the genetics and physiology of life history traits and trade-offs*. OUP Oxford, Oxford, UK: 3-10.
- BROWER, J.H. (1972): "Scaleless" and "melanic," two undescribed mutations in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 45(4): 421-426.
- BROWER, J.H. (1982): Autosomal eye-colour mutants in *Plodia interpunctella* and *Ephestia cautella*. *Journal of the Georgia Entomological Society* 17: 96-106.
- BROWER, J.H. (1983): Copper, a new autosomal recessive mutant of the Indianmeal moth. *The Journal of Heredity* 74(4): 303-304.
- BURKS, C.S., JOHNSON, J.A. (2012): *Biology, behavior and ecology of stored fruit and nut insects*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 21-32.
- CALVO, D., MOLINA, J. M. (2005): Fecundity–body size relationship and other reproductive aspects of *Streblote panda* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Annals of the Entomological Society of America* 98(2): 191-196.
- CAMPBELL, J.F., PEREZ-MENDOZA, J., WEIER, J. (2012): *Insect pest management decisions in food processing facilities*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 219-233.
- CARRASCO, D., LARSSON, M.C., ANDERSON, P. (2015): Insect host plant selection in complex environments. *Current Opinion in Insect Science* 8: 1–7.
- CASTAÑEDA-VILDÓZOLA, A., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H., EQUIHUA-MARTÍNEZ, A., VALDEZ-CARRASCO, J., PEÑA, J.E., CAZADO, L.E., FRANCO-MORA, O. (2016): Head capsule width is useful for determining larval instar in *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist* 99(4): 822-825.
- CHAPMAN, R.F. (1998): *The insects: structure and function*. Cambridge: Harvard University Press.
- CHEVIN, L.-M., HOFFMANN, A.A. (2017): Evolution of phenotypic plasticity in extreme environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 372: 20160138.
- CLAY, J. (2011): Freeze the footprint of food. *Nature* 475(7356): 287–289.
- CRIST, E., MORA, C., ENGELMAN, R. (2017): The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science* 356 (6335): 260-264.
- COHEN, A.C. (2015): *Insect Diets: science and technology. 2nd edition*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- COLE, L.C. (1954): The population consequences of life history phenomena. *The Quarterly Review of Biology* 29(2): 103-137.
- COOK, P.A., GAGE, M.J.G. (1995): Effects of risks of sperm competition on the numbers of eupyrene and apyrene sperm ejaculated by the moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36: 261-268.
- COOK, P.A. (1999): Sperm numbers and female fertility in the moth *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera; Pyralidae). *Journal of Insect Behavior* 12: 767-779.
- CVETKOVIĆ, B.R., FILIPČEV, B.V., BODROŽA-SAVOV, M.I., BARDIĆ, Ž.M., SAKAČ, M.B. (2009): Chemical composition of dried fruits as a value added ingredient in bakery products. *Food Process. Quality Safety* 1-2, 15-19.
- DADD, R.H. (1973): Insect nutrition: Current developments and metabolic implications. *Annual Reviews in Entomology* 18: 381–420.
- DEAN, L. (2018): Targeted and non-targeted analyses of secondary metabolites in nut and seed processing. *European Journal of Lipid Science and Technology* 120(11): 1700479.

- DEANS, C.A. (2015): *The interaction between nutrition and stress response in a cotton model system*. Doctoral dissertation. Texas A&M University, Texas, USA.
- DEFILIPPO, F., GRISENDI, A., SAVOLDELLI, S., TORRI, D., DOTTORI, M.; BONILAURI, P. (2019): Effect of temperature and diet on *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) development with special reference to Isomegalen diagram and accumulated degree days. *Journal of Entomological and Acarological Research* 51: 7855.
- DEMIANYK, C.J., SINHA, R.N. (1988): Bioenergetics of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), feeding on corn. *Annals of the Entomological Society of America* 81:449–59.
- DOBIE, P. (1974): The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais*. *Journal of Stored Product Research* 10: 183-197.
- DOUGLAS, A., SIMPSON, S. (2012): *Nutrition*. In: CHAPMAN, R. (Author), SIMPSON S., DOUGLAS, A. (Eds.), *The insects: structure and function*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 81-106.
- DUNKEL, F.V. (1992): The stored grain ecosystem: a global perspective. *Journal of Stored Product Research* 28(2): 73-87.
- DYAR, H.G. (1890): The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche* 5: 420–422.
- DYJECIŃSKI, J. (1967): *Szkodniki artykułów spożywczych: wykrywanie, rozpoznawanie i zwalczanie*. Wydawn. Przemysłu Lekkiego i Spożywczego.
- EL-SHAFEI, W.K.M., ZINHOUM, R.A., HUSSAIN, H.B.H. (2018): Biology and control of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) infesting stored date, almond and peanut fruits. *Journal of Plant Protection and Pathology* 9(9): 595-600.
- FABIAN, D., FLATT, T. (2012): Life history evolution. *Nature Education Knowledge* 3(10): 24.
- FASULO, T.R., KNOX, M.A. (2015): University of Florida featured creatures – Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). Reviewed September 2018. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A & M University Cooperative Extension Program, and Boards of County Commissioners Cooperating.
<https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN15300.pdf>
- FLEURAT-LESSARD, F. (2002): Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. *Journal of Stored Product Research* 38: 191-218.
- FONTENOT, E.A., ARTHUR, F.H., NECHOLS, J.R., THRONE, J.E. (2012): Using a population growth model to simulate response of *Plodia interpunctella* Hübner to temperature and diet. *Journal of Pest Science* 85: 163–167.
- FOX, C.W., CZESAK, M.E. (2000): Evolutionary ecology of progeny size in arthropods. *Annual Reviews in Entomology* 45: 341-369.
- FRAENKEL, G., BLEWETT, M. (1946a): The dietetics of the caterpillars of three *Ephestia* species, *E. kuehniella*, *E. elutella*, and *E. cautella*, and of a closely related species, *Plodia interpunctella*. *Journal of Experimental Biology* 22(3-4): 162-171.
- FRAENKEL, G., BLEWETT, M. (1946b): Linoleic acid, vitamin E and other fat-soluble substances in the nutrition of certain insects, *Ephestia kuehniella*, *E. elutella*, *E. cautella* and *Plodia interpunctella* (Lep.). *The Journal of Experimental Biology* 22: 172-190.
- GAGE, M.J.G. (1995): Continuous variation in reproductive strategy as an adaptive response to population density in the moth *Plodia interpunctella*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 261(1360): 25-30.

- GANIVET, E. (2020): Growth in human population and consumption both need to be addressed to reach an ecologically sustainable future. *Environment, Development and Sustainability* 22(6): 4979-4998.
- GAUTAM, S.G., OPIT, G.P., MARGOSAN, D., HOFFMANN, D., TEBBETS, J.S., WALSE, S. (2015): Comparative egg morphology and chorionic ultrastructure of key stored-product insect pests. *Annals of the Entomological Society of America* 108(1): 43–56.
- GEIER, P.W. (1966): Management of insect pests. *Annual Review of Entomology* 11: 471-490.
- GIRISH, G.K., KUMAR, A., JAIN, S.K. (1975): Assessment of the quality loss in wheat damaged by *Trogoderma granarium* Everts during storage. *Bulletin of Grain Technology* 13: 26–32.
- GODFRAY, H.C.J., PARTRIDGE, L., HARVEY, P.H. (1991): Clutch size. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 409-429.
- GODIN, J., MALTAIS, P., GAUDET, S. (2002): Head capsule width as an instar indicator for larvae of the cranberry fruitworm (Lepidoptera: Pyralidae) in southeastern New Brunswick. *Journal of Economic Entomology* 95(6): 1308-1313.
- GRANT, G.G. (1971): Electroantennogram responses to scent brush secretions of several male moths. *Annals of the Entomological Society of America* 64: 1428-1431.
- GRANT, G.G. (1974): Male sex-pheromone from wing glands of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hbn) (Lepidoptera-Phycitidae). *Experientia* 30: 917-918.
- GRANT, G., BRADY, U. (1975): Courtship behavior of phycitid moths. I. Comparison of *Plodia interpunctella* and *Cadra cautella* and role of male scent glands. *Canadian Journal of Zoology* 53(6): 813–826.
- GRANT, G.G., SMITHWICK, E.B., BRADY, U.E. (1975): Courtship behavior of phycitid moths. 2. Behavioral and pheromonal isolation of *Plodia interpunctella* and *Cadra cautella* in laboratory. *Canadian Journal of Zoology* 53: 827-832.
- GÜLER, P., AYHAN, N., KOŞUKCU, C., ÖNDER, B.Ş. (2015): The effects of larval diet restriction on developmental time, preadult survival, and wing length in *Drosophila melanogaster*. *Turkish Journal of Zoology* 39: 395-403.
- GUTIÉRREZ, Y., FRESCH, M., OTT, D., BROCKMEYER, J., SCHERBER, C. (2020): Diet composition and social environment determine food consumption, phenotype and fecundity in an omnivorous insect. *Royal Society Open Science* 7(4): 200100.
- GVOZDENAC, S., MILOŠEVIĆ, B., DOLAPČEV, A., OVUKA, J., TATIĆ, M., TANASKOVIĆ, S., VUKAJLOVIĆ, F. (2018a): Suitability of Poaceae seeds for *Plodia interpunctella* development. In: ADLER, C.S., OPIT, G., FÜRSTENAU, B., MÜLLER-BLENKLE, C., KERN, P., ARTHUR, F.H., ATHANASSIOU, C.G., BARTOSIK, R., CAMPBELL, J., CARVALHO, M.O., CHAYAPRASERT, W., FIELDS, P., LI, Z., MAIER, D., NAYAK, M., NUKENINE, E., OBENG-OFORI, D., PHILLIPS, T., RIUDAVETS, J., THRONE, J., SCHÖLLER, M., STEJSKAL, V., TALWANA, H., TIMLICK, B., TREMATERRA, P. (Eds), *Julius Kühn-Archiv Nr. 463: Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP), Volume I, Berlin, Germany, October 7-11, 2018*. Julius Kühn-Institut, Berlin, Germany, pp. 145-151.
- GVOZDENAC, S., MITROVIĆ, B., TANASKOVIĆ, S., OVUKA, J., VUKAJLOVIĆ, F., TATIĆ, M., BURSIC, V. (2018b): Suitability of different maize hybrids for development of *Plodia interpunctella* (Hübner). *Acta Agriculturae Serbica* 23(45): 3-13.
- GVOZDENAC, S.M., PRVULOVIĆ, D.M., RADOVANOVIĆ, D.M., OVUKA, J.S., MIKLIČ, V.J., AČANSKI, J.M., TANASKOVIĆ, S.T., VUKAJLOVIĆ, F.N. (2018c): Life history of *Plodia interpunctella* Hübner on sunflower seeds: Effects of seed qualitative traits and the initial seed damage. *Journal of Stored Product Research* 79: 89-97.
- HAGSTRUM, D.W., ATHANASSIOU, C.G. (2019): Improving stored product insect pest management: from theory to practice. *Insects* 10: 332.

- HAGSTRUM, D.W., FLINN, P.W., HOWARD, R.W. (1996): *Ecology*. In: HAGSTRUM, D.W., SUBRAMANYAM, B. (Eds.): *Integrated management of insects in stored products*. Marcel Dekker, New York, pp. 71–134.
- HAGSTRUM, D.W., KLEJDYSZ, T., SUBRAMANYAM, B., NAWROT, J. (2013): *Atlas of stored-product insects and mites*. AACC International, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, p. 589.
- HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W. (2017): Evolution of stored-product entomology: protecting the world food supply. *Annual Review of Entomology* 62: 379–397.
- HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (2012): *Stored product protection*. Kansas State University, 350 p.
- HAGSTRUM, D.W., SUBRAMANYAM, B. (2006): *Fundamentals of stored product entomology*. AACC International, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, p. 323.
- HAGSTRUM, D.W., SUBRAMANYAM, B. (2009): *Stored-product insect resource*. AACC International, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, p. 509.
- HAMLIN, J.C., REED, W.D., PHILLIPS, M.E. (1931): Biology of the Indian-meal moth on dried fruits in California. *USDA Tehnical Bulletin*, No. 242: 1-27.
- HARDY, I. (2002): *Sex ratio. Concepts and research methods*. Cambridge University Press, 424 p.
- HARRISON, J.F., WOODS, A.H., ROBERTS, S.P. (2012): *Ecological and environmental physiology of insects*. Oxford University Press Inc., New York, USA.
- HAYHURST, H., BRITTEN, H. (1942): *Insect pests in stored products*. Chapman and Hall Ltd., London, U.K.
- HEAPS, J.W. (2012): *Food plant sanitation, pest exclusion, and facility design*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 85–93.
- HEINRICH, C. (1956): *American moths of the subfamily Phycitinae (No. 207)*. Washington, DC: Smithsonian Institution.
- HERMS, B. (1917): The Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hubn., in candy and notes on its life-history. *Journal of Economic Entomology* 10: 563.
- HERNÁNDEZ-ALONSO, P., CAMACHO-BARCIA, L., BULLÓ, M., SALAS-SALVADÓ, J. (2017): Nuts and dried fruits: An update of their beneficial effects on type 2 diabetes. *Nutrients* 9(7): 673.
- HILL, D.S. (2002): *Pest of stored foodstuffs and their control*. Kluwer Academic Publisher.
- HINTON, H.E. (1943): The larvae of Lepidoptera associated with stored products. *Bulletin of Entomological Research* 34: 163–212.
- HOLM, E. (1988): Environmental restraints and life strategies: A habitat templet matrix. *Oecologia* 75: 141-145.
- HONĚK, A. (1993): Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos* 66: 483-492.
- HOWE, R.W. (1971): A parameter for expressing the suitability of environment for insect development. *Journal of Stored Product Research* 7: 63-65.
- HUANG, F., SUBRAMANYAM, B. (2003): Effects of delayed mating on reproductive performance of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research* 39: 53-63.
- HUBERTY, A.F., DENNO, R.F. (2006): Consequences of nitrogen and phosphorus limitation for the performance of two planthoppers with divergent life history strategies. *Oecologia* 149: 444-459.
- IBANEZ, S., GALLET, C., DESPRÉS, L. (2012): Plant insecticidal toxins in ecological networks. *Toxins* 4(4): 228-243.
- IBM CORP RELEASED (2012): *IBM SPSS Statistics for Windows. Version 21.0*. IBM Corp, Armonk, NY.

- ICC STANDARD METHODS (1976): *Determination of the moisture content of cereals and cereal products (Practical method)*. International association for cereal science and technology. ICC standard method No. 110/1. ICC, Vienna, Austria.
- ICC STANDARD METHODS (1994): *Determination of crude protein in cereals and cereal products for food and for feed*. International association for cereal science and technology. ICC standard method No. 105/2. ICC, Vienna, Austria.
- IMURA, O. (1990): *Life history of stored-product insects*. In: FUJII, K., GATEHOUSE, A.M.R., JOHNSON, C.D., MITCHEL, R., YOSHIDA, T. (Eds.). *Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution*. Kluwer Academic Publisher, pp. 257-269.
- IMURA, O., SINHA, R.N. (1986): Bioenergetics of the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America* 79: 96-103.
- JENSEN, K., KRISTENSEN, T.N., HECKMANN, L.-H.L., SØRENSEN, J.G. (2017): *Breeding and maintaining high-quality insects*. In: VAN HUISA, A., TOMBERLIN, J.K. (Eds.), *Insects as food and feed: from production to consumption*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 174-198.
- JOHNSON, J.A., WOFFORD, P.L., WHITEHAND, L.C. (1992): Effect of diet and temperature on development rates, survival, and reproduction of the Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 85: 561–566.
- JOHNSON, J.A., WOFFORD, P.L., GILL, R.F. (1995): Developmental thresholds and degree-day accumulations of Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae) on dried fruits and nuts. *Journal of Economic Entomology* 88: 734–742.
- JOHNSON, J.A. (2004): *Dried fruit and nuts: United States of America*. In: HODGES, R., FARRELL G. (Eds.), *Crop post-harvest: Science and technology, Volume 2: Durables*. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, pp. 226-234.
- KADIRI, O. (2017): A review on the status of the phenolic compounds and antioxidant capacity of the flour: Effects of cereal processing. *International Journal of Food Properties* 20(S1): S798–S809.
- KALIYAN, N., CARRILLO, M.A., MOREY, R.V., WILCKE, W.F., CANNON, C.A. (2005): Indian meal moth survivability in stored corn with different levels of broken kernels. *The Great Lakes Entomologist* 38(3&4): 177-185.
- KARSHOLT, O., NIEUKERKEN, E.J. VAN (2013): Fauna Europaea: Lepidoptera, Moths. Fauna Europaea version 2017.06, <https://fauna-eu.org>
- KENKEL, P., ADAM, B.D. (2018): *Economic theory versus reality in stored grain IPM: theory and practice in stored product management*. In: ATHANASSIOU, C.G., ARTHUR, F.H. (Eds.): *Recent advances in stored product protection*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg, pp. 261-273.
- KNAPP, M., UHNAVÁ, K. (2014): Body size and nutrition intake effects on fecundity and overwintering success in *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Insect Science* 14(1): 240.
- KOGAN, M. (1998): Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43: 243–270.
- KURTULUŞ, A., PEHLIVAN, S., ACHIRI, T.D., ATAKAN, E. (2020): Influence of different diets on some biological parameters of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research* 85: 101554.
- KUWAHARA, Y., KITAMURA, C., TAKAHASHI, S., HARA, H., ISHII, S., FUKAMI, H. (1971): Sex pheromone of almond moth and Indian meal moth - Cis-9, Trans-12-Tetradecadienyl Acetate. *Science* 171: 801-802.
- LATIMER, G.W. (2016): *Official methods of analysis of AOAC International*; AOAC International: Gaithersburg, MD, USA, 3172 p.

