



دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی گیاه پزشکی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته حشره‌شناسی کشاورزی

شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت پروتئولیتیک و آمیلولیتیک گوارشی *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) (Everts) روی

ارقام مختلف برنج

پژوهشگر:

شروین برزین

استاد راهنما:

دکتر بهرام ناصری

دکتر سید علی اصغر فتحی

استاد مشاور:

دکتر جبرائیل رزمجو

مهندس پژمان آینه‌چی

(اخرداد ۱۳۹۸)

شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت پروتئولیتیک و آمیلولیتیک گوارشی *Trogoderma granarium*

عنوان و نام پدیدآور:

(Everts) (Coleoptera: Dermestidae) روی ارقام مختلف برنج، شروین برزین

استادان راهنما: دکتر بهرام ناصری، دکتر سید علی اصغر فتحی

استادان مشاور: دکتر جبرائیل رزمجو، مهندس پژمان آینه‌چی

تاریخ دفاع: ۹۸/۰۳/۲۵

تعداد صفحات: ۸۴ ص.

شماره پایان‌نامه: نام گروه / شماره پایان‌نامه

چکیده:

هدف: در این پژوهش شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت پروتئولیتیک و آمیلولیتیک گوارشی لاروهای سن پنجم *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) روی ارقام مختلف برنج بررسی شد.

روش‌شناسی پژوهش: در این تحقیق، شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز لاروهای سن پنجم لمبه گندم روی شش رقم برنج شامل شیرودی، گیلانه، خزر، هاشمی، دم‌سیاه و علی‌کاظمی در شرایط آزمایشگاهی (دمای 23 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) بررسی شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین وزن غذای خورده شده روی رقم گیلانه (1.52 ± 0.04 میلی‌گرم بر لارو) و کمترین آن روی رقم خزر (0.99 ± 0.05 میلی‌گرم بر لارو) و علی‌کاظمی (0.99 ± 0.03 میلی‌گرم بر لارو) مشاهده شد. لاروهای سن پنجم که از رقم خزر (0.17 ± 0.03 میلی‌گرم بر لارو) تغذیه کرده بودند کمترین افزایش وزن را داشتند. کمترین شاخص بازدهی تبدیل غذای خورده شده (3.03 ± 17.37 درصد) و نرخ رشد نسبی (RGR) (0.007 ± 0.001 میلی‌گرم بر میلی‌گرم بر روز) روی رقم خزر بود. بیشترین مقدار نرخ مصرف نسبی (RCR) روی رقم گیلانه (0.065 ± 0.001 میلی‌گرم بر میلی‌گرم بر روز) و کمترین مقدار روی ارقام خزر (0.001 ± 0.001 میلی‌گرم بر میلی‌گرم بر روز) و علی‌کاظمی (0.041 ± 0.000 میلی‌گرم بر میلی‌گرم بر روز) مشاهده شد. همچنین، لاروهایی که از رقم خزر (0.24 ± 0.04 میلی‌گرم بر روز) تغذیه کرده بودند، کمترین نرخ رشد (GR) را داشتند. بیشترین و کمترین فعالیت پروتئاز به ترتیب در ارقام گیلانه (0.128 ± 0.020 mU/mg) و خزر (0.034 ± 0.004 mU/mg) مشاهده شد. بیشترین سطح فعالیت آمیلازی در لاروهای سن پنجم پرورش داده شده روی رقم گیلانه (0.644 ± 0.009 U/mg) و کمترین مقدار روی ارقام خزر (0.339 ± 0.010 U/mg) و علی-کاظمی (0.408 ± 0.044 U/mg) مشاهده شد. همچنین کمترین شاخص سختی بذر مربوط به رقم‌های خزر (31.32 ± 0.52 درصد) و علی‌کاظمی (32.28 ± 0.36 درصد) بود. بین وزن غذای خورده شده، RCR، RGR، GR و فعالیت پروتئاز و آمیلاز حشره با شاخص سختی بذر ارقام مختلف برنج ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود داشت. **نتیجه‌گیری:** نتایج به دست آمده نشان داد که رقم خزر میزبان نامناسبی برای رشد و تغذیه‌ی لارو لمبه گندم بود.

واژه‌های کلیدی: لمبه گندم، شاخص‌های تغذیه‌ای، آنزیم‌های گوارشی، رقم برنج.

