

آنزیم زایلاناز و کاربردهای آن

مریم صادقی اردبیلی^۱ و سعید امین زاده^{۲*}

^۱ گروه بیوشیمی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی

^۲ گروه مهندسی زیست فرایند، پژوهشکده زیست فناوری صنعت و محیط زیست، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری

* مترجم مسئول، پست الکترونیکی: aminzade@nigeb.ac.ir

چکیده

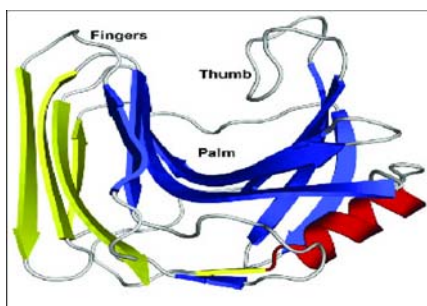
امروزه با روند رو به رشد سریع جمعیت، افزایش نیاز نسبت به وجود محصولات و تولیداتی که برای سلامتی جوامع و محیط زیست مفید و بی ضرر هستند، حائز اهمیت اند که در صنایع مختلفی مانند غذا، پوشاک، کاغذ، دارو و... مورد بهره‌برداری واقع می‌شوند. استفاده از آنزیم‌ها و به طور ویژه، زایلاناز به دلیل اختصاصیت و سرعت بخشیدن به عملیات، و محافظت از مواد خام اولیه و جلوگیری از آسیب به آنها نقش ویژه‌ای در این مسیر و صنایع گوناگون بازی می‌کند (۱). آنزیم زایلاناز از دسته گلیکوزید هیدرولازها است، که باعث شکسته شدن پیوندهای گلیکوزیدی ۱ و ۴ β در ساختمان زایلان می‌شود. زایلان یکی از مهمترین پلی‌ساکاریدهای شرکت کننده در دیواره سلولی گیاهان است. در طبیعت انواع مختلفی از این آنزیم وجود دارد که هر کدام عملکرد ویژه‌ای برای سوبستراهای اختصاصی خود دارند. همچنین آنها بر اساس فعالیت در دماهای مختلف به انواع مزوفیل، سایکروفیل، ترموفیل تقسیم بندی می‌شوند و این تنوع باعث شده که در صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی داشته باشند. امروزه بررسی‌های دانشمندان، بیشتر روی نوعی از زایلانازها که جزء خانواده گلیکوزید هیدرولازهای ۱۱ طبقه بندی می‌شوند، صورت گرفته است (۲).

کلیدواژگان: بتا ۱ و ۴ زایلاناز، زایلاناز، زایلان، زایلوز

کلیات

گروه از آنزیم‌ها عملکرد همی سلولازی دارند. ساختار آنزیم

زایلاناز مولکولی تک‌رشته‌ای با وزن مولکولی ۲۲ کیلودالتون می‌باشد. در ساختار آن نواحی به نام های پالم و تامب^۳ و فینگر^۱ دیده می‌شود که به دلیل شباهت با شکل دست راست و انگشت شست اینگونه نامگذاری شده است (۱).



شکل - دیاگرام توپوگرافی از زایلاناز خانواده گلیکوزید هیدرولاز ۱۱ (۱).

زایلانازها دسته وسیعی از آنزیم‌ها هستند که به دلیل کاربردهای وسیعی که در صنایع مختلف دارند امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

زایلاناز EC: 3.2.1.8 جزء خانواده گلیکوزید هیدرولازهای خانواده ۱۱ (GH11) است (۳).