- LAZZARI, S.M.N., LAZZARI, F.A. (2012): *Insect pests in stored grain*. In: PANIZZI, A.R., PARRA, J.R.P. (Eds.), *Insect bioecology and nutrition for integrated pest management*. CRC Press, pp. 418-450.
- LECATO, G.L. (1976): Yield, development, and weight of *Cadra cautella* (Walker) and *Plodia interpunctella* (Hübner) on twenty-one diets derived from natural products. *Journal of Stored Product Research* 12: 43-47.
- LE GALL, M., BEHMER, S.T. (2014): Effects of protein and carbohydrate on an insect herbivore: the vista from a fitness landscape. *Integrative and Comparative Biology* 54(5): 942–954.
- LEE, K.P., BEHMER, S.T., SIMPSON, S.J., RAUBENHEIMER, D. (2002): A geometric analysis of nutrient regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera littoralis* (Boisduval). *Journal of Insect Physiology* 48: 655-665.
- LEE, K.P., SIMPSON, S.J., CLISSOLD, F.J., BROOKS, R., BALLARD, J.W.O., TAYLOR, P.W., SORAN, N., RAUBENHEIMER, D. (2008): Lifespan and reproduction in *Drosophila*: new insights from nutritional geometry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 2498–2503.
- LEVIĆ, J., STANKOVIĆ, S., KRNJAJA, V. (2008): *Štetni mikroorganizmi u uskladištenom žitu*. U: KLJAJIĆ, G. (Ur.), *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 39-66 str.
- LIMA, S.L. (1998): Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. *Stress and Behavior* 27: 215–90.
- LIMONTA, L., LOCATELLI, D.P., SANGIORGIO, S., CONSONNI, G. (2013): Susceptibility of maize variants to *Plodia interpunctella*. *Italian Journal of Food Science* 25(3): 283-288.
- LITTLEFAIR, J.E., NUNN, K.A., KNELL, R.J. (2016): The development of a synthetic diet for investigating the effects of macronutrients on the development of *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 159: 305-310.
- LOCATELLI, D.P., LIMONTA, L. (1998): Development of *Ephestia kuehniella* (Zeller), *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) on kernels and whole meal flours of *Fagopyrum esculentum* (Moench) and *Triticum aestivum* L. *Journal of Stored Product Research* 34: 269–276.
- LOCATELLI, D.P., LIMONTA, L., STAMPINI, M. (2006): Development of *Cadra cautella* (Walker), *Corcyra cephalonica* (Stainton), and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) on *Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schrank ex Schübler, and *T. spelta* L. In: LORINI et al. (Eds.), *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 - 18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil*. Brazilian Post-harvest Association - ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil, pp. 469–475.
- LUM, P.T.M., FLAHERTY, B.R. (1969): Effect of mating with males reared in continuous light or in light-dark cycles on fecundity in *Plodia interpunctella* (Hubner). *Journal of Stored Product Research* 5: 89-94.
- MACARTHUR, R.H. (1972): *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper & Row, Publishers, Inc., New York, USA, p. 269.
- MACARTHUR, R.H., WILSON, E.O. (1967): *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, p. 203.
- MAKKAR, H.P.S. (2000): *Quantification of tannins in tree foliage: A laboratory manual*. FAO/IAEA Edition, Vienna, 26 p.
- MARZBAN, R., BAYAT ASADI, H., MIRMOAEDI, A. (2001): Comparative assessment of some biological characteristics of Indian meal moth *Plodia interpunctella* Hb. (Lep.:

- Pyralidae) on pistachio, walnut and almond in laboratory. *Journal of Entomological Society of Iran* 20: 71-79.
- MBATA, G.N. (1985): Some physical and biological factors affecting oviposition by *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Phycitidae). *Insect Science and Its Application* 6(5): 597-604.
- MBATA, G.N. (1986): Combined effect of temperature and relative humidity on mating activities and commencement of oviposition in *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Insect Science and Its Application* 7(5): 623-628.
- MBATA, G.N. (1987): Studies on the susceptibility of groundnut varieties to infestation by *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research* 23(1): 57-63.
- MBATA, G.N. (1990): Suitability of maize varieties for the oviposition and development of *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Tropical Pest Management* 36(2): 122-127.
- MBATA, G.N., OSUJI, F.N. (1983): Some aspects of the biology of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), a pest of stored groundnuts in Nigeria. *Journal of Stored Product Research* 19(3): 141-151.
- MCGAUGHEY, W.H. (1978): Effects of larval age on the susceptibility of Almond moths and Indian meal moths to *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Economic Entomology* 71: 923-925.
- MENSAH, G.W.K. (1986): Infestation potential of *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) on cowpea stored under subtropical conditions. *International Journal of Tropical Insect Science* 7(6): 718-784.
- MERTZ, D.B. (1971): *Life history phenomena in increasing and decreasing populations*. In: PATIL, G.P., PIELOU, E.C., WATERS, W.E. (Eds.), *Statistical ecology, Volume 2*. Pennsylvania State University Press, University Park, pp. 361-396.
- MICROSOFT CORPORATION. (2018). Microsoft Excel. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>
- MILETIĆ, N., POPOVIĆ, B., MITROVIĆ, O., KANDIĆ, M., LEPOSAVIĆ, A. (2014): Phenolic compounds and antioxidant capacity of dried and candied fruits commonly consumed in Serbia. *Czech Journal of Food Sciences* 32(4): 360–368.
- MOHAMMADI, S., MEHRKHO, F. (2020): Effects of various cereal flour on life table parameters of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection* 9(1): 29-39.
- MOHANDASS, S., ARTHUR, F.H., ZHU, K.Y., THRONE, J.E. (2007): Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Product Research* 43: 302–311.
- MOREAU, J., BENREY, B., THIERY, D. (2006): Assessing larval food quality for phytophagous insects: are the facts as simple as they appear? *Functional Ecology* 20: 592–600.
- MOSSADEGH, M.S. (1978): Mechanism of secretion of contents of mandibular glands of *Plodia interpunctella* larvae. *Physiological Entomology* 3: 335-340.
- MOSSADEGH, M.S. (1980): Interspecific and intraspecific effects of the mandibular gland secretion of larvae of the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella*. *Physiological Entomology* 5: 165-173.
- MULLEN, M.A., VARDEMAN, J.M., BAGWELL, J. (2012): *Insect-resistant packaging*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 135-155.
- MYERS, S.W., HAGSTRUM, D.W. (2012): *Quarantine*. In: HAGSTRUM, D.W., PHILLIPS, T.W., CUPERUS, G. (Eds.), *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 297-304.

- NA, J.H., RYOO, M.I. (2000): The influence of temperature on development of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on dried vegetable commodities. *Journal of Stored Product Research* 36: 125–129.
- NANSEN, C., PHILLIPS, T.W. (2003): Ovipositional responses of the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) to oils. *Annals of the Entomological Society of America* 96: 524–531.
- NASIR, M.F., ULRICHS, CH., PROZELL, S., SCHÖLLER, M. (2017): Laboratory studies on parasitism of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) by two species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in different grains, and evaluation of traps for their monitoring. *Journal of Stored Product Research* 74: 6-12.
- NASERI, B., NASIRI, R., RAZMJOU, J. (2015): Life table parameters and digestive enzymatic activity of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Pyralidae) on artificial diet containing bran of various wheat cultivars. *Journal of the Lepidopterists' Society* 69(4): 268-274.
- NASIRIAN, R., NASERI, B., RAZMJOU, J. (2014): Feeding performance and some biological parameters of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) on artificial diets containing bran of different wheat cultivars. *Journal of Crop Protection* 3(3): 295-304.
- NAVARRO, S., NAVARRO, H. (2018): *Insect pest management of oilseed crops, tree nuts and dried fruits*. In: ATHANASSIOU, C.G., ARTHUR, F.H. (Eds), *Recent advances in stored product protection*. Springer-Verlag GmbH, Germany, pp. 99-141.
- NAYAK, M.K., DAGLISH, G.J. (2018): *Importance of stored product insects*. In: ATHANASSIOU, C.G., ARTHUR, F.H. (Eds.): *Recent advances in stored product protection*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg, pp. 1-18.
- NDOMO-MOUALEU, A.F., ULRICHS, C., RADEK, R., ADLER, C. (2014): Structure and distribution of antennal sensilla in the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 59: 66-75.
- NYLIN, S. (2001): Life history perspectives on pest insects: What's the use? *Austral Ecology* 26: 507–517.
- ODUM, E.P. (1989): *Ecology and our endangered life-support systems*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 283 p.
- OLSSON, C.P.O., ANDERBRANT, O., LÖFSTEDT, C. (2005): Flight and oviposition behavior of *Ephestia cautella* and *Plodia interpunctella* in response to odors of different chocolate products. *Journal of Insect Behavior* 18(3): 363-380.
- OONINCX, D.G.A.B., VAN BROEKHOVEN, S., VAN HUIS, A., VAN LOON, J.J.A. (2015): Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS ONE* 10(12): e0144601.
- PEDIGO, L.P., RICE, M.E. (2009): *Entomology and pest management, Sixth edition*. Waveland Press, Long Grove, Illinois.
- PEIXOTO, P.E.C., BENSON, W.W. (2008): Body mass and not wing length predicts territorial success in a tropical satyrine butterfly. *Ethology* 114: 1069–1077.
- PEREZ-MENDOZA, J., AGUILERA-PEÑA, M. (2004): Development, reproduction, and control of the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) in stored seed garlic in Mexico. *Journal of Stored Product Research* 40: 409–421.
- PEŠIĆ, S.B. (2011): *Osnovi ekologije*. Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet.
- PEŠIĆ, V., CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ, J., TOMOVIĆ, LJ. (2009): *Principi ekologije*. Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet.
- PETERSON, R.K.D., HIGLEY, L.G., PEDIGO, L.P. (2018): Whatever happened to IPM? *American Entomologist* 64(3): 146–150.

- PHELAN, P.L., BAKER, T.C. (1990): Comparative study of courtship in twelve phycitine moths (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Insect Behavior* 3(3): 303–326.
- PHILLIPS, T.W., STRAND, M.R. (1994): Larval secretions and food odors affect orientation in female *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71: 185–192.
- PINCHEIRA-DONOSO, D., HUNT, J. (2017): Fecundity selection theory: concepts and evidence. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 92(1): 341–356.
- PLARRE, R. (2010): An attempt to reconstruct the natural and cultural history of the granary weevil, *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *European Journal of Entomology* 107: 1–11.
- PREDOJEVIĆ, D., VUKAJLOVIĆ, F., ŽIVANOVIĆ, D., TANASKOVIĆ, S., PEŠIĆ, S. (2016): Zavisnost brzine razvića *Plodia interpunctella* od veličine životnog prostora i količine dostupne hrane. Zbornik radova XXI Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učesćem, Vol. 21. (23), 11–12. mart 2016, Čačak, Srbija, pp. 353–358.
- PREDOJEVIĆ, D.Z., VUKAJLOVIĆ, F.N., TANASKOVIĆ, S.T., GVOZDENAC, S.M., PEŠIĆ, S.B. (2017): Influence of maize kernel state and type on life history of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research* 72: 121–127.
- PREVETT, P.F. (1971): Some laboratory observations on the development of two african strains of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Phycitidae), with particular reference to the incidence of diapause. *Journal of Stored Product Research* 7: 253–260.
- QUETTIER-DELEU, C., GRESSIER, B., VASSEUR, J., DINE, T., BRUNET, C., LUYCKX, M., CAZIN, M., CAZIN, J.C., BAILLEUL, F., TROTIN, F. (2000): Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology* 72(2): 35–42.
- RAD, S.P., PAJANI, H.R., TALWAR, N. (2000): *Plodia interpunctella* (Hubner) (Phycitidae: Lepidoptera) as a potential pest of dry fruits. *The Journal of the Bombay Natural History Society* 97(1): 62–66.
- RAJENDRAN, S. (2003): *Insect pests of stored dry fruits, nuts and spices*. In: PRAKASH, A., RAO, J., JAYAS, D.S., ALLOTEY, J. (Eds.), *Insect pests of stored products: a global scenario*. Applied Zoologists Research Association, Central Rice Research Institute, Cuttack, India, pp. 251–264.
- RAMASWAMY, S.B., SHU, S.Q., PARK, Y.I., ZENG, F.R. (1997): Dynamics of juvenile hormone-mediated gonadotropism in the Lepidoptera. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 35: 539–558.
- RAZAZZIAN, S., HASSANI, M.R., IMANI, S., SHOJAI, M. (2015): Life table parameters of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on four commercial pistachio cultivars. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18: 55–59.
- RAZMIOU, J., MOHARRAMIPOUR, S., FATHIPOUR, Y., MIRHOSEINI, S.Z. (2006): Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Iran. *Journal of Economic Entomology* 99: 1820–1825.
- REES, D. (2004): *Insects of stored products*. CSIRO Publishing, Australia, p. 181.
- REGIER, J.C., MITTER, C.E., SOLIS, M.A., HAYDEN, J.E., LANDRY, B., NUSS, M., SIMONSEN, T.J. (2012): A molecular phylogeny for the pyraloid moths (Lepidoptera: Pyraloidea) and its implications for higher-level classification. *Systematic Entomology* 37: 635–656.
- RICHARDS, O.W., HERFORD, G.V.B. (1930): Insects found associated with cacao, spices and dried fruits in London warehouses. *Annals of Applied Biology* 17(2): 367–394.
- RICHARDS, O.W., THOMSON, W.S. (1932): A contribution to the study of the genera *Ephestia*, Gn. (including *Strymax*, Dyar), and *Plodia*, Gn. (Lepidoptera, Phycitidae), with notes on parasites of the larvae. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 80(2): 169–250.

- ROCKWELL, R.F., FINDLAY, C.S., COOKE, F. (1987): Is there an optimal clutch size in snow geese? *American Naturalist* 130: 839-863.
- ROEDER, K.A., BEHMER, S.T. (2014): Lifetime consequences of food protein-carbohydrate content for an insect herbivore. *Functional Ecology* 28: 1135–1143.
- ROFF, D.A. (1992): *The evolution of life histories: theory and analysis*. Chapman & Hall, New York.
- ROFF, D.A. (2002): *Life history evolution*. Sinauer Associates, Sunderland.
- SALDIVAR, S. (2003): *Cereals: dietary importance*. In: CABALLERO, B., TRUGO, L., FINGLAS, P. (Eds.), *Encyclopedia of food sciences and nutrition, Second Edition*: Academic Press, Agosto, London, pp. 1027–1033.
- SAMBARAJU, K.R., PHILLIPS, T.W. (2008): Ovipositional preferences and larval performances of two populations of Indianmeal moth, *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 128: 283-293.
- SAMBARAJU, K.R., DONELSON, S.L., BOZIC, J., PHILLIPS, T.W. (2016): Oviposition by female *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): description and time budget analysis of behaviors in laboratory studies. *Insects* 7: 4.
- SAVOV, D. (1973): Influence of some dried fruits on the development of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae). *Gradinarska i Lozarska Nauka* 10: 43-48.
- SCHAFFER, W.M. (1974): Optimal reproductive effort in fluctuating environment. *The American Naturalist* 108: 783-790.
- SEQUIERA, R., DIXON, A.F.G. (1996): Life history responses to host quality changes and competition in the Turkey oak aphid. *European Journal of Entomology* 93: 53-58.
- SHEFFERSON, R.P. (2010): Why are life histories so variable? *Nature Education Knowledge* 3(10): 1.
- SHELLY, T.E. (2018): Larval host plant influences male body size and mating success in a tephritid fruit fly. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166(1): 41-52.
- SHOJAADDINI, M. (2005): Effects of moisture content of pistachio kernels on development and fecundity of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner. *Belgian Journal of Entomology* 7: 71-79.
- SILHACEK, D.L., MILLER, G.L. (1972): Growth and development of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae) under laboratory mass-rearing conditions. *Annals of the Entomological Society of America* 65: 1084–1087.
- SILHACEK, D., MURPHY, C. (2005): *The selection of germ in whole wheat by neonatal Plodia larvae for growth*. Conference Proceedings of Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, San Diego, California, U.S.A., 94(1-2).
- SILHACEK, D., MURPHY, C. (2006): A simple wheat germ diet for studying the nutrient requirements of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner). *Journal of Stored Product Research* 42: 427-437.
- SILHACEK, D., MURPHY, C. (2008): Moisture content in a wheat germ diet and its effect on the growth of *Plodia interpunctella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research* 44: 36–40.
- SIMMONS, P., REED, W.D., MCGREGOR, E.A. (1931): *Fig insects in California*. USDA Circular No. 157:1-71.
- SIMPSON, S.J., RAUBENHEIMER, D. (1993): A multi-level analysis of feeding behaviour: the geometry of nutritional decisions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 342: 381–402.
- SIMPSON, S.J., RAUBENHEIMER, D. (2009): Macronutrient balance and lifespan. *Aging* 1: 875–880.

- SINHA, R.N. (1983): Effects of stored-product beetle infestation on fat acidity, seed germination, and microflora of wheat. *Journal of Economic Entomology* 76: 813–817.
- SLANSKY, F. (1993): *Nutritional ecology: the fundamental quest for nutrients*. In: STAMP N.E., CASEY, T.M. (Eds.), *Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging*. London: Chapman and Hall, pp. 29–91.
- SLANSKY, F., SCRIBER, J.M. (1985): *Food consumption and utilization*. In: KERKUT, G.A., GILBERT, L.I. (Eds.), *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology, Vol. 4*, Pergamon Press, Oxford, pp. 87–163.
- SLANSKY, F., WHEELER, G.S. (1989): Compensatory increases in food consumption and utilization efficiencies by velvet bean caterpillars mitigate impact of diluted diets on growth. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 51: 175–87.
- SLUŽBENI LIST SFRJ 29 (1983): Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i vršenja hemijskih i fizičkih analiza radi kontrole kvaliteta proizvoda od voća i povrća.
- SMITH, R.F. (1962): Integration of biological and chemical control: Introduction and principles. *Bulletin of the Entomological Society of America* 8(4): 188–189.
- SMYKAL, V., RAIKHEL, A.S. (2015): Nutritional control of insect reproduction. *Current Opinion in Insect Science* 11: 31–38.
- SODERSTROM, E.L., HINSCH, T.R., BONGERS, A.J., BRANDL, D.G., HOOGENDORN, H. (1987): Detecting adult Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae) infestations in a raisin-marketing channel. *Journal of Economic Entomology* 80(6): 1229–1232.
- SOLIS, M.A. (1999): Key to selected Pyraloidea (Lepidoptera) larvae intercepted at U.S. Ports of entry: Revision of Pyraloidea in “Keys to some frequently intercepted lepidopterous larvae” by D. M. Weisman, 1986. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 101 (3): 645–686.
- SOLIS, M.A. (2007): Phylogenetic studies and modern classification of the Pyraloidea (Lepidoptera). *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1): 1–9.
- SOLON-BIET, S.M., MCMAHON, A.C., BALLARD, J.W.O., RUOHONEN, K., WU, L.E., COGGER, V.C., WARREN, A., HUANG, X., PICHAUD, N., MELVIN, R.G., GOKARN, R., KHALIL, M., TURNER, N., COONEY, G.J., SINCLAIR, D.A., RAUBENHEIMER, D., LE COUTEUR, D.G., SIMPSON, S.J. (2014): The ratio of macronutrients, not caloric intake, dictates cardiometabolic health, aging, and longevity in ad libitum-fed mice. *Cell Metabolism* 19: 418–430.
- SRPS ISO 937 (1992): *Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja azota (referentna metoda)*. Institut za standardizaciju Srbije.
- SRPS EN ISO 10520 (2008): *Određivanje sadržaja skroba - Nativni skrob - Polarimetrijska metoda po Eversu*. Institut za standardizaciju Srbije.
- STANLEY, J. (1946): The environmental index, a new parameter as applied to *Tribolium*. *Ecology* 27: 303–314.
- STATSOFT INC. (2015): Statistica, Data Analysis Software System, version 13.0.
- STEARNS, S.C. (1989): Trade-offs in life-history evolution. *Functional Ecology* 3(3): 259–268.
- STEARNS, S.C. (1992): *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- STEFANOVIĆ, O., VUKAJLOVIĆ, F., MLADENOVIĆ, T., PREDOJEVIĆ, D., ČOMIĆ, LJ., PEŠIĆ, S.B. (2020): Antimicrobial activity of Indian meal moth silk, *Plodia interpunctella*. *Current Science* 118(10): 1609–1614.
- STEJSKAL, V. (2015): *Pest prevention during storage, transportation and handling of stored products*. In: TREMATERRA, P., HAMEL, D. (Eds.), *OBC-WPRS Bulletin Vol. 111, Proceedings of the Working Group for Integrated Protection of Stored Products*, June 28 - July 01, 2015, Zagreb, Croatia, pp. 171–176.
- STEJSKAL, V., HUBERT, J., LI, Z. (2018): *Human health problems and accidents associated with occurrence and control of storage arthropods and rodents*. In: ATHANASSIOU,

