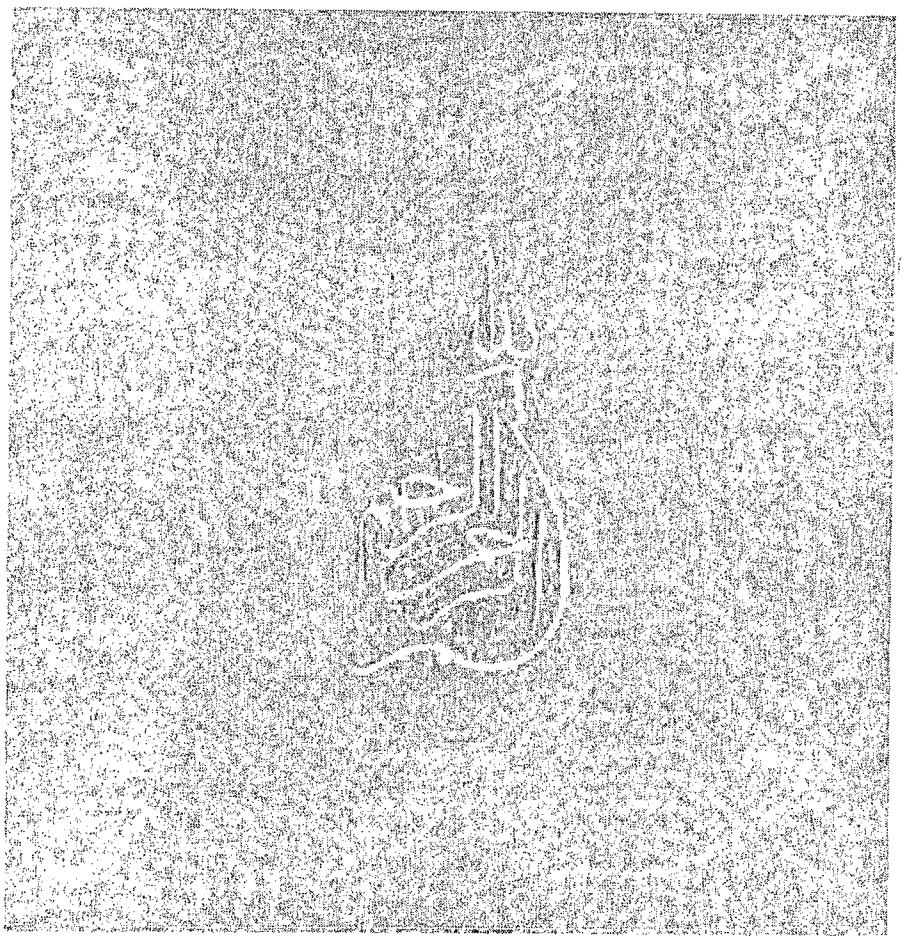
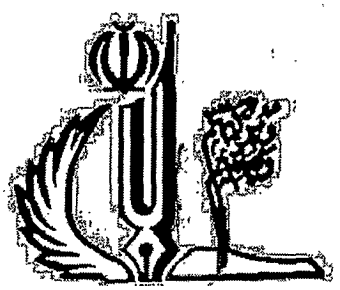


٤٦١٧١



دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی

گروه گیاهپزشکی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته حشره شناسی کشاورزی

عنوان

مطالعه برخی ویژگی های آنزیم آلفا- آمیلازبزاقی سن گندم *Eurygaster integriceps(Put).* و مقایسه در دو حالت فیزیولوژیکی فعال و دیاپوزی

استاد راهنما

دکتر رضا فرشباف پورآباد

اساتید مشاور

دکتر مصطفی ولیزاده

دکتر محسن یزدانیان

پژوهشگر

محمد سعادتی بزدی

۱۳۸۷/۱۵/۱۲

شهریور ماه ۱۳۸٦

شماره۸٦

۴۶۱۶۸

هیچگاه با مشت گره کرده نمی توان

دست کسی را به گرمی فشرد.

