بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد پرورش و تولید طیور

تاثیر افزودن جیره‌ای آرژنین، آسپارژین، گلایسین و متیونین بر محتوی و فعالیت لایزوزیم تخم بلدرچین ژاپنی

نجمه سادات روحانی

استاد راهنما:

دکتر محمد امیر کریمی ترشیزی

استاد مشاور:

دکتر مریم نیکخواه

مهرماه ۱۳۹۱

تقدیر و تشکر

" کسی که شکر مخلوق را به جا نیاورد، شکر خالق را به جا نیاورده است" ، در قدردانی از پدر و مادر عزیزم و انسان‌های شریفی که برای کسب علم و معرفت مرا یاری کرده‌اند، کامل‌ترین سپاس را با این کلام به جا می‌آورم:

هر کس به من چیزی بیاموزد مرا بنده خود کرده است. "امیرالمؤمنین، علی علیه السلام"

با سپاس هرچه تمام‌تر از:

جناب دکتر محمدامیر کریمی ترشیزی

جناب دکتر مریم نیکخواه

جناب دکتر فرید شریعتمداری

جناب دکتر شعبان رحیمی

چکیده

لایزوزیم یک آنزیم ضد باکتریایی است که ۳/۵ درصد سفیده تخم پرندگان را تشکیل داده و نقش بسیار مهمی را در مکانیسم دفاعی تخم بر عهده دارد. این آنزیم به علت ویژگی‌های منحصر به فردی که دارا است، کاربردهای گسترده‌ای در صنعت غذایی، پزشکی و داروسازی پیدا کرده است. در این تحقیق با توجه به پرونده ساختاری لایزوزیم چهار اسیدآمینه آسپارژین، آرژنین، گلایسین و متیونین به جیره غذایی بلدرچین‌های تخمگذار مکمل شد. برای مکمل سازی اسیدهای آمینه، یکسان بودن محتوای پروتئینی تمام گروه‌های آزمایشی اساس کار قرار گرفت و بدین منظور مقدار اسیدهای آمینه در گروه‌های آزمایشی به گونه‌ای تنظیم شد که ۰/۲۳۵ درصد پروتئین به جیره پایه مکمل گردید. تعداد ۷۲ قطعه جوجه در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ تیمار، ۳ تکرار و ۴ پرنده در هر قفس مورد استفاده قرار گرفت. مکمل نمودن اسیدهای آمینه اثر مثبت و معنی‌داری بر روی درصد تولید تخم و توده تخم داشت($P<0/05$)، ضریب تبدیل غذایی در بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد، لیکن از نظر عددی بهترین ضریب تبدیل مربوط به گروه شاهد بود($P<0/05$). وزن پوسته، درصد سفیده، درصد زرده، ارتفاع سفیده، واحد هاو و ارتفاع زرده بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌دار نشان دادند($P<0/05$) و افزودن اسیدهای آمینه به جیره غذایی بلدرچین‌ها موجب بهبود این صفات گردید. فعالیت آنزیم لایزوزیم با دو روش لایزوپلیت و کدورت سنجی سنجیده شد، مکمل نمودن اسیدهای آمینه آرژنین و آسپارژین به تنهایی و در ترکیب با یکدیگر موجب افزایش فعالیت آنزیم لایزوزیم در هر دو روش لایزوپلیت ($P<0/05$) و کدورت سنجی شد($P<0/05$). غلظت پروتئین لایزوزیم هم تحت تأثیر افزودن جیره‌ای اسیدهای آمینه قرار گرفت($P<0/05$).

کلمات کلیدی: لایزوزیم سفیده تخم، بلدرچین ژاپنی، اسیدهای آمینه، تولید تخم، کیفیت داخلی تخم