۱- مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

برنج (*Oryza sativa* (L.)) گیاهی یک‌ساله از تیره گندمیان^۱ است (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). دانه‌ی برنج تک‌لپه‌ای بوده و غنی از نشاسته است (خدابنده، ۱۳۸۲). برنج مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا پس از گندم بوده و یکی از مهم‌ترین غلات تامین‌کننده غذا در کل جهان می‌باشد (رئیزی و همکاران، ۱۳۹۶). برنج غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Zuo and Li, Park et al., 2014; 2014). خاستگاه اولیه‌ی برنج کشورهای چین و هندوستان می‌باشند (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). برنج حدود ۵۰۰۰ سال است که در چین و هندوستان و ۲۰۰۰ سال است که در ایران کشت می‌شود. بیشترین تولید برنج در ایران در استان‌های گیلان و مازندران می‌باشد و پس از آنها گلستان، خوزستان و فارس به ترتیب رتبه‌های سوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند (حسن نتاج و همکاران، ۱۳۹۲).

برنج گیاهی با تنوع ژنتیکی و توان سازگاری بالا است. در صنعت، از برنج برای تهیه‌ی الکل، کاغذ و در صنایع پارچه‌بافی استفاده می‌گردد. از آنجایی که دانه‌ی برنج حاوی مقدار زیادی نشاسته است، لذا از آن برای تهیه‌ی نشاسته نیز استفاده می‌گردد. کاه برنج دارای مصارف زیادی از قبیل مصارف تغذیه دام و ساخت کندوج (انبار نگهداری برنج)

^۱. Graminae

است. ساقه برنج در تهیه حصیر، زنبیل و انواع سبد استفاده می‌شود و به‌عنوان یک ماده تقویت کننده‌ی خاک، در سطح خزانه ریخته می‌شود. از پوست دانه‌ی برنج برای تقویت مزارع، باغات و خوراک دام و طیور استفاده می‌شود. خرده‌های برنج در تغذیه پرندگان استفاده می‌شود و حتی در داروسازی هم از برنج استفاده می‌شود (خدابنده، ۱۳۸۲).

یکی از مهم‌ترین آفات اقتصادی که در مناطق مختلف به‌ویژه مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به غلات و سایر محصولات انباری از جمله برنج خسارت می‌زند، لمبه گندم، *Trogoderma granarium* (Everts) می‌باشد (Lindgren et al., 1955; Jood et al., 1996; Burges, 2008). لمبه گندم یکی از آفات مهم و کلیدی دانه‌ها و کالاهای انباری است (Jood and Kapoor, 1993). خاستگاه اصلی لمبه گندم، کشور هندوستان است (رحمان و همکاران، ۱۹۴۵)، که از آن‌جا به تمام نقاط جهان گسترش پیدا کرده است. این آفت پلی‌فاژ است (Hill and Waller, 1988) و لاروهای آن در درجه اول از گندم، جو، برنج و ذرت تغذیه می‌کنند، ولی به سایر محصولات انبار شده از جمله چاودار، حبوبات، یولاف، بادام زمینی، فندق و دانه‌های روغنی نیز حمله کرده و خسارت اقتصادی می‌زنند (OEPP/EPPO, 1981). لاروها می‌توانند از تمام محتویات دانه تغذیه کنند و به مرور زمان که بزرگتر می‌شوند برای خوردن مواد غذایی تمایل بیشتری نشان داده و توانایی تغذیه از دانه‌های سالم را نیز به‌دست می‌آورند. محصولات آفت‌زده به‌علت آمیخته شدن با پوسته‌ها و فضولات لاروی و موهای کنده شده از بدن لارو، کیفیت خود را از دست می‌دهند و در صورتی که از آرد آلوده، نان پخته شود در دستگاه گوارش انسان

می‌تواند مشکلاتی را ایجاد نماید (Ahmedani et al., 2009؛ رجبی، ۱۳۷۹؛ Jood and Kapoor, 1993).