- C.G., ARTHUR, F.H. (Eds.): *Recent advances in stored product protection*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg, pp. 19–43.
- STEJSKAL, V., HUBERT, J., AULICKY, R., KUCEROVA, Z. (2015): Overview of present and past and pest-associated risks in stored food and feed products: European perspective. *Journal of Stored Product Research* 64: 122–132.
- STERN, W.M., SMITH, R.F., VAN DEN BOSCH, R., HAGEN, K.S. (1959): The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: The integrated control concept. *Hilgardia* 29(2): 81–101.
- STEWART, S.C., SCHOEN, D.J. (1987): Pattern of phenotypic viability and fecundity selection in a natural population of *Impatiens pallida*. *Evolution* 41: 1290–1301.
- STOREDPRODUCTINSECTS.COM: Life histories of stored product insects and mites. Доступно на: <https://storedproductinsects.com/biology/life-histories-of-stored-product-insects-and-mites/> (датум приступа 21. март 2021. године).
- SUBRAMANYAM, B., HAGSTRUM, D.W. (1991): Quantitative analysis of temperature, relative humidity, and diet influencing development of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Tropical Pest Management* 37: 195–202.
- SWATONEK, F. (1973): Die Entwicklung der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella* Hb.) in verschiedenen Handelsqualitäten von Gewürzpaprika. *Anzeiger für Schädlingskunde und Pflanzen- Umweltschutz* 46: 107–108.
- ŠOŠKIĆ, M. (2006): *Savremeno voćarstvo*. Partenon, Beograd, 576 str.
- ŠTRBAC, P. (2002): *Štetočine uskladištenih proizvoda i njihova kontrola*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- TAVARES, J., SILVA, L., OLIVEIRA, L. (2018): Modeling adult emergence and fecundity of factitious hosts under different food sources supports massive egg production management. *Bulletin of Entomological Research* 108(2): 150–157.
- THAKUR, B. (2016): The study of head capsule width of different larval instars of Indian gypsy moth *Lymantria obfuscata* Walker in Himachal Pradesh (India). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4(1): 42–46.
- THOMPSON, S.N. (2000): Pyruvate cycling and implications for regulation of gluconeogenesis in the insect, *Manduca sexta* L. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 274(3): 787–793.
- THOMPSON, S.N., BORCHARDT, D.B., WANG, L.-W. (2003): Dietary nutrient levels regulate protein and carbohydrate intake, gluconeogenic/glycolytic flux and blood trehalose level in the insect *Manduca sexta* L. *Journal of Comparative Physiology B* 173: 149–163.
- TJØRVE, E., TJØRVE, K.M.C. (2010): A unified approach to the Richards-model family for use in growth analyses: Why we need only two model forms. *Journal of Theoretical Biology* 267: 417–425.
- TRAJKOVIĆ, J., MIRIĆ, M., BARAS, J., ŠILER, S. (1983): *Analize životnih namirnica*. Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 786 str.
- TREMATERRA, P. (2013): Aspects related to decision support tools and integrated pest management in food chains. *Food Control* 34: 733–742.
- TREMATERRA, P., PAVAN, G. (1995): Ultrasound production in the courtship behaviour of *Ephestia cautella* (Walk.), *E. kuehniella* Z. and *Plodia interpunctella* (Hb.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 31(1): 43–48.
- TRIGGS, A.M. (2011): *Plasticity in immune responses in a model insect*. PhD Thesis, School of Biological and Chemical Sciences Queen Mary, University of London.
- TZANAKAKIS, M.E. (1959): An ecological study of the Indian-meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) with emphasis on diapause. *Hilgardia* 29(5): 205–246.
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION (2019): World population prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423).

- VAN NIEUKERKEN, E.J., KAILA, L., KITCHING, I.J., KRISTENSEN, N.P., LEES, D.C., MINET, J., MITTER, CH., MUTANEN, M., REGIER, J.C., SIMONSEN, T.J., WAHLBERG, N., YEN, S.-H., ZAHIRI, R., ADAMSKI, D., BAIXERAS, J., BARTSCH, D., BENGTSSON, B.Å., BROWN, J.W., BUCHELI, S.R., DAVIS, D.R., DE PRINS, J., DE PRINS, W., EPSTEIN, M.E., GENTILI-POOLE, P., GIELIS, C., HÄTTENSCHWILER, P., HAUSMANN, A., HOLLOWAY, J.D., KALLIES, A., KARSHOLT, O., KAWAHARA, A.Y., KOSTER, S.J.C., KOZLOV, M.V., LAFONTAINE, J.D., LAMAS, G., LANDRY, J.-F., LEE, S., NUSS, M., PARK, K.-T., PENZ, C., ROTA, J., SCHINTLMEISTER, SCHMIDT, C.B., SOHN, J.-C., SOLIS, A.M., TARMANN, G.M., WARREN, A.D., WELLER, S., YAKOVLEV, R.V., ZOLOTUHIN, V.V., ZWICK, A. (2011): Order *Lepidoptera Linnaeus, 1758*. In: ZHANG, Z.Q. (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148: 212–221.
- VILLA MARTÍN, P., MUÑOZ, M.A., PIGOLOTTI, S. (2019): Bet-hedging strategies in expanding populations. *PLoS Computational Biology* 15(4): e1006529.
- VUKAJLOVIĆ, F.N., PEŠIĆ, S.B. (2012): Contribution to the studies of the Indianmeal moth *Plodia interpunctella* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) fecundity depending on diet type. *Kragujevac Journal of Science* 34: 107–115.
- WALDBAUER, G.P., FRIEDMAN, S. (1991): Self-selection of optimal diets by insects. *Annual Review of Entomology* 36: 43–63.
- WATANABE, M., NOZATO, K., KIRITANI, K. (1986): Studies on ecology and behavior of Japanese black swallowtail butterflies (Lepidoptera: Papilionidae) V. Fecundity in summer generations. *Applied Entomology and Zoology* 21: 448–453.
- WATTS, W.M., DUNKEL, F.V. (2003): Postharvest resistance in hard spring and winter wheat varieties of the northern great plains to the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Economic Entomology* 96(1):220–230.
- WEHRMAKER, A. (1975): A nonautonomous mutant of eye color and scale color in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera). *Naturwissenschaften* 62: 440–441.
- WHEELER, D.E. (2009): *Reproduction, female: hormonal control of*. In: RESH, V.H., CARDÉ, R.T. (Eds.), *Encyclopedia of insects. Second edition*. Academic Press, p. 882–885.
- WHITE, T.C.R. (1993): *The inadequate environment: nitrogen and the abundance of animals*. Springer-Verlag, Berlin.
- WILLIAMS, G.C. (1964): The life-history of the Indian meal-moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lep. Phycitidae) in a warehouse in Britain and on different foods. *Annals of Applied Biology* 53: 459–475.
- WOODS, H.A. (1999): Patterns and mechanisms of growth of fifth-instar *Manduca sexta* caterpillars following exposure to low- or high-protein food during early instars. *Physiological and Biochemical Zoology* 72: 445–454 .
- WOOTTON-BEARD, P.C., MORAN, A., RYAN, L. (2011): Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after *in vitro* digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods. *Food Research International* 44(1): 217–224.
- XU, J. (2010): *Reproductive behavior of Ephestia kuehniella (Lepidoptera: Pyralidae)*. PhD thesis, Massey University, Palmerston North, p. 161.
- ZHANG, B.C. (1994): *Index of economically important Lepidoptera*. CAB International, Wallingford, Oxon, p. 599.
- ZHU, J.W., RYNE, C., UNELIUS, C.R., VALEUR, P.G., LOFSTEDT, C. (1999): Reidentification of the female sex pheromone of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*: evidence for a four-component pheromone blend. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 137–146.

- ZIMOWSKA, G., SHIRK, P., SILHACEK, D., SHAAYA, W. (1995a): Vitellin and formation of yolk spheres in vitellogenic follicles of the moth, *Plodia interpunctella*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 29: 71–85.
- ZIMOWSKA, G., SHIRK, P., SILHACEK, D., SHAAYA, W. (1995b): Termination of vitellogenesis in follicles of the moth, *Plodia interpunctella*: changes in oocyte and follicular epithelial cell activities. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 29: 357–380.

7.1. Интернет извори

- [1] https://www.daf.qld.gov.au/_data/assets/image/0015/72105/IndianMealMoth-AdultDegesch-350.jpg
- [2] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Plodia.interpunctella.eggs.jpg>
- [3] http://www.papillon-poitou-charentes.org/IMG/cache-296x250/Plodia_interpunctella_Alifax_Christian_Chaussy_45_23082009_1-296x250.jpg
- [4] http://www.papillon-poitou-charentes.org/IMG/cache-334x250/Plodia_interpunctella_Guyonnet_Antoine_Magne_79_21082007_DSCN1441-334x250.jpg
- [5] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Plodia_interpunctella_lrv_96.jpg
- [6] http://www.papillon-poitou-charentes.org/IMG/cache-334x250/Plodia_interpunctella_Guyonnet_Antoine_Magne_79_21082007_DSCN1439-334x250.jpg
- [7] http://www.papillon-poitou-charentes.org/IMG/cache-375x250/Mite_de_l_alimentation_Cocon-5622ppc-375x250.jpg
- [8] http://pbt.padil.gov.au/pbt/files/uall/PI_pupa3_0.jpg

8. ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Број живих ларви *Plodia interpunctella* на различитим хранљивим подлогама, по понављањима, на дан читавања од поставке експеримента.

Хранљива подлога	Понављање	Број живих ларви на дан читавања													
		14.	21.	28.	35.	42.	49.	56.	63.	70.	77.	84.	91.	98.	105.
Сушена јабука	I	31	31	31	31	31	29	29	23	15	4	4	0	0	0
	II	20	20	20	20	20	18	17	13	4	2	0	0	0	0
	III	26	26	26	26	25	25	24	20	8	3	1	0	0	0
	IV	27	23	23	23	23	23	23	21	21	12	9	3	1	0
	V	29	29	29	29	29	26	26	20	13	5	2	0	0	0
	VI	31	31	31	31	31	31	31	22	12	7	5	0	0	0
	VII	43	43	43	43	40	34	34	29	22	13	8	6	2	1
	VIII	41	41	41	41	40	38	36	25	16	8	4	2	1	0
	IX	40	40	40	40	37	30	29	23	13	8	3	0	0	0
	X	37	37	34	33	33	32	31	20	7	3	1	0	0	0
	XI	36	36	36	34	31	28	28	22	10	4	2	0	0	0
	XII	40	40	40	39	35	31	30	27	18	11	4	0	0	0
Сушена шљива	I	26	14	12	12	11	11	9	8	7	2	1	1	1	/
	II	13	13	10	9	8	7	6	5	3	1	1	1	1	/
	III	13	11	10	9	8	6	5	5	4	1	0	0	0	/
	IV	15	14	9	9	8	8	7	5	4	3	2	1	1	/
	V	21	13	13	13	13	11	7	7	6	2	2	1	1	/
	VI	18	12	11	11	9	8	6	6	5	4	4	4	4	/
	VII	22	22	15	10	10	9	9	4	3	2	2	2	2	/
	VIII	23	20	18	8	6	6	6	2	2	1	0	0	0	/
	IX	22	22	22	18	16	13	11	7	6	6	4	4	2	/
	X	26	22	19	13	13	12	12	6	6	6	4	2	1	/
	XI	20	16	13	13	11	10	8	5	4	3	1	1	0	/
	XII	21	19	11	10	7	6	6	6	5	5	4	4	3	/
Сушена вишња	I	10	10	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	/
	II	13	10	5	5	4	3	2	1	1	0	0	0	0	/
	III	18	15	14	10	8	7	6	4	3	2	2	2	1	/
	IV	15	12	12	12	12	12	11	2	1	0	0	0	0	/
	V	17	16	16	16	14	13	12	10	9	4	3	1	1	/
	VI	17	15	10	10	8	3	2	0	0	0	0	0	0	/
	VII	30	27	24	22	21	19	17	15	12	6	2	0	0	/
	VIII	14	12	11	10	6	2	1	0	0	0	0	0	0	/
	IX	12	8	7	6	4	4	4	4	4	0	0	0	0	/
	X	15	14	13	10	6	6	6	5	3	2	2	1	0	/
	XI	19	18	18	13	11	10	8	6	1	1	1	1	1	/
	XII	18	16	14	11	11	7	4	3	2	1	1	1	1	/
Сушена малина	I	13	13	13	12	10	7	4	2	1	0	/	/	/	/
	II	16	15	15	15	8	5	3	3	2	1	/	/	/	/
	III	11	11	10	8	4	1	0	0	0	0	/	/	/	/
	IV	13	13	13	13	7	7	3	2	0	0	/	/	/	/
	V	17	17	17	15	13	7	4	1	0	0	/	/	/	/
	VI	14	14	14	12	9	3	2	1	0	0	/	/	/	/
	VII	23	22	22	20	18	10	8	7	4	2	/	/	/	/
	VIII	18	17	13	11	10	3	1	0	0	0	/	/	/	/
	IX	11	10	10	9	6	5	1	0	0	0	/	/	/	/
	X	12	12	11	10	5	3	2	1	0	0	/	/	/	/
	XI	13	12	11	8	7	5	1	1	1	0	/	/	/	/
	XII	18	18	18	17	14	11	5	2	0	0	/	/	/	/

Прилог 1. - наставак

Хранљива подлога	Понављање	Број живих ларви на дан читавања														
		14.	21.	28.	35.	42.	49.	56.	63.	70.	77.	84.	91.	98.	105.	
Сушена купина	I	19	18	15	16	14	13	8	4	0	0	/	/	/	/	
	II	18	18	18	18	14	10	8	7	2	1	/	/	/	/	
	III	17	17	17	12	11	8	2	1	1	1	/	/	/	/	
	IV	11	11	10	9	9	7	3	2	0	0	/	/	/	/	
	V	21	20	19	19	18	10	7	3	2	0	/	/	/	/	
	VI	15	14	14	14	12	10	5	1	0	0	/	/	/	/	
	VII	11	11	7	6	6	3	1	1	0	0	/	/	/	/	
	VIII	15	13	8	7	5	4	2	2	1	0	/	/	/	/	
	IX	12	11	9	7	7	6	2	1	0	0	/	/	/	/	
	X	13	13	12	11	7	3	0	0	0	0	/	/	/	/	
	XI	9	9	8	8	8	7	4	1	0	0	/	/	/	/	
	XII	12	12	11	11	11	9	5	1	0	0	/	/	/	/	
Сушена јагода	I	11	8	7	6	5	5	5	4	3	0	/	/	/	/	
	II	11	10	10	9	9	9	7	3	2	0	/	/	/	/	
	III	16	15	15	14	14	14	13	8	5	1	/	/	/	/	
	IV	16	16	15	15	15	14	13	8	3	0	/	/	/	/	
	V	15	14	14	14	13	13	11	7	3	0	/	/	/	/	
	VI	15	14	14	13	13	13	12	6	1	0	/	/	/	/	
	VII	9	9	9	9	8	8	5	4	1	0	/	/	/	/	
	VIII	13	13	12	12	11	9	9	4	1	0	/	/	/	/	
	IX	16	15	15	13	11	11	8	3	1	0	/	/	/	/	
	X	5	4	3	3	3	2	1	0	0	0	/	/	/	/	
	XI	9	6	5	5	5	4	3	0	0	0	/	/	/	/	
	XII	9	8	8	8	7	6	1	0	0	0	/	/	/	/	
Сушена аронија	I	16	14	13	13	12	10	10	9	3	1	0	0	0	/	
	II	7	7	5	4	4	4	3	3	0	0	0	0	0	/	
	III	16	14	13	13	11	9	9	5	0	0	0	0	0	/	
	IV	10	10	7	6	5	5	5	4	2	1	0	0	0	/	
	V	15	11	9	8	7	6	5	2	0	0	0	0	0	/	
	VI	17	14	14	13	12	11	8	4	0	0	0	0	0	/	
	VII	13	11	9	8	8	8	5	3	0	0	0	0	0	/	
	VIII	16	14	12	12	10	9	4	4	2	2	1	1	1	/	
	IX	13	10	8	8	7	5	5	4	0	0	0	0	0	/	
	X	18	16	12	10	9	8	4	4	0	0	0	0	0	/	
	XI	10	8	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	/	
	XII	14	10	7	7	7	7	7	7	3	3	0	0	0	/	
Сушени гоци	I	25	21	18	15	11	9	8	5	2	1	0	0	/	/	
	II	32	27	24	21	19	15	9	7	6	2	1	1	/	/	
	III	20	16	15	9	8	7	5	2	2	1	1	1	/	/	
	IV	35	32	30	23	20	15	8	6	1	0	0	0	/	/	
	V	28	24	17	13	11	11	7	5	4	3	1	0	/	/	
	VI	34	30	26	17	10	9	5	2	1	1	0	0	/	/	
	VII	32	28	20	14	10	10	6	2	1	1	0	0	/	/	
	VIII	23	19	16	11	5	4	2	2	1	1	1	0	/	/	
	IX	19	13	9	7	4	4	2	2	0	0	0	0	/	/	
	X	38	37	30	26	25	24	13	9	1	0	0	0	/	/	
	XI	40	36	31	27	25	23	13	10	3	1	1	1	/	/	
	XII	25	21	14	12	10	9	5	4	2	1	0	0	/	/	

Прилог 1. - наставак

Хранљива подлога	Понављање	Број живих ларви на дан читавања													
		14.	21.	28.	35.	42.	49.	56.	63.	70.	77.	84.	91.	98.	105.
Сушена смоква	I	19	11	7	6	6	3	1	0	0	0	/	/	/	/
	II	26	18	14	12	11	6	4	1	1	0	/	/	/	/
	III	22	8	6	2	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	IV	25	15	13	8	6	5	3	2	1	1	/	/	/	/
	V	25	7	5	3	2	1	1	1	1	1	/	/	/	/
	VI	29	13	10	8	5	3	3	2	0	0	/	/	/	/
	VII	22	11	7	4	2	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	VIII	27	17	15	12	9	3	3	1	1	0	/	/	/	/
	IX	15	12	4	4	4	4	2	1	0	0	/	/	/	/
	X	19	10	4	4	3	1	1	1	1	1	/	/	/	/
	XI	20	12	9	4	2	1	1	0	0	0	/	/	/	/
	XII	18	8	5	1	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
Орах	I	23	18	1	1	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	II	27	25	9	2	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	III	20	18	6	2	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	IV	29	28	7	2	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	V	28	22	6	1	1	1	/	/	/	/	/	/	/	/
	VI	20	19	1	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	VII	23	19	5	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	VIII	20	17	2	2	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	IX	27	25	8	3	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	X	31	26	6	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	XI	12	10	2	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	XII	25	20	10	6	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/
Лешник	I	7	6	3	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	II	6	6	6	5	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	III	7	7	4	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IV	18	15	7	2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	V	26	16	7	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VI	22	20	11	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VII	21	21	9	5	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VIII	25	22	15	8	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IX	29	27	19	13	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	X	24	24	14	13	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XI	29	29	20	14	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XII	21	20	9	6	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Бадем	I	20	17	3	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	II	29	27	8	3	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	III	30	20	6	1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IV	29	19	9	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	V	29	29	12	6	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VI	23	23	7	3	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VII	19	19	14	5	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VIII	32	25	17	4	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IX	28	22	11	6	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	X	32	23	10	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XI	35	30	16	2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XII	38	34	15	10	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Прилог 1. - наставак

Хранљива подлога	Понављање	Број живих ларви на дан читавања													
		14.	21.	28.	35.	42.	49.	56.	63.	70.	77.	84.	91.	98.	105.
Стандардна лабораторијска подлога	I	18	3	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	II	22	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	III	10	2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IV	16	2	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	V	8	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VI	12	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VII	5	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	VIII	18	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	IX	20	2	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	X	12	3	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XI	5	1	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	XII	11	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Прилог 2. Број еклодираних мужјака *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама, по понављањима.

