

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Gašper BOKAVŠEK

**TEMPERATURA IN ZRAČNA VLAGA KOT
DEJAVNIKA SMRTNOSTI RIŽEVEGA ŽUŽKA
(*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) V
LABORATORIJSKIH RAZMERAH**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Gašper BOKAVŠEK

**TEMPERATURA IN ZRAČNA VLAGA KOT DEJAVNIKA SMRTNOSTI
RIŽEVEGA ŽUŽKA (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) V
LABORATORIJSKIH RAZMERAH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**TEMPERATURE AND AIR HUMIDITY, AS FACTOR OF MORTALITY OF
RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) UNDER
LABORATORY CONDITIONS**

GRADUATION THESIS
Higher Professional studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava TRDANA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica:

Član: prof. dr. Stanislav TRDAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Gašper BOKAVŠEK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dvl
DK	UDK 632.76:591.5 (043.2)
KG	sitophilus oryzae/rižev žužek/temperatura/zračna vlaga/ abiotični dejavniki/laboratorijske razmere/smrtnost
AV	BOKAVŠEK Gašper
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	TEMPREURA IN ZRAČNA VLAGA KOT DEJAVNIKA SMRTNOSTI RIŽEVEGA ŽUŽKA (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.], Coleoptera, Curculionidae) V LABORATORIJSKIH RAZMERAH
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	X, 37 str., 2 pregl., 18 sl., 22 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V laboratorijskih razmerah smo preučevali vpliv dveh abiotičnih dejavnikov, temperature in relativne zračne vlage, na smrtnost odraslih osebkov riževega žužka (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.], Coleoptera, Curculionidae). V poskusu smo uporabili populacijo riževega žužka, ki je bila vzgojena v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Uporabili smo tri različne vrste zrnja: ječmenovo, pšenično in koruzno. Smrtnost riževega žužka smo preučevali pri treh različnih temperaturah (25, 30 in 35 °C) in dveh različnih vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) v treh terminih (7, 14 in 21 dni po izpostavitvi). Z vsako vrsto zrnja smo preučili 18 različnih kombinacij. Največjo povprečno smrtnost hroščev riževega žužka smo potrdili pri 35 °C (61,4 %), pri 75 % relativni zračni vlagi (28,5 %), po izpostavitvi 21 dni in pri hroščih v ječmenovem zrnju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dvl
 DC UDC 632.76:591.5 (043.2)
 CX rice weevil/temperature/relative air humidity/abiotic factors/laboratory conditions mortality
 AU BOKAVŠEK, Gašper
 AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2012
 TI TEMPERATURE AND AIR HUMIDITY, AS FACTOR OF MORTALITY OF RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO X, 37 p., 2 tab., 18 fig., 22 ref.
 AL sl/en
 AB Under the laboratory conditions we examined the effect of two abiotic factors, temperature and relative air humidity, on the mortality of adult rice weevils (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae). We used the rice weevil population which was bred in the entomological laboratory of the Chair of Phytomedicine, Agricultural Engineering, Crop Production, Pasture and Grassland Management. We used three different grains : barley, wheat, and maize. We examined the mortality of the rice weevil under three different temperatures (25, 30 in 35 °C), two different values of relative air humidity (55 in 75%) and in three different periods (7, 14 and 21 days after the exposure). We studied 18 different combinations with every grain species. The highest average mortality of the rice weevil beetles is confirmed at the temperature of 35 °C (61.4%), 75% relative air humidity (28.5%), 21 days after exposure and among the population of rice weevil in barley.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC.....	X
1 UVOD	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ABIOTIČNI DEJAVNIKI	2
2.1.1 Toplota	2
2.1.2 Vlaga	3
2.2 HROŠČI	3
2.2.1 Oznaka	3
2.2.2 Zgradba telesa	4
2.2.3 Razmnoževanje, preobrazba	5
2.2.4 Pregled vrst	5
2.3 RILČKARJI (Curculionidae)	5
2.4 ŽITNI ŠKODLJIVCI	6
2.5 RIŽEV ŽUŽEK (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.]).....	6
2.5.1 Opis	6
2.5.2 Bionomija in razvojni krog.....	7
2.5.3 Škoda	8
2.6 ČRNI ŽITNI ŽUŽEK (<i>Sitophilus granarius</i> [L.])	9
2.6.1 Opis	9
2.6.2 Bionomija in razvojni krog.....	10
2.6.3 Škoda	10
2.7 KORUZNI ŽUŽEK (<i>Sitophilus zeamays</i> Motschulsky)	11
2.7.1 Opis	11
2.7.2 Bionomija in razvojni krog.....	11
2.7.3 Škoda	11
2.8 PŠENICA (<i>Triticum aestivum</i> L.)	12
2.8.1 Izvor, širjenje in pomen pšenice.....	12

2.8.2 Zrno	12
2.8.3 Skladiščenje zrnja	13
2.9 KORUZA (<i>Zea mays</i> L.).....	13
2.9.1 Njena preteklost, sedanjost in prihodnost.....	13
2.9.2 Zrno	14
2.9.3 Sušenje in skladiščenje storžev in zrnja	15
2.10 JEČMEN (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	16
2.10.1 Zgodovina ječmena	16
2.10.2 Zrno	16
2.10.3 Skladiščenje zrnja	17
2.11 PRIPRAVA NA SKLADIŠČENJE TER SKLADIŠČENJE ŽITA	17
2.12 PREVENTIVNI IN KURATIVNI NAČINI ZATIRANJA SKLADIŠČIH ŠKODLJIVCEV	17
2.13 INSEKTICIDI ZA ZATIRANJE RIŽEVEGA ŽUŽKA TER DRUGIH SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV IN BIOTIČNI NAČIN ZATIRANJA.....	19
2.13.1 Phobi grains	20
2.13.2 Actellic 50 EC	20
2.13.3 Degesch plošče in trakovi, Magtoxin pelete in tablete ter Phostoxin pelete in tablete.....	20
2.13.4 Biotični način zatiranja skladiščnih škodljivcev.....	20
3 MATERIALI IN METODA DELA.....	22
3.1 UPORABLJENI MATERIALI	22
3.2 POTEK POSKUSA.....	23
3.2.1 Tehtanje zrnja ter štetje hroščev	23
3.2.2 Postavitev v rastno komoro in ugotavljanje smrtnosti žužkov	24
4 REZULTATI	26
4.1 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA – GENERALNA ANALIZA	26
4.2 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 7. DNEVU	28
4.3 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 14 DNEH	30
4.4 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 21. DNEVU	31
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	33
5.1 RAZPRAVA	33
5.2 SKLEPI	33
6 POVZETEK.....	35

7 VIRI	36
---------------------	----

ZAHVALA

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Odrasli osebki riževega žužka (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.], Coleoptera, Curculionidae) v zrnju koruze (foto: T. Bohinc)	7
Slika 2: Ječmenovo (levo), pšenično (sredina) in koruzno (desno) zrnje, uporabljeno v naši raziskavi (foto: T. Bohinc)	22
Slika 3: Gojitvena posoda za vzdrževanje in razmnoževanje laboratorijske populacije riževega žužka (foto: T. Bohinc)	23
Slika 4: Digitalna tehtnica z erlenmajerico, napolnjeno z ječmenovim zrnjem (foto: T. Bohinc)	24
Slika 5: Erlenmajerice ječmena, pšenice in koruze z odraslimi osebki riževega žužka v gojitveni komori (foto: T. Bohinc)	25
Slika 6: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh terminih ocenjevanja	26
Slika 7: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh različnih vrstah zrnja	26
Slika 8: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah	27
Slika 9: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage	27
Slika 10: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh vrstah žita 7 dni po izpostavitvi	28
Slika 11: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 7 dni po izpostavitvi	28
Slika 12: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage 7 dni po izpostavitvi	29
Slika 13: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v zrnju treh vrst žita 14 dni po izpostavitvi	29

Slika 14: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 14 dni po izpostavitvi	30
Slika 15: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih zračne vlage 14 dni po izpostavitvi	30
Slika 16: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v zrnju treh vrst žita 21 dni po izpostavitvi	31
Slika 17: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 21 dni po izpostavitvi	31
Slika 18: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage 21 dni po izpostavitvi	32

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Odstotek izgubljene mase in votlost zrnja pšenice glede na začetno populacijo odraslih žužkov pri temperaturi 20 °C (Korunić, 1990)	8
Preglednica 2: Sistematika, morfološke značilnosti in bionomija riževega žužka (Korunić, 1990)	9

1 UVOD

Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]) spada v družino rilčkarjev (Curculonidae), pri katerih je sprednji del glave podaljšan v rilček. Je sorodnik črnega žitnega žužka (*Sitophilus granarius* [L.]), ki je sicer nekoliko večji. Rižev žužek je izrazito rjave barve, na pokrovkah pa ima po dve svetlejši pegi. Od črnega žitnega žužka se razlikuje tudi po tem, da leti. K nam je bil zanesen s pošiljkami žit iz južnih krajev. V svetu in pri nas je zelo razširjena vrsta. Zelo mu ustrezajo topli kraji, kot so območja Afrike, Južne Amerike, Afrike, jugovzhodne Azije in Avstralije. Prav v teh območjih živi tudi na prostem. V Sloveniji ga najpogosteje najdemo v velikih silosih, kjer je bolj enakomerna temperatura in s tem izpolnjen eden od pogojev za njegov razvoj.

Če primerjamo dve številčno enaki populaciji riževega in žitnega žužka, pridemo do ugotovitve, da rižev žužek poje manjše količine zrnja. Ker pa je njegov razmnoževalni potencial mnogo večji, lahko povzroči precejšnjo izgubo mase zrnja. Ličinke in odrasle žuželke močno poškodujejo zrnje pšenice in drugih žit. Onesnažijo jih s svojimi izločki, deli teles in ustvarijo razmere za razvoj drugih škodljivcev. Takšna pšenica oziroma izdelki iz nje pa so za prehrano ljudi neustrezní. Rižev žužek spada med škodljivce, ki povzročajo veliko škodo (Vukasović in sod., 1962; Korunić, 1990; Štrbac 2002).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Da bi preučili vpliv najpomembnejših abiotičnih dejavnikov na riževega žužka v skladiščih, smo hrošče izpostavili različnim vrednostim temperature ter zračne vlage. Namen raziskave je bil, da ugotovimo, ali je mogoče riževega žužka zatreti tudi z uravnavanjem temperature in zračne vlage v njegovem življenjskem okolju. Hoteli pa smo tudi ugotoviti, ali je uspešnost takšnega načina zatiranja riževega žužka odvisna tudi od vrste žita, v katerem se je hrošč namnoževal.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Delovna hipoteza naše raziskave je bila, da sta temperatura in zračna vlaga pomembna dejavnika vitalnosti riževega žužka in da lahko z njunim uravnavanjem vplivamo na smrtnost tega škodljivca.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ABIOTIČNI DEJAVNIKI

Dejavniki okolja so neživi ali abiotični in živi ali biotični. Obe skupini se med seboj prepletata. Žuželke se, podobno kot drugi organizmi, pojavljajo v določenih bivališčih (habitatih), ki jim ugajajo. Velika pogostost oziroma številčnost vrste v nekem habitatu kaže na to, da je ta zanj ugoden. Vrsta, ki tolerira veliko spremenljivosti nekega abiotičnega dejavnika, na primer temperature, ima strpnostno krivuljo široko zvonasto. Taka vrsta ima široko ekološko valenco. Če vrsta podobno tolerira več različnih abiotičnih dejavnikov, potem jo označujemo za generalista. Vrsta, ki ne tolerira spremenljivosti, ima strpnostno krivuljo ozko zvonasto, čemur pravimo, da je specialist. Ločimo evrieke (*eury*-širok) žuželke, ki se pojavljajo v različnih ekosistemih. Steneke (*stenos*-ozek) žuželke so vezane na en ekosistem (Milevoj, 2007).

2.1.1 Toplota

Žuželke so poikilotermne oziroma mrzlokrvne ali ektotermne, za razliko od toplokrvnih ali endotermnih živali, med katere spadajo sesalci. Telesna temperatura žuželk je odvisna od temperature okolja. Telo sprejema podnevi toploto iz okolja, kjer se temperatura povečuje. Ponoči, ko se okolje ohlaja, se ohlajajo tudi žuželke. Ogrevanje telesa zagotavljajo različni dejavniki, na primer zunanja telesna zgradba, položaj kril, barva telesa žuželk. V tej zvezi govorimo o heliotermični regulaciji telesne temperature. Na hladnejših mestih živijo temnejše obarvane vrste, saj se na njihovih telesih absorbirajo sončni žarki, da se telo segreva. Na toplejših legah živijo svetle, nekatere vrste v vročem delu dneva celo še posvetlijo, tako da se svetloba od njihovega telesa odbija in se tako manj segreva. S kontrakcijo mišic uravnavajo čebele telesno temperaturo in podobno nekateri hrošči. S trepetanjem oziroma utripanjem kril pred poletom uravnavajo telesno temperaturo nekateri metulji. Toplotno regulacijo jim čez dan omogoča položaj telesa, ki ga obračajo glede na svetlobne žarke, na primer kobilice. V hladnejšem delu dneva se živali sončijo, v toplejšem obdobju odidejo v senco. V opoldanski vročini se toploljubne (termofilne) vrste (na primer kapusovi bolhači) izpostavijo soncu, nasprotno so termofobne vrste, na primer sovke, tedaj plitvo v tleh pod rastlinami. Tudi goseničja legla, kjer je skupaj več deset ali 100 gosenic, so usmerjena k temperaturni regulaciji telesa. V zapredkih prstančarja (*Malacosoma neustria*) je temperatura podnevi za 10 °C višja, kot je v okolici. Postavitev ali izgradnja mravljišč je povezana z regulacijo telesne temperature mravelj. Dobro je znana temperaturna regulacija pri socialnih žužkah, na primer čebelah (Milevoj, 2007).

Žuželke in drugi organizmi živijo v območjih minimalne, optimalne in maksimalne temperature. To so t. i. kardinalne točke, ki so za vsako vrsto žuželke svojstvene. Temperatura vpliva na razvoj žuželk, in sicer vpliva na zorenje spolnih organov, tvorbo sperme oziroma jajčec, na izleganje, levitev, zabubljenje, eklozijo imaga. Interval

temperaturnih življenjskih razmer, ki jih organizem prenese brez škode, imenujemo ekološka valenca ali reakcijska širina (Milevoj, 2007).

Ločimo zgornjo in spodnjo temperaturno mejo za presnovo v telesu. Med njima je vitalna cona. Pod njo nastopi smrt zaradi mraza, nad njo pa smrt zaradi vročine. Stopnje aktivnosti v vitalnem območju, v odvisnosti od temperature, so naslednje (Milevoj, 2007):

- a) otrplost zaradi mraza pod spodnjo mejo aktivnosti;
- b) otrplost zaradi vročine nad zgornjo mejo aktivnosti;
- c) območje aktivnosti.

