بررسی آنزیم لاکتوپراکسیداز، سیستم عملکردی و کاربرد آن در صنایع

Investigation of Lactoperoxidas enzyme, functional system and its application in industries

معصومه دلفانی[۱]، مهناز هاشمی روان[۲]

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۷

چکیده

تولید مواد غذایی سالم و ایمن به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف صنعت غذا به شمار می‌رود و دستیابی به این مهم بدون استفاده از فرآیندها و مواد نگهدارنده مختلف غیر ممکن است. با این حال، اخیراً نگرانی‌ها در مورد استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی افزایش یافته است به طوریکه توجهات به استفاده حداقلی و یا بدون نگهدارندههای شیمیایی در محصولات غذایی معطوف شده است. بنابراین، محققان و تولیدکنندگان مواد غذایی در صدد تولید محصول با استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی مانند آنزیم‌های ضدمیکروبی برآمده‌اند. لاکتوپراکسیداز، به عنوان نمونه‌ای از آنزیم‌های ضد میکروبی، که از نظر فراوانی مقام دوم را در بین آنزیم‌های طبیعی موجود در شیر داراست. لاکتوپراکسیداز (LPO) عضوی از گروه بزرگی از هم پراکسیدازهای پستانداران است که شامل میلوپراکسیداز (MPO)، ائوزینوفیل پراکسیداز (EPO) و پراکسیداز تیروئید (TPO) است. LPO در ترشحات برون ریز از جمله شیر یافت می‌شود. این ماده مسئول غیرفعال کردن طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها است و از این رو جزء مهم مکانیسم دفاعی بدن است. با کمک پراکسید هیدروژن، اکسیداسیون هالیدها، شبه هالیدها و مولکول‌های آروماتیک آلی را کاتالیز می‌کند. این بررسی جزئیات مختلفی از این پروتئین را از کشف آن تا درک ساختار، عملکرد ، کاربردهای و تاثیرات مثبت ضد میکروبی آن می‌پردازد.

کلید واژه: لاکتوپراکسیداز، شیر، ضد میکروبی، آنزیم، نگهداری

مقدمه

ایمنی غذا ، به عنوان عدم وجود خطرات شیمیایی، میکروبی یا فیزیکی در مصرف غذاها تعریف می‌شود. فساد میکروبی و پاتوژن های غذایی از نگرانی‌های زیادی برای صنعت، بخش بهداشت و مصرف کننده است. این فساد عمدتاً توسط *لیستریا مونوسیتوژنز، استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سرئوس و اشریشیاکلی* معمولاً از طریق مصرف غذاها از جمله لبنیات، فرآورده‌های گوشتی (به ویژه طیور)، محصولات میوه و سبزیجات تازه و همچنین غذاهای دریایی ایجاد می‌شود. برای این منظور، نیاز ضروری به اعمال رویکردهایی برای کنترل رشد میکروبی در غذاها وجود دارد .

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا، ورامین، تهران

[۲] استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا، ورامین، تهران

نویسنده مسئول مکاتبه کننده: delfani.masoomeh88@yahoo.com

آنزیم‌ها در غلظت‌های جزئی بسیار اختصاصی و کارآمد هستند و در شرایط دما و pH ملایم کار می‌کنند. علاوه بر این، آن‌ها به سرعت واکنش نشان می‌دهند و آنها را به یک رویکرد مقرون به صرفه در پردازش مواد غذایی تبدیل می‌کنند. آن‌ها عمدتاً از منابع طبیعی (یعنی گیاهان، حیوانات و منابع میکروبی) استخراج می‌شوند. از این رو جزء مواد غذایی طبیعی و ایمن به حساب می‌آیند که نسبت به ترکیبات شیمیایی به عنوان عوامل فرآوری مواد غذایی مورد پسند تولیدکنندگان و مصرف کنندگان قرار می‌گیرند. آنزیم‌های ضد میکروبی در محیط گسترده هستند و نقش مهمی در محافظت از تهاجم چندین میکروارگانیسم به ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها به غذا دارند. اخیراً به دلیل فعالیت ضد میکروبی، آن‌ها به عنوان عوامل جدید و منحصر به فرد در نگهداری مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. آن‌ها می‌توانند با ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده از طریق مکانیسم‌های مختلف، از جمله کاهش مواد مغذی لازم برای رشد میکروبی، تولید مواد باکتریواستاتیک یا باکتری کش، و آسیب رساندن به دیواره سلولی و/یا غیرفعال شدن یک آنزیم حیاتی، عمر مفید محصولات غذایی را افزایش دهند. آنزیم لاکتوپراکسیداز یک گلیکوپروتئین زنجیره‌ای حاوی هم و برون سلولی است که توسط غدد پستانداران ترشح می‌شود و در اشک، بزاق و شیر یافت می‌شود. پراکسیدازهای ترشح شده در غدد اشکی و بزاقی از نظر شیمیایی و ایمونولوژیکی مشابه هستند. LPO به این دلیل نامگذاری شد که ابتدا به شکل کریستالی از شیر جدا شد.