"گاندی"

تقدیم به:

جویندگان راستین

آزادی

عدالت

و

استقلال

سپاسگزاری

سپاس خداوند یکتا را که با نزول کتاب بندگانش را به خواندن ونوشتن امر فرمود و با الطاف بیکرانش انسان را به زیور عقل و دانش آراسته و با نعمت قلم وبیان شرافت والائی اعطا نمود..برخود واجب می دانم از رهنمود های ارزنده جناب آقای دکتر رضا فرشباف پور آباد،استاد راهنمای بزرگوارم که همواره با سعه صدر ،راهنما وپاسخگوی مسائل ومشکلات اجرائی این بررسی بوده وبه ثمر رسیدن این مجموعه مرهون اظهار نظر های موشکافانه ایشان می باشدتقدیر وتشکر نمایم.از آقایان دکتر مصطفی ولیزاده و دکتر محسن یزدانیان که به عنوان اساتید مشاور ،پیشنهادات سازندهای در راستای هر چه پر بار تر شدن این مجموعه ارائه نمودندبسیار سپاسگزارم.از آقای دکتر حدادکه زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند وپیشنهاداتی در جهت غنای ان ارائه نمودند کمال تشکر را دارم.

از استادان محترم وبزرگوار گیاهپزشکی جنابان آقای دکتر حجازی،دکتر منظری،دکتر صادقی ،دکترابراهیمی، دکتر اهری زاد و دکتر نیکنام که در طول دوره تحصیل از محضر علم واخلاقشان بهره مند بودم،از صمیم دل سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم خانم قاضی سلطانی وآقایان گل محمدی ،پدرام،مقصود لو،نوعی، زیبائی،صفائی و رئیسی به دلیل کمک های بی دریغ شان نیز صمیمانه تشکر وقدردانی می نمایم.

در پایان این پایان نامه را به خانواده مهربانم که در سختی ها ومشکلات یار ویاور من بوده تقدیم می کنم.

کلیه آزمایش های مربوط به سنجش فعالیت آلفا-آمیلاز در این رساله،در آزمایشگاه عمومی مرکز تحقیقات کاربردی دارویی،دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز انجام شدند.

نام خانوادگی : سعادتی بزدی	نام: محمد
عنوان پایان‌نامه: مطالعه برخی ویژگی های آنزیم آلفا- آمیلاز بزاقی در سن گندم *Eurygaster integriceps* (Put.) و مقایسه در دو حالت فیزیولوژیکی فعال و دیاپوزی	
استاد راهنما: دکتر رضا فرشباف پورآباد	
اساتید مشاور: دکتر مصطفی ولیزاده و دکتر محسن یزدانیان	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: حشره‌شناسی کشاورزی
دانشکده: کشاورزی	دانشگاه : تبریز
تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۸٦/٦/۲۸	تعداد صفحه: ۹۲
واژه‌های کلیدی : *Eurygaster integriceps*، آلفا- آمیلاز، مهار کننده، فعال کننده.	