فهرست مطالب

فصل اول ۱

۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم ۵

۱-۲ پروتئینهای ضدمیکروبی طبیعی در تخم پرندگان ۶

۲-۱-۱ لایزوزیم ۶

۲-۱-۱-۱ ساختار لایزوزیم ۸

۲-۱-۱-۲ اشکال پلی مریک لایزوزیم ۹

۲-۱-۱-۳ ویژگی های فیزیکی و شیمیایی لایزوزیم ۱۰

۲-۱-۱-۴ ثبات لایزوزیم ۱۰

۲-۱-۱-۵ فعالیت ضد میکروبی لایزوزیم ۱۱

۲-۱-۱-۶ تغییرات شیمیایی مؤثر بر فعالیت لایزوزیم ۱۳

۲-۱-۱-۷ پرونده اسیدهای آمینه در لایزوزیم ۱۴

۲-۱-۱-۸ روش های استخراج لایزوزیم ۱۶

۲-۱-۱-۸-۱ کریستالیزاسیون ۱۶

۲-۱-۱-۸-۲ فیلتراسیون غشائی ۱۶

۲-۱-۱-۸-۳ کروماتوگرافی میل ترکیبی ۱۷

۲-۱-۱-۸-۴ کروماتوگرافی تبادل یونی ۱۷

۲-۱-۱-۸-۵ روش میسلهای معکوس ۱۸

۲-۱-۱-۹ کاربردهای لایزوزیم ۱۸
۲-۱-۱-۹-۱ کاربرد لایزوزیم در پزشکی و داروسازی ۱۸
۲-۱-۱-۹-۲ کاربرد لایزوزیم در صنعت غذایی ۲۰
۲-۱-۱-۱۰ سنجش فعالیت لایزوزیم ۲۱
۲-۱-۱-۱۰-۱ میکرو ارگانیسم *Micrococcus luteus* ۲۱
۲-۱-۱-۱۰-۲ عوامل مؤثر بر فعالیت لایزوزیم سفیده تخم ۲۲
۲-۲ استفاده از اسیدهای آمینه در جیره طیور ۲۲
۲-۲-۱ آرژنین ۲۳
۲-۲-۲ آسپارژین ۲۳
۲-۲-۳ گلایسین ۲۳
۲-۲-۴ متیونین ۲۴
فصل سوم ۲۵
۳-۱ محل انجام تحقیق ۲۶
۳-۲ مدل آماری طرح ۲۶
۳-۳ تهیه جیره پایه ۲۷
۳-۴ متغیرهای اندازه گیری شده در رابطه با عملکرد ۲۹
۳-۴-۱ عملکرد کمی تولید تخم بلدرچین ۲۹
۳-۴-۱-۱ خوراک مصرفی ۲۹
۳-۴-۱-۲ درصد تخمگذاری ۳۰

۳-۴-۱-۳ میانگین وزن تخم بلدرچین ۳۰
۳-۴-۱-۴ وزن توده تخم بلدرچین ۳۰
۳-۴-۱-۴ ضریب تبدیل غذا به تخم ۳۱
۳-۴-۲ تعیین ویژگی های کمی وکیفی تخم بلدرچین ۳۱
۳-۴-۲-۱ استفاده از دستگاه ارتفاع سنج ۳۱
۳-۴-۲-۲ماده خشک سفیده و زرده تخم بلدرچین ۳۲
۳-۴-۲-۳ محاسبه چربی زرده تخم بلدرچین ۳۲
۳-۴-۲-۴ خاکستر خام زرده و سفیده تخم بلدرچین ۳۳
۳-۵ تعیین غلظت پروتئین ۳۳
۳-۵-۱- یکسان سازی غلظت پروتئین نمونه‌ها ۳۴
۳-۶ سنجش فعالیت آنزیم ۳۴
۳-۶-۱ روش کدورت سنجی ۳۴
۳-۶-۲ روش لایزوپلیت ۳۵
۳-۷ الکتروفورز ۳۶
۳-۷-۱ مواد و وسایل مورد نیاز الکتروفورز ۳۶
۳-۷-۲ آماده سازی نمونه ۳۷
۳-۷-۳ آماده سازی ژل و ران نمودن نمونه‌ها ۳۷
۳-۷-۴ رنگ آمیزی با کوماسی آبی ۳۸
۳-۷-۵ رنگ بری ژل ۳۹