Хранљива подлога	Понављање											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Сушена јабука	3	4	9	2	6	3	5	4	3	1	6	7
Сушена шљива	2	1	0	2	1	0	1	0	4	2	2	1
Сушена вишња	0	2	3	2	0	0	3	0	0	1	2	2
Сушена малина	0	2	2	1	2	3	0	0	6	0	3	4
Сушена купина	5	2	3	2	6	5	1	1	1	1	2	5
Сушена јагода	1	2	5	4	2	2	3	4	2	0	2	2
Сушена аронија	1	0	5	1	3	3	2	2	3	1	3	4
Сушени гоци	5	9	3	11	8	4	10	5	5	19	12	5
Сушена смоква	6	7	6	6	11	11	9	6	3	9	8	5
Орах	6	8	6	7	10	10	10	9	9	9	7	8
Лешник	1	3	1	3	7	7	8	4	11	13	13	8
Бадем	8	5	3	7	15	6	9	8	6	8	7	9
Пшеница	9	2	0	3	7	3	6	1	7	3	6	3
Раж	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Тритикале	6	0	5	5	1	1	1	3	4	4	8	5
Јечам	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Овас	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
Просо	3	4	1	3	2	4	0	1	3	0	5	4
Крмни сирак	3	3	2	3	3	4	2	3	1	5	2	4
Суданска трава	3	4	1	3	3	4	3	3	4	5	5	4
Стандардна лабораторијска подлога	8	7	1	2	3	2	0	9	6	3	1	5

Прилог 3. Број еклодираних женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама, по понављањима.

Хранљива подлога	Понављање											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Сушена јабука	8	5	7	7	3	9	5	3	3	7	4	5
Сушена шљива	1	1	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2
Сушена вишња	0	1	2	0	2	0	5	1	0	3	4	0
Сушена малина	3	3	6	0	3	4	2	0	0	2	3	2
Сушена купина	8	1	1	4	10	3	3	1	1	0	5	3
Сушена јагода	2	2	4	3	3	6	3	4	5	2	0	3
Сушена аронија	1	3	2	2	3	4	1	2	1	3	0	0
Сушени гоци	5	16	2	9	7	11	7	5	3	10	16	5
Сушена смоква	5	5	9	9	7	11	8	5	4	4	4	4
Орах	9	12	4	11	11	7	8	10	10	11	2	12
Лешник	1	2	4	9	7	8	9	7	10	7	8	9
Бадем	9	6	4	4	7	5	2	6	5	10	12	11
Пшеница	5	6	0	3	7	3	9	9	6	5	8	4
Раж	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	1	2
Тритикале	4	6	9	10	10	2	6	5	3	3	2	4
Јечам	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Овас	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Просо	1	2	3	1	1	5	2	3	2	0	4	3
Крмни сирак	1	2	2	1	2	2	5	1	0	1	1	1
Суданска трава	1	3	4	1	2	2	1	2	2	3	2	1
Стандардна лабораторијска подлога	3	4	4	5	2	2	2	4	7	6	3	2

Прилог 4. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним јабукама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента												
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
I	N	24	28	28	31	31	29	29	16	9	4	3	/	/
	$\mu \pm SE$	0,34 \pm 0,02	0,55 \pm 0,01	0,79 \pm 0,02	0,97 \pm 0,03	1,07 \pm 0,03	1,14 \pm 0,03	1,22 \pm 0,02	1,26 \pm 0,03	1,26 \pm 0,03	1,29 \pm 0,02	1,30 \pm 0,02	/	/
II	N	19	14	17	20	20	18	12	11	3	2	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,33 \pm 0,02	0,56 \pm 0,02	0,78 \pm 0,03	0,97 \pm 0,03	1,16 \pm 0,04	1,22 \pm 0,03	1,30 \pm 0,03	1,36 \pm 0,03	1,32 \pm 0,03	1,36 \pm 0,02	/	/	/
III	N	26	17	25	26	25	25	24	16	5	3	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,29 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02	0,73 \pm 0,02	0,90 \pm 0,03	1,14 \pm 0,03	1,18 \pm 0,02	1,32 \pm 0,02	1,33 \pm 0,02	1,35 \pm 0,02	1,36 \pm 0,02	1,38	/	/
IV	N	27	22	23	23	23	23	23	19	19	12	8	3	/
	$\mu \pm SE$	0,32 \pm 0,02	0,51 \pm 0,02	0,72 \pm 0,02	0,91 \pm 0,04	1,01 \pm 0,03	1,07 \pm 0,04	1,17 \pm 0,04	1,18 \pm 0,04	1,21 \pm 0,03	1,21 \pm 0,04	1,20 \pm 0,05	1,20 \pm 0,09	/
V	N	15	18	24	29	29	26	25	20	11	5	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,37 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02	0,76 \pm 0,02	0,90 \pm 0,03	1,04 \pm 0,03	1,11 \pm 0,03	1,20 \pm 0,03	1,24 \pm 0,03	1,24 \pm 0,04	1,21 \pm 0,03	1,30 \pm 0,02	/	/
VI	N	28	21	29	30	31	31	31	20	9	7	3	/	/
	$\mu \pm SE$	0,32 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,82 \pm 0,02	0,91 \pm 0,03	1,12 \pm 0,03	1,17 \pm 0,03	1,24 \pm 0,03	1,23 \pm 0,04	1,18 \pm 0,06	1,18 \pm 0,06	1,26 \pm 0,04	/	/
VII	N	19	30	41	43	40	34	34	29	20	11	8	6	2
	$\mu \pm SE$	0,31 \pm 0,02	0,50 \pm 0,01	0,74 \pm 0,02	0,93 \pm 0,03	1,08 \pm 0,03	1,14 \pm 0,03	1,20 \pm 0,03	1,20 \pm 0,03	1,23 \pm 0,03	1,23 \pm 0,04	1,22 \pm 0,02	1,33 \pm 0,03	1,38
VIII	N	25	27	40	41	40	38	36	25	15	7	4	2	1
	$\mu \pm SE$	0,33 \pm 0,02	0,56 \pm 0,02	0,80 \pm 0,02	1,04 \pm 0,03	1,12 \pm 0,03	1,18 \pm 0,02	1,19 \pm 0,03	1,22 \pm 0,03	1,22 \pm 0,04	1,29 \pm 0,04	1,28 \pm 0,05	1,36 \pm 0,02	1,38
IX	N	21	35	40	40	37	30	29	21	13	8	3	/	/
	$\mu \pm SE$	0,31 \pm 0,02	0,55 \pm 0,02	0,78 \pm 0,03	0,97 \pm 0,03	1,10 \pm 0,03	1,18 \pm 0,02	1,24 \pm 0,02	1,27 \pm 0,02	1,28 \pm 0,03	1,28 \pm 0,04	1,32 \pm 0,06	/	/
X	N	20	37	34	33	33	32	30	20	6	3	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,31 \pm 0,02	0,56 \pm 0,02	0,86 \pm 0,03	1,06 \pm 0,04	1,17 \pm 0,03	1,18 \pm 0,03	1,19 \pm 0,03	1,26 \pm 0,03	1,29 \pm 0,07	1,25 \pm 0,08	1,31	/	/
XI	N	23	32	36	34	31	28	27	22	10	4	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,32 \pm 0,01	0,57 \pm 0,03	0,79 \pm 0,03	1,05 \pm 0,04	1,16 \pm 0,03	1,21 \pm 0,03	1,23 \pm 0,03	1,26 \pm 0,03	1,29 \pm 0,04	1,23 \pm 0,08	1,21 \pm 0,08	/	/
XII	N	26	33	36	39	35	31	30	26	17	10	3	/	/
	$\mu \pm SE$	0,33 \pm 0,01	0,55 \pm 0,02	0,80 \pm 0,02	0,90 \pm 0,03	0,99 \pm 0,03	1,09 \pm 0,03	1,16 \pm 0,03	1,22 \pm 0,03	1,24 \pm 0,03	1,23 \pm 0,04	1,27 \pm 0,02	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,32\pm0,01	0,54\pm0,01	0,78\pm0,01	0,96\pm0,02	1,10\pm0,02	1,16\pm0,01	1,22\pm0,01	1,25\pm0,01	1,26\pm0,01	1,26\pm0,02	1,27\pm0,02	1,30\pm0,05	1,38

N – број измерених ларви.

Прилог 5. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним шљивама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента												
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
I	N	26	14	8	7	9	11	9	8	7	2	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,42±0,02	0,59±0,03	0,71±0,06	0,89±0,05	1,01±0,07	0,94±0,05	1,26±0,08	1,17±0,06	1,25±0,08	1,45±0,01	1,34	1,38	1,44
II	N	12	13	7	9	8	5	6	5	3	1	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,37±0,02	0,53±0,03	0,57±0,07	0,71±0,05	0,80±0,07	0,76±0,06	1,05±0,15	0,99±0,13	1,08±0,20	1,09	1,13	1,28	1,41
III	N	3	11	10	7	8	6	5	4	2	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,39±0,01	0,55±0,03	0,73±0,03	1,10±0,09	1,15±0,06	1,27±0,05	1,36±0,05	1,25±0,06	1,50±0,06	1,31	/	/	/
IV	N	13	14	6	7	8	8	6	5	3	2	2	1	1
	$\mu \pm SE$	0,45±0,03	0,54±0,03	0,66±0,09	1,03±0,08	1,04±0,08	1,11±0,09	1,19±0,10	1,03±0,13	1,46±0,05	1,33±0,14	1,25±0,06	1,22	1,31
V	N	21	13	12	10	13	11	7	5	6	2	2	1	1
	$\mu \pm SE$	0,38±0,01	0,50±0,02	0,56±0,04	0,63±0,04	0,77±0,07	0,68±0,09	0,89±0,11	0,92±0,14	1,04±0,08	0,89±0,14	1,00±0,09	1,16	1,19
VI	N	18	12	10	11	9	8	6	5	5	4	3	4	4
	$\mu \pm SE$	0,34±0,01	0,53±0,02	0,61±0,07	0,64±0,06	0,82±0,08	0,89±0,13	1,05±0,14	1,02±0,05	1,06±0,10	1,27±0,17	1,12±0,16	1,17±0,10	1,25±0,08
VII	N	22	22	15	10	10	9	9	4	3	2	1	2	2
	$\mu \pm SE$	0,39±0,02	0,54±0,02	0,62±0,05	0,76±0,06	0,85±0,07	0,93±0,11	1,05±0,11	1,16±0,10	0,72±0,24	1,14±0,36	1,34	1,35±0,07	1,38±0,07
VIII	N	23	20	18	8	6	6	6	2	2	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,38±0,01	0,53±0,02	0,58±0,04	0,70±0,05	0,88±0,09	0,76±0,13	0,92±0,09	1,11±0,02	1,21±0,08	1,38	/	/	/
IX	N	22	20	22	18	16	13	11	7	6	6	4	4	2
	$\mu \pm SE$	0,40±0,03	0,55±0,03	0,70±0,05	0,80±0,06	0,94±0,06	0,76±0,07	1,08±0,09	1,10±0,06	1,17±0,06	1,40±0,05	1,34±0,03	1,36±0,04	1,45±0,05
X	N	26	22	19	13	9	11	12	6	6	6	4	2	1
	$\mu \pm SE$	0,35±0,01	0,51±0,02	0,64±0,03	0,70±0,04	0,81±0,08	0,79±0,07	0,94±0,10	1,14±0,05	1,35±0,03	1,40±0,05	1,35±0,03	1,38±0,04	1,41
XI	N	20	16	12	13	11	10	8	5	4	3	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,44±0,02	0,48±0,03	0,76±0,08	0,77±0,07	1,00±0,05	1,11±0,09	1,24±0,09	1,25±0,05	1,33±0,04	1,40±0,05	1,38	/	/
XII	N	21	19	11	10	7	6	5	5	5	5	4	4	3
	$\mu \pm SE$	0,36±0,01	0,44±0,03	0,60±0,06	0,64±0,05	0,79±0,09	1,06±0,12	1,09±0,10	1,14±0,05	1,25±0,05	1,29±0,05	1,34±0,04	1,42±0,05	1,42±0,05
Σ	$\mu \pm SE$	0,39±0,01	0,52±0,01	0,65±0,02	0,78±0,04	0,91±0,04	0,92±0,05	1,09±0,04	1,11±0,03	1,20±0,06	1,28±0,05	1,26±0,04	1,30±0,03	1,36±0,03

N – број измерених ларви.

Прилог 6. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним вишњама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента												
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
I	N	10	10	4	2	1	1	/	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,47±0,01	0,66±0,02	0,91±0,04	1,21±0,02	1,31	1,34	/	/	/	/	/	/	/
II	N	13	10	4	4	3	1	2	1	1	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,44±0,01	0,66±0,02	0,93±0,01	1,10±0,09	1,28±0,05	1,31	1,33±0,08	1,34	1,38	/	/	/	/
III	N	18	15	14	10	8	7	6	4	3	2	2	2	1
	$\mu \pm SE$	0,27±0,01	0,66±0,02	0,95±0,04	1,19±0,07	1,29±0,05	1,22±0,05	1,37±0,02	1,42±0,06	1,47±0,03	1,49±0,05	1,50±0,03	1,55±0,02	1,56
IV	N	15	12	6	7	7	7	5	2	1	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,32±0,02	0,64±0,01	0,92±0,08	1,08±0,08	1,36±0,06	1,29±0,02	1,34±0,03	1,36±0,02	1,44	/	/	/	/
V	N	17	14	15	16	13	13	11	10	9	4	3	1	1
	$\mu \pm SE$	0,29±0,01	0,65±0,04	0,90±0,04	0,89±0,04	1,01±0,03	1,09±0,04	1,30±0,02	1,32±0,01	1,41±0,03	1,48±0,01	1,50±0,02	1,53	1,53
VI	N	17	15	10	10	8	3	2	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,32±0,01	0,64±0,02	0,91±0,04	1,07±0,05	1,23±0,05	1,17±0,10	1,27±0,05	/	/	/	/	/	/
VII	N	30	27	24	22	21	19	17	15	12	6	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,29±0,01	0,63±0,02	0,81±0,03	0,95±0,03	1,20±0,03	1,14±0,01	1,21±0,01	1,32±0,02	1,38±0,01	1,41±0,02	1,49±0,01	/	/
VIII	N	14	12	6	10	7	2	1	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,32±0,01	0,59±0,03	0,90±0,05	0,97±0,05	1,22±0,09	1,39±0,05	1,41	/	/	/	/	/	/
IX	N	12	8	7	6	4	4	4	4	4	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,29±0,01	0,67±0,02	0,95±0,04	1,15±0,06	1,25±0,11	1,22±0,03	1,24±0,02	1,36±0,03	1,42±0,04	/	/	/	/
X	N	15	14	13	10	6	6	6	5	3	2	2	1	/
	$\mu \pm SE$	0,29±0,01	0,63±0,03	0,82±0,05	1,05±0,05	1,24±0,07	1,28±0,04	1,31±0,04	1,34±0,03	1,39±0,03	1,47±0,03	1,50±0,03	1,53	/
XI	N	19	17	18	13	10	10	8	6	1	1	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,29±0,01	0,59±0,03	0,83±0,04	1,06±0,05	1,26±0,05	1,27±0,03	1,33±0,03	1,34±0,02	1,44	1,50	1,53	1,56	1,56
XII	N	18	16	14	11	11	7	4	3	2	1	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,30±0,01	0,61±0,03	0,87±0,05	0,89±0,04	1,22±0,03	1,34±0,02	1,36±0,03	1,39±0,03	1,41±0,03	1,50	1,50	1,53	1,56
Σ	$\mu \pm SE$	0,32±0,02	0,64±0,01	0,89±0,01	1,05±0,03	1,24±0,02	1,26±0,03	1,32±0,02	1,35±0,01	1,42±0,01	1,48±0,01	1,50±0,01	1,54±0,01	1,55±0,01

N – број измерених ларви.