چکیده

سن گندم *Eurygaster integriceps*(Put.) مهمترین آفت گندم و جو در ایران است, که سابقه خسارت بسیار طولانی دارد. بعد از حدود یک قرن مطالعه و تحقیق و استفاده از راهکارهایی مثل کنترل شیمیایی و بیولوژیک, هنوز نتیجه قابل قبولی در زمینه کنترل این آفت بدست نیامده است. در این زمینه استفاده از ارقام مقاوم دارای ژن‌های کد کننده مهارکننده‌های آنزیمی از جدیدترین راهکارهای موجود می‌باشد. آنزیم آلفا- آمیلاز بزاقی از مهمترین آنزیمهای گوارشی این حشره می‌باشد که در این پژوهش برخی ویژگیهای بیوشیمیایی آن مورد مطالعه قرار گرفت. در مقایسه بین کانال گوارش و غده بزاقی, معده میانی اول (MG_1) دارای بالاترین میزان فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز بود و بعد از آن به ترتیب روده میانی سوم (MG_3) و غده بزاقی قرار گرفتند. همچنین لوب عقبی غده بزاقی سن گندم به عنوان قسمت اصلی ترشح کننده آنزیم آلفا- آمیلاز تشخیص داده شد. تفاوت میزان فعالیت آنزیم در بین دو جنس نرو ماده غیر معنی‌دار بود, همچنین میزان فعالیت آنزیم در حشرات فعال از حشرات دیاپوزی بسیار بالاتر بود. در pH=۷ بین غلظت آنزیم و فعالیت آن یک رابطه خطی وجود داشت (r^2=۰/۸۵). مقایسه فعالیت کلی آنزیم در محتویات داخل لومن و داخل بافتی غدد بزاقی حشرات کامل نشان داد که بطور کلی فعالیت آنزیم در دو نوع محتویات غده بزاقی در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود. فعالیت کلی آنزیم در محتویات داخل لومن ٤/۲۵ برابر فعالیت آن در محتویات داخل بافتی بود. آنزیم در

ادامه چکیده:

محدوده pH=٤/٥-١٠ فعال بود و pH اپتیمم آن ٥ بدست آمد. برای تعیین دمای اپتیمم دماهای مختلف بررسی شد و ٤٥°C به عنوان دمای اپتیمم آن تعیین شد.

در بررسی اثر ده ترکیب معدنی در دو غلظت ١ و ٣ میلی‌مولار نیترات پتاسیم (١mM) وفسفات سدیم(١ mM)به عنوان فعال کننده آنزیم آلفا- آمیلاز سن گندم شناسایی شد. کلرید مس (٣mM و ١), سولفات آمونیوم (٣ mM و ١), فسفات آمونیوم (١ mM), نیترات سدیم (٣mM و ١), نیترات منیزیوم (٣mM و ١) و کلرید منیزیوم (٣ mM و ١) به عنوان مهار کننده‌های آنزیم آلفا- آمیلاز تعیین شدند سایر ترکیبات شامل فسفات سدیم (٣mM و ١), نیترات پتاسیم (٣ mM), فسفات آمونیوم (٣mM), نیترات آمونیوم (٣mM و ١) و سولفات منیزیوم (٣Mm و ١) هیچگونه اثری روی میزان فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز نداشتند.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱ ریخت شناسی و فیزیولوژی روده ۳