۳-۷-۶ آنالیز باندهای پروتئین ۳۹

۳-۹ فراسنجه‌های اندازه گیری شده خون ۳۹

۳-۱۰ تهیه نمونه برای بررسی مورفولوژی ۴۰

۳-۱۰-۱ آماده سازی نمونه‌ها ۴۰

۳-۱۰-۲ پاساژ بافت ۴۱

۳-۱۰-۳ چسبانیدن برشها بر روی لام ۴۲

۳-۱۰-۴ رنگ آمیزی ۴۲

۳-۱۰-۴-۱ مراحل اصلی در رنگ آمیزی ۴۲

۳-۱۱ مرفولوژی دستگاه گوارش ۴۳

۳-۱۱-۱ اندازه گیری ابعاد پرز و عمق کریپت ۴۳

۳-۱۱-۲ شمارش سلولهای گابلت ۴۳

فصل چهارم ۴۴

۴-۱ نتایج و بحث ۴۵

۴-۱-۱ صفات عملکردی بلدرچینهای تخمگذار ۴۵

۴-۱-۱-۱ خوراک مصرفی ۴۵

۴-۱-۱-۲ وزن تخم بلدرچین ۴۶

۴-۱-۱-۳ ضریب تبدیل ۴۷

۴-۱-۱-۴ درصد تولید ۴۷

۴-۱-۱-۵ وزن توده تخم بلدرچین ۴۸

۴-۲ کیفیت تخمهای بلدرچین ۴۹

۴-۳ فعالیت آنزیم ۵۶

۴-۳-۱ لایزوپلیت ۵۶

۴-۳-۲ کدورت سنجی..... ۵۷

۴-۴ غلظت آنزیم ۶۰

۴-۶ فاکتورهای خونی ارزیابی شده ۶۲

۴-۷ مورفولوژی روده باریک ۶۵

۴-۷-۱ ارتفاع پرز ۶۶

۴-۷-۲ ضخامت پرز..... ۶۷

۴-۷-۳ عمق کریپت ۶۷

۴-۷-۴ نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت (شاخص پرز) ۶۸

۴-۷-۵ تعداد سلول های گابلت ۶۸

۴-۸ مقایسه درآمد حاصل از فروش لایزوزیم در مقابل فروش تخم مرغ ۷۱

۴-۹ نتیجه گیری کلی ۷۱

۴-۱۰ پیشنهادات..... ۷۲

فصل پنجم منابع..... ۷۳

فهرست جداول

جدول ۲-۱ منابع مختلف لایزوزیم..... ۷

جدول ۲-۲ پرونده اسیدهای آمینه در سفیده تخم مرغ و پروتئین لایزوزیم..... ۱۵

جدول ۳-۱ ترکیب جیره پایه و آنالیز مواد مغذی آن.....۲۷

جدول ۳-۲ معادل پروتئین در اسیدهای آمینه.....۲۸

جدول ۳-۳ میزان مکمل نمودن اسیدهای آمینه در جیره‌ها.....۲۹

جدول ۳-۴ راهنمای تهیه محلول ژل‌های بالا و پائین..... ۳۸

جدول ۳-۵ مراحل پاساژ بافت..... ۴۱

جدول ۴-۱ صفات عملکردی بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش..... ۴۹

جدول ۴-۲ تأثیر مکمل نمودن اسیدهای آمینه بر ترکیب داخلی تخم بلدرچین‌های ژاپنی..... ۵۴

جدول ۴-۳ تأثیر مکمل نمودن اسیدهای آمینه بر صفات کمی و کیفی تخم بلدرچین‌های ژاپنی.....۵۵

جدول ۴-۴ سنجش فعالیت آنزیم با روش کدورت سنجی و اندازه‌گیری قطر هاله در روش لایزوپلیت..... ۵۹

جدول ۴-۵ غلظت لایزوزیم موجود در سفیده تخم بلدرچین‌های ژاپنی..... ۶۱

جدول ۴-۶غلظت آنزیم‌های سرمی در خون..... ۶۴

جدول ۴-۷ ترکیبات بیوشیمیایی در خون..... ۶۵

جدول ۴-۸ اثر گروه‌های آزمایشی بر ویژگی‌های مرفومتریک دوازدهه روده باریک بلدرچین ماده..... ۶۹

جدول ۴-۹ اثر گروه‌های آزمایشی بر ویژگی‌های مرفومتریک ایلئوم روده باریک بلدرچین ماده..... ۷۰