Temperatura je izredno pomemben dejavnik, ki vpliva na populacijo žuželk. Oziraje se na temperaturo ločimo pri žužkah vitalno, aktivno in kritično cono mraza in toplote. Zunaj aktivne cone je meja življenjskih funkcij; v tem območju osebkovi otrpnejo ali poginejo (Milevoj, 2007).

2.1.2 Vlaga

Žuželčje telo vsebuje, podobno kakor druga živa bitja, vodo. Odstotek vode se giblje od 45 do 92 %. Majhen je pri skladiščnih vrstah, tako znaša pri črnemu žitnemu žužku od 46 do 47 %. Žuželke se razlikujejo med seboj glede potrebe po okoljski vlagi; ta je majhna na primer pri skladiščnih vrstah. To so kserofilne vrste. Nasprotno pa higrofilne vrste potrebujejo več vlage/vode v okolju. Žuželke, ki živijo v tleh in njihove ličinke, na primer predstavniki družin Elateridae, Noctuidae, Scarabaeidae, so vlagoljubne. Živijo v tleh, ki so dostikrat zasičena z vlago. Nekatere imajo široke vitalne meje glede vlage (evrihigre) (na primer Chrysomelidae) (Milevoj, 2007).

Pred izgubo vode varuje žuželke kutikula, in sicer voščena plast epikutikula. Zračna vlaga vpliva na prehranjevanje žuželk. Čim ugodnejši sta temperatura in vlaga za organizem, tem intenzivneje se ta hrani in razvija. Vlaga vpliva na gibanje žuželk v prostoru. Ene se gibljejo proti optimalnim vlažnostnim razmeram, druge proti suhim. To so ascendentna in descendentna gibanja. Vlaga vpliva na spolno dozorevanje žuželk. Z vlago so povezane padavine in namakanje, ki nekatere vrste spodbuja v razmnoževanju, druge ovira. Svojo vlogo ima tudi sneg, ki zavaruje žuželke pred nizko temperaturo. Zmrzal brez snega prizadene vrste, ki prezimujejo pod rastlinskimi ostanke (Milevoj, 2007).

2.2 HROŠČI

2.2.1 Oznaka

Hrošči so največja skupina žuželk. Sprednja krila so pri večini preobražena v usnjati pokrovki, ki prekrivata zadnja krila in zadek. Osnovni tip obustnih okončin je pri njih grizalo. Razvijajo se s popolno preobrazbo (Sket in sod., 2003).

2.2.2 Zgradba telesa

Hitinjača glave je močno sklerotizirana in nosi oči, tipalke in čeljusti. V njej so zaščiteni glavni živčni centri. Ob ustni odprtini so nameščene čeljusti. Osnovna oblika čeljusti je grizalo. Vendar so lahko čeljusti in glava, zaradi prilagoditev različnemu načinu življenja, zelo različni. Nad usti je zgornja ustna (labrum), ki je luskaste oblike in neparna; lahko je vrstno značilno oblikovana. Parne sprednje čeljusti (mandibule) so lahko zelo velike in imajo razvite zobčaste izrastke, imenovane tudi zobje. Druge čeljusti (1. maksile) so tudi parne, sestavljene iz dveh delov. Notranji del je močnejši in nosi zobce, ki pomagajo pri drobljenju hrane. Zunanji del ima členasti nastavek, ki ga imenujemo tipalčica (palp). Na tipalčicah so čutni organi za okušanje. Zadnji par čeljusti je združen v neparno tvorbo, imenovana spodnja usta (labium) (Sket in sod., 2003).

Tipalke so členjene in na njih so različna čutila. Pri različnih skupinah hroščev so različno oblikovane: bičaste, nitaste, glavničaste, pahljačaste ali kijaste. Tudi dolžina in velikost tipalk sta zelo različni. Pri nekaterih hroščih so zelo dolge, drugje čisto kratke, lahko so zelo tanke ali zelo debele (Sket in sod., 2003).

Sestavljene oči so pri večini iz velikega števila očesc (omatidijev). Nekateri hrošči zelo dobro vidijo, so pa tudi taki, ki so prilagojeni življenja v tleh in so delno ali popolnoma brez oči in slepi. Ravno slepe vrste so posebnost našega živalstva in so za nas zelo pomembne (Sket in sod., 2003).

Sledi oprsje. Od treh kolobarjev, ki ga sestavljajo, je pri hroščih najbolj razvit prvi. Druga dva sta pokrita s pokrovkami. Zgornjo, močno sklerotizirano ploščo prvega kolobarja, imenujemo vratni ščit (pronotum). Na oprsju so, kakor je značilno za žuželke, trije pari nog in dva para kril. Noge so sestavljene iz petih členov in po obliki prilagojene okolju, kjer določena vrsta živi. Lahko so zelo različno dolge, določeni deli nog so lahko bolj ali manj razviti, pari nog so lahko med seboj tudi različni. Tako so noge prilagojene za tekanje, kopanje, skakanje, oprijemanje in plavanje (Sket in sod., 2003).

Krila so na 2. in 3. kolobarju oprsja. Prvi par je večinoma močno odebeljen – sklerotiziran in včasih strukturiran in ga imenujemo pokrovke (elitre). Te pokrivajo zgoraj ves zadek, razen v izjemnih primerih, kot so hrošči kratkokrilci in travnice. Pri njih so pokrovke zelo kratke. Drugi par kril je opnast in služi za letenje. Ta par kril je daljši od pokrovk in se ob mirovanju zloži podnje. Nekatere vrste nimajo razvitega drugega para kril in te ne letajo. Pri njih sta pokrovki po dolgem med seboj zrasli. Hitinjača na hrbtu zadka je navadno mehka in jo ščitijo pokrovke. Trebušne ploščice zadkovih kolobarjev so močnejše sklerotizirane, zato je tukaj tudi členjenost zadka bolj opazna. Zadnji obroči so pogosto zrasli in pri samicah lahko tvorijo leglico. Dihalnice so na bokih zadka (Sket in sod., 2003).

2.2.3 Razmnoževanje, preobrazba

Hrošči so ločenih spolov in se razvijajo s popolno preobrazbo; to pomeni, da razvoj poteka prek stadija bube. Nekatere vrste hroščev imajo že preprosto skrb za zarod, tako da samice varujejo jajčeca ali celo ličinke. Ličinke niso podobne odraslim žuželkam in se večinoma tudi hranijo drugače kot odrasle živali. Buba je tudi pri hroščih stadij mirovanja. Prosta buba je bolj ali manj bele barve in se le malo giblje. Ličinka si prej še naredi bubino kamrico in se v lesu ali zemlji zabubi. Nekatere vrste bub prosto visijo z glavo navzdol, pritrjene na rastlinah. Iz bub pa se čez čas razvijejo odrasli hrošči (Sket in sod., 2003).

2.2.4 Pregled vrst

Hrošči so najštevilčnejša živalska skupina na svetu. Najdemo jih praktično v vsakem kotičku Zemlje. Avtorji si glede števila vrst niso enotni, tako da zasledimo v literaturi zelo različne vrednosti, od 300.000 do 400.000 vrst. V Sloveniji jih danes ocenjujemo na okoli 6.000 vrst, v srednji Evropi jih poznamo 8.000, kar kaže na veliko biotsko pestrost hroščev v slovenskem prostoru (Sket in sod., 2003).

2.3 RILČKARJI (Curculionidae)

Rilčkarji so velika skupina rastlinojedih hroščev, za katere je značilno, da imajo prednji del glave podaljšan v rilec. Ta je lahko zelo dolg ali razmeroma kratek. Na rilcu imajo kijaste tipalke, ki so enostavne ali kolenčaste in ustne dele. Telo je lahko podolgovato, valjasto ali okroglo. Večina je močno obokanih, vendar poznamo tudi vrste s sploščenim telesom. Pri večini vrst leži glava v ravnini s telesom, le pri nekaterih skupinah stoji pravokotno na telo in je obrnjena navzdol. Hitinski oklep je večinoma močan, le redko je mehak in tanek. Pri naših vrstah prevladujejo črne, sive in rjave barve, so pa nekatere vrste lahko zelo lepih pisanih barv. To velja posebno še za tropske predstavnike. V večini primerov so noge dobro razvite, nekatere vrste imajo stegna zadnjega para nog odebeljena in skačejo kot hrošči bolhači. V tej skupini poznamo tudi talne in jamske vrste, ki so slepe in nepigmentirane (Sket in sod., 2003).

Kot smo že omenili, so hrošči in ličinke rastlinojedi, in so nekatere vrste znani škodljivci. Ličinke nekaterih vrst so breznoge in žive v koreninah in lesu, nekatere pa kot zavrtači v listni sredici. Ličinke nekaterih vrst žive v semenih, ličinke drugih vrst so posebej vezane le na določene vrste rastlin. Na svetu je znanih okoli 45.000 vrst rilčkarjev, v Sloveniji pa je ta velika in tudi gospodarsko pomembna skupina še zelo slabo preučena, saj je bilo doslej najdenih okoli 1000 vrst (Sket in sod., 2003).

2.4 ŽITNI ŠKODLJIVCI

Najpomembnejši škodljivci uskladiščenega žita so: črni žitni žužek (*Sitophilus granarius*), rižev žužek (*Sitophilus oryzae*), koruzni žužek (*Sitophilus zeamais*) ter koruzni molj (*Sitotroga cerealella*). Del razvojnega kroga teh vrst se odvija v zrnju, zato ob vizualnem pregledu žita škodljivcev večkrat ne opazimo. To je eden od razlogov, da največ škode (okoli 95 %) v skladiščih žita naredijo prav te žuželke (Stamenković, 2004).

Zaradi skritega načina življenja jih težko odkrijemo s prostim očesom. Ko žuželke opazimo, je navadno že prepozno, saj se dotlej populacija že poveča. Zaradi prehranjevanja in razvoja ličink nastanejo izgube v količini in kakovosti zrnja. Ugotovljeno je bilo, da je na začetku napada izguba mase 2 do 3 %, po približno devetih mesecih pa okoli 50 %. Med razvojem ličinke pojedjo endosperm in kalček (zmanjšuje se kalivost). Žuželke s svojo dejavnostjo povzročajo segrevanje zrnja, posledično pa takšno pšenico naseljujejo glive, povzročiteljice plesni. Takšna pšenica dobi neprijeten vonj in ni ustrezna za uporabo. Moka iz takšne pšenice nima dobrih tehnoloških lastnosti, je grenka in ni ustrezna za prehrano (Stamenković, 2004).

2.5 RIŽEV ŽUŽEK (*Sitophilus oryzae* [L.])

Rižev žužek izvira iz Avstralije, dandanes pa ga lahko najdemo po celemu svetu kot pomembno vrsto skladišnega škodljivca, ki je bil na različne celine zanesen z zrnjem različnih vrst žit (Oz Animals, Australian wildlife, 2012).

2.5.1 Opis

Podoben je črnemu žitnemu žužku; je samo malo manjši, saj meri v dolžino 2,5 do 4 mm. Na pokrovkah ima dve široki, nejasno omejeni rdečkasti pegi (slika 1). Pod pokrovkami ima drugi par kril, s katerimi lahko leti (Korunić, 1990). Bionomija riževega žužka je zelo podobna bionomiji črnega žitnega žužka. Rižev žužek je škodljivec, ki za svoj razvoj potrebuje nekoliko višje temperature od črnega žitnega žužka. Optimalna temperatura za razvoj tega škodljivca, pri kateri je razvoj najhitrejši in smrtnost najmanjša, je med 24 in 28 °C. Smrtnost ličink je močno odvisna od vlažnosti zrnja: pri 14-odstotni vlagi zrnja in temperaturi 25,5 °C je smrtnost najmanjša, samo 7 %. Spodnja temperaturna meja za razvoj ličink je okoli 13 °C. Zaradi nekoliko višje občutljivosti riževega žužka na nižje temperature, je ta škodlivce bolj razširjen v solidno grajenih stavbah, silosih, skladiščih in podobno, medtem ko črni žitni žužek prevladuje v skladiščih zasebnih pridelovalcev (Korunić, 1990).



Slika 1: Odrasli osebki riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) in njihove poškodbe na zrnju koruze (foto: T. Bohinc)

2.5.2 Bionomija in razvojni krog

V enem zrnju lahko najdemo več kot eno ličinko. Ličinke se lahko hranijo tudi v poškodovanem zrnju. Ta škodljivec ima na območju bivše Jugoslavije 3 do 4 rodove letno, v toplejših območjih pa še precej več (Korunić, 1990).

Odrasla samica riževega žužka v povprečju odloži do štiri jajčeca dnevno in živi od štiri do pet mesecev. Samica tako v svoji življenjski dobi izleže od 300 do 600 jajčec (Lovrec, 2007). V toplejših mesecih se lahko cel življenjski krog odvije v 24 do največ 32 dneh, v hladnejših mesecih pa je za to potrebno daljše obdobje. Jajčeca se razvijejo približno v treh dneh. Ličinke se hranijo v jedru zrnja povprečno 18 dni (EDIS..., 2012). Razvoj ličink poteka podobno kot pri črnem žitnem žužku. Najnižja potrebna temperatura za razvoj ličink je 13 °C (Lovrec, 2007). Buba je gola, stadij bube pa traja v povprečju do 6 dni. Mladi osebki riževega žužka ostanejo v zrnju še od 3 do 4 dni, dokler se popolnoma ne razvijejo (EDIS..., 2012).

Hrošč pri 1 do 4 °C pogine po osmih dneh, pri -6,5 do -9 °C pa po treh dneh (Korunić, 1990). Večanje vlage zrnja povečuje tudi odpornost riževega žužka na mraz, saj pri 4,5 °C v pšenici, ki ima 12 % vlago, pogine po 16 dneh, v pšenici s 14 % vlago po 24 dneh, v pšenici s 17 % vlago pa pogine po 30 dneh (Čamprag, 1983). Čeprav določeno število odraslih osebkov riževega žužka naredi veliko manj poškodb in posledične škode kot enako število osebkov črnega žitnega žužka, je lahko zaradi hitrega razmnoževanja prve vrste škoda zelo velika. Škodljivost riževega žitnega žužka in črnega žitnega žužka pri temperaturi 20 °C kažejo podatki v preglednici 1 (Korunić, 1990).