۱-۱-۱ ریخت‌شناسی روده ۳

۱-۱-۲ فیزیولوژی روده ۵

۱-۲ ریخت شناسی و فیزیولوژی غده بزاقی ۸

۱-۲-۱ ریخت شناسی غده بزاقی ۸

۱-۲-۲- فیزیولوژی غدد بزاقی ۱۰

۱-۳ آلفا- آمیلازها ۱٤

۱-٤ مرور مطالعات انجام شده در مورد آنزیم‌های گوارشی ۱٦

۱-۵ بازدارنده‌های آنزیم‌های گوارشی ۲٤

۱-٦ سن گندم ۲۷

۱-٦-۱ ریخت شناسی ورده بندی ۲۸

۱-٦-۲ پراکنش جغرافیایی ۲۸

۱-٦-۳ گیاهان میزبان ۲۹

۱-٦-٤ بیولوژی ۲۹

۱-٦-۵ روش های مبارزه ۳۰

فصل دوم: مواد وروشها

۲-۱ جمع‌آوری حشرات کامل سن گندم ۳۱

۲-۲ تشریح حشرات کامل ۳۱

۲-۲-۱ خارج ساختن معده‌ی حشرات کامل..... ۳۱
۲ -۲- ۲ خارج ساختن غدد بزاقی حشرات کامل..... ۳۱
۲-۳ روش بررسی مرفولوژی غده بزاقی..... ۳۳
۲-٤ آماده‌سازی نمونه‌های آنزیمی..... ۳۳
۲-٤-۱ آماده‌سازی نمونه‌های آنزیمی دستگاه گوارش..... ۳۳
۲-٤-۲ آماده سازی نمونه‌های آنزیمی غده بزاقی..... ۳۳
۲-۵ سنجش فعالیت α- آمیلاز..... ۳٦
۲-٦ تعیین غلظت پروتئین در نمونه‌های آنزیمی..... ۳۸
۲-۷ فعالیت آلفا- آمیلاز در قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش *E.integriceps* ٤۱
۲-۸ فعالیت آلفا- آمیلاز در غده‌ی بزاقی *E. integriceps* ٤۱
۲-۸-۱ تعیین برخی ویژگی‌های آلفا- آمیلاز..... ٤۱
۲-۸-۱-۱ دمای اپتیمم فعالیت آنزیم..... ٤۱
۲-۸-۱-۲ pH اپتیمم فعالیت آنزیم..... ٤۲
۲-۸-۱-۳ غلظت آنزیم در بافر..... ٤۳
۲-۸-۲ تفاوت‌های فعالیت آلفا- آمیلاز غده بزاقی..... ٤۳
۲-۸-۲-۱ اثرجنسیت بر روی فعالیت آنزیم..... ٤۳
۲-۸-۲-۲ تعیین میزان فعالیت آنزیم در قسمت‌های مختلف غده‌ی بزاقی..... ٤۳
۲-۸-۲-۳ تعیین *میزان* فعالیت آنزیم در محتویات داخل لومن و داخل بافتی غده‌ی بزاقی ٤٤
۲-۹ مقایسه فعالیت آنزیم در غده بزاقی حشرات کامل فعال و دیاپوزی..... ٤٤
۲-۱۰ فعال کننده‌ها و مهار کننده‌های آلفا- آمیلاز بزاقی..... ٤٤
۲-۱۱ طرح‌های آزمایشی مورد استفاده..... ٤۵
۲-۱۱-۱ داده‌های مربوط به مطالعه‌ی مرفولوژی غده‌ی بزاقی..... ٤۵
۲-۱۱-۲ داده‌های مربوط به مطالعه‌ی فعالیت آلفا- آمیلاز..... ٤۵
۲-۱۱-۲-۱ فعالیت آلفا- آمیلاز در دستگاه گوارش..... ٤٦

۲-۱۱-۲-۲ فعالیت آلفا- آمیلاز در غده‌ی بزاقی.....٤٦
۲-۱۱-۲-۲-۱ دمای اپتیمم فعالیت آنزیم.....٤٦
۲-۱۱-۲-۲- ۲ pH اپتیمم فعالیت آنزیم.....٤٦
۲-۱۱-۲-۲-۳ غلظت آنزیم.....٤٧
۲-۱۱-۲-٤ فعالیت آنزیم در قسمت‌های مختلف غده‌ی بزاقی.....٤٧
۲-۱۱-۲-۲-٥ فعالیت آنزیم در محتویات داخل لومن و داخل بافتی غده‌ی بزاقی.٤٧
۲-۱۱-۲-٦ مقایسه فعالیت آنزیم در غدد بزاقی حشرات کامل فعال و دیاپوزی..٤
۲-۱۱-۲-۷ فعالیت ترکیبات مهارکننده و فعال کننده.....٤٧
۲-۱۲ تجزیه‌های آماری.....٤٨