Прилог 7. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним малинама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента									
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
I	N	12	13	11	12	10	7	4	2	1	/
	$\mu \pm SE$	0,47±0,03	0,84±0,04	0,96±0,03	1,02±0,04	1,08±0,03	1,08±0,07	1,16±0,08	1,08±0,08	1,13	/
II	N	13	15	15	15	8	5	3	3	2	1
	$\mu \pm SE$	0,47±0,03	0,78±0,03	1,03±0,03	1,14±0,03	1,25±0,03	1,21±0,05	1,20±0,06	1,23±0,05	1,22±0,06	1,19
III	N	11	11	10	8	3	1	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,57±0,04	0,91±0,06	1,12±0,04	1,24±0,03	1,26±0,02	1,25	/	/	/	/
IV	N	11	12	13	13	7	7	3	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,46±0,02	0,75±0,03	0,88±0,04	0,95±0,03	1,04±0,05	1,06±0,07	1,06±0,02	1,06±0,02	/	/
V	N	17	17	17	15	13	7	4	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,52±0,03	0,83±0,05	0,99±0,04	1,14±0,05	1,19±0,04	1,15±0,07	1,15±0,07	1,06	/	/
VI	N	12	14	14	12	9	3	2	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,52±0,03	0,79±0,04	0,96±0,04	1,17±0,02	1,16±0,03	1,22±0,05	1,31±0,03	/	/	/
VII	N	17	21	22	20	18	10	8	7	4	2
	$\mu \pm SE$	0,54±0,04	0,87±0,04	1,11±0,04	1,18±0,03	1,20±0,03	1,12±0,05	1,17±0,03	1,16±0,04	1,16±0,04	1,13
VIII	N	18	17	13	11	10	3	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,51±0,03	0,71±0,03	0,82±0,04	0,88±0,06	0,96±0,07	1,01±0,14	1,09	/	/	/
IX	N	6	10	10	9	6	2	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,53±0,06	0,87±0,04	1,16±0,05	1,25±0,03	1,30±0,03	1,42±0,17	/	/	/	/
X	N	12	12	11	10	5	3	2	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,57±0,05	0,88±0,04	1,14±0,05	1,19±0,04	1,18±0,05	1,25±0,06	1,24±0,08	1,31	/	/
XI	N	5	12	11	8	6	5	1	1	1	/
	$\mu \pm SE$	0,56±0,06	0,82±0,05	1,07±0,05	1,26±0,03	1,30±0,02	1,32±0,03	1,31	1,41	1,44	/
XII	N	14	10	18	17	14	11	5	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,51±0,02	0,78±0,03	0,97±0,03	1,16±0,03	1,22±0,03	1,20±0,05	1,21±0,05	1,24±0,05	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,52±0,01	0,82±0,02	1,02±0,03	1,13±0,03	1,18±0,03	1,19±0,03	1,19±0,03	1,19±0,05	1,24±0,07	1,16±0,03

N – број измерених ларви.

Прилог 8. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним купинама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента									
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
I	N	15	18	15	16	13	13	8	4	/	/
	$\mu \pm SE$	0,45 \pm 0,03	0,72 \pm 0,05	1,04 \pm 0,03	1,09 \pm 0,04	1,22 \pm 0,02	1,26 \pm 0,02	1,32 \pm 0,02	1,24 \pm 0,02	/	/
II	N	16	18	17	18	14	10	8	7	2	1
	$\mu \pm SE$	0,46 \pm 0,03	0,70 \pm 0,03	0,93 \pm 0,04	0,91 \pm 0,02	1,04 \pm 0,03	1,09 \pm 0,03	1,07 \pm 0,04	1,07 \pm 0,04	1,06 \pm 0,03	1,09
III	N	17	17	17	12	11	8	2	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,47 \pm 0,04	0,70 \pm 0,04	0,84 \pm 0,04	0,91 \pm 0,05	1,05 \pm 0,04	1,13 \pm 0,03	1,24 \pm 0,11	1,19	1,25	1,25
IV	N	9	11	10	8	9	7	3	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,49 \pm 0,05	0,84 \pm 0,05	1,08 \pm 0,06	1,13 \pm 0,03	1,20 \pm 0,03	1,31 \pm 0,03	1,31 \pm 0,04	1,11 \pm 0,02	/	/
V	N	15	20	19	17	18	10	1	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,41 \pm 0,04	0,73 \pm 0,03	1,03 \pm 0,04	1,19 \pm 0,02	1,24 \pm 0,01	1,27 \pm 0,01	1,38	1,25	/	/
VI	N	11	14	13	14	12	6	3	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,36 \pm 0,03	0,73 \pm 0,04	1,02 \pm 0,03	1,12 \pm 0,02	1,23 \pm 0,01	1,28 \pm 0,02	1,33 \pm 0,01	1,41	/	/
VII	N	9	11	5	5	6	2	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,34 \pm 0,02	0,74 \pm 0,04	0,87 \pm 0,05	1,12 \pm 0,08	1,19 \pm 0,07	1,31	/	/	/	/
VIII	N	15	13	8	7	5	4	2	2	1	/
	$\mu \pm SE$	0,33 \pm 0,01	0,79 \pm 0,04	1,01 \pm 0,06	1,07 \pm 0,07	1,18 \pm 0,10	1,16 \pm 0,10	1,11 \pm 0,02	1,11 \pm 0,02	1,16	/
IX	N	10	11	9	7	7	6	2	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,42 \pm 0,03	0,80 \pm 0,03	0,88 \pm 0,06	1,15 \pm 0,05	1,19 \pm 0,04	1,19 \pm 0,03	1,16	1,22	/	/
X	N	11	13	12	11	7	3	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,61 \pm 0,07	0,80 \pm 0,05	0,87 \pm 0,06	1,05 \pm 0,07	1,02 \pm 0,06	1,13 \pm 0,12	/	/	/	/
XI	N	9	9	8	8	8	6	3	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,57 \pm 0,03	0,93 \pm 0,02	1,05 \pm 0,07	1,22 \pm 0,03	1,26 \pm 0,03	1,29 \pm 0,02	1,34 \pm 0,02	/	/	/
XII	N	12	12	11	11	10	9	5	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,55 \pm 0,03	0,89 \pm 0,07	0,94 \pm 0,05	1,18 \pm 0,07	1,17 \pm 0,03	1,26 \pm 0,01	1,32 \pm 0,02	/	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,46\pm0,03	0,78\pm0,02	0,96\pm0,02	1,10\pm0,03	1,17\pm0,02	1,22\pm0,02	1,26\pm0,03	1,20\pm0,04	1,16\pm0,05	1,17\pm0,08

N – број измерених ларви.

Прилог 9. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним јагодама.

Пон.	Број дана од почетка експеримента										
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
I	N	11	8	7	6	5	5	5	4	3	/
	$\mu \pm SE$	0,40±0,02	0,62±0,04	0,75±0,05	0,96±0,07	1,15±0,05	1,24±0,05	1,26±0,04	1,30±0,02	1,31±0,02	/
II	N	11	5	7	8	9	9	7	3	2	/
	$\mu \pm SE$	0,40±0,03	0,66±0,03	0,91±0,02	1,14±0,06	1,24±0,03	1,30±0,03	1,29±0,03	1,33±0,01	1,40±0,02	/
III	N	9	8	10	14	14	14	13	8	5	1
	$\mu \pm SE$	0,37±0,03	0,66±0,05	0,89±0,05	1,19±0,03	1,25±0,02	1,35±0,02	1,34±0,02	1,35±0,02	1,39±0,03	1,34
IV	N	12	9	12	12	15	14	13	8	3	/
	$\mu \pm SE$	0,42±0,03	0,64±0,04	0,87±0,04	1,11±0,03	1,26±0,03	1,28±0,02	1,33±0,02	1,34±0,03	1,37±0,03	/
V	N	9	9	8	14	13	13	11	7	3	/
	$\mu \pm SE$	0,39±0,04	0,70±0,04	0,91±0,03	1,11±0,04	1,27±0,03	1,28±0,02	1,31±0,01	1,31±0,02	1,38±0,03	/
VI	N	9	10	11	12	13	13	12	6	1	/
	$\mu \pm SE$	0,39±0,02	0,69±0,04	0,86±0,04	1,09±0,05	1,24±0,02	1,27±0,02	1,31±0,01	1,35±0,03	1,28	/
VII	N	9	7	9	9	8	8	5	4	1	/
	$\mu \pm SE$	0,45±0,02	0,75±0,05	0,98±0,06	1,32±0,03	1,22±0,06	1,24±0,07	1,18±0,08	1,33±0,03	1,34	/
VIII	N	10	8	8	12	11	9	9	4	1	/
	$\mu \pm SE$	0,43±0,03	0,70±0,06	0,94±0,05	1,10±0,05	1,24±0,03	1,25±0,01	1,26±0,02	1,37±0,02	1,44	/
IX	N	14	5	15	13	11	11	8	3	1	/
	$\mu \pm SE$	0,47±0,05	0,65±0,05	0,99±0,06	1,17±0,04	1,27±0,02	1,29±0,01	1,31±0,01	1,34±0,02	1,41	/
X	N	5	2	2	3	3	2	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,43±0,04	0,71±0,08	1,14±0,14	1,39±0,04	1,37±0,03	1,41±0,03	1,41	/	/	/
XI	N	9	6	4	4	5	4	3	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,43±0,03	0,61±0,08	1,07±0,07	1,18±0,10	1,33±0,03	1,33±0,04	1,33±0,04	/	/	/
XII	N	3	6	7	8	7	6	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,41±0,08	0,74±0,03	1,22±0,06	1,31±0,04	1,34±0,04	1,39±0,04	1,38	/	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,42±0,01	0,68±0,01	0,96±0,04	1,17±0,03	1,27±0,02	1,30±0,02	1,31±0,02	1,34±0,01	1,37±0,02	1,34

N – број измерених ларви.

Прилог 10. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним аронијама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента												
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
I	N	16	14	13	13	12	10	10	9	3	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,45±0,01	0,61±0,01	0,71±0,02	0,78±0,03	0,91±0,04	1,02±0,04	1,19±0,03	1,27±0,04	1,30±0,06	1,38	/	/	/
II	N	7	7	5	4	4	4	3	3	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,45±0,03	0,58±0,02	0,79±0,02	1,04±0,07	1,17±0,05	1,24±0,04	1,29±0,01	1,42±0,01	/	/	/	/	/
III	N	16	14	13	13	11	9	9	5	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,48±0,01	0,61±0,01	0,74±0,03	0,88±0,04	0,99±0,02	1,08±0,01	1,27±0,03	1,36±0,02	/	/	/	/	/
IV	N	10	10	7	6	5	5	5	4	2	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,47±0,02	0,62±0,02	0,78±0,04	1,00±0,07	1,03±0,06	1,06±0,06	1,18±0,06	1,29±0,06	1,52±0,02	1,5	/	/	/
V	N	15	11	9	8	7	6	5	2	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,48±0,02	0,72±0,02	1,00±0,07	1,14±0,04	1,18±0,02	1,26±0,03	1,39±0,02	1,39±0,05	/	/	/	/	/
VI	N	17	14	14	13	12	11	8	4	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,45±0,02	0,62±0,01	0,78±0,02	0,92±0,05	1,03±0,03	1,09±0,02	1,29±0,02	1,34±0,02	/	/	/	/	/
VII	N	13	11	9	8	8	8	5	3	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,52±0,03	0,66±0,02	0,81±0,06	0,90±0,04	0,99±0,04	1,07±0,04	1,29±0,04	1,40±0,03	/	/	/	/	/
VIII	N	16	14	12	12	10	9	4	4	2	2	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,43±0,02	0,68±0,02	0,80±0,02	0,97±0,05	1,09±0,04	1,16±0,04	1,22±0,08	1,30±0,10	1,16±0,07	1,21±0,05	1,22	1,25	1,28
IX	N	13	10	8	8	7	5	5	4	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,45±0,01	0,65±0,02	0,78±0,04	0,93±0,06	1,04±0,04	1,13±0,02	1,24±0,04	1,37±0,08	/	/	/	/	/
X	N	18	16	12	10	9	8	4	4	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,44±0,01	0,65±0,03	0,83±0,03	0,95±0,05	1,11±0,04	1,20±0,03	1,32±0,01	1,45±0,02	/	/	/	/	/
XI	N	10	8	3	1	1	/	/	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,47±0,03	0,73±0,09	0,97±0,13	1,03	1,25	/	/	/	/	/	/	/	/
XII	N	14	10	7	7	7	7	7	7	3	3	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,49±0,01	0,74±0,03	0,89±0,06	0,85±0,07	0,95±0,05	1,03±0,06	1,23±0,04	1,35±0,04	1,27±0,01	1,37±0,01	/	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,47±0,01	0,66±0,02	0,82±0,03	0,95±0,03	1,06±0,03	1,12±0,03	1,26±0,02	1,36±0,02	1,31±0,08	1,37±0,06	1,22	1,25	1,28

N – број измерених ларви.

Прилог 11. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним гоци бобицама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента											
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91
I	N	25	21	18	15	11	9	8	5	2	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,50 \pm 0,03	0,78 \pm 0,06	0,91 \pm 0,04	1,08 \pm 0,03	1,21 \pm 0,01	1,33 \pm 0,04	1,23 \pm 0,02	1,27 \pm 0,01	1,33 \pm 0,02	1,34	/	/
II	N	32	27	24	21	19	15	9	7	6	2	1	1
	$\mu \pm SE$	0,63 \pm 0,04	0,85 \pm 0,05	0,98 \pm 0,05	1,09 \pm 0,05	1,24 \pm 0,02	1,35 \pm 0,03	1,33 \pm 0,03	1,40 \pm 0,01	1,44 \pm 0,02	1,43 \pm 0,02	1,44	1,47
III	N	20	16	15	9	8	7	5	2	2	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,68 \pm 0,04	0,94 \pm 0,05	1,08 \pm 0,04	1,30 \pm 0,04	1,18 \pm 0,04	1,34 \pm 0,04	1,36 \pm 0,05	1,33 \pm 0,08	1,39 \pm 0,05	1,38	1,44	1,47
IV	N	35	32	30	23	20	15	8	6	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,66 \pm 0,03	0,92 \pm 0,04	1,06 \pm 0,04	1,18 \pm 0,04	1,20 \pm 0,02	1,32 \pm 0,02	1,32 \pm 0,02	1,37 \pm 0,02	1,22	/	/	/
V	N	28	24	17	13	11	11	7	5	4	3	1	/
	$\mu \pm SE$	0,71 \pm 0,05	0,96 \pm 0,05	1,06 \pm 0,05	1,20 \pm 0,03	1,31 \pm 0,02	1,33 \pm 0,02	1,32 \pm 0,01	1,38 \pm 0,01	1,43 \pm 0,03	1,43 \pm 0,03	1,47	/
VI	N	34	30	26	17	10	9	5	2	1	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,65 \pm 0,03	0,89 \pm 0,05	1,04 \pm 0,06	1,15 \pm 0,05	1,32 \pm 0,03	1,32 \pm 0,02	1,35 \pm 0,02	1,36 \pm 0,08	1,41	1,44	/	/
VII	N	32	28	20	14	10	10	6	2	1	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,68 \pm 0,04	0,90 \pm 0,06	1,02 \pm 0,06	1,05 \pm 0,07	1,27 \pm 0,05	1,26 \pm 0,05	1,27 \pm 0,07	1,33 \pm 0,08	1,31	1,38	/	/
VIII	N	23	19	16	11	5	4	2	2	1	1	1	/
	$\mu \pm SE$	0,76 \pm 0,05	1,00 \pm 0,06	1,14 \pm 0,05	1,22 \pm 0,03	1,35 \pm 0,06	1,33 \pm 0,02	1,35 \pm 0,04	1,36 \pm 0,02	1,31	1,34	1,38	/
IX	N	19	13	9	7	4	4	2	2	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,69 \pm 0,05	0,95 \pm 0,07	1,01 \pm 0,06	1,16 \pm 0,04	1,25 \pm 0,08	1,35 \pm 0,05	1,43 \pm 0,02	1,46 \pm 0,02	/	/	/	/
X	N	38	37	30	26	25	24	13	9	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,66 \pm 0,03	0,88 \pm 0,04	1,04 \pm 0,03	1,23 \pm 0,03	1,34 \pm 0,02	1,34 \pm 0,02	1,34 \pm 0,02	1,35 \pm 0,03	1,28	/	/	/
XI	N	40	36	31	27	25	23	13	10	3	1	1	1
	$\mu \pm SE$	0,65 \pm 0,03	0,91 \pm 0,04	1,05 \pm 0,03	1,22 \pm 0,02	1,36 \pm 0,02	1,39 \pm 0,02	1,39 \pm 0,02	1,40 \pm 0,02	1,33 \pm 0,04	1,34	1,41	1,44
XII	N	25	21	14	12	10	9	5	4	2	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,66 \pm 0,06	0,91 \pm 0,07	0,97 \pm 0,04	1,15 \pm 0,05	1,43 \pm 0,01	1,38 \pm 0,03	1,37 \pm 0,03	1,28 \pm 0,04	1,30 \pm 0,05	1,31	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,66\pm0,02	0,91\pm0,02	1,03\pm0,02	1,17\pm0,02	1,29\pm0,02	1,34\pm0,01	1,34\pm0,02	1,36\pm0,02	1,34\pm0,02	1,38\pm0,02	1,43\pm0,02	1,46\pm0,01

N – број измерених ларви.

Прилог 12. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на сушеним смоквама.

Пон.		Број дана од почетка експеримента									
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
I	N	19	11	7	6	6	3	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	0,92 \pm 0,05	1,19 \pm 0,03	1,32 \pm 0,04	1,38 \pm 0,04	1,45 \pm 0,03	1,41 \pm 0,02	1,38	/	/	/
II	N	26	18	14	12	11	6	4	1	1	/
	$\mu \pm SE$	0,96 \pm 0,04	1,19 \pm 0,03	1,33 \pm 0,02	1,36 \pm 0,04	1,39 \pm 0,04	1,38 \pm 0,06	1,27 \pm 0,01	1,19	1,28	/
III	N	22	8	6	2	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	1,08 \pm 0,05	1,24 \pm 0,04	1,32 \pm 0,02	1,38 \pm 0,04	/	/	/	/	/	/
IV	N	25	15	13	8	6	5	3	2	1	1
	$\mu \pm SE$	1,18 \pm 0,04	1,26 \pm 0,03	1,32 \pm 0,02	1,33 \pm 0,03	1,32 \pm 0,02	1,34 \pm 0,03	1,41 \pm 0,07	1,35 \pm 0,07	1,31	1,31
V	N	25	7	5	3	2	1	1	1	1	1
	$\mu \pm SE$	1,20 \pm 0,07	1,22 \pm 0,05	1,30 \pm 0,06	1,31 \pm 0,11	1,27 \pm 0,14	1,16	1,25	1,34	1,44	1,53
VI	N	29	13	10	8	5	3	3	2	/	/
	$\mu \pm SE$	1,29 \pm 0,04	1,24 \pm 0,03	1,26 \pm 0,04	1,26 \pm 0,04	1,31 \pm 0,04	1,41 \pm 0,02	1,45 \pm 0,02	1,48 \pm 0,04	/	/
VII	N	22	11	7	4	2	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	1,08 \pm 0,05	1,27 \pm 0,03	1,29 \pm 0,02	1,29 \pm 0,02	1,34	/	/	/	/	/
VIII	N	27	18	15	12	9	3	3	1	1	/
	$\mu \pm SE$	1,12 \pm 0,05	1,25 \pm 0,03	1,31 \pm 0,02	1,30 \pm 0,02	1,41 \pm 0,02	1,40 \pm 0,03	1,45 \pm 0,02	1,44	1,47	/
IX	N	15	12	4	4	4	4	2	1	/	/
	$\mu \pm SE$	1,01 \pm 0,06	1,09 \pm 0,06	1,28 \pm 0,06	1,36 \pm 0,04	1,38 \pm 0,03	1,40 \pm 0,02	1,43 \pm 0,02	1,41	/	/
X	N	19	10	4	4	3	1	1	1	1	1
	$\mu \pm SE$	1,11 \pm 0,08	1,20 \pm 0,06	1,27 \pm 0,05	1,29 \pm 0,05	1,35 \pm 0,05	1,31	1,44	1,44	1,47	1,5
XI	N	20	12	9	4	2	1	1	/	/	/
	$\mu \pm SE$	1,26 \pm 0,04	1,18 \pm 0,04	1,20 \pm 0,04	1,31 \pm 0,03	1,31 \pm 0,03	1,28	1,31	/	/	/
XII	N	18	8	5	1	/	/	/	/	/	/
	$\mu \pm SE$	1,31 \pm 0,05	1,24 \pm 0,04	1,29 \pm 0,02	1,31	/	/	/	/	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	1,13\pm0,04	1,21\pm0,01	1,29\pm0,01	1,32\pm0,01	1,35\pm0,02	1,34\pm0,03	1,38\pm0,03	1,38\pm0,04	1,39\pm0,04	1,47\pm0,07

N – број измерених ларви.