جدول ۴-۱۰ درآمد حاصل از فروش لایزوزیم ۷۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱ ساختار لایزوزیم..... ۹

شکل ۴-۱ هاله تشکیل شده حاصل از فعالیت لایزوزیم..... ۵۷

شکل ۴-۲ باندهای لایزوزیم گروه‌های آزمایشی..... ۶۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

بیوتکنولوژی به مفهوم کاربرد علوم زیستی و اثر متقابل آن در فناوری‌های ساخت بشر می‌باشد. به طور کلی هر گونه کنش هوشمندانه بشر در آفرینش، بهبود و عرضه فرآورده‌های گوناگون با استفاده از جانداران، به ویژه از طریق دستکاری آن‌ها در سطح مولکولی در حیطه زیست‌فناوری قرار می‌گیرد. توسعه بیوتکنولوژی موجب بهبود معنی داری در افزایش امنیت غذایی، تغذیه و سلامتی انسان، سلامتی حیوانات و حفاظت محیط زیست شده است.

در صنعت پرورش طیور(مرغ تخمگذار) می‌توان از دیدگاه‌های متفاوتی علاوه بر ارزش غذایی تخم مرغ، به آن نگاه کرد و نظر خود را معطوف به جنبه‌های پزشکی، بیوتکنولوژی و تغذیه‌ای آن نمود. تخم پرندگان به عنوان معجزهٔ خلقت علاوه بر داشتن ویژگی‌های کم نظیر تغذیه‌ای، دارای ویژگی‌های فرا تغذیه‌ای متنوعی می‌باشد. ترکیبات فعال بیولوژیکی که در تخم پرندگان وجود دارند به علت دارا بودن اثرات ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضد سرطان و حفاظت از سیستم ایمنی، علاوه بر کارایی در صنعت غذایی، کاربردهای گسترده‌ای در پزشکی و داروسازی دارند (Mine *et al*., 2004).

از بین اجزاء کنشی تخم پرندگان می‌توان به جزء پروتئینی لایزوزیم اشاره نمود. در صورتیکه بتوان با دست ورزی تخم پرندگان بر محتوی ترکیبات زیست فعال آن افزود، هزینه تولید این فراورده ها به طور موثری کاهش خواهد یافت و سودآوری تولید این فراورده های با ارزش افزوده افزایش خواهد یافت. در این راستا بسیاری از پژوهشگران کوشیده‌اند تا با دست ورزی تخم مرغ، آن را به بسته‌ی مواد غذایی مورد نیاز انسان تبدیل کنند، غنی سازی تخم‌مرغ با ید، لوتئین، اسیدهای چرب امگا-۳،

ویتامین‌هایی چون ریبوفلاوین و نیاسین، مثال‌هایی از دست ورزی تخم مرغ و تغییر کیفیت آن می-باشند. با توجه به بررسی منابع علمی منتشر شده تاکنون تحقیقی با هدف دستورزی محتوی پروتئین‌های زیست فعال تخم پرندگان انجام نشده است. پژوهش‌ها در زمینه افزودن اسیدهای آمینه به جیره پرندگان، به مکمل نمودن متیونین، سیستئین، لایزین و تریپتوفان محدود شده است و آنچنان که می‌دانیم امروزه مصرف متیونین برای دست یابی به تخم مرغ های بزرگ تر به صورت تجاری درآمده است، لذا می‌توان اثر سایر اسیدهای آمینه را به منظور تولید فراورده‌های طیور با ارزش افزوده اجزاء پروتئینی آن مورد بررسی قرار داد. به همین منظور تحقیق حاضر امکان تغییر غلظت و کنش لایزوزیم تخم بلدرچین ژاپنی را با افزودن جیره‌ای چند اسید آمینه سنتزی بررسی می‌کند.

