اورئوبازیدیوم پولولنس (یک شبه مخمر) ، کاربرد و اهمیت آن (مقاله مروری)

عنایت ا... کلانتر[۱]، سهیلا بیرانوند[۲]، حبیب ا... محمدی[۳]، طیبه فرجی[۴]، سیروس شهسواری[۵]، سعید هخامنش[۶]

۱- دانشیار گروه میکروبیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان ، سنندج، ایران (مؤلف مسؤول) تلفن: ۶۱۳۱۴۱۵-۰۸۷۱

kalantare@muk.ac.ir

۲- دکترای داروسازی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی کردستان ، سنندج، ایران

۳- کارشناس پرستاری، معاونت درمان، اداره نظارت بر درمان، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۴- دانشجوی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان ، سنندج، ایران

۵- مربی گروه اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان ، سنندج، ایران

۶- استادیار گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان ، سنندج، ایران

چکیده

اورئوبازیدیوم پولولنس یک شبه مخمر جزو خانوادهٔ دوتیدیلز است و از زیستگاه‌های مهم آن می‌توان نقاط مدیترانه‌ای، نواحی خشک و مناطق گرمسیری جهان را نام برد که بر روی برگ درختان، آب تازه و رسوبات دریایی یافت می‌شود.

اورئوبازیدیوم پولولنس در رشته‌های مختلف علوم زیستی کاربردهای متفاوتی دارد که از جمله کاربردهای آن می‌توان به تولید پولولان (یک پلی ساکارید پلیمر مشتمل بر واحدهای، مالتوتریوز) اشاره کرد که به عنوان یک ماده خوراکی در بیشتر پلیمرهای بی‌مزه به عنوان یک محصول تجاری مزه دهنده از آن استفاده می‌شود. همچنین پولولان یک عامل بیو ماتریال است و به عنوان یک مادهٔ اولیه در تولید دارو و غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. از پولولان در صنایع داروسازی به عنوان یک عامل متراکم‌کننده پیوندی و عامل اکسیداسیون نیز استفاده می‌شود.

به دلیل بزرگی اندازهٔ مخمرها و سرعت بالای رشد آنها و استفاده از منابع مختلف قندی؛ پولولان توجه بسیاری از محققین را به عنوان منبع مناسبی جهت تولید پروتئین‌های تک سلولی جلب کرده است.

از اورئوبازیدیوم پولولنس برای پاک کردن لکه‌های نفتی ناشی از آلودگی نفتی ایجاد شده در آبهای دریا، آبهای محدود به خشکی و خصوصاً در سواحل استفاده می‌شود.

از اورئوبازیدیوم پولولنس در تولید طیف وسیعی از آنزیم‌ها همانند فروکتو فورانوزید، گزلاناز و گلوکو آمیلاز استفاده می‌شود که علاوه برآنزیم‌های فوق آنزیم‌های مهم دیگری نیز موجود می‌باشند که اورئوبازیدیوم پولولنس را در کاربردهای بیولوژیکی تبدیل به ارگانیسم مهمی نموده است.

توسط محققین مطالعاتی انجام شده است که حاکی از توانایی اورئوبازیدیوم پولولنس برای تولید ترکیبات ضد میکروبی به روش‌های داخل و خارج سلولی می‌باشد.

با توجه به موارد پیش گفت لزوم توجه به اهمیت و کاربرد شبه مخمر، واضح و مبرهن است. لذا با توجه به اهمیت تولید صنعتی آن (آنتی بیوتیک، پولولان، پروتیین تک سلولی، بعنوان عاملی در رفع آلودگی محیطی، تولید رنگ و ...) زمینه‌های انجام تحقیقات و تولید صنعتی آن پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: اورئوبازیدیوم پولولنس، پولولان، آنزیم، فعالیت ضد میکروبی، پروتئین تک سلولی، کنترل آلودگی محیطی

وصول مقاله: ۸۹/۴/۱۳ اصلاحیه نهایی: ۸۹/۹/۱۱ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۰/۱

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

مقدمه

با توجه به اینکه در ایران تاکنون در زمینهٔ شناخت، اهمیت و کاربرد این شبه مخمر (اورئوبازیدیوم پولولنس) مطالعاتی گزارش نشده است و لزوم توجه به این شبه مخمر از نظر صنعتی و سایر کاربردها که در سایر کشورهای توسعه یافته از جمله ژاپن مد نظر قرار گرفته است نگارنده را بر آن داشت تا در این خصوص مقاله مروری را ارائه نماید.