روش اولیه برای کنترل آفات انباری از جمله *T. granarium*، استفاده از ترکیبات شیمیایی تدخینی می‌باشد (Finkelman et al., 2006). در گذشته برای کنترل لمبه گندم به طور معمول از سموم گازی مانند فستوکسین استفاده شده است (OEPP/EPPO, 1982, 1984). از آنجایی که این آفت مقاومت بالایی نسبت به سموم شیمیایی دارد، لذا برای مبارزه با این آفت از دزهای بالاتر آفت‌کش‌ها استفاده می‌شود که این امر باعث آلودگی محصولات انباری و ظهور پدیده مقاومت آفت به آفتکش‌ها می‌شود (Jood et al., 1996). بنابراین، با توجه به مشکلات ناشی از حضور و تغذیه آفت و همچنین محدودیت‌های استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی، استفاده از روش‌های جایگزین با حداقل آسیب به انسان و موجودات غیر هدف ضروری می‌باشد. یکی از روش‌های مفید و کاربردی، استفاده از ارقام گیاهی مقاوم است که به طور موثر در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات متعدد محصولات کشاورزی استفاده شده است (Dent, 2000). گیاهان مقاوم باعث کاهش بسیاری از هزینه‌های تحمیلی به کشاورزان از قبیل هزینه‌های مصرف بیش از حد سموم، آلودگی محیط زیست و مسائل مربوط به باقیمانده سموم در محصول می‌شوند (Panda and Khush, 1995; Reagan et al., 1997). ارقام گیاهی مقاوم با تأثیر روی زندگی آفت و یا ارتباط متقابل گیاه-گیاهخوار می‌توانند شدت خسارت حشره را کاهش دهند (Panda and Khush, 1995).

نوع، مقدار و کیفیت غذای خورده شده و تبدیل آن به زیست توده^۱ بدن، عامل مهم نشو و نما و باروری در حشرات می باشد (Waldbauer, 1968; Barton Browne and Raubenheimer, 2003). زنده مانی و پتانسیل زادآوری یک حشره گیاه خوار تحت تأثیر گونه‌ی میزبان یا ارقام گیاهی مختلف قرار می گیرد (Tsai and Wang, 2001; Kim and Lee, 2002; Liu et al., 2004; Yasar and Gungor, 2005). با استفاده از شاخص‌های تغذیه‌ای یک حشره روی رقم‌های گیاهی مختلف می‌توان میزان مقاومت این ارقام را تعیین کرد (Hayens and Millar, 1998; Martin and Pulin, 2004). شاخص‌های تغذیه‌ای یک حشره نشان دهنده تأثیر ترکیبات گیاهی بر فیزیولوژی هضم و جذب غذا در آن حشره می‌باشد. این شاخص‌های برای تعیین میزان رشد حشرات، مقدار غذای خورده شده و بازدهی تغذیه‌ای حشرات محاسبه می‌شود (Hayens and Millar, 1998).

امروزه یکی از کاربردی‌ترین رهیافت‌ها در برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات، هدف قراردادن آنزیم‌های گوارشی حشرات آفت توسط ترکیبات شیمیایی پروتئینی موجود در ارقام مقاوم یا گیاهان تراریخته‌ی مقاوم و شناسایی ژن‌های عامل مقاومت گیاهی و انتقال آن به سایر گیاهان حساس به آفت می‌باشد. گروه‌هایی از پروتئین‌های گیاهی نسبت به برخی حشرات آفت، در سنجش با غذای مصنوعی یا گیاه تراریخته زیان‌آور هستند (Jongsma and Bolter, 1997).

از آنزیم‌های گوارشی موثر در هضم مواد غذایی، آمیلازها در هضم کربوهیدرات‌ها (Buonocore et al., 1976; Horie and Watanabe, 1980) و پروتئازها در هضم مواد

^۱ . Biomass

پروتئینی خورده شده توسط حشرات حائز اهمیت هستند (Ryan, 1990; Franco et al., 2002). اختلال در متابولیسم اسیدهای آمینه با مهار هضم پروتئین، به عنوان یک هدف کلیدی برای استفاده در کنترل حشرات آفت مدنظر بوده است (Hilder et al., 1992)، که این امر منجر به کاهش بهره‌برداری از منابع غذایی، تاخیر در نشو و نما، کاهش بقا، اندازه یا وزن حشره و تولید مثل در افراد بالغ نسل جدید و حتی مرگ به علت گرسنگی می‌گردد (Gatehouse et al., 1999). آنزیم‌های گوارشی آمیلاز در حشراتی که از غلات تغذیه می‌کنند اهمیت زیادی دارند (Franco et al., 2002). امروزه پژوهشگران تلاش می‌کنند که ژن‌هایی که مهارکننده‌های مختلف را کد می‌کنند، کلون کرده و به داخل گیاهان تراریخته وارد کنند و از آنها برای کنترل آفات استفاده کنند (Thomas et al., 1994). با توجه به این که یکی از اثرات ترکیبات شیمیایی ثانویه موجود در گیاهان روی آنزیم‌های گوارشی حشرات می‌باشد، لذا بررسی آنزیم‌های گوارشی حشرات به منظور طراحی دقیق رهیافت‌های کنترلی مناسب در جهت استفاده‌ی موفقیت‌آمیز از مهارکننده‌های پروتئاز در مدیریت تلفیقی آفات ضروری است (Jongsma et al., 1995, 1996; Michaud, 1997).