کاربرد لایزوزیم به عنوان ممانعت کننده طبیعی به منظور کنترل جمعیت باکتریایی در محصولات غذایی گوشتی مانند سوسیس، گوشت گاو خشک شده، گوشت گوساله و بوقلمون(Hughey *et al*.,1989) و به منظور ممانعت از رشد *Clostridium tyrobutyricum* در پروسه پنیرسازی(Proctor, 1988) بصورت تجاری درآمده است. داروهایی چون Lysopain در سوئیس، Lyso6 و Hexalyse در فرانسه، Igazumدر دانمارک، Murazyme در برزیل و Neuzym در ژاپن از جمله داروهای حاوی لایزوزیم هستند که در این کشورها ساخته و عرضه می‌شوند. Tenuovo در سال ۲۰۰۲ تخمین زده است که سالانه بیش از ۱۰۰ تن لایزوزیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دست ورزی جزء پروتئینی تخم طیور ایده‌ای جدید به شمار رفته و گامی نو در تولید فراورده‌های با ارزش افزوده از محصولات طیور در کشورمان می‌باشد. علاقه مندان این زمینه می‌توانند با بکار بردن آموخته‌های علمی خود و همگام شدن با فناوری و تکنولوژی روز، محصولات جدیدی را در مقیاس صنعتی تولید نمایند و باید باور داشت در دنیایی که چنین شتابان پیش می‌رود، ظهور و پیدایش هرگونه نوآوری با استقبال روبه رو خواهد شد و همواره ارائه فراورده‌های نوین که بر اساس جنبه های علمی، اقتصادی و تکنولوژی تولید شده باشند، با موفقیت‌های چشمگیر همراه می‌باشد

از سوی دیگر قیمت تخم مرغ تحت تأثیر فصول سال تغییر می‌کند. به طور مثال به دلیل کاهش تقاضای تخم مرغ در تابستان قیمت آن کاهش می‌یابد. این نوسانات قیمت تخم مرغ امنیت مرغداران را به مخاطره می‌اندازد و موجب شده تا سالی ۱۵۰ میلیارد تومان از سرمایه در گردش مرغداران کاهش یابد. می‌توان در مواقعی از سال که تقاضا برای تخم مرغ از سوی مصرف کنندگان کم است، صنایع دخیل در فراوری اجزای مختلف تخم مرغ را فعال نمود تا ضمن تأمین نیاز کشور و جلوگیری از خروج ارز، حاشیه اطمینان سود مرغداران را حفظ نمود.

جایگاه استخراج، تولید و مصرف لایزوزیم در کشور عزیز ما خالی می‌باشد و پیوند صنعت مرغداری با تکنولوژی مدرن وظیفه دست اندرکاران این رشته می‌باشد، که لازمه این آینده نگری پژوهش‌های بیش‌تر و جدید در این عرصه می‌باشد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ پروتئین‌های ضدمیکروبی طبیعی در تخم پرندگان

به طور متوسط یک تخم از ۹/۵ درصد پوسته، ۶۳ درصد آلبومن(سفیده) و ۲۷/۵ درصد زرده تشکیل شده است. از نظر ترکیبات تخم از ۷۵ درصد آب، ۱۲ درصد پروتئین، ۱۲ درصد لیپید و ۱ درصد کربوهیدرات و مواد معدنی تشکیل شده است (Sugino, 1997). از جمله ترکیبات دفاعی سفیده تخم می‌توان به لایزوزیم، اووترانسفرین، آویدین و اووماکروگلوبولین اشاره نمود که تخم را از حمله میکروبی حفظ می‌نمایند (Ahlborn, 2006). زرده تخم هم حاوی مواد ضد باکتریایی مانند سیالیل اولیگوساکاریدها[1](Sugita-Konishi, 2002) و IgY می‌باشد. فعالیت‌های ضد باکتریایی غشاء پوسته تخم ناشی از حضور لایزوزیم، اووترانسفرین و بتا ان- استیل گلوکوزامینیداز می‌باشد (Ahlborn, 2006). در ادامه خصوصیات و ساختار لایزوزیم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱-۱ لایزوزیم

لایزوزیم توسط الکساندر فلمینگ[2] در سال ۱۹۲۲ کشف شد (Alderton,1994)، که متوقف کننده رشد باکتری[3]، از بین برنده باکتری[4] و تجزیه کننده باکتری[5] می‌باشد. نام لایزوزیم برای توصیف خصوصیت آنزیمی آن بکار می‌رود که فعالیت لیتیکی بر علیه سلول‌های باکتریایی دارد. این آنزیم به عنوان مورامیداز و ان - استیل مورامیک - هیدرولاز شناخته می‌شود.