فصل سوم: نتایج وبحث

۳-۱ ریخت شناسی غده بزاقی.....٤٩
۳-۲ فعالیت آلفا- آمیلاز در دستگاه گوارش سن گندم.....٥٤
۳-۲-۱ فعالیت آلفا- آمیلاز در هر یک از قسمت‌های مختلف کانال گوارشی.....٥٤
۳-۲-۲ مقایسه فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز بین غده بزاقی و کانال گوارش.....٥٥
۳-۳ فعالیت آلفا- آمیلاز در PHهای مختلف.....٥٨
۳-٤ تعیین دمای اپتیمم فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز.....٦٠
۳-٥ مقایسه بین قسمت‌های مختلف یک غده بزاقی.....٦٣
۳-٦ اثر غلظت آنزیم در بافر بر روی فعالیت آن.....٦٥
۳-۷ بررسی دو عامل جنسیت و حالت فیزیولوژیک در میزان فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز.....٦٧
۳-۸ فعالیت آنزیم در محتویات داخل لومن و داخل بافتی غده بزاقی.....٦٩
۳-۹ فعالیت آلفا-آمیلاز در درجات مختلف اتانول.....٧١
۳-۱۰ مقایسه اثرات ترکیبات معدنی بر میزان فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز.....٧٣
۳-۱۱ نتیجه گیری.....٨٣
۳-۱۲پیشنهادات.....٨٤

منابع مورد استفاده ۸۵

فهرست جداول ونمودارها

عنوان صفحه

جدول۱-۱ مواد تشکیل دهنده بزاق در Heteroptera ۱۲

جدول۳-۱ تجزیه واریانس اثرجنسیت و موقعیت بر روی اندازه غده بزاقی ۵۱

جدول۳-۲ میانگین اندازه قسمت‌های مختلف غده بزاقی (میلی متر) سن گندم ۵۲

جدول۳-۳ تجزیه واریانس قسمتهای مختلف کانال گوارش ٥٤

جدول۳-٤ تجزیه واریانس قسمتهای مختلف دستگاه گوارش ٥٥

جدول۳-٥ مقایسه میانگین گروهی فعالیت آلفا- آمیلاز بزاقی بین قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش سن ٥٧

جدول۳-٦ تجزیه واریانس اثر pH های مختلف محلول آنزیمی برروی فعالیت آنزیم ٦٠

جدول۳-۷ تجزیه واریانس اثر دماهای مختلف بر فعالیت آنزیم ٦١

جدول۳-۸ میزان کاهش فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز نسبت به دمای اپتیمم ٦١

جدول۳-۹ دمای اپتیمم آلفا- آمیلاز در تعدادی از حشرات ٦٢

جدول۳-۱۰ تجزیه واریانس میزان فعالیت آنزیم بین قسمت‌های مختلف غده بزاقی ٦٣

جدول۳-۱۱ تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف آنزیم بر میزان فعالیت آنزیم ٦٥

جدول۳-۱۲ تجزیه واریانس اثر دو عامل جنسیت و مرحله فیزیولوژیکی برمیزان فعالیت آنزیم ٦٩

جدول۳-۱۳ تجزیه واریانس درجات مختلف اتانول ٧٢

جدول۳-۱٤ تجزیه واریانس غلظت های مختلف ترکیبات معدنی بر میزان فعالیت آنزیم ٧٦

جدول۳-۱٥ گروه بندی ترکیبات معدنی برای میزان فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز ٧٦

جدول۳-۱٦ مقایسه میانگین گروهی فعالیت آلفا- آمیلاز بزاقی پس از اضافه کردن ترکیبات ٧٩

جدول۳-۱۷ ترکیب معدنی بذر گیاهان زراعی ٨٠

شکل۱-۱ **ساختمان دستگاه گوارش در سن *Leptocorisa varicornis*** ٤

شکل۱-۲ **قسمت‌های مختلف یک غده بزاقی در سن** *Eurydema rugosum* ١٠

شکل۱-۳ **ساختمان سه بعدی آلفا- آمیلاز در *T. molitor*** ١٥

شکل۱-٤ **حشره کامل سن گندم** ٢٩

شکل۲-۱ **هموژنایزر مدل Ultra-Turrax T8** ٣٤

شکل۲-۲: **سانتریفیوژ Beckman Avanti^{TM} 30** ٣٥

شکل۲-۳ **دستگاه اتوآنالایزر مدل Alcyon 300** ٣٨

شکل۲-٤ **دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS مدل Shimadzu UV-160** ٤٢