در این تحقیق، شاخص‌های تغذیه‌ای و میزان فعالیت دو آنزیم گوارشی پروتئاز و آمیلاز لمبه گندم روی شش رقم تجاری برنج مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به اینکه شاخص‌های تغذیه‌ای در تعیین میزان مقاومت ارقام گیاهی نسبت به آفات کاربرد دارند، لذا بررسی فعالیت گوارشی آفت در کنار یافته‌های حاصل از مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای می‌تواند در طراحی استراتژی‌های مؤثر در جهت استفاده از بازدارنده‌های گوارشی و تولید ارقام مقاوم گیاهی در IPM مفید باشد. درباره شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت

گوارشی *T. granarium* روی رقم‌های مختلف برنج، تاکنون تحقیقات چندانی صورت نگرفته و به دلیل اهمیت اقتصادی بالای این حشره روی برنج‌های نگهداری شده در انبار، امید است نتایج این تحقیق و یافته‌های حاصل از تحقیقات دیگر، امکان طراحی برنامه‌های مدیریت دقیق و جامع این آفت را فراهم سازد.

۱-۲- اهداف تحقیق

۱- بررسی شاخص‌های تغذیه‌ای لارو *T. granarium* در واکنش به تغذیه از رقم‌های

مختلف برنج

۲- بررسی تأثیر رقم‌های مختلف برنج بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز

لارو *T. granarium*

۲- مبانی و پیشینه تحقیق

۲-۱- لمبه گندم *T. granarium*

۲-۱-۱- جایگاه لمبه گندم در رده بندی حشرات (OEPP/EPPO, 1984)

لمبه گندم جزء راسته Coleoptera و خانواده Dermestidae می‌باشد.

۲-۱-۲- مناطق انتشار

خاستگاه اصلی لمبه گندم هندوستان و استرالیا می‌باشد، که از آنجا به سایر کشورهای جهان انتقال یافته است. این آفت گستردگی جغرافیایی وسیعی داشته و در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا فعالیت دارد (رجبی، ۱۳۷۹؛ OEPP/EPPO, 1981).

۲-۱-۳- اهمیت اقتصادی و دامنه میزبانی

لمبه‌ی گندم، آفتی پلی‌فاژ می‌باشد (Hill and Waller, 1988). لاروهای آفت از محتوای داخلی دانه تغذیه می‌کنند. تغذیه‌ی حشره منجر به کاهش میزان چربی و پروتئین شده و باعث خسارت اقتصادی در محصولات انباری می‌شوند (Jood and Kapoor, 1993; Ahmedani et al., 2009). حشرات کامل علی‌رغم فعال بودن قطعات دهانی، تغذیه نمی‌کنند و یا تغذیه‌ی بسیار ناچیزی دارند (Jood and Kapoor, 1993). این آفت عمدتاً به انواع غلات، حبوبات و دانه‌های روغنی خسارت می‌زند. از میزبان‌های

این آفت می‌توان به گندم، برنج، جو، ذرت، نخود، لوبیا (Hadaway, 1956)، سورگوم (Lindgren et al., 1955)، گردو، بادام زمینی (Pasek, 1998)، آفتابگردان، سویا و کنجد (CAB, 2004) اشاره نمود. در صورت آلودگی غلات با مدفوع، پوسته و ترشحات لاروی، کیفیت آن‌ها به شدت کاهش می‌یابد (Parashar, 2006). علاوه بر این، آلودگی به این آفت باعث هدررفتن ویتامین‌های تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین می‌شود (Jood and Kapoor, 1993). از لحاظ بهداشتی، در افرادی که با دانه‌های آلوده به این حشره در تماس هستند ممکن است آماس پوستی ایجاد شود (Pruthi and Singh, 1950). در گذشته، مصرف متیل بروماید و فسفین در کنترل طیف وسیعی از محصولات آلوده به این آفت موثر بوده است (OEPP/EPPO, 1982,1984). امروزه برای کاهش استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌های شیمیایی و حفظ محیط زیست، از روش‌های غیر شیمیایی استفاده می‌شود که در میان این روش‌ها، ایجاد ارقام مقاوم از جایگاه بسیار مهمی برخوردار است (Panda and Khush, 1995).