تاریخچه

از نظر تاریخی، LPO در سال ۱۹۴۳، نزدیک به هشتاد سال پیش، جدا شد، اما ساختار کریستالی سه بعدی آن اخیراً مشخص شده است و دلیل این نامگذاری نیز شکل کریستالی این آنزیم می‌باشد. LPO بعداً با استفاده از کروماتوگرافی تبادل یونی توسط موریسون و همکاران خالص شد. همچنین مشخص شد که پروتئین از غدد دیگر مانند غدد اشکی و غدد بزاقی ترشح می‌شود. طی چند سال بعد، این آنزیم از نظر عملکرد ضد باکتریایی آن مشخص شد. نشان داده شد که LPO رشد استرپتوکوک های اسید لاکتیک را در حضور پراکسید هیدروژن (H2O2) و تیوسیانات (SCN-) مهار می‌کند. اهمیت حضور H2O2 در سال ۱۹۶۲ کشف شد زیرا مشاهده شد که LPO برای غیرفعال کردن باکتری‌ها به H2O2 نیاز دارد. در سال ۱۹۶۳، مشخص شد که LPO از طریق یک سیستم بازدارنده به نام سیستم (LPS)تشکیل شده است. همچنین مشخص شد که LPO سایر سویه‌های باکتریایی مانند *استافیلوکوکوس اورئوس*، *استرپتوکوک فکالیس*، *اشریشیا کلی* و برخی از پاتوژن های مشابه را مهار می‌کند .

سیستم لاکتوپراکسیداز

- آنزیم لاکتوپراکسیداز

لاکتوپراکسیداز یک گلیکوپروتئین با ۸ تا ۱۰ درصد کربوهیدرات ، از یک زنجیره پپتیدی منفرد حاوی ۶۱۲ اسید آمینه با وزن مولکولی ~ ۷۸ کیلو دالتون تشکیل شده و نقطه ایزو الکتریک آن برابر ۶/۹ می‌باشد. لاکتوپراکسیداز دارای ۰/۰۷ درصد آهن است و در طول موج ۴۱۲ نانومتر حداکثر جذب را دارد و از آنزیم‌های مقاوم به حرارت است که به عنوان شاخص پاستوریزاسیون محسوب می‌شود.LPO گاوی یک پروتئین پایه با مقدار pH ایزوالکتریک بالا ۹.۲ است و LPO انسانی نسبتاً کاتیونی با مقدار pH ایزوالکتریک ۷.۵ است. ساختار مولکولی و یکپارچگی ساختاری پروتئین توسط یون کلسیم که محکم به LPO متصل است تثبیت می‌شود. از آنجایی که LPO یکی از پایدارترین آنزیم‌ها در برابر حرارت است، معمولاً به عنوان شاخصی برای کارایی فرآیند پاستوریزاسیون استفاده می‌شود. علاوه بر این، در برابر اسیدیته تا pH:3 و عملکرد پروتئولیتیک شیره معده پایدار است. با این حال، LPO توسط نور در حضور ریبوفلاوین و اکسیژن یا با رشد بیش از حد میکروارگانیسم‌ها غیرفعال می‌شود.

- **یون تیوسیانات (SCN–)**

آنیون تیوسیانات در همه جا در بافت‌ها و ترشحات پستانداران توزیع می‌شود. در غدد و اندام‌های مختلف مانند تیروئید، بزاقی، غدد پستانی و همچنین کلیه و معده و در مایعات بیولوژیکی از جمله لنف، پلاسما، مایعات مغزی، گردنی، نخاعی و سینوویال وجود دارد. عوامل مختلفی مانند عادات غذایی و سیگار کشیدن انسان بر غلظت SCN- در انسان تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، محتوای SCN- در شیر گاو به نژاد، گونه، رژیم غذایی، سلامت پستان، فصل و مناطق جغرافیایی بستگی دارد. محتوای SCN- موجود در متابولیسم حیوانات تا حد زیادی به غذای عرضه شده بستگی دارد، زیرا دو منبع غذایی اصلی مانند گلوکوزینولات ها و گلیکوزیدهای سیانوژنیک منجر به مقدار بیشتری SCN- می‌شود.