که به نام های زیر نیز شناخته می‌شود:

- Xylanase
- Endoxylanase
- 1,4- β -D-xylan-xylanohydrolase
- Endo-1,4- β -D-xylanase
- β -1,4-xylanase
- β -xylanase

به دلیل تغییرات ژنتیکی و یا تغییرات پس از ترجمه، انواع ایزوآنزیم‌های مختلف از آن شناسایی شده است. دارای انواع مزوفیل، سایکروفیل، ترموفیل و هایپرترموفیل می‌باشد، این دسته آخر بسیار مقاوم به حرارت است و نه تنها در دماهای بالا پایدارند، بلکه فعالیت بالایی نیز در آن دما دارند (۲). این

¹ palm
² Thumb
³ Finger

استفاده از این این آنزیم همراه با آنزیم‌های آمیلاز و پکتیناز و سلولاز در بهبود کیفیت و افزایش بازده آبیگری از میوه و سبزیجات موثر است، همچنین باعث پایداری پالپ‌های میوه، افزایش بازیابی مواد معطر و ویتامین‌های ضروری، روغن‌ها و نمک‌های معدنی، رنگدانه‌ها و رنگ‌های خوراکی می‌گردد.

۳- در صنایع خوراکی، بهداشتی و دارویی

زایلاناز با تبدیل زایلان به محصولات دیگری همچون زایلیتول در صنایع تولیدی آدامس، آبنبات، بستنی و نوشیدنی‌های الکلی و غیرالکلی مثل لیموناد و بعنوان شیرین کننده طبیعی در خمیر دندان و انواع محصولات دارویی مصرف می‌شود.

۴- در صنعت نان

در صنایع نانوائی، زایلاناز می‌تواند با شکستن اجزاء همی سلولزی آرد گندم در بهبود کیفیت نان و مرغوبیت آن کمک‌کننده باشد، با افزایش میزان بازجذب آب در خمیر به نان لطافت و نرمی بیشتری می‌بخشد و باعث بیشتر شدن استحکام و کشسانی خمیر می‌شود. این آنزیم به همراه آرابینوگلوکاناز در هیدرولیز آرابینوزایلان و نشاسته و همینطور در صنعت جداسازی نشاسته از گلوتن و اصلاح تراکم گلوتن همین طور در کاهش ویسکوزیته خمیر نقش دارد.

- در صنایع کاغذ

در صنایع تولید کاغذ در نقش جداکننده بیولوژیک لیگنین از کاغذ و سفیدکننده کاغذ مصرف می‌شود و در مقایسه با روش‌های شیمیایی سفیدکردن مثل استفاده از موادی همچون کلر و هیپوکلریت به دلیل عدم ایجاد آلودگی در محیط‌زیست، اولویت دارد. از دیگر نقش‌های آن در این صنعت به موارد زیر میتوان اشاره کرد:

- پیشرفت در رشته سازی خمیر و بهبود زمان احتباس آب
- کاهش زمان خالص سازی فیبر
- افزایش بازسازی فیبرها و تشکیل پیوندها
- کاهش لیگنین در کاغذ و افزایش درخشندگی

که با خصوصیات زیر از دیگر آنزیم های این گروه متمایز می‌شود:

- منحصرا روی سوبسترای D- زایلوز اثر می‌کنند.
- قدرت کاتالیتیکی بالایی دارند.
- قدرت بالای در انتخاب سوبسترای اختصاصی دارند.
- تنوع پذیری در دمای اپتیمم و pH دارند.

سوبسترای اصلی آن زایلان، نوعی هتروپلی ساکارید متشکل از واحدهای منومریک گلوکز که در حدفاصل بین لیگنین و سلولز و در ساختار همی سلولز موجود در دیواره سلولی گیاهی، یافت می‌شود و در استحکام و یکپارچگی بخشیدن به دیواره سلولی گیاهان نقش ایفا می‌کند.

مکانیسم عمل آنزیم

زایلاناز پیوند های ۴ و ۱β Endo در ساختار خطی زایلان، را هیدرولیز کرده، در نهایت قند احیاکننده و پنج کربنه D- زایلوز را ایجاد می‌کند (۴). زایلوز یک قند کریستالی و سفید رنگ با فرمول $C_5H_{10}O_5$ است که از چوب بدست می‌آید.