[1] sialyloligosaccharids
[2] Alexander Fleming
[3] bacteriostatic
[4] bacteriocidal
[5] bacteriolytic

لایزوزیم یک آنزیم طبیعی است که در همه جا یافت می‌شود، تقریبا در تمام ترشحات، مایعات بدن، بافت‌های انسان و ارگانیسم های جانوری حضور دارد. لایزوزیم از تعدادی گیاه، باکتری و باکتریوفاژ جداسازی شده است (Huopalahti *et al.*,2007)، منبع غنی لایزوزیم، سفیده تخم ماکیان است و تقریبا ۳/۵ ٪ سفیده تخم را تشکیل می‌دهد. ظرفیت لایزوزیم خون مرغان تخمگذار ۱۰ برابر بیش‌تر از پستانداران است(Osuga *et al.*, 1977) زیرا این لایزوزیم باید به سفیده تخم آن‌ها منتقل شود.

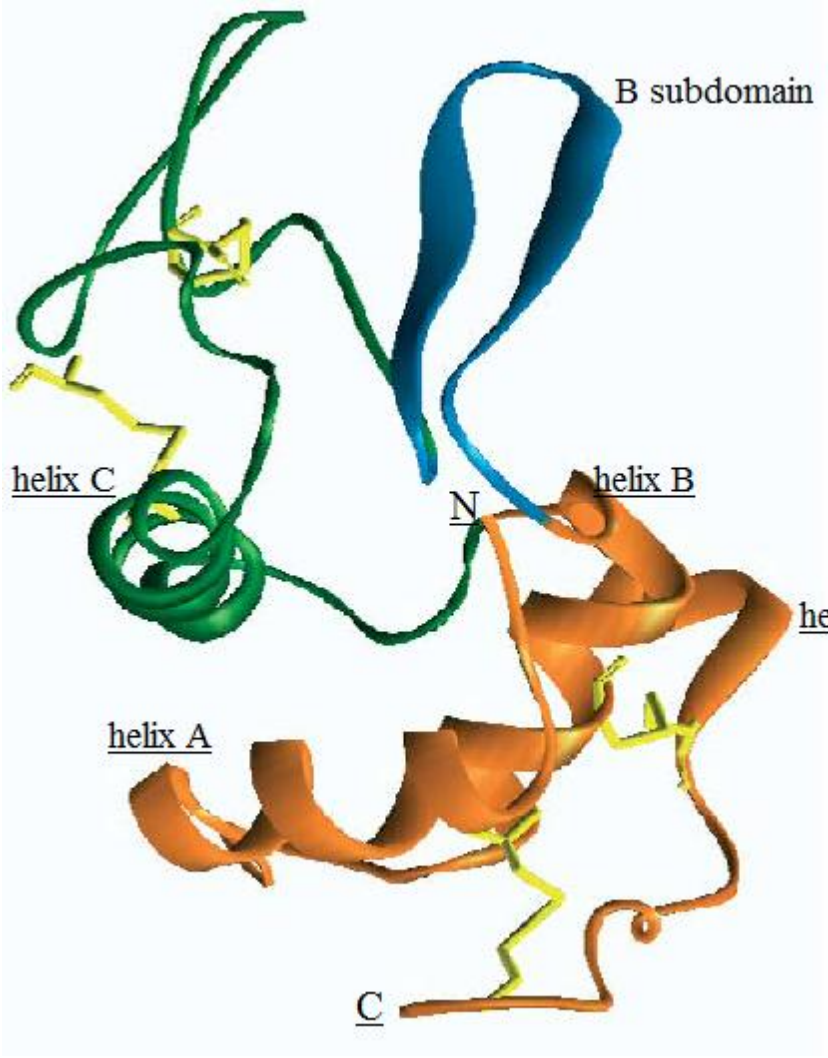
جدول ۲-۱ منابع مختلف لایزوزیم (Huopalahti *et al.*,2007)