اورئوبازیدیوم پولولنس قبلاً جزو قارچهای ناقص و در خانواده مونیلیالیس طبقه‌بندی می‌شد. در گزارش‌های دیگری، آن را جزء زیر دسته آسکومیست‌ها قرار می‌دادند ولی در طبقه‌بندی جدید اورئوبازیدیوم پولولنس جزو خانواده دوتیدیلز قرار گرفته است (۲و۱). اگر چه ابهاماتی در مورد واژه شناسی این ارگانیسم وجود دارد اما اورئوبازیدیوم پولولنس فعلاً واژه قابل قبولی می‌باشد. دیگر مترادف‌های آن پولولاریا پولولنس و دماتیم پولولنس می‌باشند.

اورئوبازیدیوم پولولنس یک ساپروفیت است که در طبیعت به سهولت یافت می‌شود. این قارچ معمولاً در فیلوسفر گیاهان محصول‌دار و میوه‌های گرمسیری گوناگون یافت می‌شود (۴ و۳) که به دلیل تولید ملانین معمولاً به عنوان مخمر سیاه شناخته شده است. بر اساس گزارش‌های موجود، این ساپروفیت ظاهراً در نواحی معتدل نیز وجود دارد. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که این قارچ در مناطق مدیترانه‌ای و نواحی خشک، مانند ایتالیا، فرانسه، مصر، عراق، پاکستان و آفریقای جنوبی نیز وجود دارد. اورئوبازیدیوم پولولنس در مناطق گرمسیری مانند برزیل، هند، مالزی و جامایکا نیز جدا سازی شده است. از زیستگاه های قابل توجه این قارچ می‌توان به برگ درختان، آب تازه، دهانه رودخانه، رسوبات دریایی و آب دریا اشاره نمود. دومچ و همکارانش فهرست کاملی از زیستگاه های اورئوبازیدیوم پولولنس تهیه کرده‌اند (۵). در سال‌های اخیر، کلانتر و همکارانش جداسازی اورئوبازیدیوم پولولنس را از برگ *Dracaena reflexa* و همچنین *Santalum album* گزارش کردند (۶و۳). اورئوبازیدیوم پولولنس یک الیگوتروپ با گسترهٔ فراوان است که همچنین در محیط‌های دارای آب و رطوبت مانند فیلوسفرها، حمام، محیط‌های غذایی و دانه‌های کشاورزی به خوبی رشد می‌کند. این گونه را همچنین در محیط‌های اسموتیک مانند هایپرسالین در معادن نمک و مناطق کوهستانی می‌توان یافت. با توجه به تولید حجم بسیار زیادی از شبه قارچ‌ها؛ این گونهٔ قارچی گستره‌ای جهانی دارد اما باید توجه کرد که وجود آن تا کنون در مناطق سرد سیر گزارش نشده است.

چرخه زندگی اورئوبازیدیوم پولولنس توسط کووک به طور کامل بررسی شده است (۷). وجود چرخه ناقص در این ارگانیسم مورفولوژی‌های متنوعی را ایجاد می‌کند. این ارگانیسم پلی‌مورفیسم بوده که بسته به شرایط محیطی به صورت جوانه مخمر، میسلیوم، و یا سودومیسلیوم می‌باشد. ویژگی اختصاصی این قارچ تولید کلامیدسپور سیاه رنگ است (۸).

راموز و گارسیا آچا (۹) چرخه رویشی اورئوبازیدیوم پولولنس و شرایط مناسب را برای تبدیل از یک فرم به فرم دیگر شرح داده‌اند. کلنی‌ها ابتدا صاف هستند و سرانجام با لایه‌ای چسبناک پوشانده می‌شوند. رنگ کلنی‌ها ابتدا زرد، کرم، صورتی یا قهوه‌ای روشن است که در مرحله آخر به دلیل تولید کلامیدسپور سیاه رنگ می‌شود.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

در بررسی میکروسکپی کشت‌های جوان، میسلیوم‌ها باریک بوده و جدار نازک و بیرنگی دارند ولی به مرور زمان میسلیوم‌ها قطور و طویل گشته، جدارشان ضخیم، رنگشان تیره و در نهایت به زنجیره‌ای از سلول‌های چهار گوش دو جداره و سیاه رنگ تبدیل می‌شوند (۴). اورئوبازیدیوم پولولنس به وسیله کونیدیای مستقیم و با مشخصه زنجیره‌های آویزان در دیواره محکم کلامیدسپورها شناخته می‌شود.