Прилог 13. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на орачу.

Пон.		Број дана од почетка експеримента				
		14	21	28	35	42
I	N	12	11	1	1	/
	$\mu \pm SE$	0,65 \pm 0,03	1,05 \pm 0,05	1,25	1,31	/
II	N	12	11	8	2	1
	$\mu \pm SE$	0,68 \pm 0,04	0,85 \pm 0,05	1,17 \pm 0,04	0,83 \pm 0,11	0,94
III	N	10	10	5	2	/
	$\mu \pm SE$	0,66 \pm 0,03	0,91 \pm 0,08	1,19 \pm 0,07	1,21 \pm 0,02	/
IV	N	10	7	4	1	/
	$\mu \pm SE$	0,61 \pm 0,03	1,03 \pm 0,08	1,17 \pm 0,05	1,34	/
V	N	11	10	5	1	1
	$\mu \pm SE$	0,67 \pm 0,03	0,94 \pm 0,11	1,26 \pm 0,05	1,09	1,19
VI	N	9	9	1	/	/
	$\mu \pm SE$	0,67 \pm 0,05	1,01 \pm 0,06	1,34	/	/
VII	N	10	7	3	/	/
	$\mu \pm SE$	0,73 \pm 0,03	1,03 \pm 0,06	1,16 \pm 0,04	/	/
VIII	N	8	5	2	1	/
	$\mu \pm SE$	0,84 \pm 0,03	1,01 \pm 0,04	1,05 \pm 0,05	1,31	/
IX	N	10	10	8	3	1
	$\mu \pm SE$	0,60 \pm 0,05	0,91 \pm 0,06	1,12 \pm 0,06	1,00 \pm 0,13	1,06
X	N	10	10	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,56 \pm 0,05	1,01 \pm 0,04	1,28 \pm 0,06	/	/
XI	N	9	7	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,64 \pm 0,04	0,99 \pm 0,05	1,15 \pm 0,02	/	/
XII	N	9	9	9	5	1
	$\mu \pm SE$	0,60 \pm 0,07	0,94 \pm 0,03	0,96 \pm 0,03	1,09 \pm 0,07	1,19
Σ	$\mu \pm SE$	0,66\pm0,02	0,97\pm0,02	1,18\pm0,03	1,15\pm0,06	1,10\pm0,06

N – број измерених ларви.

Прилог 14. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на лешнику.

Пон.	Број дана од почетка експеримента					
		14	21	28	35	42
I	N	5	5	3	1	/
	$\mu \pm SE$	0,49 \pm 0,08	0,63 \pm 0,08	1,25 \pm 0,12	1,38	/
II	N	2	2	2	4	1
	$\mu \pm SE$	0,24 \pm 0,02	0,60 \pm 0,22	1,33 \pm 0,05	1,19 \pm 0,06	1,25
III	N	5	6	2	/	/
	$\mu \pm SE$	0,36 \pm 0,03	0,75 \pm 0,10	1,30 \pm 0,05	/	/
IV	N	5	7	4	1	1
	$\mu \pm SE$	0,46 \pm 0,09	0,90 \pm 0,06	1,32 \pm 0,07	1,56	1,41
V	N	5	7	3	3	/
	$\mu \pm SE$	0,51 \pm 0,07	0,81 \pm 0,15	1,35 \pm 0,06	1,17 \pm 0,06	/
VI	N	5	10	9	4	/
	$\mu \pm SE$	0,58 \pm 0,06	0,75 \pm 0,10	1,21 \pm 0,05	1,10 \pm 0,10	/
VII	N	5	10	4	3	2
	$\mu \pm SE$	0,42 \pm 0,08	0,83 \pm 0,09	1,18 \pm 0,12	1,19 \pm 0,08	1,19 \pm 0,03
VIII	N	5	11	7	6	1
	$\mu \pm SE$	0,50 \pm 0,08	0,91 \pm 0,07	1,15 \pm 0,09	1,24 \pm 0,04	1,09
IX	N	5	10	6	6	4
	$\mu \pm SE$	0,56 \pm 0,06	1,00 \pm 0,04	1,24 \pm 0,08	1,20 \pm 0,07	1,27 \pm 0,07
X	N	5	8	8	5	4
	$\mu \pm SE$	0,53 \pm 0,05	0,96 \pm 0,06	1,18 \pm 0,08	1,29 \pm 0,03	1,30 \pm 0,06
XI	N	5	8	9	5	1
	$\mu \pm SE$	0,59 \pm 0,04	0,93 \pm 0,08	1,32 \pm 0,02	1,29 \pm 0,03	1,28
XII	N	5	8	5	5	/
	$\mu \pm SE$	0,42 \pm 0,04	0,96 \pm 0,06	1,30 \pm 0,02	1,24 \pm 0,02	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,47\pm0,03	0,84\pm0,04	1,26\pm0,02	1,26\pm0,04	1,26\pm0,04

N – број измерених ларви.

Прилог 15. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на бадему.

Пон.		Број дана од почетка експеримента				
		14	21	28	35	42
I	N	5	8	3	1	/
	$\mu \pm SE$	0,58 \pm 0,05	0,99 \pm 0,05	1,32 \pm 0,06	1,38	/
II	N	11	10	8	3	1
	$\mu \pm SE$	0,42 \pm 0,06	0,83 \pm 0,07	1,36 \pm 0,02	1,25 \pm 0,08	0,94
III	N	10	8	5	1	1
	$\mu \pm SE$	0,41 \pm 0,05	0,95 \pm 0,04	1,19 \pm 0,17	1,06	1,09
IV	N	10	9	8	3	/
	$\mu \pm SE$	0,39 \pm 0,07	0,87 \pm 0,05	1,26 \pm 0,05	1,07 \pm 0,10	/
V	N	7	11	6	5	1
	$\mu \pm SE$	0,49 \pm 0,09	0,80 \pm 0,06	1,31 \pm 0,05	1,17 \pm 0,12	1,25
VI	N	9	9	6	1	1
	$\mu \pm SE$	0,45 \pm 0,05	0,94 \pm 0,06	1,15 \pm 0,10	0,91	1,13
VII	N	7	9	7	5	4
	$\mu \pm SE$	0,40 \pm 0,05	0,80 \pm 0,05	1,01 \pm 0,09	1,41 \pm 0,06	1,40 \pm 0,4
VIII	N	10	10	9	3	1
	$\mu \pm SE$	0,35 \pm 0,04	0,80 \pm 0,06	1,06 \pm 0,08	1,25 \pm 0,24	1,22
IX	N	10	11	6	1	3
	$\mu \pm SE$	0,36 \pm 0,03	0,79 \pm 0,08	1,20 \pm 0,05	1,34	1,17 \pm 0,07
X	N	9	10	7	3	/
	$\mu \pm SE$	0,48 \pm 0,05	0,85 \pm 0,05	1,17 \pm 0,06	1,46 \pm 0,08	/
XI	N	14	7	6	2	1
	$\mu \pm SE$	0,59 \pm 0,04	1,01 \pm 0,12	1,26 \pm 0,07	1,43 \pm 0,02	1,25
XII	N	12	11	9	5	2
	$\mu \pm SE$	0,65 \pm 0,05	0,87 \pm 0,06	1,11 \pm 0,07	1,43 \pm 0,07	1,02 \pm 0,08
Σ	$\mu \pm SE$	0,46\pm0,03	0,88\pm0,02	1,20\pm0,03	1,26\pm0,05	1,16\pm0,05

N – број измерених ларви.

Прилог 16. Просечне вредности ($\mu \pm SE$) ширина главених капсула ларви *Plodia interpunctella*, мерених на седмичном нивоу, по понављањима, у огледу на стандардној лабораторијској подлози.

Пон.	Број дана од почетка експеримента			
		14	21	28
I	N	18	3	/
	$\mu \pm SE$	0,86 \pm 0,05	1,00 \pm 0,05	/
II	N	22	4	/
	$\mu \pm SE$	0,89 \pm 0,03	1,02 \pm 0,01	/
III	N	10	2	1
	$\mu \pm SE$	0,98 \pm 0,03	0,97 \pm 0,03	1,03
IV	N	16	2	/
	$\mu \pm SE$	0,81 \pm 0,06	1,03 \pm 0,03	/
V	N	8	/	/
	$\mu \pm SE$	0,90 \pm 0,06	/	/
VI	N	12	1	/
	$\mu \pm SE$	0,95 \pm 0,04	1,09	/
VII	N	5	1	/
	$\mu \pm SE$	1,08 \pm 0,05	1,00	/
VIII	N	18	1	/
	$\mu \pm SE$	1,05 \pm 0,03	1,06	/
IX	N	20	2	2
	$\mu \pm SE$	0,94 \pm 0,04	0,83 \pm 0,17	0,92 \pm 0,14
X	N	12	3	/
	$\mu \pm SE$	0,89 \pm 0,04	0,81 \pm 0,11	/
XI	N	5	1	/
	$\mu \pm SE$	0,89 \pm 0,05	1,00	/
XII	N	11	/	/
	$\mu \pm SE$	1,16 \pm 0,03	/	/
Σ	$\mu \pm SE$	0,95 \pm 0,03	0,98 \pm 0,03	0,98 \pm 0,06

N – број измерених ларви.

Прилог 17. Вредности параметара тропараметарске von Bertalanffy функције акумулираног улуткавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске von Bertalanffy функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,95	153,00	0,025	5,72	21,54
Сушена шљива	0,96	208,22	0,013	3,24	24,36
Сушена вишња	0,93	3506,76	0,001	7,33	21,69
Сушена малина	0,96	496,38	0,007	4,49	19,65
Сушена купина	0,95	25209,68	0,0001	5,71	25,57
Сушена јагода	0,90	91486,57	0,00003	9,94	28,16
Сушена аронија	0,83	126514,35	0,00002	10,96	30,73
Сушени гоци	0,97	130,51	0,025	2,30	21,62
Сушена смоква	0,99	106,44	0,038	-12,16	4,54
Орах	0,98	100,11	0,171	0,85	4,90
Лешник	0,96	109,37	0,08	-2,41	5,23
Бадем	0,99	101,29	0,105	1,92	8,40
СЛП	0,94	97,58	0,35864	0,55	2,55

T50 – време (у данима) од појаве прве лутке до тренутка потребног да се улутка 50% ларви.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 18. Вредности параметара тропараметарске Gompertz функције акумулираног улуткавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске Gompertz функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,99	100,90	0,13	19,60	22,33
Сушена шљива	0,98	94,65	0,09	18,43	23,61
Сушена вишња	0,98	106,45	0,08	31,44	34,89
Сушена малина	0,99	106,77	0,13	17,05	19,17
Сушена купина	0,99	102,98	0,14	18,54	20,81
Сушена јагода	0,99	112,52	0,12	29,48	31,27
Сушена аронија	0,97	124,84	0,10	35,75	36,64
Сушени гоци	0,98	106,94	0,06	18,39	22,84
Сушена смоква	0,99	103,43	0,05	-1,78	4,32
Орах	0,97	98,10	0,27	3,80	5,25
Лешник	0,96	104,82	0,12	3,03	5,55
Бадем	0,99	98,77	0,18	7,06	9,19
СЛП	0,95	95,48	0,60	2,01	2,74

T50 – време (у данима) од појаве прве лутке до тренутка потребног да се улутка 50% ларви.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 19. Вредности параметара четворопараметарске Gompertz функције акумулираног улуткавања ларви *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри четворопараметарске Gompertz функције					T50
	R^2	a	c	b	m	
Сушена јабука	0,99	2,32	98,13	0,14	19,99	22,32
Сушена шљива	0,98	5,07	86,06	0,10	19,35	23,56
Сушена вишња	0,99	7,48	94,10	0,11	33,14	35,29
Сушена малина	0,99	2,92	102,11	0,14	17,40	19,22
Сушена купина	0,99	2,21	99,00	0,15	18,77	20,83
Сушена јагода	0,99	3,34	104,73	0,14	29,75	31,32
Сушена аронија	0,98	5,74	106,54	0,13	35,77	36,73
Сушени гоци	0,98	-7,91	116,61	0,06	16,24	22,60
Сушена смоква	0,99	-11,17	114,94	0,05	-4,80	4,35
Орах	0,98	-10719,52	10819,62	0,17	-26,36	4,89
Лешник	0,96	-27,34	133,23	0,11	-0,20	5,44
Бадем	0,99	-30,81	130,31	0,15	3,98	8,89
СЛП	0,95	17,07	77,35	0,82	2,65	2,85

T50 – време (у данима) од појаве прве лутке до тренутка потребног да се улутка 50% ларви.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 20. Вредности параметара тропараметарске von Bertalanffy функције акумулиране еклозије имага *Plodia interpunctella* одгајаних на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске von Bertalanffy функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	0,95	454,01	0,006	6,52	25,96
Сушена шљива	0,98	320,44	0,007	2,24	26,48
Сушена вишња	0,97	8697,90	0,0002	5,37	34,20
Сушена малина	0,94	233,19	0,017	4,38	18,58
Сушена купина	0,97	17384,23	0,0002	4,67	19,07
Сушена јагода	0,92	72998,85	0,00003	9,32	32,16
Сушена аронија	0,84	122099,70	0,00002	11,01	31,49
Сушени гоци	0,98	131,39	0,024	2,26	22,21
Сушена смоква	0,98	109,22	0,035	-14,54	2,94
Орах	0,99	100,03	0,157	0,75	5,16
Лешник	0,98	109,94	0,077	1,10	8,98
Бадем	0,99	102,36	0,095	2,30	9,35
Пшеница	0,99	106,92	0,072	1,92	10,67
Раж	0,99	112,71	0,08	0,58	7,91
Тритикале	0,99	288,01	0,017	2,11	13,33
Просо	0,98	175,13	0,134	1,07	3,58
Крмни сирак	0,97	398,39	0,054	1,24	3,73
Суданска трава	0,95	3374,31	0,004	1,73	5,46
СЛП	0,98	96,06	0,426	0,78	2,51

T50 – време (у данима) од појаве првог имага до тренутка потребног да еклодира 50% имага.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 21. Вредности параметара тропараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије имага *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске Gompertz функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	1,00	103,78	0,12	22,44	25,04
Сушена шљива	0,99	104,00	0,06	20,75	25,77
Сушена вишња	0,99	113,04	0,07	27,15	30,24
Сушена малина	0,99	103,58	0,15	16,44	18,52
Сушена купина	1,00	106,70	0,11	17,84	20,27
Сушена јагода	0,99	109,56	0,12	28,12	30,23
Сушена аронија	0,98	215,68	0,05	46,26	38,66
Сушени гоџи	0,98	107,33	0,06	19,01	23,58
Сушена смоква	0,98	105,31	0,05	-3,25	2,89
Орах	0,98	98,31	0,24	3,91	5,56
Лешник	0,97	102,35	0,14	7,13	9,58
Бадем	0,99	99,17	0,18	8,08	10,24
Пшеница	1,00	98,91	0,15	8,80	11,36
Раж	0,98	99,79	0,16	6,00	8,29
Тритикале	0,99	114,09	0,12	11,87	13,45
Просо	1,00	108,82	0,57	3,22	3,66
Крмни сирак	1,00	108,69	0,72	3,36	3,71
Суданска трава	0,99	110,16	0,50	5,35	5,83
СЛП	0,99	94,56	0,71	2,06	2,69

T50 – време (у данима) од појаве првог имага до тренутка потребног да еклодира 50% имага.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 22. Вредности параметара четворопараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије имага *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри четворопараметарске Gompertz функције					T50
	R^2	a	c	b	m	
Сушена јабука	1,00	2,39	100,41	0,13	22,82	25,11
Сушена шљива	0,99	-4,12	112,29	0,06	20,18	25,80
Сушена вишња	0,99	4,50	103,56	0,08	27,76	30,29
Сушена малина	1,00	5,93	95,18	0,18	17,27	18,70
Сушена купина	1,00	1,66	103,07	0,12	17,96	20,28
Сушена јагода	0,99	3,19	102,73	0,13	28,43	30,28
Сушена аронија	0,99	5,62	134,24	0,09	39,73	38,57
Сушени гоци	0,98	-5,89	114,56	0,06	17,35	23,38
Сушена смоква	0,98	-1191,53	1300,43	0,04	-83,57	4,18
Орах	0,99	-34949,28	35049,31	0,16	-36,48	5,25
Лешник	0,98	-13726,38	13836,24	0,08	-61,24	9,42
Бадем	1,00	-13,40	113,04	0,16	6,56	10,04
Пшеница	1,00	-3,20	102,43	0,14	8,36	11,32
Раж	0,99	-61,92	167,25	0,12	0,17	8,03
Тритикале	1,00	-1,88	117,55	0,12	11,71	13,44
Просо	1,00	0,44	108,17	0,57	3,23	3,66
Крмни сирак	1,00	1,24	106,81	0,74	3,39	3,72
Суданска трава	0,99	4,11	103,49	0,56	5,49	5,86
СЛП	0,99	1,26	93,26	0,72	2,10	2,70