- **آب اکسیژنه**

پراکسید هیدروژن سومین جزء LPOS است و به طور کلی در شیر خام یافت نمی‌شود. لکوسیت‌های پلی‌مورفونوکلئر ممکن است به صورت درون‌زا این جزء را در فرآیند فاگوسیتوز تولید کنند. H2O2 همچنین می‌تواند توسط میکروارگانیسم‌های متعددی مانند *لاکتوباسیل ها، استرپتوکوک ها و لاکتوکوکی ها* در شرایط هوازی در مقادیر کافی برای فعال کردن LPOS تولید شود. سیستم‌های مولد H2O2 مانند پرکربنات سدیم و گلوکز اکسیداز نیز می‌توانند H2O2 تولید کنند. همانطور که قبلاً ذکر شد، H2O2 به طور طبیعی در شیر خام در غلظت‌های بسیار کم یافت می‌شود. بنابراین، برای فعال کردن LPO لازم است H2O2 به صورت اگزوژن اضافه شود.

مکانیسم عمل سیستم لاکتوپراکسیداز:

آنزیم لاکتوپراکسیداز، واکنش اکسیداسیون یون تیوسیانات را در حضور پراکسیدهیدروژن کاتالیز می‌کند. نتیجه واکنش صورت گرفته، تولید ترکیباتی با خاصیت ضدمیکروبی همچون هیپوتیوسیانات‌ها و اکسی اسیدهای تیوسیانات است.

یون هیپوتیوسیانات موجب اکسیداسیون گروه‌های سولفیدریل آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های غشاء میکروبی شده به این ترتیب سبب جلوگیری از رشد یا مرگ میکروب‌های مستعد می‌شود.

اثر میکروب کشی ترکیبات تولید شده عمدتاً روی باکتری‌های گرم منفی، خصوصاً *سالمونلا و کلی فرم‌ها* گزارش شده است.

سیستم لاکتوپراکسیداز (سیستم خود دفاعی شیر):

آنزیم لاکتوپراکسیداز در حضور مقادیر کم پراکسید هیدروژن و یون تیوسیانات فعالیت ضد میکروبی خاصی را انجام می‌دهد که به آن سیستم لاکتوپراکسیداز گفته می‌شود.

عملکرد این سیستم ۱۰۰-۵۰ برابر بیشتر از فعالیت ضد میکروبی پراکسیدهیدروژن، به تنهایی می‌باشد. (این آنزیم به دلیل اعمال فعالیت میکروب کشی‌اش در شیر خام اهمیت ویژه‌ای دارد).

فعالیت سیستم لاکتوپراکسیداز در مناطقی که بعد از دوشش، دسترسی به تجهیزات خنک کننده شیر ندارند، به عنوان یک سیستم خود دفاعی، نقش بسیار مهمی دارد.

کاربردهای LPS

- در صنایع غذایی
- درپزشکی

کاربرد در صنایع غذایی

LPS به عنوان یک روش عملی برای کنترل باکتری‌های رشد در شیر خام و همچنین شیر پاستوریزه استفاده می‌شود. همچنین می‌توان این آنزیم را برای افزایش ماندگاری شیر در مناطق استوایی استفاده کرد . LPS به همراه سایر مواد نگهدارنده از رشد و بقای *سالمونلا* در محصولات میوه و سبزیجات با حداقل فرآوری شده جلوگیری می‌کند. LPS برای محدود کردن رشد *انتروباکتر ساکازاکی*، که در شیر خشک استفاده شده است. همچنین LPS از ایجاد کلنی‌های باکتریایی که باعث بیماری‌های پس از برداشت در انبه می‌شوند، جلوگیری می‌کند. گزارش شده است که LPS در ترکیب با نایسین باعث حفظ ماهی می‌شود . دارای یک اثر بازدارنده قوی بر روی *اشریشیا کلی و لیستریا مونوسیتوژنز* در گوشت چرخ کرده است. در یک مطالعه مشابه، گزارش شد که LPS قادر به مهار رشد *سالمونلا انتریکا و اشریشیا کلی* در بوقلمون بوداده بود.