شکل۳-۱ غده بزاقی در سن گندم ٥٠

نمودار۳-۱ مقایسه میانگین طول کل غده بزاقی در ***E. integriceps*** ٥٣

نمودار۳-۲ مقایسه میانگین عرض لوب جلویی غده بزاقی در ***E. integriceps*** ٥٣

نمودار۳-۳ مقایسه میزان فعالیت آنزیم در قسمتهای مختلف دستگاه گوارش ***E. integriceps*** ٥٦
نمودار۳-٤ میزان فعالیت آنزیم در **pH** های مختلف ٥٩
نمودار۳-٥ میزان فعالیت آنزیم در دماهای مختلف ٦٢
نمودار۳-٦ مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم در قسمت‌های مختلف غده بزاقی ٦٣
نمودار۳-۷ میزان فعالیت آنزیم در غلظت های مختلف غده بزاقی ٦٦
نمودار۳-۸ رابطه خطی بین فعالیت آنزیم و غلظت آن ٦٦
نمودار۳-۹ میزان فعالیت آنزیم در دو حالت فعال و دیاپوزی ٦٨
نمودار۳-۱۰ مقایسه میزان فعالیت آنزیم در لومن و بافت غده بزاقی ۷۰
نمودار۳-۱۱ میزان فعالیت آنزیم در درجات مختلف الکل ۷۲
نمودار۳-۱۲ میزان فعالیت آنزیم در دو غلظت مختلف ۷٤
نمودار۳-۱۳ میزان اثر ترکیبات معدنی مختلف در فعالیت آنزیم ۷٥
نمودار۳-۱٤ مقایسه میزان اثر ترکیبات مختلف در فعالیت آنزیم ۷۷

مقدمه

مقدمه

مطالعه آنزیم‌های گوارشی حشرات دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. در مورد ناجوربالان این مطالعات یکی از مهمترین زمینه‌های بررسی در مورد خسارت وارد آمده به گیاهان میزبان توسط سن‌ها و یکی از مهمترین زمینه‌های شناخت فیزیولوژی دستگاه گوارش این حشرات می‌باشد(۷۲،۳۹،۳۱،۲۷،۱۲،۱۰).

دستگاه گوارش ناجوربالان گیاهخوار با توسعه یافتگی معده میانی, تمایز یابی آن به سه یا چهار ناحیه‌ی مشخص, کوچک شدگی شدید معده عقبی و نیز با تمایز یافتگی غدد بزاقی به دو بخش, یکی غده اصلی (Principal gland) و دیگری غده ضمیمه (Accessory gland) مشخص می‌شود(۷۵،۵۵،۵۰،۳۷،۳۳).

کمپلکس غده بزاقی یکی از قسمت‌های مهم دستگاه تغذیه‌ای در هضم خارج دهانی است. ترشحات این غده حاوی آنزیمهای گوارشی به ساختارهای گیاهی تزریق شده و آنها را به شکل مایع در آورده و سپس این مایع را وارد کانال گوارشی می‌کند(۷٤،٤۳،۳۲). از مهمترین آنزیمهای گوارشی موجود در مایع بزاقی آلفا- آمیلاز می‌باشد که مسئولیت بهره برداری از مواد غذایی حاوی نشاسته یا گلیکوژن را به عهده دارد(۱۰۱،۷۸،۵۱،۳٤).در سن گندم هر دو اندام غده بزاقی و روده میانی در تولید آلفا- آمیلاز شرکت دارند.