اگر چه این قارچ عمدتاً به عنوان عاملی بیماریزا که سبب نرمی بافت گیاه می‌شود شناخته شده است اما اثر آنتاگونیستی آن علیه برخی از پاتوژن‌های گیاهی نیز گزارش شده است. تیاگی و همکارانش (۱۰) مهار آلترناریا پوری توسط اورئوبازیدیوم پولولنس را گزارش کرده‌اند. بیماریزا بودن سویه‌های جدا شده از انسان توسط تست‌های حیوانی ثابت نشده است. ذکر این نکته نیز خالی از ارزش نخواهد بود که سازمان بهداشت جهانی اورئوبازیدیوم پولولنس را در زمرهٔ گروه I ریسک فاکتورها قرار داده است و بیانگر این موضوع است که به هیچ عنوان یک عامل آلوده‌کننده یا بیماریزا نمی‌تواند باشد (۱۱). آزمایش‌ها، ایمن بودن این قارچ را به عنوان یک پروتئین تک سلولی نشان داده‌اند (۱۲).

از کاربردهای مهم اورئوبازیدیوم پولولنس می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

الف – تولید پولولان

پولولان یک پلی ساکارید پلیمر مشتمل بر واحدهای مالتوتریوز است که توسط پیوندهای α (۱→۴) : α(۱→۶) به هم متصل شده‌اند. اورئوبازیدیوم پولولنس به دلیل ظرفیت تولید پلی ساکاریدی به نام «پولولان»، از نظر صنعتی دارای اهمیت می‌باشد (۱۴و۱۳).

بعنوان یک ماده خوراکی در بیشتر پلیمرهای بیمزه، پولولان به عنوان یک محصول تجاری مزه دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرد و در تولیداتی چون لسترین سرد به عنوان افزودنی کاربرد دارد. اورئوبازیدیوم پولولنس یک گونه شبه قارچ سیاه رنگ است که در بیوتکنولوژی به عنوان یک extracellular poly saccharide (EPS) مورد استفاده قرار می‌گیرد. پولولان همچنین یک عامل بیوماتریال (biomaterial) است و به عنوان یک ماده اولیه در تولید دارو و غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین به پتانسیل بیوتکنولوژی آن در تولید انواع آنزیم‌های هیدرولیتیک نیز می‌توان اشاره کرد. پولولان بطور تجاری توان پوشش و پتانسیل بالایی دارد و به عنوان ترکیب غذایی به کار می‌رود (۱۶ و۱۵ و۱۲).

پولولان دارای کاربرد تجاری بسیار گسترده‌ای است و در صنایع چوب، فیبر سازی و صنایع غذایی (با هدف کالری‌زایی بیشتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین به عنوان یک عامل متراکم‌کننده، پیوندی و عامل اکسیداسیون در صنایع داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندازه وزن مولکولی پولولان از چندین هزار تا ۲۰۰۰۰۰۰ دالتون متفاوت است که به وضعیت رشد اورئوبازیدیوم پولولنس بستگی دارد و به سادگی در آب سرد و گرم حل می‌شود که این ویژگی به عنوان شفاف ساز در صنعت تولید فیلم عکاسی کاربرد دارد (۱۴).

نتایج دیگر تحقیقات در مورد پولولان حاکی از آن است که این عنصر یک پلی ساکارید nonionic بوده و همسان با خون، فاقد سمیت، غیر موتان و غیر سرطانزا است. پولولان اکنون در صنایع غذایی نیز کاربرد فراوانی پیدا کرده است. پولولان یک ماکرومولکول با هضم کند است که با ویژگی بی‌مزه بودن، به غذاهای کم

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

کالری اضافه می‌شود تا مقدار کالری مواد غذایی را افزایش دهد. بیش از دو دهه است که در ژاپن، از پولولان به عنوان یک افزودنی غذایی و مکمل دارویی استفاده می‌شود. Food and Drug Administration (FDA) تخمین زده است که هر فرد در روز به طور متوسط می‌تواند بیش از ۱۰ گرم از پولولان را به عنوان مکمل غذایی استفاده نماید. اما، اخیراً از پولولان برای کاربردهای زیست- دارویی در صنایع دارویی، ژنتیک، مهندسی بافت‌ها و حتی تصویربرداری‌های تشخیص پزشکی نیز استفاده می‌شود (۱۶).