Preglednica 1: Odstotek izgubljene mase in votlost zrnja pšenice glede na začetno populacijo odraslih osebkov riževega žužka in črnega žitnega žužka pri temperaturi 20 °C (Korunić, 1990)

Vrsta	Število parov začetne populacije	Odstotek izgubljene teže	Odstotek votlih zrn	Odstotek izgubljene teže	Odstotek votlih zrn	Odstotek izgubljene teže	Odstotek votlih zrn
		Po 106 dneh		Po 200 dneh		Po 288 dneh	
<i>Sitophilus granarius</i>	1	3,8	2,2	11	17,1	44,3	100
	2	3,9	2	16,5	35,9	61,1	100
	3	5,5	3,7	33,8	100		
<i>Sitophilus oryzae</i>	1	3,5	0,6	5,9	11,1	10,1	16,1
	2	3,8	1,9	17,5	17,3	36,4	70,3
	3	3,1	2,8	18,1	63	53,6	100

2.5.3 Škoda

Rižev žužek se razvija v zrnju, kar povzroča izgubo mase zrnja in slabšanje kakovosti, s tem pa tudi manjšo hranilno in gospodarsko vrednost. Rižev žužek lahko napade skoraj vse vrste žit; predvsem riž, pa tudi pšenico, koruzo, ječmen, rž ter moko, izdelke iz moke, nekatere druge kmetijske pridelke, kot sta fižol in grah, ter celo tobak. Hrošči riževega žužka lahko letajo (Vrabl, 1992). V toplejših krajih lahko leteči hrošči riževega žužka napadejo žito že na njivah, kljub temu, da je to škodljivec, ki povzroči največ škode na uskladiščenih žitih. Samo trije pari začetne populacije riževega žužka pri 20 °C v 200 dneh preluknjajo 63 % zrnja pšenice. Odstotek izgubljene mase v takšnih razmerah je približno 18 %, vendar takšno zrnje izgubi na čistosti in kakovosti. Z vsakim dodatnim mesecem hitro narašča odstotek preluknjanih zrn in s tem škoda. S povečanjem populacije žužkov se povečuje tudi vlažnost žita, prihaja do segrevanja žita, s čimer se ustvarijo ustrezne razmere za pojav sekundarnih škodljivcev in različnih plesni (Pajmon, 2000).

Preglednica 2: Sistematika, morfološke značilnosti in bionomija riževega žužka (Korunić, 1990)

Red	Coleoptera
Družina	Curculionidae
Domače ime	Rižev žužek
Opis odraslega žužka:	
Dolžina	2,5 do 3,5 mm
Oblika	majhen, z dolgim rilčkom
Barva	črnorjava s štirimi rumenimi pegami na pokrilju
Pokrovke	brez globokih prog in vdolbin, krila so pod pokriljem
Število odloženih jajčec/samico	300 do 600
Opis ličinke	do 3 mm, okroglasta, brez nog, bela
Življenjska doba	4 do 7 mesecev
Življenjski krog:	
razpon temperature	13 do 34 °C
razpon vlage	10 do 16-odstotna vlažnost zrnja
optimalna temperatura	30 do 32 °C
optimalna vlaga	13,5 do 14-odstotna vlažnost zrnja
najhitrejši razvoj	24 dni
Škoda	Ličinke in odrasle žuželke so pomembni škodljivci koruznega zrnja in zrnja drugih vrst pravega žita. Poškodujejo jedrca in omogočijo okužbo ali napad drugih škodljivih organizmov. Poleg izgube mase zrnja njihova zastopnost v žitu vpliva na to, da je zrnje neustrezno za prehrano ljudi.

2.6 ČRNI ŽITNI ŽUŽEK (*Sitophilus granarius* [L.])

Črni žitni žužek je eden od najpomembnejših škodljivcev uskladiščenega žita. Je kozmopolit in ga najdemo na vseh celinah. Zelo je razširjen tudi v Sloveniji, predvsem v kmečkih in podnih skladiščih, prav tako se pojavlja v silosih velikih odkupovalcev zrnja (Lovrec, 2007). Je izrazit skladiščni škodljivec, ki je popolnoma prilagojen na življenje v zaprtih prostorih ter se prenaša samo z napadenim žitom (Vrabl, 1992)

2.6.1 Opis

Je temno rjave do črne barve, odvisno od temperature, vlage in hrane med razvojem ličinke. Odrasel osebek meri v dolžino od 2,5 do 5 mm. Glava je spredaj podaljšana v tanek, okrogel rilček, ki na korenu nosi kolenasto zapognjene tipalke, na koncu pa grizalo. Držalo tipalk je enočlenasto, biček pa je sestavljen iz osmih členkov. Samci imajo okornejši in manj zakrivljen rilček kot samice. Zgornja čeljust služi za vrtanje in sekljanje zrnja. Prvi par kril (pokrovk) je po sredini zrasel, drugega para kril nima in ne leta (Lovrec, 2007).

2.6.2 Bionomija in razvojni krog

V optimalnih razmerah ima en par hroščev v enem letu več sto tisoč potomcev. Odvisno od temperature in vlažnosti, odloži ena samica od 200 do 400 jajčec. V zrno izdolbe luknjico, v katero odloži jajčece in ga obda s sluzasto snovjo, ki se na zraku strdi, tako da je jajčece zavarovano. Izležena ličinka se razvija in hrani v zrnju. Ena ličinka med razvojem povprečno poje od 50 do 70 % vsebine zrna. Ko samica odloži jajčece v zrno, poteka celoten razvoj od ličinke in bube do imaga v zrnju. Šele odrasel hrošč ga zapusti. Črni žitni žužek se prenaša z napadenim zrnjem in embalažo (Pajmon, 2000).

Optimalna temperatura, pri kateri je razvoj hiter in smrtnost majhna, je od 21 do 25 °C. Pri temperaturi 12 °C traja razvoj enega rodu 209 dni, pri temperaturi 30 °C pa samo od 26 do 30 dni. Hitrost razvoja je, poleg temperature, odvisna tudi od vlažnosti in vrste oziroma kakovosti substrata. Relativna vlažnost zraka vpliva tudi na število odloženih jajčec. Pri relativni zračni vlagi, večji od 70 %, je odlaganje jajčec številčnejše, pri zmanjšanju relativne zračne vlažnosti je manjše tudi število odloženih jajčec. Optimalna vlažnost zrnja je od 13,5 do 14,5 %. Zaradi vsega tega so razlike tudi v številu rodov: včasih imajo od dva do štiri rodove, v segretem žitu (kar je posledica zastopanosti škodljivca) pa ima od šest do osem rodov na leto (Pajmon, 2000).

2.6.3 Škoda

Napadeno zrnje je objedeno, zato izgublja maso in kakovost. Izguba mase je lahko večja od 50 %. Napadeno žito ima značilno zatohel vonj. Črni žitni žužek se prehranjuje in razmnožuje v skoraj vseh vrstah žit. Prehranjuje se lahko tudi v moki in otrobih, vendar se tam ne more razmnoževati. Nekaj časa se lahko prehranjuje – vendar kmalu pogine – tudi s fižolom, grahom, sojo, mandeljni. Veliko škodo povzroča v kaščah, silosih, mlinih in mešalnicah močnih krmil. Če je v 1 kg zrnja od enega do 5 žužkov, govorimo o majhnem napadu, če je v njem od 6 do 10 žužkov, je to srednji napad, več kot 11 žužkov v 1 kg zrnja pa pomeni močan napad. Poleg izgube mase, vplivajo hrošči tudi na slabšo kakovost zrnja, tako da kruh iz moke napadenega žita slabo vzhaja, v sredini je lepljiv, je temnejše barve ter neprijetnega vonja in okusa (Pajmon, 2000).

2.7 KORUZNI ŽUŽEK (*Sitophilus zeamays* Motschulsky)

Še pred leti so to vrsto zamenjevali z riževim žužkom, danes jo imajo za posebno vrsto, ki pa jo je mogoče razlikovati od obeh opisanih sorodnih žužkov le po spolnih organih (Vrabl, 1992).

2.7.1 Opis

Koruzni žužek je manj razširjen od črnega žitnega in riževega žužka, vendar se zadnje čase v svetu vse bolj širi in je vse bolj škodljiv. Koruzni žužek je navadno malo večji od obeh predhodno opisanih, zlasti od riževega žužka, kateremu je koruzni žužek po zunanem videzu sicer zelo podoben. Koruzni žužek je velik od 3 do 5 mm, tudi prva dva žužka lahko dosežeta vsaj srednjo vrednost te dimenzije. Zato jih po velikosti med seboj ne moremo razlikovati. Majhne razlike v videzu (morfologiji) pa so še: dolžina telesa brez rilčka je navadno večja kot 3 mm (pri riževem žužku do 3 mm), največja širina vratnega ščita je več kot 1 mm (pri riževem žužku do 1 mm), plitve vdolbinice na vratnem ščitu so bolj okrogle (pri riževem žužku eliptične), po sredini vratnega ščita ni ozkega pasu brez vdolbinic (pri riževem žužku ta pas obstaja) in število vdolbinic v vrsti po sredini vratnega ščita je večje od 20 (pri riževem žužku manj kot 20). Kljub omenjenim razlikam, je determinacija teh treh vrst žužkov najzanesljivejša, če opravimo natančen pregled njihovih genitalnih organov (Pajmon, 2000).

2.7.2 Bionomija in razvojni krog

Koruza je zanj nekoliko ustrežnejša hrana kot pšenica. Pri 25 °C ima koruzni žužek krajši razvoj in je plodnejši od riževega žužka. Z zvišanjem temperature s 25 na 30 °C se zmanjšuje potencial razmnoževanja koruznega žužka, povečuje pa se pri riževem žužku. V hladnejših skladiščih ima koruzni žužek več rodov na leto kot rižev žužek. Samica odloži od 300 do 600 jajčec. V enem zrnju je ena, dve ali celo več ličink. Optimalna temperatura za razvoj škodljivca je od 24 do 28 °C, optimalna vlažnost zrnja pa približno 14 % (Pajmon, 2000).

2.7.3 Škoda

Koruzni žužek raje napada koruzo kot druga žita in je po tem dobil tudi svoje ime. Napade lahko koruzo v storžu že na njivi (v fazi mlečne ali voščene zrelosti), vendar povzroča večjo škodo na uskladiščenem žitu. Ličinke živijo v zrnju (tako imenovani prikriti napad), kjer izjedajo endosperm. Koruzo lahko poškodujejo do te mere, da od zrnja ostane le še prah in lupina. Ličinke tega žužka so bolj škodljive za pšenico in sirek kot rižev žužek. Koruzni žužek lahko povzroči večje segrevanje žitne mase kot črni žitni žužek (Pajmon, 2000).

2.8 PŠENICA (*Triticum aestivum* L.)

2.8.1 Izvor, širjenje in pomen pšenice

Vsi dosegljivi arheološki in zgodovinski podatki kažejo, da sega začetek gojenja pšenice v samo zibelko človeške civilizacije. Gojena enozrna pira (*Triticum monococcum*) se je iz območja rodovitnega polmeseca začela širiti proti zahodnemu delu Male Azije in na južni Balkan ter konec bronaste in zgodnje železne dobe (okoli 3000 do 2000 let pr. n. št.) dosegla srednjo in zahodno Evropo. Pojav gojenja pšenice je bil za človeštvo nepojmljivo pomemben, saj je bilo le-to eden od temeljnih vzrokov, da se je civilizacija na Bližnjem Vzhodu začela razvijati nekaj tisočletij prej kot drugje (Sumeri, Asirci, Babilonci, Egipčani, Izraelci in Judje), obenem pa je dala spodbudo za hitrejši razvoj nadaljevalcev te civilizacije, to je Perzijcev, Grkov, Rimljanov in prek njih vse do sodobne evropske kulture. Zaradi raznolikosti delovnih opravil se je z začetkom pridelovanja pšenice začelo ločevanje kmetijstva od obrti. To je omogočilo razvoj mest in pojav prvih držav (Tajnšek, 1988).

Na eni strani so postajale potrebe po pšenici vse večje, ker je svetovno prebivalstvo vse hitreje naraščalo. Na drugi strani pa so se odprle nove možnosti za večje pridelke, ker so bila v praktično zlahtnjenje uvedena Mendlova odkritja o dedovanju. Od začetka 20. stol. do leta 1984 so se povprečni hektarski pridelki povečali z 0,86 na 2,25 t/ha, pri čemer so razlike med posameznimi deželami zelo velike (Tajnšek, 1988). Danes so hektarski pridelki pšenice precej večji, pri intenzivni pridelavi tja do 10 t/ha, leta 2010 je bil povprečni hektarski pridelek 4,8 t/ha (Statistični urad Republike Slovenije, 2012)

2.8.2 Zrno

Zrno (caryopsis) je značilen zaprt plod pravih žit, ljudsko imenovan tudi seme. Pri ječmenu, rižu, prosu, ovsu, ... so s plodno ovojnico zrasle še pleve, kar loči te plevence od golcev (pšenica, rž, koruza). Po obliki je zrno lahko narobe jajčasto, eliptično ali jajčasto. Je lahko bele, rdeče rdečerjave ali sivorjave barve. Tako oblika kot barva sta dedno pogojeni, vendar nanju močno vplivajo ekološke razmere, predvsem intenzivnost gnojenja, padavine in toplota (Tajnšek, 1980).

Velikost kalčka je določena z razmerjem med površino kalčka in hrbtno površino zrna. Kalček je majhen, če zavzema manj kot šestino dorzalne površine zrna, srednje velik je, če zavzema šestino do četrtno hrbtne površine, in velik, če je njegova površina večja od četrtnine hrbtne površine zrna. Pšenična zrna so na vrhnjem delu dlakava. Ta del zrnja imenujemo bradica. Površina bradice in dolžina dlačic na njej sta različni pri ozimni in jari pšenici. Ozimna pšenica ima ponavadi daljše dlačice kot jara (Tajnšek, 1980).

Absolutna masa je značilna za sorto, vendar pa so tudi v okviru iste sorte velike razlike. Hektolitrska masa pa je le groba ocena kakovosti pridelka, ki so jo najpogosteje uporabljali

v trgovini, vendar jo vse bolj opuščajo, ker ne pokaže v zadostni meri prave vrednosti zrnja. Razen od specifične masa je hektolitrska masa odvisna tudi od oblike zrnja (Tajnšek, 1980).

V pšeničnem zrnju je koncentracija beljakovin in maščob največja v alevronski plasti in kalčku, sladkorja je največ v kalčku, škroba v endospermu, surovih vlaken in pentozanov pa v osemenju. Podrobnejša kakovostna opredelitev kemičnih snovi ni mogoča, ker se sestava teh snovi med posameznimi sortami močno razlikuje (Tajnšek, 1980).

2.8.3 Skladiščenje zrnja

Z uvedbo kombajnov se je pojavil problem sušenja zrnja. Uskladiščeno zrnje ima lahko največ 13 % vlage. Za sušenje žita gradijo velika gospodarstva velike sušilnice, mali pridelovalci pa si lahko pomagajo s prenosnimi in drugimi sušilnicami. Pomembno je, da zrnje zadovoljivo posušijo. Pri semenski pšenici mora biti izpolnjen še en pogoj: temperatura sušenja ne sme presegati 45 °C. Uskladiščimo jo tako, da preprečimo dostop vlage in škodljivcev, kar je še posebno pomembno pri uskladiščenju semenske pšenice (Tajnšek, 1988).

Čim čistejša je zrnje in čim manjša je njegova vlažnost, tem manjša je nevarnost, da se zrnje med skladiščenjem pokvari. Na skladiščenje ugodno vpliva tudi nizka temperatura. Zaželeno je, da med skladiščenjem temperatura ne preseže 14 °C, vlažnost pa ne 12 %. Za varstvo pred škodljivci (molji, žitni žužki, pršice) so potrebni ostrejši ukrepi kot za varstvo pred skladiščnimi boleznimi (Tajnšek, 1988).