۲-۲- استفاده از ارقام مقاوم

مقاومت گیاهان به حشرات امری نسبی است و منجر می‌شود تا خسارت ناشی از حشره آفت روی رقم مقاوم کمتر از رقم حساس باشد (Smith et al., 1994). ارقام مقاوم از اجزای اساسی IPM به‌شمار می‌آیند و با استفاده از آن‌ها می‌توان میزان کاربرد آفت-کش‌های شیمیایی را به مقدار قابل توجهی کاهش داد و به تبع آن، از احتمال بروز مقاومت توسط آفات نسبت به این ترکیبات شیمیایی جلوگیری کرد (Panda and Khush, 1995).

استفاده از ارقام مقاوم گیاهی از نظر اقتصادی و شرایط زیست محیطی در سراسر دنیا

پذیرفته شده است (Kennedy, 1987; Endo et al., 2007). میزان تغذیه و هضم مواد غذایی موجود در گیاهان، در رشد و افزایش جمعیت حشرات گیاه‌خوار نقش بسزایی دارد (Slansky, 1990). لذا توانایی حشرات در تکمیل هر چه سریعتر مراحل حساس قبل از بلوغ و رسیدن به مرحله‌ی تولید نتاج، وابستگی زیادی به مواد مغذی موجود در میزبان-های گیاهی دارد (Nadgauda and Pitre, 1983; Bernays and Chapman, 1994; Bong et al., 2008). با توجه به خسارت زیادی که همه ساله توسط حشرات به محصولات کشاورزی در سطح جهانی وارد می‌شود، تهیه ارقام مقاوم روشی تقریباً مطمئن برای کنترل آفات می‌باشد (Naseri and Borzoui, 2016). از روش‌های مختلفی در بررسی مقاومت گیاهان به حشرات گیاه‌خوار استفاده می‌شود (نوری قنبلانی و همکاران، ۱۳۹۲) که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی شاخص‌های تغذیه‌ای و میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی حشره روی ارقام گیاهی مختلف اشاره نمود.

۲-۳- شاخص‌های تغذیه‌ای

تعیین شاخص‌های تغذیه‌ای و متابولیکی حشرات یکی از روش‌های مهم اندازه‌گیری مقاومت آنتی بیوزی ارقام گیاهی می‌باشد. یکی از روش‌های رایج مطالعه اثر متقابل بین رابطه‌ی گیاه-گیاه‌خوار، اندازه‌گیری مقدار غذای مصرفی به وسیله‌ی گیاه‌خوار می‌باشد (Slansky and Scriber, 1985). توانایی موجود زنده در هضم عناصر غذایی به ویژه پروتئین و تفاوت در میزان ترکیبات شیمیایی ثانویه در گیاهان میزبان مختلف، می‌تواند بر پارامترهای تغذیه‌ای و میزان کارایی رشد حشره تأثیر داشته باشد (Martin and Pulin, 2004; Sogbesan and Ugwumba, 2008).

۲-۴- آنزیم‌های گوارشی در حشرات

عملکرد دستگاه گوارش به کمک آنزیم‌های گوارشی به‌ویژه پروتئازها و آمیلازها روی غذای مورد تغذیه‌ی حشره، اهمیت زیادی برای زندگی آن حشره دارد. ماکرومولکول‌هایی نظیر پلی‌ساکاریدها، لیپیدها و پروتئین‌ها بخش مهمی از غذای حشرات را تشکیل می‌دهند که به‌ترتیب، توسط کربوهیدرازها، لیپازها و پروتئازها تجزیه می‌شوند (Chapman, 1998). شناخت سیستم گوارشی در حشرات برای توسعه روش‌های مدیریتی آفت مبتنی بر هدف قرار دادن دستگاه گوارش ضروری می‌باشد (Wigglesworth, 1972; Lehane and Billingsley, 1996; Nation, 2001).