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاوی عوامل ضد میکروبی یک رویکرد سازگار با محیط زیست برای افزایش ماندگاری محصولات غذایی است. فیلم‌های خوراکی ضد میکروبی به دلیل انتشار کنترل‌شده این عوامل در سطوح غذا برای هدایت استفاده از عوامل ضد میکروبی ترجیح داده می‌شوند .

کاربرد درپزشکی

کاربردهای بالقوه LPS در دندانپزشکی آشکار شد زیرا مشخص شد که LPS در پیشگیری از پوسیدگی دندان و تجمع پلاک مؤثر است. همینطور خمیردندان حاوی LPS باعث کاهش بروز باکتری‌های پوسیدگی زا در کودکان می‌شود. همچنین مشخص شد که LPS چندین گونه از پاتوژن معده فعال بالینی، هلیکوباکتر پیرولی را مهار می‌کند. LPS در پاکسازی باکتریایی راه‌های هوایی مؤثر است که نشان دهنده کاربرد احتمالی آن در بیماران مبتلا به فیبروز کیستیک است.

پیشینه تحقیق

در بررسی انجام گرفته توسط Martinez- Gomisدر مورد تاثیرات سیستم لاکتوپراکسیداز بر موش‌های صحرایی که به آنها رژیم غذایی حاوی آب مقطر، فلورید ،سدیم لاکتوفرین و لاکتوپراکسیداز یا محلول حاوی لیپوزم انکپسوله با لاکتوفرین و لیپوزوم انکپسوله با لاکتوپراکسیداز در طی ۳۵ روز داده شد مشاهده گردید که پوسیدگی دندان در موشهای تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی لیپوزوم کپسول شده با لاکتوفرین و لاکتوپراکسیداز به مراتب کمتر از گروههای کنترل بود تعداد استرپتوکوکوس سوربینوس زنده و نسبت این باکتری به تعداد کلی باکتریها به مراتب در موش‌های تغذیه شده با لیپوزوم بالاتر بوده است. تحقیقات نشان دادند که رژیم غذایی حاوی لاکتوفرین و لاکتوپراکسیداز آزاد تأثیر زیادی بر کاهش پوسیدگی دندان نداشته است

در تحقیقی دیگر که توسط Hanning و همکاران در مورد تأثیر کارایی خمیردندان‌های مختلف حاوی آنزیم ،لیزوزیم پراکسیداز و گلوکز اکسیداز برروی تثبیت آنزیمهای حفاظتی در بخش لایه نازک دندان انجام گردید مشاهده شد که شستشو با خمیر دندان‌های حاوی آنزیم سبب افزایش گسترده از فعالیت گلوکز اکسیداز در لایه نازک دندان با چسبندگی کم می.شود همچنین فعالیت آنزیم پراکسیداز به صورت قابل ملاحظه‌ای در خمیر دندان‌ها افزایش در لایه نازک دندان داشته که دارای تاثیرات مثبت ضد میکروبی بوده است. اما آنزیم لیزوزیم تاثیرات قابل ملاحظه ضدمیکروبی در خمیر دندان‌ها در هنگام شستشو نداشته است. در نمونه کنترل که بدون حضور خمیردندان و با آب معمولی شستشو انجام گرفت تاثیرات قابل ملاحظه‌ای برروی فعالیت آنزیمی در لایه نازک دندان مشاهده نشده است

در بررسی دیگر انجام گرفته در مورد تاثیرات ضد میکروبی پراکسید هیدروژن و تیوسیانات اضافه شده لاکتوپراکسیداز بر عملکرد فیزیولوژیکی بزاق دهان در ارتباط با نابودی باکتریهای عامل پوسیدگی مانند *استرپتوکوکوس موتانس، استرپتوکوکوس*