2.9 KORUZA (*Zea mays* L.)

2.9.1 Njena preteklost, sedanost in prihodnost

V veliki trojici, v svetovnih razsežnostih daleč najpomembnejših kmetijskih rastlin, ji pripada drugo mesto. Toda koruza je v mnogoterem pogledu tako pomembna, da je odločujoče zaznamovala potek civilizacij kar celih kontinentov: najprej kulturo Indijancev v Srednji in Južni Ameriki, v starem svetu pa je po prenosu iz Amerike osvojila sredozemsko kmetijstvo in pozneje druga območja. Iz Španije so jo Arabci hitro razširili v severno Afriko, na Bližnji vzhod in v Turčijo. Druga pot širjenja je potekala prek Italije, kjer se je pojavila že dve leti po odkritju Amerike (leta 1494). Tu je bilo verjetno žarišče njenega širjenja na Balkan, v srednjo Evropo in v vzhodno Sredozemlje. Po kateri poti so jo prinesli v Slovenijo, ni zanesljivo znano, čeprav o tem obstajajo domneve, ki temeljijo na nazivih za to poljščino. Za koruzo je bilo v prejšnjih časih splošno razširjeno ime turščica (Tajnšek, 1991).

2.9.2 Zrno

Podobno kot pri drugih žitih je botanično plod koruze zrno ali kariopsis, ki je golec. Zrno koruze je sestavljeno iz ednosperma, kalčka, semenske in plodne ovojnice. Največji del mase zrna koruze predstavlja endosperm (okoli 84 %), sledi kalček z okoli 11 %, preostanek sta semenska in plodna ovojnica.. Endosperm sestavljajo podolgovate celice, ki so zapolnjene z zrnici škroba, ki jih obdaja beljakovinski ovoj. V endospermu je okoli 98 % škroba in 74 % beljakovin koruze (Čergan in sod., 2008)

Zrno koruze je sestavljeno iz različnih deležev klenega in moknatega endosperma. Njuno razmerje določa fizikalne in kemične lastnosti koruznega zrnja. Moknati endosperm je v notranjosti zrna in obkroža kalček. Okrogla zrnca moknatega endosperma so obkrožena z zračnimi žepi. Sestavljena so iz več kot 90 % škroba, preostanek so beljakovine in olja. V primerjavi s klenim je moknati endosperm bolj lomljiv in ima manjšo hektolitrsko maso, manj beljakovin in olja, delež škroba pa je pri njem večji (Čergan in sod., 2008).

Kleni endosperm so zrnca škroba, ki so obdana z debelejšo beljakovinsko ovojnico. Je pod ovojnico zrna in je sestavljen iz škroba, beljakovin in olja. Vsebuje okoli 28 % beljakovin. Obkroža celo zrno in mu daje čvrstost. Delež klenega endosperma je genetsko pogojen, povečuje pa se z zrelostjo koruze in gnojenjem z dušikom. Po deležu klenega in moknatega endosperma se hibridi koruze delijo na trdinke, poltrdinke, polzobanke, in zobanke. Zrno z večjim deležem moknatega endosperma je mehkejšo in se bolj fino zmelje. Zrno z večjim deležem klenega endosperma je bolj trdo in grobo melje. Zato se škrob iz zobank prebavlja hitreje kot škrob iz trdin in poltrdink. Komercialni hibridi koruze imajo 20 do 80 % škroba v klenem endospermu. Hibridi z večjim deležem klenega endosperma vsebujejo več beljakovin in olja, imajo čvrstejšo zrno ter večjo hektolitrsko maso in maso na 1000 zrn. Teža kalčka predstavlja 10 do 12 % celotne mase zrna koruze. Kalček sestavlja embrio s kličnim listom, imenovanim skutelum, ki črpa hranila iz endosperma, in hormonov za embrio. Kalček vsebuje olje (33 %), beljakovine (18,4 %) ter sladkor in pepel (10,8 %). V kalčku je okoli 82 % olja, 78,4 % mineralov, 69,3 % sladkorja ter 26,2 % beljakovin od vsega koruznega zrna. Beljakovine kalčka imajo enako hranilno vrednost kot živalske beljakovine (Čergan in sod., 2008).

Tanka zunanja ovojnica koruznega zrna predstavlja okoli 5 % mase suhega zrna. Sestavljajo jo predvsem vlaknine in ščiti notranjost zrna pred mehanskimi in biološkimi poškodbami. Pri zrnju ločimo različne stopnje zrelosti: vodeno, mlečno, voščeno in polno zrelost. Z vidika spravila je pomembna še tehnološka zrelost, ki sovpada s časom spravila koruze za zrnje in je odvisna od vsebnosti vlage v zrnju. Vodena zrelost zrna je obdobje po oplodnji in traja okoli tiri tedne. V tem času hitro raste oklasek ali klasinec, zrno pa počasi. Celice endosperma se šele oblikujejo, v njih še ni škroba. Vsebnost sušine je okoli 15 % in jo predstavljajo predvsem sladkorji. Ob koncu vodene zrelosti je zrno večje, svila pa je posušena. V začetku mlečne zrelosti je vsebina zrna še zdrizasta in podobna mleku.

Rastlinska barvila še niso prisotna v zrnju. Sredi mlečne zrelosti je prostornina zrna največja, potem pa se zmanjšuje zaradi izgubljanja vode. Ob koncu tega obdobja je vsebina zrna že precej zgoščena in podobna siru, prisotna pa so tudi rastlinska barvila. Ob koncu mlečne zrelosti je v zrnju okoli 42 % sušine. V mlečni zrelosti je kopičenje hranilnih snovi v zrnju najintenzivnejše. Faza voščene zrelosti nastopi, ko je vsebina zrna že toliko zgoščena, da jo lahko z nohtom lupimo kot vosek. Zrno je že zelo podobno povsem zrelemu zrnju, asimilati se še kopičijo, voda pa se izgublja iz zrna. V tem obdobju je povprečna vsebnost vlage v zrnju okoli 39 %. Polna zrelost je enaka kot fiziološka zrelost zrna. Nastopi, ko v zrno prenehajo dotekati asimilati. Vsebnost vode v zrnju je od 30 do 36-odstotna. Natančen čas polne zrelosti lahko določimo na temelju pojava črne plasti. Ob začetku polne zrelosti se namreč na hrbtni strani spodnjega dela zrna tako oblikuje črna plast, ki je znak, da je dotok asimilatov v zrno prekinjen (Čergan in sod., 2008).

2.9.3 Sušenje in skladiščenje storžev in zrnja

Med najstarejše načine sušenja koruze štejemo shranjevanje v koruznjakih. Ta postopek še zdaj uporabljajo v toplejših območjih, kjer je manj padavin. Podobno kot za sušenje v kozolcih, je tudi za sušenje v koruznjakih značilno, da poteka zelo počasi in da se zrnje nikoli ne posuši pod 16 % vlažnosti, kar je pogoj, da se ne kvari (Tajnšek, 1991).

V zrnju je voda v obliki higroskopske, vegetacijske in molekulske (konstitucijske) vlage. V procesu sušenja se odstrani večina higroskopske in del vegetacijske vlage, medtem ko molekulska vlaga ostane v zrnju in se prišteva k sušini. Skupni delež vegetacijske in higroskopske vode znaša ob koncu pravilnega sušenja od 13 do 15 %. Tolikšna vlažnost zrnja zadošča za varno skladiščenje, ker je premajhna, da bi se lahko razvile škodljive glive in drugi mikroorganizmi (Tajnšek, 1991).

Najboljša kakovost sušenja je dosežena, če ima zrnje med sušenjem temperaturo od 45 do 50 °C, zato semenska koruzo sušijo pri tej temperaturi. Če znaša vlažnost zrnja več kot 35 %, začetna temperatura zrnja med sušenjem ne sme presegati 70 °C, sicer se zgodijo v zrnju kemične spremembe, ki poslabšajo njegovo kakovost (razpakanost zrnja, razkroj beljakovin in vitamina C). Zrnje z vlažnostjo 25 % lahko sušimo pri temperaturi okoli 80 °C. Nekatere sušilnice pa sušijo pri temperaturi od 100 do 110 °C, vendar je kakovost tako posušenega zrnja slabša. Pri stari koruzi občasno nadzorujemo, če se niso pojavili škodljivci ali plesni. Več kot je poškodovanih zrn, večja je nevarnost, da se zrnje kvari (Tajnšek, 1991).

2.10 JEČMEN (*Hordeum vulgare* L.)

2.10.1 Zgodovina ječmena

Ječmen spada v družino Poaceae. Je stara in dolgo znana poljščina. Najstarejši ječmen so našli v kraju Jarma v Kurdistanu v Iraku. Najdba izhaja iz 7. tisočletja p.n.š.. V tem obdobju so tudi v Egiptu že pridelovali ječmen. V vzhodni Aziji je bil poleg riža glavna hrana prebivalstva. Stari Grki so ječmen darovali bogovom in s klasjem kronali zmagovalce iger. Ječmenjak je bil kruh revnega rimskega prebivalstva. Tudi gladiatorje so hranili z ječmenom, zato se jih je prijel vzdevek ječmenarji (Kocjan Ačko, 1999).

2.10.2 Zrno

Pri ječmenovem zrnu - plevencu sta krovna pleva in predpleva prirasli na zrno, pri golcu pšenice pa pri mlačvi odpadeta. Po krovni plevi teče petero žil, od katerih sta zunanji dve vedno nazobčani, srednja le izjemoma, druga in četrta žila pa včasih sta, včasih pa ne. Nazobčanost je močnejša pri večvrstnem ozimnem ječmenu kot pri dvovrstnemu. Iz baze trebušne strani zrna poteka zakrnelo vretence klaska, ki mu pri ječmenu pravimo ščetka. Ta ima lahko krajše ali daljše dlačice. Po nazobčanosti druge in četrte žile krovne pleve in po dolžini dlačic ločimo štiri tipe zrna: A, B, C in D. Na obeh straneh ščetke se v obliki majhne pahljače nahajata dve krpici, ki ob cvetenju nabreknejo pri tem pa se krovna pleva in predpleva odpreta. Pri ječmenu s pokončnim klasom je na bazalnem delu zrna majhna izjeda, pri ječmenu s poševnim klasom pa te izjede ni (Tajnšek, 1980).

Barva zrnja je zelo različna, spreminja se od intenzivno rumene do temno rumene. Če je seme črno, je velika verjetnost, da ni kalivo. Debelina krovne pleve v precejšnji meri določa barvo zrnja, ker se pri prosojni krovni plevi vidi barva alevronske plasti. Pri večvrstnem ječmenu predstavljajo pleve 10 do 15 % celotne teže zrna, pri dvovrstnem pa 8 do 12 %. Oblika zrnja je dokaj enovita. Zrna se razlikujejo po zalitosti, dolžini in širini. Dvovrstni ima večinoma večje in bolj trebušasta zrna kot večvrstni. Pri večvrstnem sta dve tretjini zrna asimetrični zaradi poševne lege na klasu (Tajnšek, 1980).

Absolutna teža je zelo različna in znaša 30 do 45 g, pri pivovarskem ječmenu pa 35 do 45 g. Hektolitrsko teža je 60 do 70 kg. Za pivovarski ječmen je skoraj ne ugotavljajo več, ker so za pivovarstvo pomembne lastnosti premalo soodnosne s hektolitrsko težo. Ječmen je z beljakovinami nekoliko revnejši kot pšenica in rž, predvsem zaradi deleža plev; pri golcih se njihova vrednost poveča za približno 10 % vseh beljakovin. Ker ima ječmen, predvsem nekatere nove selekcije sort, odlično aminokislinsko sestavo, ga mnogi uporabljajo za krmo (Tajnšek, 1980).

2.10.3 Skladiščenje zrnja

Semenskega in pivovarskega ječmena ne smemo sušiti v sušilnicah, kjer sušilna temperatura presega 45 °C, sicer se zmanjša kalivost. Predvsem pivovarski in semenski ječmen je treba kar najbolj pazljivo uskladiščiti. Ko damo svež ječmen v skladišče, se poveča vlažnost zrnja zaradi dihanja. Takšen ječmen je treba mešati vsake 2 do 3 dneve. Če imamo obsežno pridelavo, je treba zgraditi ustrezne silose. Skladišča naj bodo hladna in zračna (Tajnšek, 1980).

2.11 PRIPRAVA NA SKLADIŠČENJE TER SKLADIŠČENJE ŽITA

Varstvo uskladiščenih pridelkov in zatiranje skladiščnih škodljivcev sta zelo pomembni ter obvezni opravili če želimo preprečiti razvoj skladiščnih škodljivcev v naših skladiščih. Če želimo omogočiti uspešno skladiščenje kmetijskih pridelkov, moramo skozi vse leto vestno opravljati številne ukrepe, priprave na skladiščenje pa se pričnejo že pred samim spravilom pridelka. Skladišče v katerem bo pridelek skladiščen mora biti čisto in suho. Če imamo skladišče za večjo količino pridelka je priporočljivo, da se ga v celoti počisti in odstrani vse ostanke lanskega pridelka, ter se celega razkuži z ustreznimi insekticidi, da preprečimo nadaljnji razvoj morebitnih preživelih škodljivcev v težje dostopnih delih skladišča (Kmetijsko..., 2012).

S primerno suhim žitom onemogočimo razvoj škodljivih organizmov. Žita z vlažnostjo 13% so najprimernejša za skladiščenje. Pri manjših količinah žit uporabljamo za sušenje način premetavanja. V primeru če imamo večjo količino žita in smo ga bili primorani požeti pri večji vsebnosti vlage v zrnju pa žito posušimo s pomočjo mobilnih traktorskih prikolic. Kljub različnim namenom porabe žita je potrebno zagotoviti ustrezne razmere za skladiščenje. Med spravilom in po spravilu žita je velika možnost napada različnih škodljivcev, kateri so največji krivci za izgubo pridelka, poleg neustrezne vlage. V uskladiščenem žitu potekajo številni biokemični in mikrobiološki procesi ter dihanje, katere je možno z nadzorovanimi razmerami tudi uravnavati. Z uravnavanjem razmer pa žitu ohranimo kakovost ter podaljšamo obstojnost. Najprimerneje je skladiščenje žit s 13-odstotno do 14-odstotno vlago, pri 70-odstotni relativni zračni vlagi 10 °C (Kmetijsko..., 2012).