T50 – време (у данима) од појаве првог имага до тренутка потребног да еклодира 50% имага.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 23. Вредности параметара von Bertalanffy функције акумулиране еклозије мужјака *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске von Bertalanffy функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,97	471,63	0,008	3,69	17,70
Сушена шљива	0,98	15206,97	0,0001	-0,02	32,92
Сушена вишња	0,94	209,92	0,012	3,37	26,04
Сушена малина	0,90	689,48	0,005	4,97	20,03
Сушена купина	0,98	5327,12	0,001	2,13	11,56
Сушена јагода	0,93	176,90	0,029	2,65	14,10
Сушена аронија	0,74	152587,56	0,00001	11,45	44,22
Сушени гоџи	0,97	131,38	0,024	1,22	21,18
Сушена смоква	0,99	106,04	0,039	-16,18	0,17
Орах	0,98	99,74	0,137	0,38	5,46
Лешник	0,97	108,82	0,073	0,39	8,82
Бадем	0,99	101,63	0,092	2,18	9,54
Пшеница	0,99	109,42	0,062	2,15	12,00
Раж	0,95	12338,93	0,0005	-2,32	5,80
Тритикале	0,98	913,37	0,004	-1,28	12,80
Просо	0,99	137,84	0,214	0,56	2,66
Крмни сирак	0,96	462,24	0,045	1,23	3,78
Суданска трава	0,95	26204,67	0,0005	1,84	5,66
СЛП	0,97	97,89	0,436	0,89	2,53

T50 – време (у данима) од појаве првог мужјака до тренутка потребног да еклодира 50% мужјака.
 СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 24. Вредности параметара тропараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије мужјака *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске Gompertz функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	1,00	108,42	0,12	16,03	18,13
Сушена шљива	0,98	158,60	0,04	28,33	24,74
Сушена вишња	0,98	101,11	0,08	21,31	25,54
Сушена малина	0,99	99,49	0,22	18,57	20,30
Сушена купина	0,99	116,55	0,11	14,15	15,70
Сушена јагода	0,97	100,36	0,17	12,17	14,32
Сушена аронија	0,96	131,27	0,11	40,55	40,88
Сушени гоци	0,98	109,30	0,06	18,25	22,72
Сушена смоква	0,99	103,69	0,05	-6,75	-0,56
Орах	0,96	98,34	0,19	3,76	5,82
Лешник	0,96	102,38	0,12	6,61	9,39
Бадем	0,99	98,30	0,17	8,05	10,37
Пшеница	1,00	98,80	0,14	9,85	12,67
Раж	0,96	1225,53	0,03	41,48	7,27
Тритикале	0,99	131,51	0,09	11,31	11,69
Просо	0,99	110,63	0,53	2,33	2,77
Крмни сирак	0,99	107,63	0,74	3,38	3,74
Суданска трава	0,99	112,88	0,47	5,71	6,15
СЛП	0,99	96,36	0,81	2,28	2,80

T50 – време (у данима) од појаве првог мужјака до тренутка потребног да еклодира 50% мужјака.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 25. Вредности параметара четворопараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије мужјака *Plodia interpunctella* одгајених на одабраним хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри четворопараметарске Gompertz функције					T50
	R^2	a	c	b	m	
Сушена јабука	1,00	4,75	100,04	0,14	16,57	18,20
Сушена шљива	0,98	-5,01	186,71	0,03	30,72	24,82
Сушена вишња	0,99	10,25	84,67	0,12	23,43	25,72
Сушена малина	0,99	6,25	92,09	0,25	19,23	20,42
Сушена купина	1,00	4,78	105,20	0,13	14,38	15,71
Сушена јагода	0,98	9,08	86,44	0,24	13,22	14,43
Сушена аронија	0,99	7,18	101,98	0,17	40,03	40,86
Сушени гоци	0,98	-11,35	122,91	0,05	14,99	22,42
Сушена смоква	0,99	-241,49	346,88	0,04	-41,61	0,03
Орах	0,98	-35790,40	35890,14	0,14	-42,42	5,61
Лешник	0,97	-10009,38	10118,11	0,07	-61,22	9,28
Бадем	1,00	-14,41	113,25	0,15	6,36	10,18
Пшеница	1,00	-2,69	101,82	0,13	9,45	12,63
Раж	0,96	-12,27	1250,22	0,03	44,94	7,06
Тритикале	0,99	13,27	99,19	0,13	11,77	11,82
Просо	0,99	-7,77	120,45	0,48	2,11	2,75
Крмни сирак	0,99	2,28	104,22	0,78	3,43	3,74
Суданска трава	0,99	5,89	101,72	0,58	5,88	6,19
СЛП	1,00	11,07	84,87	0,99	2,62	2,87

T50 – време (у данима) од појаве првог мужјака до тренутка потребног да еклодира 50% мужјака.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 26. Вредности параметара von Bertalanffy функције акумулиране еклозије женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске von Bertalanffy функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,95	477,62	0,006	6,16	24,59
Сушена шљива	0,94	112,99	0,043	1,26	14,85
Сушена вишња	0,96	16242,26	0,0001	1,78	32,61
Сушена малина	0,96	157,37	0,037	1,30	11,63
Сушена купина	0,96	610,77	0,005	3,73	20,82
Сушена јагода	0,92	75743,33	0,00003	8,81	30,82
Сушена аронија	0,93	65541,85	0,00004	5,13	24,21
Сушени гоци	0,98	133,06	0,023	3,23	23,72
Сушена смоква	0,98	111,51	0,033	-11,85	6,18
Орах	0,99	101,27	0,17	0,97	4,97
Лешник	0,98	123,04	0,067	-0,44	7,35
Бадем	0,99	107,24	0,099	1,19	7,53
Пшеница	0,98	109,88	0,074	1,71	9,91
Раж	0,96	120,26	0,061	-1,52	7,29
Тритикале	0,98	227,32	0,024	2,24	12,59
Просо	0,98	367,35	0,054	0,88	3,59
Крмни сирак	1,00	303,44	0,093	0,72	2,65
Суданска трава	0,98	243,76	0,09	0,75	3,30
СЛП	0,98	92,89	0,444	0,71	2,45

T50 – време (у данима) од појаве прве женке до тренутка потребног да еклодира 50% женки.

СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 27. Вредности параметара тропараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске Gompertz функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	1,00	103,40	0,11	22,28	25,13
Сушена шљива	0,96	97,28	0,10	11,72	15,72
Сушена вишња	0,98	134,96	0,06	23,04	23,16
Сушена малина	0,98	105,54	0,14	9,81	11,93
Сушена купина	0,99	98,23	0,13	15,76	18,85
Сушена јагода	0,98	122,54	0,09	29,77	31,04
Сушена аронија	0,99	364,50	0,04	43,91	25,36
Сушени гоџи	0,99	105,41	0,06	19,76	24,34
Сушена смоква	0,98	105,82	0,05	0,48	6,48
Орах	0,99	98,41	0,29	4,06	5,40
Лешник	0,97	107,23	0,13	5,69	7,76
Бадем	0,98	100,59	0,18	6,07	8,09
Пшеница	1,00	96,99	0,17	7,96	10,35
Раж	0,95	105,16	0,12	5,09	7,65
Тритикале	0,99	111,80	0,14	11,18	12,77
Просо	1,00	115,82	0,53	3,25	3,58
Крмни сирак	0,99	126,08	0,57	2,57	2,70
Суданска трава	0,99	118,34	0,50	3,06	3,36
СЛП	0,98	91,35	0,71	1,86	2,58

T50 – време (у данима) од појаве прве женке до тренутка потребног да еклодира 50% женки.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 28. Вредности параметара четворопараметарске Gompertz функције акумулиране еклозије женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри четворопараметарске Gompertz функције					T50
	R^2	a	c	b	m	
Сушена јабука	1,00	2,60	99,60	0,12	22,69	25,17
Сушена шљива	0,98	14,25	80,11	0,14	14,77	16,35
Сушена вишња	0,98	12,46	94,91	0,10	22,63	23,37
Сушена малина	0,98	11,35	88,49	0,19	11,16	12,17
Сушена купина	0,99	2,96	92,99	0,14	16,10	18,83
Сушена јагода	0,99	4,50	108,65	0,11	29,79	31,09
Сушена аронија	0,99	3,79	227,03	0,05	34,33	25,39
Сушени гоци	0,99	-3,53	109,87	0,06	18,80	24,21
Сушена смоква	0,98	-539,39	650,06	0,04	-60,92	5,45
Орах	0,99	-12,05	110,91	0,26	3,26	5,31
Лешник	0,98	-1166,60	1288,50	0,07	-33,59	7,23
Бадем	0,99	-77,57	181,35	0,13	-0,31	7,72
Пшеница	1,00	1,81	94,89	0,18	8,18	10,37
Раж	0,96	-2653,39	2773,15	0,06	-52,02	7,17
Тритикале	0,99	0,95	110,22	0,14	11,27	12,79
Просо	1,00	5,46	105,00	0,62	3,35	3,59
Крмни сирак	1,00	-3999,26	4295,59	0,10	-26,16	2,71
Суданска трава	0,99	8,00	104,08	0,60	3,23	3,39
СЛП	0,98	-17902,29	17995,18	0,45	-11,13	2,44

T50 – време (у данима) од појаве прве женке до тренутка потребног да еклонира 50% женки.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 29. Вредности параметара von Bertalanffy функције акумулираног процентуалног фекундитета женки *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске von Bertalanffy функције				
	R^2	a	b	m	T50
Сушена јабука	0,93	55062,26	0,00005	8,15	26,32
Сушена шљива	0,93	64461,97	0,00005	5,98	21,50
Сушена вишња	0,97	10580,20	0,0003	4,73	20,52
Сушена малина	0,90	82276,34	0,00006	4,49	14,62
Сушена купина	0,95	20225,67	0,0002	6,33	18,71
Сушена јагода	0,92	54155,81	0,00004	9,98	33,07
Сушена аронија	0,75	163407,04	0,00002	9,07	24,37
Сушени гоци	0,97	121,83	0,03	2,03	18,54
Сушена смоква	0,93	99,70	0,07	-5,16	4,25
Орах	0,97	104,19	0,23	1,48	4,35
Лешник	0,97	103,29	0,15	0,71	5,28
Бадем	0,99	124,15	0,11	1,75	6,66
Пшеница	0,99	162,82	0,05	1,71	9,86
Раж	0,97	192,67	0,05	2,01	7,57
Тритикале	0,98	182,25	0,03	2,80	13,49
Просо	0,98	101,32	0,29	1,17	3,51
Крмни сирак	0,93	55062,26	0,00005	8,15	26,32
Суданска трава	0,93	64461,97	0,00005	5,98	21,50
СЛП	0,97	10580,20	0,0003	4,73	20,52

T50 – време (у данима од еклозије прве женке која је положила јаја) потребно да женке положе 50% јаја.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 30. Вредности параметара тропараметарске Gompertz функције акумулираног процентуалног фекундитета *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри тропараметарске Gompertz функције				T50
	R^2	a	b	m	
Сушена јабука	0,99	111,70	0,12	24,89	26,73
Сушена шљива	0,96	208,31	0,06	27,25	21,70
Сушена вишња	0,99	106,58	0,11	17,91	20,44
Сушена малина	0,97	133,11	0,16	16,35	16,48
Сушена купина	1,00	119,75	0,13	20,64	21,67
Сушена јагода	0,99	102,69	0,13	28,31	30,88
Сушена аронија	0,98	114,20	0,18	29,94	31,02
Сушени гоци	0,96	105,86	0,07	15,36	19,59
Сушена смоква	0,92	99,09	0,09	-0,32	3,94
Орах	1,00	98,13	0,52	3,92	4,68
Лешник	0,95	97,33	0,24	3,85	5,53
Бадем	1,00	102,33	0,28	5,75	6,92
Пшеница	1,00	108,89	0,16	8,57	10,17
Раж	0,98	98,04	0,33	6,13	7,33
Тритикале	0,99	109,26	0,14	11,95	13,76
Просо	1,00	98,03	0,57	3,11	3,81
Крмни сирак	0,99	111,70	0,12	24,89	26,73
Суданска трава	0,96	208,31	0,06	27,25	21,70
СЛП	0,99	106,58	0,11	17,91	20,44

T50 – време (у данима од еклозије прве женке која је положила јаја) потребно да женке положе 50% јаја.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.

Прилог 31. Вредности параметара четворопараметарске Gompertz функције акумулираног процентуалног фекундитета *Plodia interpunctella* одгајених на различитим хранљивим подлогама.

Хранљива подлога	Параметри четворопараметарске Gompertz функције					T50
	R^2	a	c	b	m	
Сушена јабука	0,99	2,98	105,30	0,13	25,18	26,84
Сушена шљива	0,97	-10,94	416,24	0,04	39,47	23,14
Сушена вишња	0,99	-0,33	107,26	0,11	17,88	20,41
Сушена малина	0,99	8,94	98,28	0,29	16,10	16,57
Сушена купина	1,00	0,55	101,32	0,15	19,43	21,64
Сушена јагода	0,99	1,34	100,40	0,13	28,50	30,98
Сушена аронија	1,00	6,24	102,29	0,21	30,31	31,09
Сушени гоци	0,97	-116,38	231,08	0,04	-7,09	20,74
Сушена смоква	0,93	-46790,16	46889,85	0,07	-87,90	9,95
Орах	1,00	-3,09	101,40	0,50	3,78	4,65
Лешник	0,97	-36946,18	37049,44	0,14	-39,75	6,99
Бадем	1,00	-9,05	113,09	0,25	5,15	6,87
Пшеница	1,00	-17,11	132,96	0,12	7,00	10,17
Раж	0,98	-5,30	105,94	0,29	5,88	7,36
Тритикале	0,99	0,29	108,83	0,14	11,98	13,72
Просо	1,00	-2,58	100,72	0,55	3,01	3,79
Крмни сирак	0,99	2,98	105,30	0,13	25,18	26,84
Суданска трава	0,97	-10,94	416,24	0,04	39,47	23,14
СЛП	0,99	-0,33	107,26	0,11	17,88	20,41

T50 – време (у данима од еклозије прве женке која је положила јаја) потребно да женке положе 50% јаја.
СЛП – стандардна лабораторијска подлога.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Stored Products Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jspr

Life history of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on dried fruits and nuts: Effects of macronutrients and secondary metabolites on immature stages

Filip N. Vukajlović^{a,*}, Dragana Z. Predojević^a, Kristina O. Miljković^b, Snežana T. Tanasković^b, Sonja M. Gvozdenac^c, Vesna M. Perišić^d, Filip J. Grbović^a, Snežana B. Pešić^a

^a University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Serbia

^b University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000, Čačak, Serbia

^c Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000, Novi Sad, Serbia

^d University of Niš, Faculty of Agriculture, Kosančićeva 4, 37000, Krusevac, Serbia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 April 2019

Received in revised form

12 July 2019

Accepted 13 July 2019

Keywords:

Indian meal moth

Diet type

Nutrient content

Development

Survival

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of nutrients and secondary metabolites content in 16 types of dried fruits and four nuts from Serbia on life history traits of *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) immature stages. The analysis of nutrients content included determination of the total moisture, ash, proteins, fats, carbohydrates, sugars, and total reducing sugars, while from secondary metabolites total phenolics, flavonoids and tannins contents were determined. Life history traits included the developmental duration of larvae (LDD), developmental duration of pupae (PDD) and total immature stages (MDD), as well as the survival of larvae and pupae. Additional analyses was conducted on time-specific survival, as well as on the age- and size-growth patterns of *P. interpunctella* larvae. The principal component analysis (PCA) indicated that the content of proteins and fats is in strong positive correlation with larval and total immature stages survival, while in negative correlation with LDD, PDD, and MDD. The content of secondary metabolites are in strong positive correlation with LDD and MDD, while in negative correlation with larval and total immature stages survival. Considering the fastest development and high number of survived larvae and pupae, the walnuts, hazelnuts and almonds were more suitable for the development of *P. interpunctella* than tested dried fruits in general, while the goji berries and figs were the most suitable among tested dried fruits. The results of the effects of tested dried fruits and nuts from Serbia on life history traits of *P. interpunctella*, combined with studies from different countries using local varieties and cultivars of dried fruits and nuts, could provide the data for modeling the growth and population dynamics, important for forecasting and signaling the occurrence of this pest.

© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) is a major cosmopolitan pyralid pest of stored food. Larvae of this moth are extremely polyphagous, able to successfully breed and develop on cereals, maize, dried fruits and vegetables, nuts, oilseeds and their products, chocolate and animal feed (Mohandass et al., 2007). The

effects of diet type on different life history traits of *P. interpunctella* are well studied (Allotey and Goswami, 1990; Mbata, 1990; Johnson et al., 1992, 1995; Locatelli and Limonta, 1998; Na and Ryoo, 2000; Perez-Mendoza and Aguilera-Peña, 2004; Arbogast, 2007; Vukajlović and Pešić, 2012; Predojević et al., 2017; Gvozdenac et al., 2018). However, data about some principal life history traits, such as age and size of immature stages, their growth patterns, as well as age- and size-specific mortality are lacking. A thorough analysis of these aspects of *P. interpunctella* life history traits will provide better understanding of its bionomics, which may help us to establish improved management of this pest.

Besides various temperature and relative humidity (r.h.)

* Corresponding author. University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Serbia.

E-mail address: fvukajlovic@kg.ac.rs (F.N. Vukajlović).

pupal cocoons were found in August, then one may conclude that the product was not contaminated at the manufacturer site.

Diapause provides a means for the species to overwinter or survive periods of adverse environmental conditions at higher latitudes in unheated situations. The extent to which different strains diapause varies greatly, and those from the tropics or long reared in laboratories showing a reduced capacity. Diapause induced in response to short photoperiods (Bell, 1976), low temperature, or high population pressure (Tsuji, 1963) may greatly extend the developmental periods. At the limits of its range, IMM may have only one to two generations per year, but as many as eight generations per year may occur in warmer climates (Tzanakakis, 1959; Stratil & Reichmuth, 1984). Therefore, the use of the larval developmental time under the prevailing room temperatures is cumbersome to determine the moment of the product contamination by the IMM larvae. Only during warm months it is possible to indicate the time (and place) of product contamination when live larvae of the IMM or live pupae in the pupal cocoons are found within the infested product.