کاربرد های آنزیم زایلاناز در صنعت

۱- در صنایع غذای دام و طیور

این آنزیم در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی دام و طیور، کاربرد دارد. در غذای حیوانات تک معده‌ای و ماکیان با شکستن همی سلولز، باعث استفاده بهینه از انرژی ترکیبات غیرنشاسته‌ای موجود در مواد غذایی می‌شود. بعلاوه در کاهش ویسکوزیته غذای مصرفی در معده آنها کمک کننده است. بنابراین بازده استفاده از پروتئین و نشاسته را در آنها بالا می‌برد. از طرفی دیگر استفاده از آن در غذای مصرفی آنها باعث کاهش میزان آمونیاک و گروه‌های سولفیدریل در فضولات می‌شود و در نتیجه از بوی نامطبوع فضای نگهداری آنها می‌کاهد. حضور ترکیبات حاوی زایلاناز در غذای گاوهای شیرده، باعث افزایش میزان تولید شیر آنها است.

۲- در صنعت آبمیوه

در صنایع آب میوه‌گیری، باعث برطرف کردن کدورت حاصل از زایلان می‌شود و به دنبال آن دیگر نیازی به فیلتراسیون و یا روش‌های صاف کردن فیزیکی آب میوه نخواهد بود که افزایش بازده آب میوه‌گیری را در پی خواهد داشت و آب میوه‌ای کاملاً همگن به دست می‌آید.

نوعی باسیلوس سوبتیلیس در درختان صمغی استرالیا و گونه‌ای از استرپتومایسس از فیبرهای در حال فساد نارگیل جداسازی شده‌اند که از آنها می‌توانند این آنزیم را خالص‌سازی کنند.

همچنین این آنزیم از چوب‌های در حال فساد، کودهای در حال تجزیه و خاک‌های غنی از لیگنوسلولز و ضایعات باقی مانده از صنایع کاغذسازی نیز حاصل می‌شود.

نحوه اندازه‌گیری فعالیت آنزیم

روش اندازه‌گیری فعالیت آن مبتنی بر روش رنگ سنجی و از نوع Endpoint یا Stopped می‌باشد. در این روش با استفاده از ماده قلیایی و رنگی دی نیترو سالیسیلیک اسید، شدت رنگ حاصله یا همان جذب واکنش در طول موج ۵۴۰ نانومتر سنجش می‌شود که همانا متناسب با غلظت قند احیاء کننده (زایلوز) بعنوان محصول در محیط واکنش می‌باشد که بیانگر میزان فعالیت آنزیم خواهد بود (۵).

- سفید کردن خمیر گرافت قهوه ای رنگ کارتن‌ها و پاکت‌ها

منابع استحصال زایلاناز

آنزیم زایلاناز از طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها در طبیعت جداسازی شده است که شامل انواع گوناگونی از باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها و آلک‌ها و پروتوزوا می‌باشند همچنین توسط دسته ای از نرم‌تنان رسته شکم پایان و بندپایان نیز تولید می‌شود. قارچ‌ها از دسته میکروارگانیسم‌هایی هستند که به میزان وسیعی برای تولید این آنزیم نقش ایفا می‌کنند که گونه‌های مهمتر آنها عبارت اند از: *Neurospora*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*، *Fusarium*.

از باکتری‌ها نیز به گونه های *Bacilli*, *Streptomyces*, *Chlostridia* می‌توان اشاره کرد.

منابع

1. Kumar D, Kumar SS, Kumar J, Kumar O, Mishra SV, MALYAN S, et al. Xylanases and their industrial applications :A review. *Biochemical and cellular archives*. 2017;17(1):353-60.
2. Collins T, Gerday C, Feller G. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. *FEMS microbiology reviews*. 2005;29(1):3-23.
3. Cheng Y-S, Chen C-C, Huang C-H, Ko T-P, Luo W, Huang J-W, et al. Structural analysis of a glycoside hydrolase family 11 xylanase from *Neocallimastix patriciarum*: insights into the molecular basis of a thermophilic enzyme. *Journal of Biological Chemistry*. 2014;jbc. M114. 550905.
4. Selvarajan E, Veena R. Recent advances and future perspectives of thermostable xylanase. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2017;10(1):261-79.
5. Gusakov AV, Kondratyeva EG, Sinitsyn AP. Comparison of two methods for assaying reducing sugars in the determination of carbohydrase activities. *International journal of analytical chemistry*. 2011;2011.