2.12 PREVENTIVNI IN KURATIVNI NAČINI ZATIRANJA SKLADIŠČIH ŠKODLJIVCEV

Vsi škodljivci, ki napadajo živila v skladiščih, silosih, mlinih, med transportom in tudi samo proizvodnjo spadajo med skladiščne škodljivce. Ti majhni organizmi živijo tudi v praznih skladiščih, ki so se v času skladiščenja in med pripravo na ponovno skladiščenje, skrili med razpoke, luknje in v težko dostopne dele, kjer je čiščenje oteženo. Skladišča ustrezajo kar 40 različnim vrstam škodljivih organizmom med katere spadajo: žuželke,

pršice, glodalci in glive, ki zrnje poškodujejo z grizenjem, sesanjem, ga onesnažijo z iztrebki ali svojimi telesnimi ostanki. Pri močnem napadu škodljivcev se prične zrnje segrevati, poveča se relativna zračna vlaga v skladišču in tako so ustrezni pogoji tudi za razvoj plesni. V poškodovanem zrnju se pogosto odvijajo biokemične spremembe, kot sta na primer povečana vsebnost dušika in prostih maščobnih kislin, zaradi katerih ima zrnje neprijeten vonj, pri semenskem materialu pa se zmanjša kalivost. Napadeno zrnje ima tudi velik pomen z zdravstvenega vidika, saj lahko v napadenem skladišču zasledimo tudi mikotoksine, ki so povzročitelji alergij, tako pri delavcih v skladišču kot pri živini. Mikotoksine izločajo nekatere glive. Poznamo pa toksine, ki so nastali že na polju in toksine, ki so nastali zaradi nepravilnega skladiščenja. Toksini so strupene snovi nevarne ljudem kot tudi živalim. Toplokrvne živali so zelo občutljive na mikotoksine, ker so že ob manjši količini rakotvorni, povzročajo krvavitve, poškodujejo sluznico, motijo hormonsko delovanje in tako dalje. Zaradi vseh teh škodljivih vplivov je ključnega pomena, da preprečimo njihovo prisotnost v hrani in krmi. Med glavne skladiščne škodljivce spadajo črni žitni žužek, rižev žužek, koruzni žužek, koruzni molj, žitni molj, krljev molj, žitni kutar in indijski žitnik (Kmetijsko..., 2012).

Da bi uskladiščeno žito obvarovali pred napadom škodljivcev in da bi bili stroški zatiranja čim manjši, moramo ves čas izvajati različne varstvene ukrepe v skladiščnih objektih. Razdelimo jih lahko na preventivne in kurativne. Preventivni ukrepi so vse aktivnosti in postopki, s katerimi preprečujemo pojavljanje škodljivcev v skladiščih in zatiramo njihove maloštevilčne populacije, ki še ne povzročajo večje škode. S kurativnimi ukrepi zatiramo že obstoječe populacije škodljivcev, ki že povzročajo nezanemarljivo škodo (Pajmon, 2000).

Pred sprejemom novega zrnja moramo skladišče temeljito počistiti in odstraniti vse tudi najmanjše ostanke starega zrnja. Ker je priporočljivo, da so površine v prostoru čim bolj gladke, je potrebno vse nastale razpoke in luknje v tleh in stenah ustrezno popraviti. Ko je prostor počiščen, ga tudi kemično razkužimo z ustreznimi insekticidi, ki so namenjeni za te namene in imajo dovoljenje za uporabo v RS (Kmetijsko..., 2012).

Uskladiščeno zrnje je potrebno pregledovati vsaj dvakrat na mesec do jeseni in vsaj enkrat na mesec pozimi saj lahko le tako pravočasno odkrijemo morebitno prisotnost škodljivca. Vzorce žit jemljemo z različnih mest in plasti ter z njih zmešamo povprečni vzorec. Pri odkrivanju hroščev sejemo vzorec skozi sito s velikostjo odprtnic 3 mm na bel papir. Za prisotnost jajčec in ličink uporabimo metodo inkubacije, poznamo pa tudi barvne metode z barvili in metodo flotacije. Zavedati se moramo, da skladiščni škodljivci potrebujejo za svoj razvoj sorazmerno visoko temperaturo in vlago. Temperature, ki so nižje od 20 °C negativno vplivajo na pojav skladiščnih škodljivcev, zato je koristno, da skladišča ob nižjih zunanjih temperaturah odpiramo. Pred skladiščenjem zrnja moramo poskrbeti, da bo zrnje vsebovalo pod 13 % vlage, za še bolj učinkovito preprečitev napada škodljivcev pa bi morali zmanjšati vlažnost zrnja pod 12 % (Kmetijsko..., 2012).

V primeru, da ob pregledu zrnja v skladiščih ugotovimo prisotnost škodljivcev, se moramo nujno lotiti zatiranja. Eden najpogostejših in najučinkovitejših načinov zatiranja so kemični ukrepi pri katerih uporabljamo fitofarmacevtska sredstva, ki so za ta namen in imajo dovoljenje za uporabo v Republiki Sloveniji. Postopki, pri katerih uporabljamo ta sredstva v skladiščih zrnatih proizvodov, so: dezinsekcija, dezinfekcija in deratizacija. Zaradi možnih negativnih vplivov na človeka in okolje je potrebno z vsemi fitofarmacevtskimi sredstvi ravnati v skladu z navodili o varni uporabi. Dezinsekcijo se izvaja kot preventivni ukrep v praznih skladiščih in kot kurativno z direktnim nanosom na zrnje in embalarane izdelke. Pri kemičnem zatiranju se lahko uporablja insekticide za neposredno zapraševanje ali škropljenje zrnja, lahko pa uskladiščene pridelke tudi zaplinimo. Zaplinjevanje je sicer učinkovit kemični ukrep, vendar drag in nima nikakršnega dodatnega učinka, zato je potrebno po zaplinjevanju upoštevati vsa že prej omenjena pravila in izvajati vse preventivne ukrepe, da se ne bi skladiščni škodljivci znova pojavili. Tretiranje skladišč in uskladiščenih pridelkov ne smemo izvajati sami ampak lahko to izvajajo le za to posebej pooblaščen podjetja s strokovno usposobljenim kadrom (Zavod za zdravstveno varstvo, Eska d.o.o., DDD d.o.o. in drugi...) (Kmetijsko..., 2012).

S pomočjo feromonskih vab lahko učinkovito spremljamo številčnost populacije določenih škodljivcev, ter ob preveliki številčnosti pravočasno ukrepamo, da se škodljivci ne prerasmnožijo. Feromone uporabljamo za zatiranje številnih žuželk kot so molji, muhe, pa tudi ščurki in druge. V isti namen lahko uporabljamo tudi lepljive plošče. Kot odvrčala za škodljivce lahko uporabljamo tudi repelente, ki so lahko sintetični ali pa naravni. Škodljivce zatiramo tudi s pomočjo fizikalnih in mehanskih ukrepov, med katere uvrščamo uporabo nepredušno zaprtih prostorov, uravnavanje temperature in vlage, uporaba podzemnih skladišč, uporaba inertnih prašiv kot so pepel, diatomejska zemlja, silicijevi aerogeli in tako dalje. Pri biotičnih ukrepih gre za zatiranje z naravnimi sovražniki skladiščnih škodljivcev, vendar pa ta način ni primeren za skladišča saj paraziti ne morejo razviti dovolj razvitih populacij v času skladiščenja, da bi bili konkurenčni populaciji skladiščnih škodljivcev (Kmetijsko..., 2012).

Za uspešno skladiščenje žita moramo torej najprej poskrbeti za zdrav, čist in ustrezno suh pridelek, čisto skladišče, zagotoviti moramo nadzorovane razmere skladiščenja, s hlajenjem in premetavanjem zrnja pa moramo poskrbeti, da se zrnje ne pregreva. Poleg tega moramo redno nadzorovati uskladiščeni pridelek (Kmetijsko..., 2012).

2.13 INSEKTICIDI ZA ZATIRANJE RIŽEVEGA ŽUŽKA TER DRUGIH SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV IN BIOTIČNI NAČIN ZATIRANJA

Za zatiranje riževega žužka in ostalih skladiščnih škodljivcev je trenutno v Sloveniji registriranih pet insekticidov; Phobi grains, Actellic 50 EC, Degesch plošče in trakovi, Magtoxin pelete in tablete ter Phostoxin pelete in tablete (FITO-INFO, 2012).

2.13.1 Phobi grains

Sredstvo Phobi grains se uporablja kot insekticid za uporabo v praznih skladiščih rastlinskega blaga in je namenjeno zatiranju škodljivcev, kot so črni žitni žužek (*Sitophilus granarius*), žitni kutar (*Rhizopertha dominica*), rižev žužek, mokaarji (*Tribolium* spp.) in krhljev molj (*Plodia interpunctella*). Z njim tretiramo prazne skladiščne prostore v odmerkih 0,06 l/100m³ skladiščnega prostora. Pripravek se uporablja brez predhodne razredčitve s posebnimi napravami za hladno zamegljevanje. Učinkovito zamegljevanje objekta se doseže z dobrim tesnjenjem, tako da se uporabljeni pripravek v njem lahko zadrži (FITO-INFO, 2012).

2.13.2 Actellic 50 EC

Sredstvo Actellic 50 EC se uporablja kot kontaktni insekticid v skladiščih za zatiranje skladiščnih škodljivcev, kot so: žužki (*Sitophilus* spp.), mokaarji (*Tribolium* spp.), vešče (*Ephestia* spp.), žitniki (*Cryptolestes* spp.), zobati žitnik (*Oryzaephilus surinamensis*), krhljev molj, mōčna pršica (*Acarus siro*), žitni kutar (*Rizopertha dominica*). Omenjeno sredstvo se ne sme uporabljati za tretiranje mletega blaga. Zrnje pšenice, ovsu in ječmena, namenjena skladiščenju, se lahko tretira samo enkrat letno (FITO-INFO, 2012).

2.13.3 Degesch plošče in trakovi, Magtoxin pelete in tablete ter Phostoxin pelete in tablete

Sredstva Degesch plošče in trakovi, Magtoxin pelete in tablete ter Phostoxin pelete in tablete se uporabljajo za zatiranje škodljivih žuželk v skladiščih kmetijskih proizvodov. Iz vseh omenjenih sredstev se v prisotnosti atmosferske vlage in vlage blaga, ki se ga namerava tretirati, sprošča za ljudi in živali zelo strupen plin. Uporabljajo se lahko za zatiranje škodljivcev v žitih; rižu, pšenici, ječmenu, koruzi, ovsu, sirku, prosu, rži itd., ter suhem tobaku. To blago (razen razsutih žit v silosnih celicah) se lahko zaplinjuje pod plinotesnimi ponjavami ali drugimi tesnilnimi materiali. Vsa omenjena sredstva so učinkovita za zatiranje gibljivih razvojnih stadijev škodljivcev, kot so: črnega žitnega žužka, riževega žužka in koruznega žužka, mokaarjev, žitnega kutarja, zobatega žitnika, krhljevega molja, velikega mokaarja (*Tenebrio molitor*), mavretanskega mokaarja (*Tenebrioides mauritanicus*), tobakarja (*Lasioderma serricornis*), mōčne vešče (*Ephestia kuehniella*), koruznega molja (*Sitotroga cerealella*), fižolarja (*Acanthoscelides obtectus*) ter pršic (Acarina) (FITO-INFO, 2012).

2.13.4 Biotični način zatiranja skladiščnih škodljivcev

Pod izrazom biotični načini zatiranja razumemo zatiranje škodljivcev z uporabo njihovih plenilcev in parazitoidov živalskega porekla ter uporabo bakterij, gliv in virusov. Najpomembnejši parazitoidi in plenilci žuželk so druge žuželke, kot na primer plenilske stenice (Heteroptera), nekatere osice (Hymenoptera) in muhe (Muscidae). Biotično

zatiranje skladiščnih škodljivcev ima trenutno relativno majhen pomen. Uporaba plenilcev in parazitoidov pri zatiranju skladiščnih škodljivcev je omejena zaradi več razlogov; predvsem bi morala v skladišču že obstajati večja populacija škodljivcev, da bi lahko uporabili njihove naravne sovražnike. V tem primeru bi škodljivci že povzročili nenadomestljivo škodo na uskladiščenem žitu, tako da uporaba koristnih vrst takrat ne bi več bila gospodarsko upravičena. Kajti te, čeprav koristne žuželke, že samo z njihovo zastopanostjo, z iztrebki in kadavri onesnažujejo uskladiščene pridelke ter zmanjšuje njihovo tržno vrednost. Tako povzročajo posredno škodo v skladiščnih objektih. Vendar pa njihova zastopanost v skladišču opozarja na večjo zastopanost škodljivcev v takšnih objektih (Pajmon, 2000).

Tudi zaradi previsokih stroškov biotičnega načina zatiranja skladiščnih škodljivcev ima pri nas ta način zatiranja majhen pomen.

3 MATERIALI IN METODA DELA

Poskus smo izvajali v študijskem letu 2010/2011, celotno delo pa je potekalo v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

3.1 UPORABLJENI MATERIALI

V poskusu smo uporabili populacijo riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae), ki je bila vzgojena v laboratorijskih razmerah v omenjenem laboratoriju (slika 3). Prav tako smo uporabljali zrnje pšenice, ječmena in koruze, od katerih je bilo zrnje zadnjih dveh vrst certificirano iz ekološke pridelave (Priloga A), zrnje pšenice pa je bilo pridobljeno iz poskusa sodelavcev Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Pri poskusu smo potreboval različne pripomočke ter naprave. Uporabljali smo digitalno tehtnico, ki tehta na 0,01 g natančno. Uporabljali smo tudi rastno komoro tip RK-900CH (Kambič Laboratorijska oprema, Semič), kjer je mogoče nastaviti temperaturo na 0,1 °C natančno, prav tako pa je mogoče nastaviti relativno zračno vlago na 1 % natančno. Za poskus smo nujno potrebovali tudi 100-mililitrske erlenmajerice, urno steklo, lij, kopreno ter 2,5 mm sito.



Slika 2: Ječmenovo (levo), pšenično (sredina) in koruzno (desno) zrnje, uporabljeno v naši raziskavi (foto: T. Bohinc)



Slika 3: Gojitvena posoda za vzdrževanje in namnoževanje laboratorijske populacije riževega žužka (foto: T. Bohinc)

3.2 POTEK POSKUSA

3.2.1 Tehtanje zrnja ter štetje hroščev

Za tehtanje zrnja smo uporabljali digitalno tehtnico, tip ET-1111 (proizvajalec Tehtnica, Železniki) (slika 4). Vsako erlenmajerico smo napolnili s $50 (\pm 5)$ g zrnja. V poskusu smo uporabljali zrnje ječmena, pšenice in koruze (slika 2). Z zrnjem vsake od treh vrst žita smo napolnili 30 erlenmajeric ter na njih napisali oznake za njihovo lažjo sledljivost pri poznejšem ugotavljanju smrtnosti škodljivca.



Slika 4: Digitalna tehtnica z erlenmajerico, napolnjeno z ječmenovim zrnjem (foto: T. Bohinc)

V vsako erlenmajerico smo k zrnju dodali 30 odraslih osebkov riževega žužka, ki smo jih predhodno pridobili iz gojitvene posode. Pri štetju hroščev je najboljšje uporabljati svetlo podlago, na katero stresemo osebkke, saj jih tako lažje vidimo ter preštejemo. Ko smo vse erlenmajerice napolnili z zrnjem vseh treh vrst žita in žužki, smo pokrili odprtine s plastificirano kopreno, ki smo jo prepognili, tako, da smo dobili dve plasti. Kopreno smo nato z elastiko pritrdili na vrhu vratu erlenmajeric, tako, da žužki niso mogli pobegniti iz njih.