References

- Allotey, J., and L. Goswami, 1990: Comparative biology of two phycitid moths, *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephestia cautella* (Wlk.), on some selected food media. *Insect Science and its Application* 11: 209-215.
- Arbogast, R.T., and M.A. Mullen, 1978: Spatial distribution of eggs by ovipositing Indian meal moths, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Researches on Population Ecology* 19: 148-154.
- Bell, C.H., 1976: Factors governing the induction of diapause in *Ephestia elutella* and *Plodia interpunctella*. *Physiological Entomology* 1: 83-91.
- Johnson, J.A., Wofford, P.L., Whitehand, L.C., 1992: Effect of diet and temperature on development rates, survival and reproduction of the Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 85: 561-566.
- Mohandass, S., Arthur, F.H., Zhu, K.Y., Throne, J.E., 2007: Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Product Research* 43: 302-311.
- Mueller, D.K., 2010: Reducing Customer Complaints in Stored Products. Beckett-Highland Publishing, Carmel, Indiana, pp. 1-336.
- Mullen, M.A., and R.T. Arbogast, 1977: Influence of substrate on oviposition by 2 species of stored product moths. *Environmental Entomology* 6: 641-644.
- Sedlacek, J.P., Weston, P.A., Barney, J., 1996: Lepidoptera and Psocoptera. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds), *Integrated Management of Insects in Stored Products*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 41-70.
- Stratil, H.H. and C. Reichmuth, 1984: Development and longevity of young larvae of the stored product moths *Ephestia cautella*, *E. elutella*, and *Plodia interpunctella* at low temperatures. *Anzeiger für Schadlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz* 57: 30-33.
- Tsuji, H., 1963: Experimental studies on the larval diapause of the Indian meal moth *Plodia interpunctella*. Thesis, Kyushu University, Fukuoka, Japan.
- Tzanakakis, M.E., 1959: An ecological study of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*, with emphasis on diapause. *Hilgardia* 29: 205-246.

Susceptibility of dried berries to infestation by *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in correlation with total sugar content

Filip Vukajlović^{*1}, Dragana Predojević¹, Snežana Tanasković², Kristina Miljković², Sonja Gvozdenac³, Vesna Perišić⁴, Snežana Pešić¹

¹ University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia

² University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia

³ Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

⁴ Center for Small Grains, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Serbia

* Corresponding author: fvukajlovic@kg.ac.rs

DOI 10.5073/jka.2018.463.045

Abstract

By assessing the degree of resistance of stored products to infestation by insect pests and correlating it with physical, chemical and nutritional characteristics of products, we could gain a real insight in these pests feeding preferences, and consequently in their biology and ecology. The aim of this study was to assess the degree of resistance of five dried berry species (strawberry, raspberry, blackberry, black chokeberry and cranberry) to infestation caused by the major pest of dried berries, *Plodia interpunctella*. Susceptibility was rated based on the Index of susceptibility (IS) for insect development and the Susceptibility rating. Dried cranberries were

OTPORNOST SUŠENIH PLODOVA ŠLJIVE, KAJSIJE I VIŠNJE NA INFESTACIJU *Plodia interpunctella* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Filip Vukajlović¹, Dragana Predojević¹, Vesna Perišić², Sonja Gvozdencac³,
Snežana Tanasković⁴, Snežana Pešić¹

Izvod: Cilj ovog rada je da proceni otpornost sušenih plodova šljive, kajsije i višnje na infestaciju *Plodia interpunctella*, ekonomski najznačajnijom štetočinom sušenog voća u svetu. Izračunavanjem indeksa za ocenu pogodnosti supstrata za razviće insekta i stepena otpornosti hraniva na infestaciju utvrđivan je nivo otpornosti korišćenih plodova. Zaključeno je da su sve tri vrste sušenog voća otporne na infestaciju *P. interpunctella*, ali je sušena šljiva najmanje otporna. Najotpornije su sušene kajsije, na kojima nijedna jedinka *P. interpunctella* nije dostigla stadijum lutke.

Ključne reči: bakrenasti plamenac, sušeno voće, infestacija, indeks pogodnosti, procena otpornosti.

Uvod

Uskladišteno sušeno voće je vrlo često infestirano velikim brojem štetnih vrsta insekata, među kojima su najznačajnije *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813), *Cadra cautella* (Walker, 1863), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) i vrste roda *Oryzaephilus*. Povremeno se na uskladištenom sušenom voću mogu naći i druge polifagne vrste, pre svega različiti moljci, tvrdokrilci i grinje (Simmons i Nelson, 1975; Hagstrum i Subramanyam, 2009; Johnson i sar., 2009). Sušeno voće najčešće sadrži više od 10% vlage, što izuzetno pogoduje razviću štetnih insekata. Ukoliko bi sušeno voće sadržalo manji procenat vlage od pomenutog, bilo bi otpornije na infestaciju, ali bi bilo i nepriljučno kupcima (Sood, 2011).

Pojedine štetočine mogu da prouzrokuju velike gubitke ili da izvesnu količinu sušenog voća učine potpuno nepodesnim za korišćenje (Štrbac, 2002). Ekonomski najznačajnija štetočina sušenog voća je bakrenasti plamenac, *P. interpunctella* (Johnson i sar., 2009). Larve *P. interpunctella* oštećuju sušene plodove voća tako što u njima izgrizaju bušotine nepravilnog oblika, obilno ih pokrivaju ekskrementima i prekrivaju svilom (Almaši, 2008). Drugim rečima, najveći gubici su u kvalitetu sušenog voća, a manji u kvantitetu.

Najčešće mere kontrole i suzbijanja štetočina uskladištenog sušenog voća su čuvanje u adekvatnim temperaturnim uslovima i primena mera zaštite fumigacijom metilbromidom (Štrbac, 2002). Međutim, metilbromid se u našoj zemlji ne primenjuje od 2013. godine, jer je utvrđeno da oštećuje ozonski omotač i dovodi do pojave rezistentnosti insekata, a prema odredbama Montrealskog protokola iz 1987. i dopunom

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Republika Srbija (fvukajlovic@kg.ac.rs)

²Centar za strna žita Kragujevac, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Republika Srbija.

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republika Srbija.

Биографија

Филип (Николе) Вукајловић, рођен је 06. 10. 1988. године у Крагујевцу. Основну школу „Радоје Домановић”, завршио је 2003. године у Крагујевцу, као носилац дипломе „Вук Караџић”. Прву крагујевачку гимназију у Крагујевцу је уписао 2003., а завршио 2007. године. Основне академске студије биологије, модул биолог, уписао је на Природно-математичком факултету, Универзитета у Крагујевцу, школске 2007/2008. године и успешно их је завршио 2010. године, са просечном оценом 9,14 и стеченим звањем Биолога. Мастер академске студије биологије, модул мастер биолог – еколог, уписао је 2010. године, а завршни рад на тему „Зависност фекундитета бакренастог мољца (*Plo-dia interpunctella* Hbn.) од типа исхране” је одбранио 26. 09. 2012. године, постигавши просечну оцену 9,68 и стекао звање Мастер биолог - еколог. Докторске академске студије биологије је уписао школске 2012/2013. године на Природно-математичком факултету, Универзитета у Крагујевцу. До сада је положио све планом и програмом предвиђене испите, остваривши просечну оцену 9,83.

Као стипендиста-докторанд Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у области Биологија, био је ангажован на пројекту ИИИ 41010 „Преклиничка испитивања биоактивних супстанци” од априла 2013. до маја 2015. године. Од маја 2015. године, запослен је на Природно-математичком факултету, Универзитета у Крагујевцу као Асистент за ужу научну област Зоологија. Од 2018. године, био је ангажован на пројекту ОИ 173038 „Онтогенетска карактеризација филогеније биоразноврсности”. Као асистент, изводио је практичну наставу из великог броја предмета, међу којима су Зоологија инвертебрата 1, Зоологија инвертебрата 2, Зоологија бескичмењака 1, Зоологија бескичмењака 2, Морфологија и систематика бескичмењака, Ентомологија, Фауна слатководних екосистема, Теренска настава, Екологија животиња, Обнова и унапређење екосистема и Процена утицаја на животну средину на Основним академским студијама биологије и екологије, Екологија инсеката и Екологија понашања на Мастер академским студијама екологије, као и Основи екологије на Основним академским студијама хемије у Крагујевцу. За извођење наставе, три пута је награђиван за најбоље оцењеног асистента у студентској анкети у календарској 2016., 2018. и 2019. години. Добитник је награде Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу за најбољег студента биологије током школске 2008/2009. године.

Бави се научно-истраживачким радом у области зоологије, пре свега биологије, екологије и еволуције инсеката складишних штеточина, као и таксономије и биогеографије тврдокрилаца Балканског полуострва. Досадашњи резултати су публиковани у виду 54 библиографске јединице: 1 поглавље у монографији од међународног значаја (M14), 12 радова у научним часописима са SCI листе (M21 – 6 радова, M22 – 1 рад, M23 – 5 радова), 2 рада у часописима међународног значаја верификованим посебном одлуком матичних одбора (M24), 8 радова у националним научним часописима (M50) и 31 саопштење са домаћих и међународних скуповима штампани у целини и изводу.

Руководио је и учествовао у реализацији преко двадесет научно-истраживачких пројеката и теренских истраживања, као и у реализацији студија о мониторингу фауне НП „Тара”, ПИО „Овчарско-Кабларска клисура”, ПИО „Власина”, ПИО „Долина Пчиње”, СРП „Пештерско поље”, СРП „Краљевац”, СП „Острвица”, СП „Врело Млаве”, СП „Крупајско врело”, СП „Хомољска потајница”, СП „Обреновачки Забран”.

Члан је Српског биолошког друштва, Ентомолошког друштва Србије, Удружења за одрживи развој и очување природних станишта Србије „ХабиПрот” из Новог Сада и Еколошког истраживачког друштва „Младен Караман” из Крагујевца.



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ИНСТИТУТ ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ

Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац, Србија



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

Редни број	
Тип записа	Текстуални штампани материјал
Врста рада	Докторска дисертација
Аутор	Филип Н. Вукајловић
Ментор	Проф. др Снежана Б. Пешић
Наслов рада	Утицај исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност <i>Plodia interpunctella</i> (Lepidoptera: Pyralidae)
Језик публикације	Српски (ћирилица)
Језик извода	Српски
Земља публикавања	Србија
Година публикације	2021.
Издавач	Ауторски репринт
Место и адреса	Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац, Србија
Научна област	Биологија
Научна дисциплина	Зоологија
Предметна одредница/кључне речи	бакренасти пламенац, тип исхране, садржај нутријената, секундарни метаболити, особине животне историје, развиће, преживљавање, репродукција
Чува се	У библиотеци Природно-математичког факултета у Крагујевцу, Р.Домановића 12, 34000 Крагујевац, Србија
Важна напомена	
Извод	
<p>Циљ овог истраживања је експериментално испитивање и анализа утицаја садржаја влаге, макронутријената (протеина, масти, угљених хидрата, укупних и директно редукујућих шећери и скроба), пепела и секундарних метаболита (укупних фенолних једињења, флавоноида и танина) у хранљивим подлогама на особине животне историје (преживљавање, дужина и динамика развића развојних стадијума, утицај спаривања имага на дужину њиховог живота, трајање овипозиције и фекундитет) и морфолошку варијабилност (дужина тела и предњих крила) лабораторијске популације бакренастог пламенца <i>Plodia interpunctella</i>. Ларвама је као храна понуђено 28 прехранбених производа груписаних у три групе: сушено (16 врста) и језгасто воће (четири врсте) и жита (пет стрних и три врсте просоликих), као и стандардна лабораторијска подлога (СЛП). Утврђени су значајни ефекти исхране на животну историју и морфолошку варијабилност <i>P. interpunctella</i>. Добијени подаци о особинама животне историје су интегрисани у моделе за предвиђање динамике овипозиције, улуткавања и еклозије имага. Преживљавање преадултних стадијума је</p>	



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ИНСТИТУТ ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ

Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац, Србија



било највеће за ларве храњене језграстим воћем. Ларве одгајане на СЛП и језграстим воћем су најбрже прелазиле у наредни ступањ. Најкраће преадултно развиће су имале јединке храњене СЛП и језграстим воћем. Различита исхране није утицала на преживљавање стадијума лутке. Улуткавање и еклозија имага су били значајно бржи и уједначенији код јединки храњених СЛП и језграстим воћем. Имага одгајена на просоликим житима и језграстим воћем су најдуже живела. Разлике у дужини живота мужјака и женки углавном нису биле статистички значајне. Спарене женке су углавном живеле знатно краће од неспарених. У већини огледа, није уочена статистички значајна разлика у дужини живота између спарених мужјака и женки, односно неспарених мужјака и женки. Женке одгајене на језграстом воћу, СЛП, сушеним смоквама и гоци бобицама су полагале највећи број јаја. Дужина тела и предњих крила имага одгајених на језграстом воћу и СЛП је углавном била већа него оних на сушеном воћу и житима. СЛП, језграство воће, сушена смоква и гоци бобице су најпогоднија храна за *P. interpunctella*.

Датум прихватања теме од стране ННВ	30. 08. 2017.
Датум одбране	
Чланови комисије	<p>Др Слободан Макаров, редовни професор Биолошки факултет Универзитет у Београду</p> <p>Др Александар Остојић, ванредни професор Институт за биологију и екологију Природно-математички факултет Универзитет у Крагујевцу</p> <p>Др Снежана Танасковић, ванредни професор Агрономски факултет у Чачку Универзитет у Крагујевцу</p> <p>Др Ана Митровски Богдановић, доцент Институт за биологију и екологију Природно-математички факултет Универзитет у Крагујевцу</p> <p>Др Урош Савковић, научни сарадник Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитет у Београду Институт од националног значаја за Републику Србију</p>

KEYWORDS DOCUMENTATION

Accession number	
Type of record	Textual material, printed
Contents code	PhD thesis
Author	Filip N. Vukajlović
Mentor	Prof. dr Snežana B. Pešić
Title	Influence of diet on life history and morphological variability of <i>Plodia interpunctella</i> (Lepidoptera: Pyralidae)
Language of text	Serbian (Roman) (scr)
Language of abstract	Serbian (Roman) / English
Country of publication	Serbia
Publication year	2021.
Publisher	Publisher Copyright reprint
Publisher place	Radoja Domanovića 12 34000 Kragujevac, Serbia
Scientific field	Biology
Scientific discipline	Zoology
Key words	Indian meal moth, diet type, nutrient content, secondary metabolites, life history traits, development, survival, reproduction.
Holding data	In library of Faculty of Science, Kragujevac 34000 Kragujevac, Serbia, R. Domanovića 12
Note	
Summary	
<p>The aim of this research is experimental investigation and analysis of the influence of content of moisture, macronutrients (proteins, fats, carbohydrates, total and reducing sugars and starch), ash, and secondary metabolites (total phenolics, flavonoids and tannins) in larval diet on the life history traits (survival, developmental duration and dynamics of all life stages, influence of mating on adult longevity, duration of oviposition, and fecundity) and morphological variability (body and forewing length) of the laboratory population of Indian meal moth, <i>Plodia interpunctella</i>. The larvae were offered 28 diet types grouped into three groups: dried fruits (16 species), nuts (four species) and cereals (five small grain and three millet species), as well as a standard laboratory diet (SLD). Significant influence of nutrition on life history and morphological variability of <i>P. interpunctella</i> were found. The obtained data on the life history traits were integrated into models for predicting the dynamics of oviposition, pupation and adult emergence. Survival of preadult stages was the highest for larvae reared on nuts. Larvae reared on SLD and nuts were the fastest to move to the next instar. The shortest preadult development was in individuals reared on SLD and nuts. Different diets did not affect the survival of the pupa stage. Pupation and adult emergence were significantly faster and more synchronized in individuals reared on SLD and nuts. Adults reared on millet cereals and nuts lived the longest. Differences in the male and female longevity were generally statistically insignificant. Copulated females generally lived significantly shorter than uncopulated ones. Mostly, no significant</p>	

difference in longevity between copulated males and females was observed, or between uncopulated males and females. Females reared on nuts, SLD, dried figs and goji berries laid the largest number of eggs. The body and forewing length of adults reared on nuts and SLD were generally longer than in those reared on dried fruits and cereals. SLD, nuts, dried figs and goji berries are the most suitable diet for *P. interpunctella*.

Accepted by Scientific Board on	30. 08. 2017.
Defended on	
Commission	<p style="text-align: center;"> Slobodan Makarov, PhD Full professor Faculty of Biology University of Belgrade </p> <p style="text-align: center;"> Aleksandar Ostojić, PhD Associate professor Department of Biology and Ecology Faculty of Science University of Kragujevac </p> <p style="text-align: center;"> Snežana Tanasković, PhD Associate professor Faculty of Agronomy in Čačak University of Kragujevac </p> <p style="text-align: center;"> Ana Mitrovski Bogdanović, PhD Assistant professor Department of Biology and Ecology Faculty of Science University of Kragujevac </p> <p style="text-align: center;"> Uroš Savković, PhD Research associate Institute for Biological Research „Siniša Stanković“ University of Belgrade National Institute of Republic of Serbia </p>

ИЗЈАВА АУТОРА О ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Филип Н. Вукајловић, изјављујем да докторска дисертација под насловом:

Утицај исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae)

која је одбрањена на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу представља *оригинално ауторско дело* настало као резултат *сопственог истраживачког рада*.

Овом Изјавом такође потврђујем:

- да сам *једини аутор* наведене докторске дисертације,
- да у наведеној докторској дисертацији *нисам извршио/ла повреду* ауторског нити другог права интелектуалне својине других лица,
- да умножени примерак докторске дисертације у штампаној и електронској форми у чијем се прилогу налази ова Изјава садржи докторску дисертацију истоветну одбрањеној докторској дисертацији.

У Крагујевцу, 24.06.2021. године,


потпис аутора

ИЗЈАВА АУТОРА О ИСКОРИШЋАВАЊУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Филип Н. Вукајловић,

дозвољавам

не дозвољавам

Универзитетској библиотеци у Крагујевцу да начини два трајна умножена примерка у електронској форми докторске дисертације под насловом:

Утицај исхране на животни циклус и морфолошку варијабилност *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae)

која је одбрањена на Природно-математичком факултету

Универзитета у Крагујевцу, и то у целини, као и да по један примерак тако умножене докторске дисертације учини трајно доступним јавности путем дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу и централног репозиторијума надлежног министарства, тако да припадници јавности могу начинити трајне умножене примерке у електронској форми наведене докторске дисертације путем *преузимања*.

Овом Изјавом такође

дозвољавам

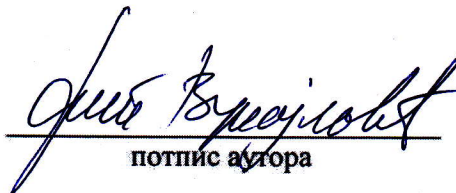
не дозвољавам¹

¹ Уколико аутор изабере да не дозволи припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци, то не искључује право припадника јавности да наведену докторску дисертацију користе у складу са одредбама Закона о ауторском и сродним правима.

припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од следећих *Creative Commons* лиценци:

- 1) Ауторство
- 2) Ауторство - делити под истим условима
- 3) Ауторство - без прерада
- 4) Ауторство - некомерцијално
- 5) Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима
- 6) Ауторство - некомерцијално - без прерада²

У Крагујевцу _____, 24.06.2021. године,



потпис аутора

² Молимо ауторе који су изабрали да дозволе припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци да заокруже једну од понуђених лиценци. Детаљан садржај наведених лиценци доступан је на: <http://creativecommons.org.rs/>