سانگیونیس *Streptococcus sanguinis* و قارچ *کاندیدا آلبیکانس* مشاهده شد که ترکیبی از تیوسیانات و پراکسید هیدروژن تاثیرات "نسبتاً کم ضد میکروبی بر *استرپتوکوکوس موتانس استرپتوکوکوس سانگینویس و کاندیدا آلبیکانس* در بزاق انسان در مقایسه با زمانی داشته‌اند که ترکیبات مذکور با آنزیم لاکتوپراکسیداز ترکیب شده.اند ترکیب تیوسیانات پراکسید هیدروژن آنزیم لاکتوپراکسیداز در طی ۱۵ دقیقه از فعالیت باکتری کشی بالایی بر *استرپتوکوکوس موتانس* و *استرپتوکوکوس سانگیونیس* و در طی ۳ دقیقه از فعالیت ضد قارچی بر *کاندیدا آلبیکانس* برخوردار بودند در نتیجه گیری کلی مشخص گردید که تاثیرات ضد میکروبی پراکسید هیدروژن و تیوسیانات در ترکیب با آنزیم لاکتوپراکسیداز در بزاق انسان افزایش داشته است

نتیجه گیری

یکی از کاربردهای معمول سیستم لاکتوپراکسیداز استفاده از آن در نگهداری شیرخام و یا انتقال به کارخانه است. اما این سیستم از کاربردهای بالقوه دیگری نیز برخوردار است. در صورت استفاده از سیستم لاکتوپراکسیداز قبل از فرایند حرارتی، ماندگاری فراورده‌های لبنی افزایش می‌یابد و میزان حرارت مورد نیاز جهت انجام فرایند کاهش می‌یابد. علاوه بر صرفه‌جویی در انرژی مواد مغذی و کیفیت فراورده‌های لبنی نیز حفظ می‌شود. *لیستریا منوسایتوژنس* در صورت استفاده از حرارت بلافاصله پس از فعال‌سازی سیستم لاکتوپراکسیداز با سرعت بیشتری نابود می‌شود. این مطالعه نشان داد که لاکتوپراکسیداز به عنوان یک آنزیم ضد میکروبی طبیعی در LPOS می‌تواند به طور بالقوه به عنوان جایگزینی برای نگهدارنده های شیمیایی برای بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات غذایی استفاده شود. این آنزیم یک پروتئین ضد میکروبی قوی موجود در شیر است که متعلق به خانواده هم پراکسیدازهای پستانداران است. اگرچه در طول سی سال گذشته به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفته بود، ساختار سه بعدی آن اخیراً روشن شده است. مکانیسم مهار LPO توسط چندین لیگاند آروماتیک با تجزیه و تحلیل کمپلکس‌های LPO با مهارکننده‌های شناخته شده کشف شده است. با این وجود باید مطالعات بیشتری روی این مولکول جذاب انجام شود تا مکانیسم‌های عملکرد آن را به طور کامل درک کنیم تا بتوان از آن در پزشکی و صنعت به طور مؤثرتری استفاده کرد.

منابع: **References**

۱. **زیبایی، س.، برازنده، ر.، و جعفری، م.، (۱۳۹۵).** خالص سازی و تثبیت آنزیم لاکتوپراکسیدازاستخراج شده از شیر شتر توسط آلژینات سدیم. مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۷. شماره۳. صفحه:۳۲۷-۳۲۱

۲. **کریم،گ.، و منصوری نژند، ل.، (۱۳۸۱)** تعیین غلظت مؤثر ض باکتریایی سیستم لاکتوپراکسیداز بر اشرشیاکلی در شیرUHT. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. دوره۷. شماره۲. صفحه:۸۱-۷۶

۳. **موسوی، ز.، ازغندی، م.، طهمورث پور، م.، و محمدی، ف.، (۱۳۹۹).** بررسی اثر ضد باکتریایی آنزیم لاکتوپراکسیداز و پپتیدهای آن بر روی برخی از باکتری‌های مولد ورم پستان گاو شیریبا داکینگ مولکولی. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک. شماره۱۲۷. صفحه:۱۰۹-۱۰۱

۴. **Didar H, Khanzadi S, Azizzadeh M. 2018.** Effects of alginate coating incorporated with Bunium persicum essential oil and lactoperoxidase system on inoculated Listeria monocytogenes in chicken breast fillets. J Health Sci Technol. 2:2–8. doi: 10.32592/JHST.2018.2.1.102

۵. **Min S, Harris LJ, Krochta JM. 2005**. Listeria monocytogenes inhibition by whey protein films and coatings incorporating the lactoperoxidase system. J Food Sci. 70:m317–24. doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb11474.x

۶. **Sofi S, Singh J, Rafiq S, Ashraf U, Dar B, Nayik GA, et al. 2018**. comprehensive review on antimicrobial packaging and its use in food packaging. Curr Nutr Food Sci. 14:305–12. doi: 10.2174/1573401313666170609095732