3.2.2 Postavitev v rastno komoro in ugotavljanje smrtnosti žužkov

Erlenmajerice, napolnjene z zrnjem in hrošči riževega žužka, smo postavili v rastno komoro (slika 5), kjer smo jih izpostavili dvema različnima vrednostima zračne vlage (55 in 75 %) ter trem vrednostim temperature (25, 30 in 35 °C) v treh različnih časovnih obdobjih (7, 14 in 21 dni).

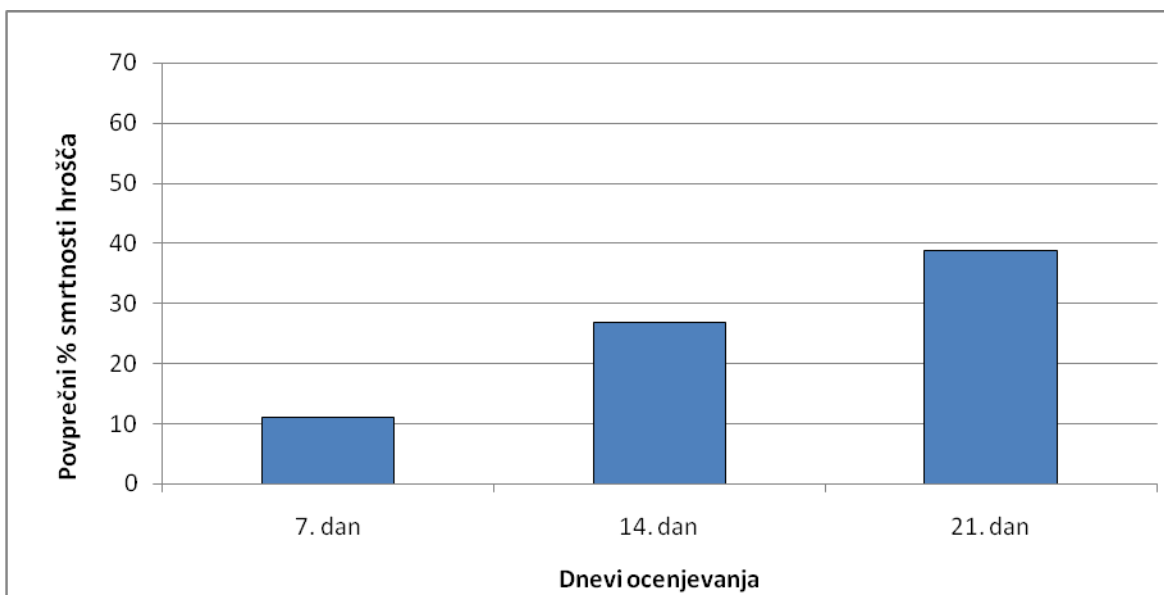


Slika 5: Erlenmajerice v rastni komori, napolnjene z zrnjem ječmena, pšenice in koruze ter odraslimi osebkami riževega žužka v gojitveni komori (foto: T. Bohinc)

Po določenem časovnem obdobju (7, 14 in 21 dni) izpostavitve žužkov različnim kombinacijam relativne zračne vlage in temperature smo erlenmajerice vzeli iz komor in jih odprli. Vsebino smo stresli na 2,5-milimetrsko sito, pod sito pa smo postavil urno steklo. Sito smo stresali toliko časa, dokler nismo ločili vseh žužkov od zrnja. Nato smo se lotili štetja mrtvih hroščev. Morali smo biti zelo pazljivi, da se nismo zmotili pri ugotavljanju vitalnosti hroščev, saj lahko rižev žužek za nekaj trenutkov le otrpne, izgleda pa tako, kot da je mrtev. Mrtev žužek ima noge rahlo odmaknjene od telesa in razmaknjene, otrpel žužek pa ima noge stisnjene k telesu. Po končanem štetju smo rezultate za posamezno erlenmajerico zapisali v poseben obrazec, žužke in poškodovano zrnje smo zavrgli, ves uporabljen pribor pa smo oprali.

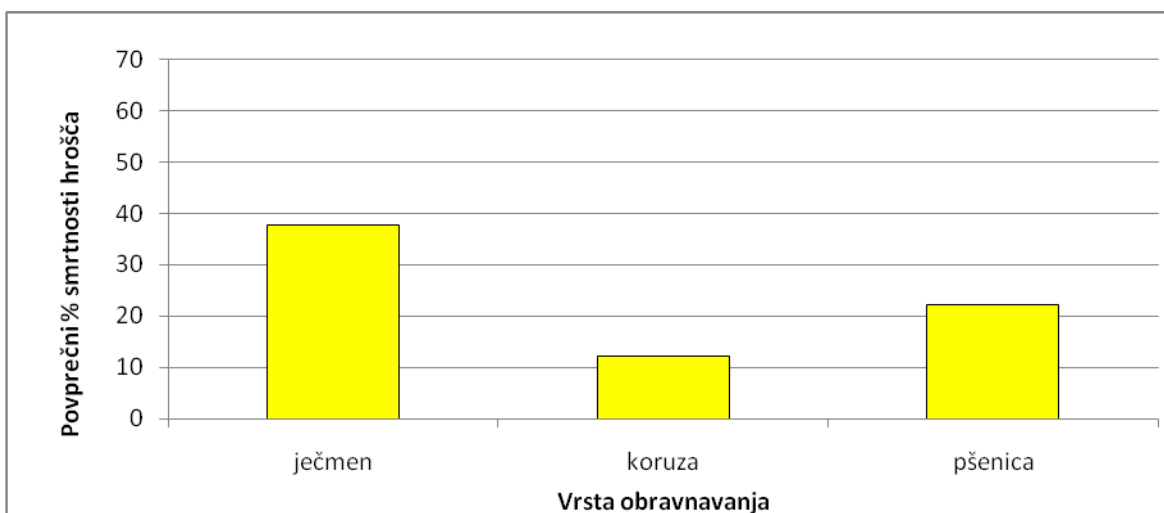
4 REZULTATI

4.1 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA – GENERALNA ANALIZA



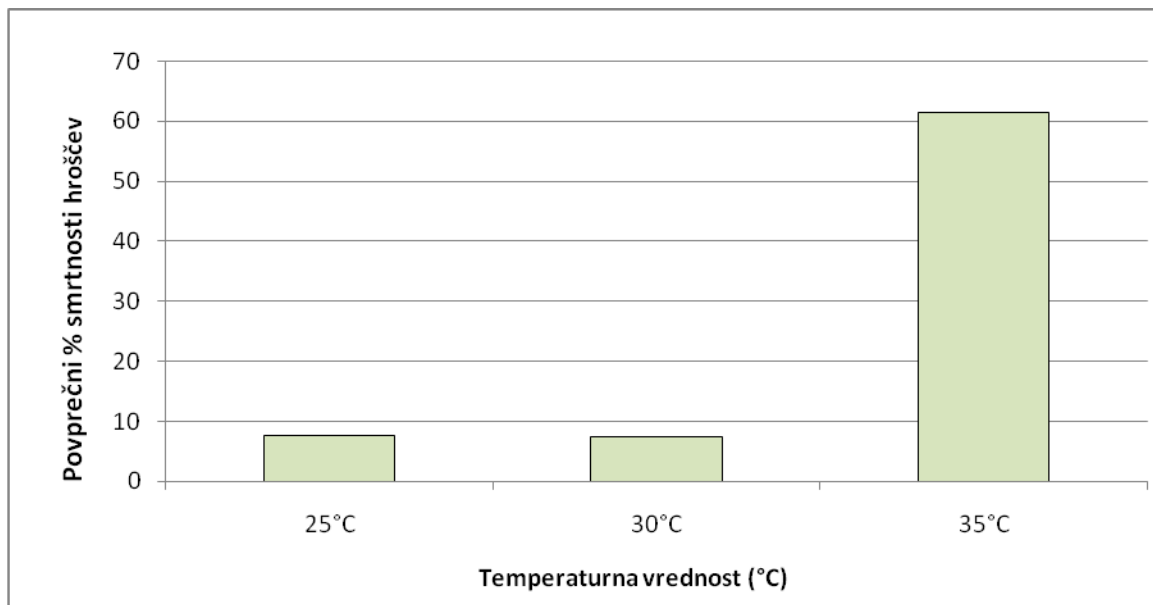
Slika 6: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh terminih ocenjevanja

Slika 6 prikazuje povprečno smrtnost odraslih osebkov riževega žužka po posameznih terminih ocenjevanja. Iz nje je razvidno, da se smrtnost hroščev povečuje z daljšanjem izpostavitve, saj je bila najmanjša smrtnost po sedmemu dnevu (11 %), največja pa po enaindvajsetemu dnevu (38,7 %).



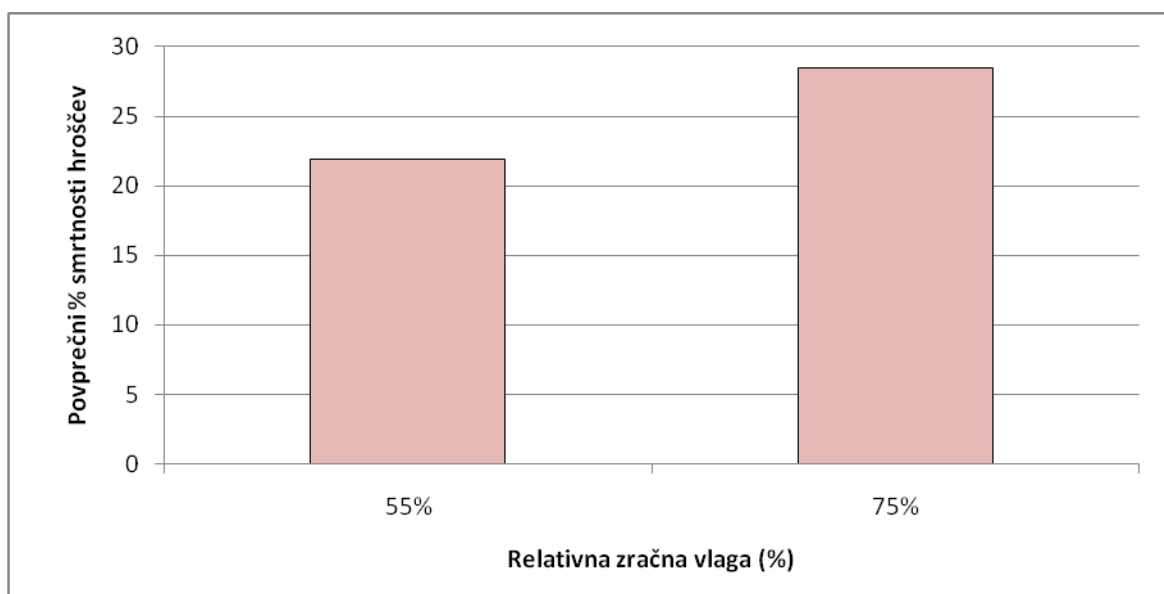
Slika 7: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh različnih vrstah zrnja

Iz slike 7 je razvidno, da je bila povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka največja v obravnavanjih, v katerih so bili hrošči pomešani z zrnjem ječmena (37,8 %), najmanjša pa pri izpostavitvi žužkov zrnju koruze (12,2 %).



Slika 8: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah

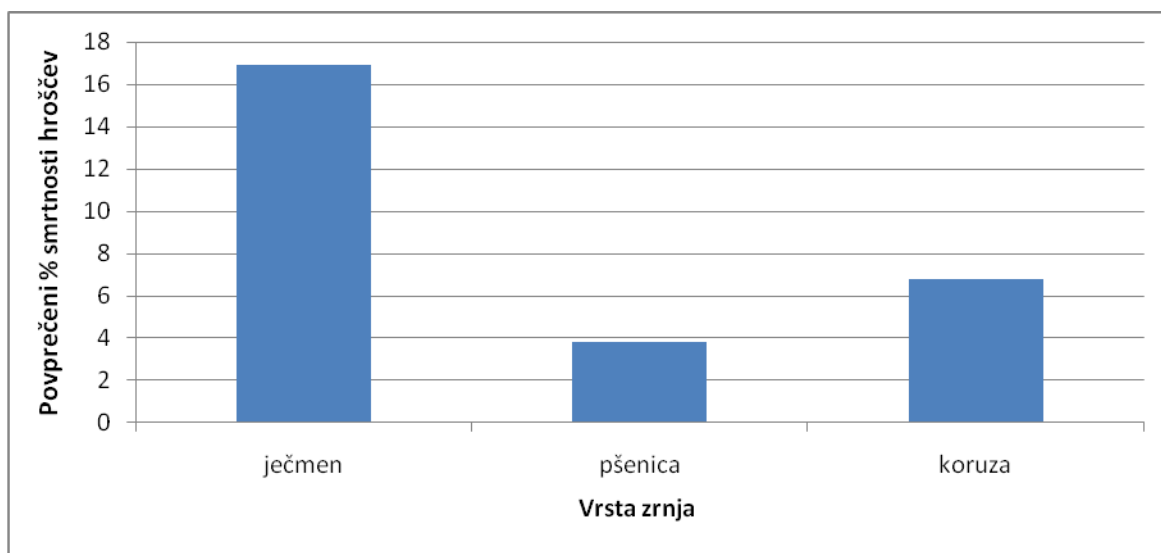
Slika 8 prikazuje, da je bil največji povprečni odstotek smrtnosti ugotovljen pri hroščih, izpostavljenih 35 °C (61,4 %), najmanjši povprečen odstotek smrtnosti pa smo ugotovili pri izpostavitvi žužkov temperaturama 25 in 30 °C, saj pri obeh povprečna smrtnost ni presegla 8 %.



Slika 9: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage

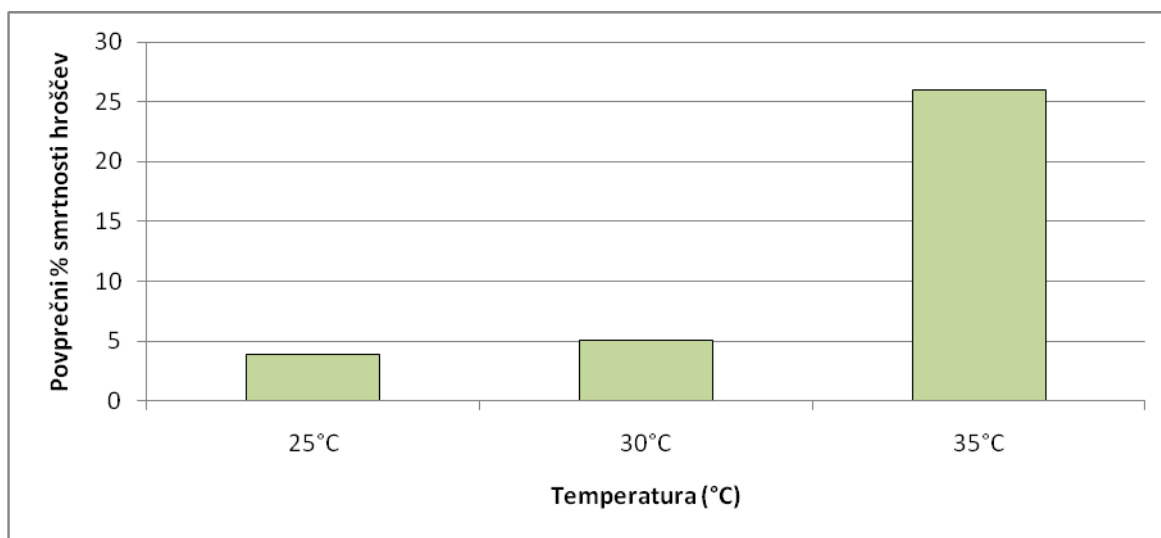
Iz slike 9 je razvidno, da je bila pri izpostavitvi odraslih osebkov riževega žužka 75-odstotni relativni zračni vlagi povprečna smrtnost večja (28,5 %), pri izpostavitvi žužkov 55-odstotni relativni zračni vlagi pa je bila povprečna smrtnost za več kot 6 % manjša, in sicer 22 %.