منبع لایزوزیم	مقدار لایزوزیم
سفیده تخم مرغ	۳۵۰۰ – ۲۵۰۰ میکروگرم/میلی لیتر
سفیده تخم اردک	۱۳۰۰ -۱۰۰۰ میکروگرم/میلی لیتر
سفیده تخم غاز	۷۰۰ – ۵۰۰ میکروگرم/میلی لیتر
اشک چشم	۵۰۰۰ – ۳۰۰۰ میکروگرم/میلی لیتر
شیر انسان	۷۵ – ۵۵ میکروگرم/میلی لیتر
شیر گاو	۱۵ – ۱۰ میکروگرم/میلی لیتر
طحال	۱۶۰ – ۵۰ میکروگرم/میلی لیتر
تیموس	۸۰ – ۶۰ میلی گرم/کیلوگرم
پانکراس	۳۵ – ۲۰ میلی گرم/کیلوگرم
شیره گل کلم	۲۸ – ۲۵ میکروگرم/میلی لیتر
شیره انبه	۹ – ۸ میکروگرم/میلی لیتر
شیره کلم	۸ – ۷ میکروگرم/میلی لیتر

۲-۱-۱-۱ ساختار لایزوزیم

لایزوزیم اولین پروتئینی بود که توالی آن مشخص و ساختار سه بعدی آن کاملا آنالیز شد. این آنزیم (E.C.3.2.17) بعنوان مورامیداز و ان-استیل مورامیک-هیدرولاز شناخته می‌شود، ترشح نسبتا کمی از آنزیم، پلی ساکاریدهای دیواره سلولی باکتری‌ها را کاتالیز و تجزیه می‌کند. همانطور که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است، لایزوزیم مولکولی است که دارای دو دامنه متصل به α هلیکس بلند است، که در بین جایگاه فعال آنزیم واقع شده است(Young *et al.*, 1994). دامنه اول، مکان N-terminal (اسیدآمینه‌های ۸۸-۴۰) حاوی تعدادی helice است و در مقابل صفحه β واقع شده است. دامنه‌ی دوم بیش‌تر از اسید آمینه‌های ۳۹-۱ و ۱۲۹-۸۹ ساخته شده است و این دامنه دوم از ساختار α – helical بزرگ‌تر است. این دو دامنه، در مولکول لایزوزیم به وسیله helix-loop-helix از هم جدا می شوند (Asp87-Arg114) که اخیرا کشف شده‌اند نقش کلیدی در عملکرد ضد میکروبی دارند. ساختار مولکول در داخل، آب گریز و در خارج آب دوست است. تمام گروه های قطبی بر روی قسمت سطحی هستند و گروه های آب گریز اصلی در بخش داخلی آنزیم قرار دارند. تغییر ترکیب در لایزوزیم شامل حرکت نسبی این دو بخش به سوی یکدیگر به روشی است که مکان آزادی را برای دسترسی سوبسترا تشکیل داده و محیط مناسبی برای کاتالیز فراهم می‌کند. تشکیل چنین ساختاری که خم لولایی[6] نامیده می‌شود، نقش اصلی را در فعالیت آنزیمی (هیدرولیتیکی) لایزوزیم دارد (Ibrahim.,1997).

[6] hinge-bending



شکل ۲-۱ ساختار لایزوزیم. بخش اصلی حاوی اسیدهای آمینه ۳۸-۱ و ۱۲۹- ۱۰۸به رنگ نارنجی، بخش حاوی اسیدهای آمینه ۱۰۷-۵۷ سبز رنگ، بخش حاوی اسیدهای آمینه ۵۶-۳۹ آبی رنگ نشان داده شده‌اند. ۴ باند دی سولفیدی هم به صورت اتصال‌های زرد رنگ می‌باشند.

۲-۱-۱-۲ اشکال پلی مریک لایزوزیم

در طبیعت لایزوزیم عمدتا بصورت مونومر یافت شده است و گزارش شده است که بصورت دیمر برگشت پذیر وجود دارد، که می‌تواند توسط اسیدیته، غلظت و یا درجه حرارت برگردانده شود. لایزوزیم در دمایی بین ۲۰ و ۳۲ درجه سلسیوس و با یک نقطه‌ی تبدیل در ۲۵° C به دو صورت وجود دارد