۲-۵- آنزیم‌های گوارشی آمیلاز

کربوهیدرات‌های موجود در رژیم‌های غذایی، اغلب به صورت پلی‌ساکارید و دی‌ساکارید می‌باشند در حالی که کربوهیدرات‌ها فقط به شکل مونوساکاریدها جذب می‌شوند. پلی‌ساکاریدهای اصلی ذخیره‌ای در گیاهان و حشرات به‌ترتیب نشاسته و گلیکوژن می‌باشند که هضم آن‌ها به‌وسیله‌ی آمیلازها انجام می‌شود (Chapman, 1998).

میزان فعالیت آمیلازها در سیستم گوارشی حشرات رابطه‌ی مستقیمی با منبع غذایی مورد تغذیه‌ی آن‌ها دارد (Slansky, 1982; Strobl et al., 1998). آمیلازها به دلیل نقش مهمی که در تجزیه نشاسته دارند، در بقای گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها نقش اساسی را ایفا می‌نمایند. (Windish and Mhater, 1965).

۲-۶- آنزیم‌های گوارشی پروتئاز

پروتئازها آنزیم‌های گوارشی کلیدی در دستگاه گوارش اکثر حشرات هستند که وظیفه‌ی اصلی آن‌ها، دریافت اسیدهای آمینه‌ی ضروری و انرژی از منابع غذایی می‌باشد که در نهایت، موجب نشو و نمای حشره می‌شود (Telang et al., 2005). هیدرولیز کامل

پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به اسیدهای آمینه بر عهده‌ی پروتئازها می‌باشد (Ryan, 1990; Franco et al., 2002). برخی از پروتئازها آزادانه در معده‌ی حشرات جای دارند درحالی که برخی دیگر به فضای پرده‌ی دور غذا چسبیده هستند (Terra and Ferreira, 1994; Nation, 2001).

براساس مکانیسم‌های کاتالیکی، پروتئینازها به دو گروه اصلی اندوپروتئاز (اندوپیتیداز) و اگزوپروتئاز (اگزوپیتیداز) تقسیم می‌شوند و شناسایی آن‌ها به وسیله‌ی معرف‌های خاص انجام می‌شود (Paulillo et al., 2000).

۲-۷- مروری بر تحقیقات گذشته

در پژوهش‌های قبلی، میزان خسارت، شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت برخی آنزیم‌های گوارشی *T. granarium* روی محصولات انباری مختلف مورد بررسی قرار گرفته است:

آهیر و احمد^۳ (۱۹۹۳)، ترجیح تغذیه‌ای *T. granarium* را روی دوازده رقم گندم محلی بررسی و تفاوت معنی داری در کاهش وزن، رطوبت و درشت مغذی‌های دانه بین ارقام مختلف گندم مشاهده کردند. روی برخی ارقام، آفت قادر به تغذیه نبوده و مرگ و میر بالایی داشت. نتایج آن‌ها نشان داد که رقم 86299 بیشترین مقاومت را به این آفت داشت.

خان و کولاچی^۴ (۲۰۰۲)، میزان خسارت *T. granarium* را روی ارقام مختلف گندم بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در ارقام مختلف تفاوت‌های قابل توجهی در

³. Aheer and Ahmad

⁴. Khan and Kulachi

کاهش وزن دانه و فضولات تولیدی توسط حشره وجود داشت که آن را مربوط به حساسیت متفاوت ارقام گندم به این آفت دانستند.

در یک تحقیق دیگر، رائو و همکاران⁵ (۲۰۰۴)، ۲۸ رقم گندم را به صورت جداگانه برای بررسی میزان مقاومت به لمبه گندم در اختیار حشره قرار دادند. نتایج آزمایش ایشان نشان داد که برخی از ارقام مورد آزمایش مقاومت نسبی به لمبه گندم داشتند و برخی دیگر به عنوان ارقام حساس تعیین شدند. بررسی همبستگی بین ویژگی‌های ارقام مورد آزمایش و حشرات بالغ تولید شده نشان داد که اندازه و سختی دانه نقش مهمی در مقاومت و حساسیت ارقام گندم به این حشره دارد.

فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز معده میانی لارو *T. granarium* توسط حسینی نوه و همکاران (۲۰۰۷) بررسی شد. آن‌ها اسیدیت‌های بهینه برای فعالیت آنزیم آمیلاز را حدود ۸ گزارش کردند. همچنین با بررسی آنزیم‌های پروتئازی فعال در معده میانی حشره نشان دادند که تریپسین و کیموتریپسین، پروتئازهای غالب در معده میانی می‌باشند. همچنین اسیدیت‌های بهینه برای فعالیت آنزیم‌های پروتئاز را ۹-۱۰ تعیین کردند. بیشترین فعالیت آنزیمی برای تریپسین و کیموتریپسین به ترتیب ۱/۲ و ۰/۷ میلی یونیت بر میلی گرم پروتئین تعیین شد.

برزویی و همکاران (۲۰۱۵)، پارامترهای زیستی و فیزیولوژی گوارشی لمبه گندم را روی گندم، جو، چاودار، برنج و گردو مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که حشرات پرورش یافته روی گردو کمترین کارایی تبدیل غذای خورده شده را دارا بودند. کمترین

⁵. Rao et al

Title and Author:	Nutritional indices and activity of digestive proteolytic and amylolytic of <i>Trogoderma granarium</i> (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) on diverse rice cultivars/ Shervin Barzin
Supervisors:	Dr. Bahram Naseri, Dr. Seyyed Ali-Asghar Fathi
Graduation date:	2019/6/15
Number of pages:	84

Abstract

Research Aim: In this research, nutritional indices and activity of digestive proteolytic and amylolytic of *Trogoderma granarium* were evaluated.

Research method: In this research, nutritional indices and activity of digestive protease and amylase of fifth instar *T. granarium* were investigated on six rice cultivars including Hashemi, Gilane, Shiroodi, Domsiah, Ali-Kazemi and Khazar at laboratory conditions ($33\pm 1^{\circ}\text{C}$, relative humidity of $65\pm 5\%$ and a photoperiod of 14: 10 (L: D).

Findings: Based on the results, the highest food consumption was observed on cultivar Gilane (1.52 ± 0.04 mg larvae) and the lowest value was observed on cultivars Khazar (0.99 ± 0.05 mg larvae) and Ali-Kazemi (0.99 ± 0.33 mg larvae). The fifth instar larvae fed on cultivar Khazar (0.17 ± 0.03 mg larvae) had the lowest weight gain. The lowest values of efficiency of conversion of ingested food (17.37 ± 3.03 %) and relative growth rate (RGR) (0.007 ± 0.001 mg/mg/day) were on cultivar Khazar. The highest value of relative consumption rate (RCR) was observed on cultivar Gilane (0.065 ± 0.001 mg/mg/day) and the lowest value was seen on cultivars Khazar (0.040 ± 0.001 mg/mg/day) and Ali-Kazemi (0.041 ± 0.000 mg/mg/day). Also, the larvae fed on cultivar Khazar (0.24 ± 0.04 mg/day) had the lowest growth rate (GR). The highest and lowest proteolytic activity was observed on cultivars Gilane (0.128 ± 0.020 mU/mg) and Khazar (0.034 ± 0.004 mU/mg), respectively. The highest amylolytic activity was observed on cultivar Gilane (0.644 ± 0.009 U/mg) and the lowest value was observed on cultivars Khazar (0.339 ± 0.010 U/mg) and Ali-Kazemi (0.408 ± 0.045 U/mg). Moreover, cultivars Khazar (31.32 ± 0.52 %) and Ali-Kazemi (32.28 ± 0.36 %) had the lowest particle size index. Particle size index of different rice cultivars had significantly a positive correlation with food consumption, RGR, RCR, GR, and protease and amylase activity of larvae.

Conclusion: The results of this study demonstrated that cultivar Khazar was an unfavorable host for growth and feeding of *T. granarium*.

Keywords: *Trogoderma granarium*, Nutritional indices, Digestive enzymes, Rice cultivar



University of Mohaghegh Ardabili
Faculty of Agricultural and Natural Resources
Department of Plant Protection

Thesis submitted in partial fulfillment for the degree of
M.Sc. in Agricultural Entomology

Nutritional indices and activity of digestive
proteolytic and amylolytic of *Trogoderma*
granarium (Everts) (Coleoptera: Dermestidae)
on diverse rice cultivars

By:
Shervin Barzin

Supervisor:
Prof. Bahram Naseri, Prof. Seyyed Ali-Asghar Fathi

Advisor:
Prof. Jabrael Razmjou, M.Sc. Pezhman Aynechi

(June 2019)