۷. **Aloui H, Khwaldia K. 2016.** Natural antimicrobial edible coatings for microbial safety and food quality enhancement. Comprehens Rev Food Sci Food Saf. 15:1080–103. doi: 10.1111/1541-4337.12226

۸. **Min S, Krochta JM, Rumsey TR. 2007**. Diffusion of thiocyanate and hypothiocyanite in whey protein films incorporating the lactoperoxidase system. J Food Eng. 80:1116–24. doi: 10.1016/j.jfoodeng..09.003

۹. **Mohamed C, Clementine KA, Didier M, Gérard L, Noëlle DCM. 2013**. Antimicrobial and physical properties of edible chitosan films enhanced by lactoperoxidase system. Food Hydrocoll. 30:576–80. doi: 10.1016/j.foodhyd.2012.07.018

۱۱. **Sharifi F, Khanzadi S, Hashemi M, Azizzadeh M. 2017**. Control of Listeria monocytogenes and Escherichia coli O157: H7 inoculated on fish fillets using alginate coating containing lactoperoxidase system and Zataria multiflora boiss essential oil. J Aquat Food Product Technol. 26:1014– 21. doi: 10.1080/10498850.2017.1375057

۱۲. **Ehsani A, Hashemi M, Afshari A, Aminzare M, Raeisi M, Zeinali T. 2020**. Effect of different types of active biodegradable films containing lactoperoxidase system or sage essential oil on the shelf life of fish burger during refrigerated storage. LWT. 117:108633. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108633

۱۳. **Golmohamadi A, Morra MJ, Popova I, Nindo CI. 2016**. Optimizing the use of Sinapis alba seed meal extracts as a source of thiocyanate (SCN–) for the lactoperoxidase system. LWT - Food Sci Technol. 72:416–22. doi: 10.1016/j.lwt.2016.05.007

۱۴. **Al-Baarri ANm, Damayanti NT, Legowo AM, Tekiner IH, Hayakawa S. 2019**. Enhanced antibacterial activity of lactoperoxidase–thiocyanate–hydrogen peroxide system in reduced-lactose milk whey. Int J Food Sci. 2019:8013402. doi: 10.1155/2019/8013402

۱۵. **SilvaE, OliveiraJ, SilvaY, UrbanoS, SalesD, MoraesE. 2020**. Lactoperoxidase system in the dairy industry: challenges and opportunities. Czech J Food Sci. 38:337–46. doi: 10.17221/103/2020-CJFS

۱۶. **Barkhori Mehni S, Khanzadi S, Hashemi M, Azizzadeh M. 2019**. The effect of sodium alginate coating incorporated with lactoperoxidase system and Zataria multiflora boiss essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets during refrigeration. Iranian J Chem Chem Eng. 38:1163– 172. doi: 10.30492/ijcce.2019.30763

Investigation of Lactoperoxidas enzyme, functional system and its application in industries

Masoomeh Delfani1[3] *, Mahnaz Hashemi Ravan[4]

Received: 2022/06/22 **Accepted:2022/10/29**

ABSTRACT

The production of healthy and safe food is considered as one of the most important goals of the food industry, and it is impossible to achieve this without using various processes and preservatives. However, recently, concerns about the use of chemical preservatives have increased, so that attention has been focused on the use of minimal or no chemical preservatives in food products. Therefore, researchers and food manufacturers are trying to produce products using natural preservatives such as antimicrobial enzymes. Lactoperoxidase, as an example of antimicrobial enzymes, which is the second most abundant natural enzyme in milk. Lactoperoxidase (LPO) is a member of a large group of mammalian hemoperoxidases, which includes myeloperoxidase (MPO), eosinophil peroxidase (EPO), and thyroid peroxidase (TPO). LPO is found in exocrine secretions, including milk. This substance is responsible for inactivating a wide range of microorganisms and is therefore an important component of the body's defense mechanism. With the help of hydrogen peroxide, it catalyzes the oxidation of halides, pseudohalides and organic aromatic molecules. This review deals with various details of this protein from its discovery to understanding its structure, function, applications and positive antimicrobial effects.

Keywords: lactoperoxidase, milk, antimicrobial, enzyme, preservation

[3] M Sc. student, Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Varamin Pishva Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[4] Assistant Professor, Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Varamin Pishva Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Corresponding author: delfani.masoomeh88@yahoo.com