4.2 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 7. DNEVU



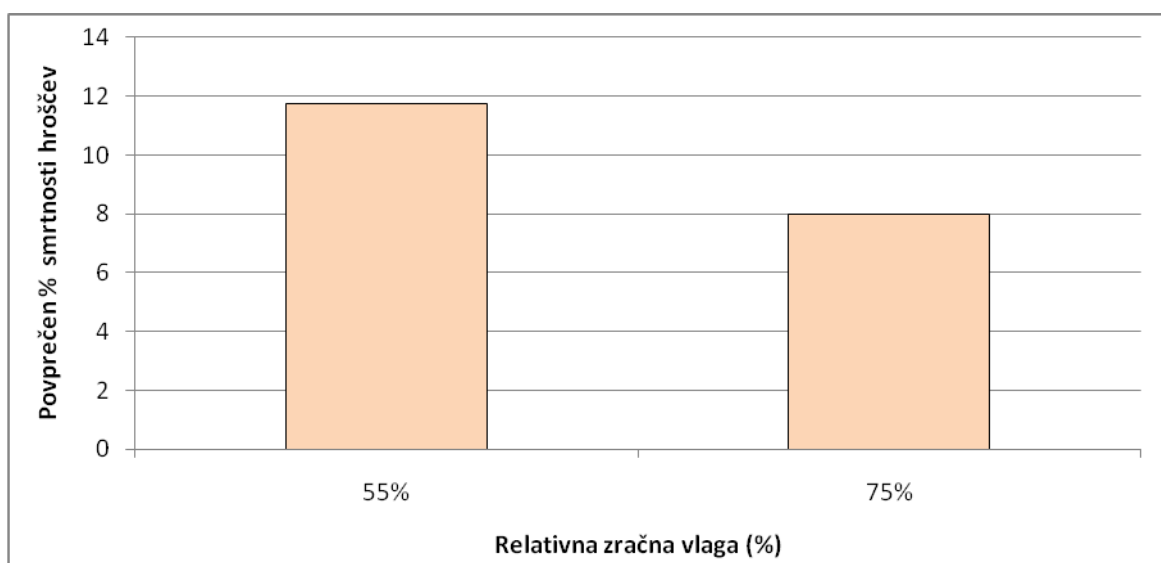
Slika 10: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v treh vrstah žita 7 dni po izpostavitvi

Slika 10 prikazuje povprečno smrtnost hroščev riževega žužka glede na vrsto zrnja žita sedem dni po izpostavitvi, ne glede na temperaturo ter relativno zračno vlago. Največja smrtnost je bila ugotovljena pri žužkih, ki so bili pomešani z zrnjem ječmena (16,9 %), najmanjša smrtnost pa je bila ugotovljena pri žužkih, ki so bili pomešani z zrnjem pšenice (3,8 %).



Slika 11: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 7 dni po izpostavitvi

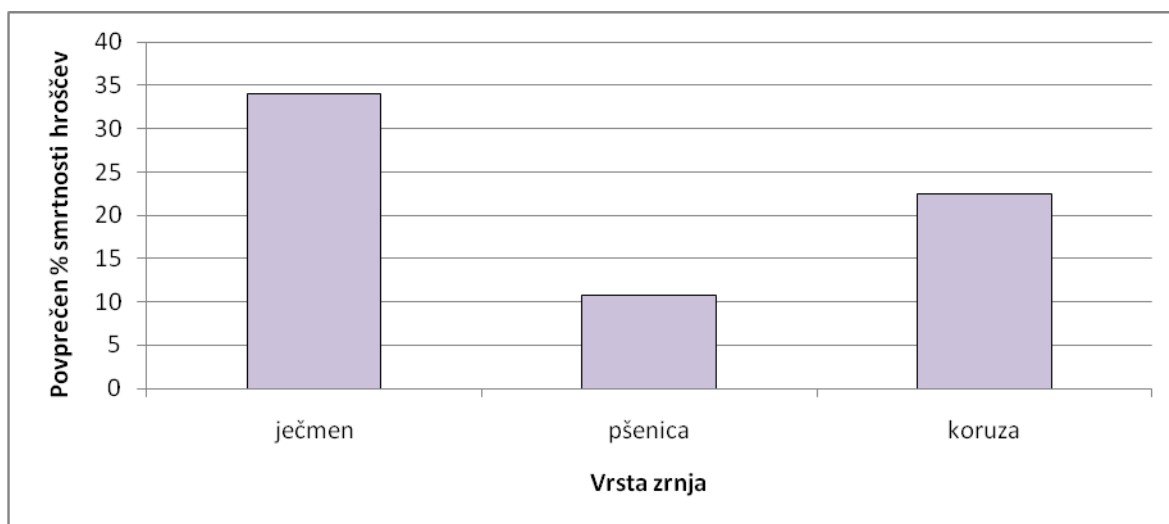
Slika 11 prikazuje povprečno smrtnost odraslih osebkov riževega žužka po sedemdnevni izpostavitvi trem različnim temperaturam, ne glede na relativno zračno vlago in vrsto zrnja. Največjo smrtnost (25,9 %) smo ugotovili pri 35 °C, najmanj hroščev (3,9 %) pa je umrlo pri 25 °C.



Slika 12: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage 7 dni po izpostavitvi

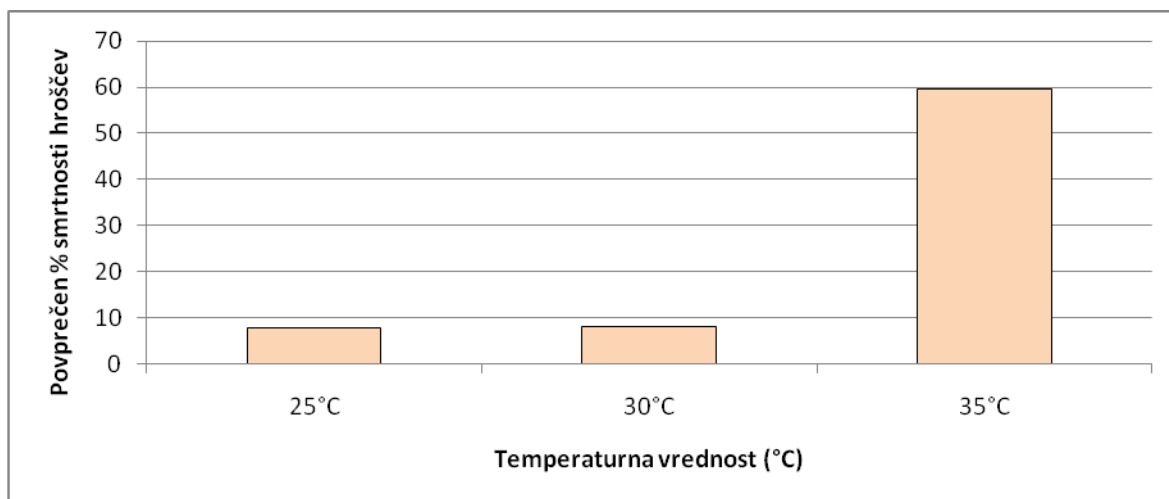
Slika 12 prikazuje povprečno smrtnost odraslih osebkov riževega žužka po sedemdnevni izpostavitvi dvema različnima vrednostima relativne zračne vlage, ne glede na temperaturo in vrsto zrnja. Pri 55-odstotni relativni zračni vlagi je bila smrtnost le za slabe 4 % večja kot pri 75-odstotni relativni zračni vlagi (8 %).

4.3 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 14 DNEH



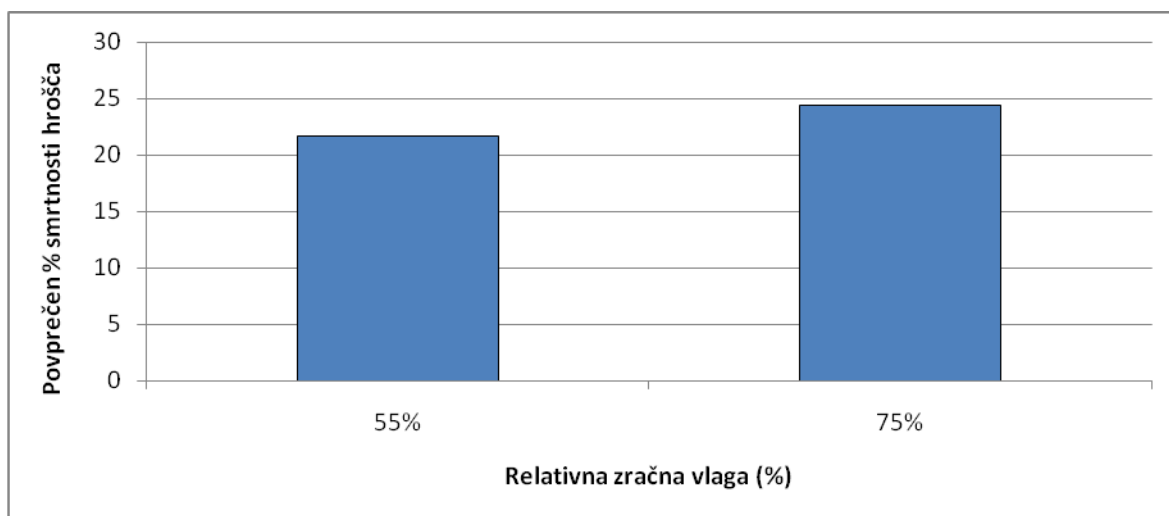
Slika 13: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v zrnju treh vrst žita 14 dni po izpostavitvi

Iz slike 13 je razvidno, da je bila po štirinajstih dnevih izpostavitve odraslih osebkov riževega žužka pri različni temperaturi ter relativni zračni vlagi smrtnost hroščev največja v vzorcih ječmena (34 %), najmanjšo smrtnost pa smo ugotovili v vzorcih pšenice (10,7 %). V koruzi je bila smrtnost hroščev za slabih 12 % manjša kot v ječmenu (22,5 %).



Slika 14: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 14 dni po izpostavitvi

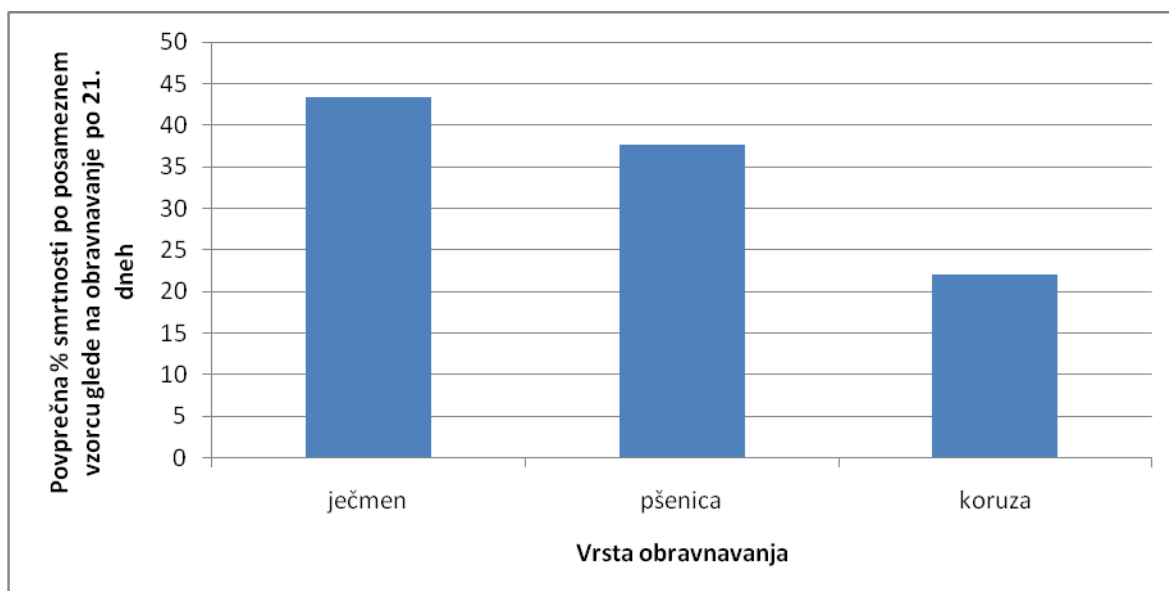
Iz slike 14 lahko razberemo, da je bila smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri izpostavitvi 35 °C po štirinajstih dneh največja, saj je dosegla kar 59,7 %. Zelo izstopata najmanjši vrednosti smrtnosti, in sicer pri temperaturi 25 ter 30 °C, kjer smrtnost hroščev ni presegla 10 %.



Slika 15: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih zračne vlage 14 dni po izpostavitvi

Slika 15 prikazuje povprečno smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri izpostavitvi dvema različnima vrednostima relativne zračne vlage. Ugotovimo lahko, da se smrtnost hroščev pri obeh vrednostih relativne zračne vlage bistveno ne razlikuje, saj je bila razlika v smrtnosti le slabe 3 %; pri 55 % relativni zračni vlagi je bila smrtnost 21,6 %, pri 75 % relativni zračni vlagi pa 24,4 %.