بعد از چندین سال تلاش در زمینه مدیریت تلفیقی این آفت با استفاده از راهکارهایی مثل کنترل شیمیایی، کنترل بیولوژیک و کنترل زراعی و عدم حصول نتیجه قابل قبول باید راهکار جدیدی را جستجو کرد. در این زمینه حلقه گمشده مدیریت این آفت می‌تواند استفاده از ارقام مقاوم باشد. تولید ارقام مقاوم دارای ژن‌های کد کننده مهار کننده‌های آنزیمی از جدیدترین راهکارهای موجود می‌باشد. در این زمینه قدم اول شناخت مهمترین آنزیمهای گوارشی حشرات و سپس تشخیص یکی از این آنزیمها به عنوان هدف در پروژه کنترل آفت می‌باشد. بعد از آن می‌توان با استفاده از ترکیبات مختلف معدنی و آلی ساختارهایی را که دارای قدرت مهار کنندگی روی آنزیم هدف دارند را شناسایی نمود. در این پروژه نیز با توجه به اهمیت این حشره به عنوان

مهمترین آفت گیاهان زراعی ایران ما سعی در بررسی ویژگیهای بیوشیمیایی آنزیم آلفا- آمیلاز ترشح شده توسط غده بزاقی برای اولین بار در ایران را داریم.

بعد از آن نیز چند ترکیب معدنی را به عنوان مهار کننده به محلول آنزیمی اضافه کرده و میزان مهار کنندگی آنها را تعیین می‌کنیم. با توجه به بررسی منابع انجام شده تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر روی میزان فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز بزاقی و روده‌ای در سن گندم انجام نشده است و این پژوهش اولین مورد آن خواهد بود.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- ریخت شناسی و فیزیولوژی روده

۱-۱-۱- ریخت‌شناسی روده

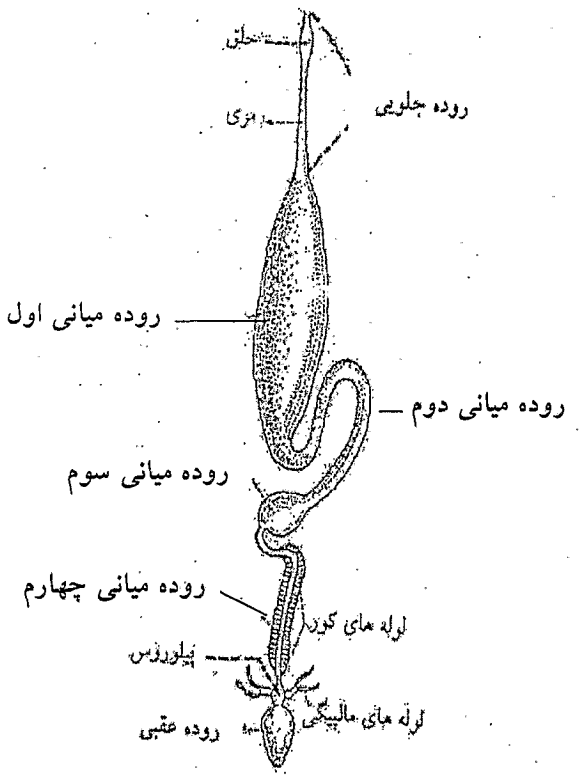
برای درک کامل فیزیولوژی دستگاه گوارش یک حشره لازم است تا آناتومی آن به خوبی شناخته شود (۸۸). ویژگی مهم کانال گوارشی ناجوربالان، رشد قابل توجه و توسعه و تمایز روده میانی[1] به چهار ناحیه‌ی مشخص می‌باشد (۱۲). مشخصات عمومی و مشترک کانال گوارشی ناجوربالان همان است که توسط ساکسنا در مورد سن *Leptocorisa varicornis(Fabr.)* (۸۸) توصیف شده و به شرح زیر می‌باشد:

روده جلویی[2] به شکل یک لوله‌ی کوتاه و باریک است که قسمت جلویی اندکی متسع شده‌ی آن، حلق[3] و قسمت عقبی و باریک آن، مری[4] نام دارد (شکل ۱-۱). روده میانی اول[5] به شکل یک کیسه حجیم، دراز و عریض می‌باشد که از نظر ظاهری در گونه‌های مختلف تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد. روده میانی دوم لوله‌ای شکل و باریکتر از روده میانی اول است. طول این قسمت در نرها تقریباً مساوی طول روده میانی اول است. اما در ماده‌ها طول آن ۲ تا ۳ برابر روده میانی اول می‌باشد. روده میانی سوم یک ناحیه متسع شده‌ی کوچک است که گلابی شکل بوده و فضای داخلی آن به طور ثابت با یک مایع غلیظ متمایل به زرد، سبز یا قهوه‌ای رنگ پر می‌شود. روده میانی چهارم نیز یک ناحیه‌ی لوله‌ای شکل بوده ولی از روده میانی دوم باریک‌تر است. در اطراف این ناحیه تعداد بسیار زیادی لوله کور[6] دیده می‌شود. روده

---

[1] - Midgut
[2] - Foregut
[3] - Pharynx
[4] - Oesophagus
[5] - First ventriculus
[6] - Caecum

عقبی[1] بسیار کوتاه بوده و فاقد هر گونه تمایز به روده‌ی باریک[2] و راست روده[3] است. در محل اتصال روده‌ی میانی به روده عقبی، دو جفت لوله مالپیگی وجود دارد.



شکل (۱-۱):ساختمان دستگاه گوارش در سن *Leptocorisa varicornis* (۸۸)

از تفاوت‌های مهم بین حشرات راسته Heteroptera با دیگر راسته‌های حشرات این است که سلول‌های پوششی روده میانی با یک غشای خارج سلولی به نام غشای پریمیکروویلار[4] (PMM) پوشیده شده است (٦٧). PMM در واقع یک ساختار لیپوپروتئینی است که از قاعده میکروویلی به سمت لومن

[1] - Hindgut
[2] - Intestine
[3] - Rectum
[4] - Perimicrovillar membrane

روده میانی کشیده شده و ایجاد یک فضای محصور به نام فضای پریمیکروویلار[1] می‌کند. وظیفه PMM مانند پرده اطراف غذا در حشرات جونده محصور کردن تعدادی از آنزیم‌های گوارشی و در نتیجه حفاظت از سلول‌های پوششی روده میانی می‌باشد. مطالعات فیلوژنتیکی نشان داده که سیستم PMM از نظر تکاملی در حشرات Condylognatha، شامل راسته‌های Hemiptera و Thysanoptera به وجود آمده است (٦٧).

۱-۱-۲- فیزیولوژی روده

روده از مهمترین اندام‌های تولید کننده آنزیم‌های گوارشی در بدن حشرات می‌باشد (٨٦). روده در ناجوربالان محل تولید انواع مختلفی از آنزیم‌هاست که وظیفه هضم غذا را به عهده دارند. این آنزیم‌ها اکثراً توسط سلول‌های ستونی در روده میانی حشرات تولید و به سه طریق وارد فضای لومن دستگاه گوارش می‌شدند. در ترشح مروکرین[2] یا اگزوسایتوزیس[3] آنزیم‌ها پس از فرآوری در دستگاه گلژی در وزیکول‌هایی قرار گرفته و برحسب نیاز با ترکیب وزیکول با غشای سلول‌های ستونی باعث رهاسازی آنزیم در لومن دستگاه گوارش می‌شوند. در ترشح هولوکرین[4] سلول ترشحی روده میانی حشره به طور کامل محتویات سیتوپلاسمی خود را وارد لومن روده می‌کند، در حالی که در ترشح آپوکرین[5] تنها قسمتی از سلول ترشحی روده میانی شکسته شده و آنزیم را وارد لومن می‌کند. ترشح میکروآپوکرین[6] نیز به حالتی گفته می‌شود که تنها یک- یا دو- کیسه محتوی آنزیم از میکروویلی سلول‌های ترشحی روده

---

[1] - Perimicrovillar space
[2] - Merocrine
[3] - Exocytosis
[4] - Holocrine
[5] - Apocrine
[6] - Microapocrine