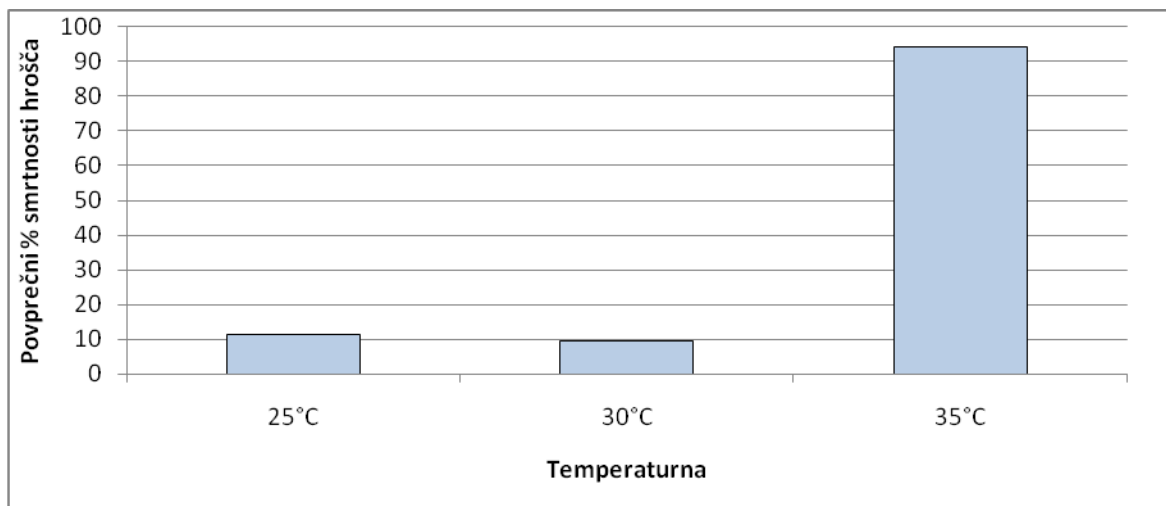
4.4 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA PO 21. DNEVU



Slika 16: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka v zrnju treh vrst žita 21 dni po izpostavitvi

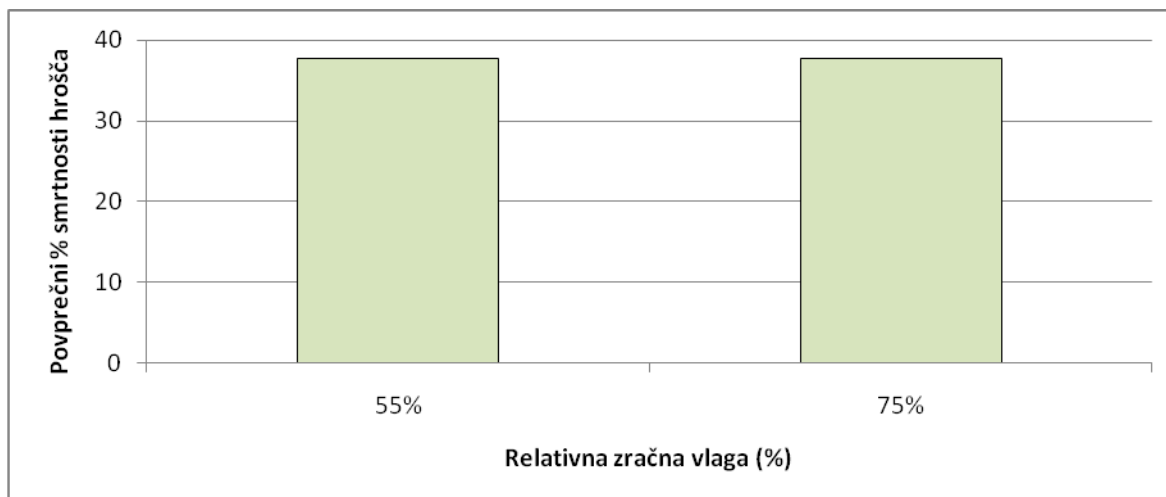
Slika 16 prikazuje povprečno vrednost smrtnosti hroščev po enaindvajsetdnevni izpostavitvi različnim temperaturam ter relativnim zračnim vlagam. Največja smrtnost je

bila dosežena pri vzorcih ječmena (43,4 %), najmanjša pa pri koruzi (22 %). Pri pšenici je bila dosežena 37,7 % smrtnost žužkov.



Slika 17: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri treh različnih temperaturah 21 dni po izpostavitvi

Iz slike 17 je razvidno, da je bila smrtnost odraslih osebkov riževega žužka po 21 dneh izpostavitve največja pri temperaturi 35 °C, saj je bila kar 94,3 %. Pri temperaturah 25 in 30 °C je bila smrtnost hroščev zelo majhna, saj ni preseгла 12 %.



Slika 18: Povprečna smrtnost odraslih osebkov riževega žužka pri dveh vrednostih relativne zračne vlage 21 dni po izpostavitvi

Iz slike 18 je razvidno, da je bila 21 dni od izpostavitve dvema različnima vrednostima zračne vlage, razlika v smrtnosti med 55 % (37,63 %) in 75 % (37,73 %) relativno zračno vlago zelo majhna.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Z rezultati poskusa smo ugotovili, da imata oba preučena abiotična dejavnika (temperatura in relativna zračna vlaga), skupaj z daljšanjem časa izpostavitve tema dvema dejavnikoma, pomemben vpliv na vitalnost riževega žužka. Pri najvišji temperaturi (35 °C) in pri 21-dnevni izpostavitvi smo dosegli največjo smrtnost (38,7 %), pri najnižji uporabljeni temperaturi, 25 °C, pa je bila smrtnost samo 7,7 %. Najmanjšo smrtnost pri temperaturi 25 °C potrjuje tudi Korunić, ki je leta 1990 zapisal, da je po dotedanjih raziskavah najmanjša smrtnost in najhitrejši razvoj riževega žužka med 24 °C in 28 °C.

Z rezultati, kjer smo ugotavljali smrtnost hroščev glede na relativno zračno vlago (55 % in 75 %), smo ugotovili, da se v povprečju smrtnost povečuje z naraščanjem relativne zračne vlage. To potrjuje tudi raziskava Rojhtove in sod. (2008), ki so poizkušali zatreti riževega žužka z diatomejsko zemljo skupaj v kombinaciji dveh vrednosti relativne zračne vlage (55% in 75 %) ter ugotovili, da je bila smrtnost pri relativni zračni vlagi 75 % prav tako večja kot v naši raziskavi. Pri relativni zračni vlagi 55 % smo ugotovili, da je bila smrtnost 21,9 %, pri relativni zračni vlagi 75 % pa je bila smrtnost 28,5 %. Glede na dobljene rezultate ugotavljamo, da večja zračna vlaga riževemu žužku ne ustreza.

Ugotovili smo, da na vitalnost riževega žužka ne vplivata samo preučena abiotična dejavnika, ampak tudi vrsta zrnja, v katerem se žužek nahaja. Zelo je izstopala smrtnost riževega žužka v zrnju ječmena (37,8 %), najmanjšo smrtnost pa smo ugotovili pri žužkih v zrnju koruze (12,2 %).

Rezultati dokazujejo tudi, da daljšanje obdobja izpostavitve vsem omenjenim dejavnikom vpliva na večjo smrtnost riževega žužka, saj smo največjo smrtnost zasledili po 21 dneh (38,7 %), najmanjšo smrtnost pa po enem tednu (11 %). Podobne rezultate so dobili tudi Rojhtova in sod. (2008), ki so ugotovili, da se je smrtnost riževega žužka povečevala z daljšanjem izpostavitve, saj je bila prav tako smrtnost po 21 dneh izpostavitve največja, po 7 dneh izpostavitve pa najmanjša.

V prihodnjih raziskavah bi bilo potrebno raziskati smrtnost riževega žužka še pri uporabi drugih temperaturah ter drugi relativni zračni vlagi in imeti tudi večji razpon oz. večje število omenjenih vrednosti. Prav tako bi bilo potrebno to metodo zatiranja uporabiti tudi v pravih skladiščih, da bi lahko potrdili učinkovitost takega načina zatiranja riževega žužka in morda še katerih njemu sorodnih skladiščnih škodljivcev.

5.2 SKLEPI

Na vitalnost riževega žužka je mogoče vplivati z uravnavanjem abiotičnih dejavnikov, to je s temperaturo in relativno zračno vlago.

Najvišjo smrtnost hroščev riževega žužka je možno doseči z temperaturo, ki presega optimalno (od 24 do 28 °C) temperaturo za življenje in razvoj omenjenega hrošča, saj je bila pri najvišji uporabljeni temperaturi (35 °C) smrtnost največja.

Na vitalnost preučevanega skladišnega škodljivca ima pomemben vpliv vrsta zrnja, v katerem se nahaja, saj je bila smrtnost glede na vrsto zrnja zelo različna. Pri ječmenu je bila smrtnost hroščev največja (37,8 %), najmanjša pa pri koruzi (12,2 %).

Z daljšanjem izpostavitve hroščev riževega žužka neugodnim razmeram za življenje se smrtnost povečuje, saj je bila pri najdaljši izpostavitvi (21 dni) smrtnost največja (38,7 %), pri najkrajši izpostavitvi (7 dni) pa najmanjša (11 %).

Večja relativna zračna vlaga, v našem primeru 75 %, ima večji negativni vpliv na vitalnost riževega žužka kot najmanjša vlaga (55 %).

6 POVZETEK

Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) spada med pomembne skladiščne škodljivce, saj se hitro razmnožuje, dovolj velika populacija tega škodljivca pa lahko povzroči precejšnjo škodo na uskladiščenem zrnju.

V entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo smo z raziskavo želeli ugotoviti, ali je mogoče riževega žužka zatreti tudi brez uporabe insekticidov, in sicer samo z regulacijo abiotičnih dejavnikov, temperature in relativne zračne vlage. Njuno delovanje smo preučevali v treh terminih. Preučevali smo tri različne temperaturne vrednosti (25, 30 in 35 °C), dve različni vrednosti relativne zračne vlage (55 in 75 %) ter tri različne dolžine izpostavitve hroščev (7, 14 in 21 dni) omenjenim dejavnikom. Vse omenjene dejavnike smo preučevali v različnih kombinacijah, tako da smo skupaj preučili 18 različnih kombinacij. V poskusu smo uporabljali populacijo riževega žužka, ki je bila vzgojena v laboratorijskih razmerah omenjene katedre. V raziskavi smo uporabili tri različne vrste žitnega zrnja, to so ječmenovo, pšenično in koruzno.

Za vsako kombinacijo posebej smo tridesetkrat odtehtali po približno 50 g pšeničnih, koruznih in ječmenovih zrn ter vsako vrsto zrnja posebej stresli v trideset erlenmajeric. Nato smo v vsako erlenmajerico dodali še po trideset hroščev riževega žužka ter odprtine erlenmajeric pokrili s kopreno, ki smo jo pritrdili z elastiko. Erlenmajerice smo potem postavili v rastno komoro, kjer smo jih izpostavili prej omenjenim temperaturnim vrednostim ter različnim vrednostim relativne zračne vlage za tri različno dolga časovna obdobja. Največjo povprečno smrtnost smo ugotovili pri 35 °C kjer je bila smrtnost 61,3 %, v primerjavi z 25 °C, kjer je bila povprečna smrtnost hroščev riževega žužka le 7,7 %. Pri 30 °C je bila smrtnost hroščev 7,5 %. Največjo smrtnost hroščev smo potrdili tudi pri največji uporabljeni relativni zračni vlagi (75 %), kjer je bila povprečna smrtnost 28,5 %, v primerjavi z relativno zračno vlago 55 %, kjer je bila povprečna smrtnost 21,9 %. Ugotovili smo tudi, da na smrtnost hroščev vpliva tudi vrsta zrnja, v katerem se rižev žužek nahaja; predvidevamo, da ima na smrtnost določen vpliv tudi sestava zrnja uporabljenih vrst žita. Prav tako smo ugotovili, da se smrtnost hroščev povečuje skupaj z daljšanjem izpostavitve, saj je bila povprečna smrtnost po enaindvajsetih dnevih največja (38,7 %).

Danes uporabljamo vse preveč kemičnih pripravkov za zatiranje škodljivcev, s katerimi sicer najpogosteje dosežemo dobro učinkovitost, vendar pa premalokrat pomislimo na to, da s tem neposredno vplivamo na okolje in s tem tudi na kakovost hrane in najpomembnejše, na zdravje ljudi in domačih živali. S poskusom smo dokazali, da je mogoče vitalnost enega od pomembnih skladiščnih škodljivcev zmanjšati tudi s kombinacijo različnih abiotičnih dejavnikov, vendar bi bilo potrebno tak način zatiranja preizkusiti tudi v praksi, saj se v skladiščih razmerah za razvoj škodljivcev zelo razlikujejo od laboratorijskih razmer.

7 VIRI

EDIS: Electronic data information source of UF/IFAS Extension.

<http://edis.ifas.ufl.edu/ig120> (1.9.2012)

FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS.

<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (1.9.2012)

Čamprag D. 1983. Priručnik izveštanje i prognoze službe zaštite poljoprivrednih kultura. Beograd, Savez društva za zaštitu bilja Jugoslavije: 641 str.

Čergan Z. in sod. 2008. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 314 str.

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto

www.kmetijskizavod-nm.si/file/3014/download/3491 (1.9.2012)

Kocjan Ačko D. 1999. Ječmen. Naša žena, 99, 2 :83-84

Korunić Z. 1990. Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (biologija, ekologija i suzbijanje). Zagreb, Gospodarski list: 220 str.

Lovrec B. 2007. Skladiščni škodljivci pšenice (*Triticum aestivum* L.) in njihovo zatiranje. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 56

Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija (splošni del). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 str.

Oz Animals, Australian wildlife

<http://www.ozanimals.com/Insect/Rice-Weevil/Sitophilus/oryzae.html> (1.9.2012)

Pajmon A. 2000. Škodljiva entomofavna v skladiščih žit (I), Splošni del, Sodobno kmetijstvo, 5: 203-204

Pajmon A. 2000. Škodljiva entomofavna v skladiščih žit (II), Primarni škodljivci na zrnju žit. Sodobno kmetijstvo, 6: 258-261

Rojht H., Kos K., Trdan S. 2008. Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera), V: Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Rogaška slatina, Tanjšek A. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 263-269

Sket B., Gogala M., Kuštor V. 2003. Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehnična založba Slovenije, d.d.: 664 str.

Stamenković S. 2004. Štetočine uskladištenog žita, brašna i proizvoda od brašna. Biljni lekar, 3-4: 211-212

Statistični urad Republike Slovenije

http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=3457 (15.9.2012)

Štrbac P. 2002. Štetočine uskladiščenih proizvoda i njihova kontrola. Novi Sad, Poljoprivredni fakultet Novi Sad: 495 str.

Tajnšek T. 1980. Strnine in koruza v Sloveniji. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 167 str.

Tajnšek T. 1988. Pšenica. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 160 str.

Tajnšek T. 1991. Koruza. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 180 str.

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČPZ Kmečki glas: 142 str.

Vukasović P., Bjegović P., Grbić V. 1962. Štetočine u bilnoj proizvodnji. Novi Sad, Zavod za izdavanje učenika socialističke republike Srbije: 598 str.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti svojemu mentorju prof. dr. Stanislavu Trdan za vso strokovno pomoč ter potrpežljivost pri izdelavi diplomske naloge.

Iskreno se želim zahvaliti tudi asistentki Tanji Bohinc, ki je s svojo pomočjo ogromno prispevala pri izpeljavi raziskave ter izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi doc. dr. Darji Kocjan Ačko, ki je s svojo strokovno pomočjo in nasveti pripomogla pri izdelavi diplomske naloge.