گزارش‌های اخیر در مورد کاربرد پولولان، بیانگر استفاده از آن در لنزهای تماسی قابل جذب و امولسیون های آرایشی می‌باشد (۱۸و۱۷). پولولان را می‌توان به عنوان یک مدل سوبسترایی برای آنزیم پولولاناز همراه با گلوکوآمیلاز و بتاآمیلاز جهت تولید شربت گلوکز و مالتوز به کار برد (۱۹).

ب - فعالیت ضد میکروبی اورئوبازیدیوم پولولنس

از ۶۰۰۰ نوع متابولیت‌های میکروبی که تاکنون گزارش شده است ۴۰۰۰ نوع آن، آنتی‌بیوتیک بوده است که فقط ۱ درصد از آنها به صورت کلینیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. غربالگری قارچ‌های غیر معمول مانند اورئوبازیدیوم پولولنس و سایر میکروارگانیسم‌های دیگر که در منابع مختلف طبیعی در سراسر دنیا وجود دارد می‌تواند منجر به دستیابی به متابولیت‌های ضد میکروبی شود (۳).

برخی از مطالعات انجام شده توانایی اورئوبازیدیوم پولولنس را برای تولید ترکیبات ضد میکروبی نشان داده‌اند. تا که ساکو و همکارانش (۲۰) گروهی آنتی‌بیوتیکی بنام aureobasidins را از تخمیر اورئوبازیدیوم پولولنس جداسازی و شناسایی کردند. آنها نشان دادند که این گروه آنتی بیوتیک، یک cyclic depsipeptides است که فعالیت ضد قارچی بالایی را از خود نشان می‌دهند.

سایر مطالعات همچنین نشان دادند که اورئوبازیدیوم پولولنس ویژگی‌های ضد باکتریایی را در برابر *Pseudomonas fluresence* و *Staphylococcus aureus* از خود نشان می‌دهد (۲۱). همچنین گزارش تحقیق کلانتر و همکارانش بیانگر آن است که اورئوبازیدیوم پولولنس ترکیباتی خارج سلولی تولید کرده است که مانع رشد *Pseudomonas* مقاوم به جنتامایسین بوده است (۲۳و۲۲).

ج - اورئوبازیدیوم پولولنس به عنوان یک پروتئین تک سلولی(SCP)

با توجه به اینکه از یک سو، رشد جمعیت انسانها به صورت تصاعد هندسی افزایش می‌باشد که این امر منجر به تقاضای روزافزون برای دستیابی به منابع غذایی می‌شود و از سوی دیگر زمین‌های کشاورزی موجود جهت تولید مواد غذایی محدود می‌باشد، لذا می‌توان از برخی منابع جایگزین ارزانتر جهت تولید غذا استفاده کرد. در دهۀ گذشته مقالات متعددی در مورد تولیدات پروتیین تک سلولی از میکروب‌های مختلف از جمله قارچ‌ها، چاپ و انتشار یافته است (۲۶و ۲۵و۲۴).

مخمرهای متعددی با سوبستراهای متفاوت، می‌تواند به عنوان منابع مناسب تولید پروتیین‌های تک سلولی در نظر گرفته شوند. به دلیل بزرگی اندازۀ مخمرها و سرعت بالای رشد آنها و استفاده از منابع قندی، اورئوبازیدیوم پولولنس توجه بسیاری از محققین را به عنوان منبع مناسب جهت تولید پروتئین‌های تک سلولی به خود جلب کرده است (۲۹و ۲۸و۲۷).

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

طی مطالعه‌ای مقایسه‌ای بر روی تغذیه موش‌ها با خوراندن اورئوبازیدیوم پولولنس و کاندیدا یوتیلیز به طور مجزا به دو گروه مختلف از موش‌ها، نشان داد که سلول‌های اورئوبازیدیوم پولولنس در مقایسه با کاندیدا یوتیلیز سمی نبودند و متناسب با میزان مصرف شده، افزایش وزن بیشتری رانیز ایجاد نمودند (۳۰).

د- کنترل آلودگی محیطی

هم گام با دیگر میکروارگانیسم‌ها، اورئوبازیدیوم پولولنس برای پاک کردن لکه‌های نفتی ناشی از حوادث نفت کش‌ها در دریا آزمایش شده است (۳۱ و۱). هاندرسون (۳۲) این کار را برای حذف آلودگی نفتی ایجاد شده در آب دریا، آب‌های محدود به خشکی و خصوصاً در سواحل، ثبت کرده است. حاصل این کار تولید یک توده سلولی بی‌ضرر برای فلور دریا، جانداران ساکن و انسان ها بوده است. برای پاک کردن آسانتر لکه‌های نفتی حالت جهش یافته‌ای از گونه پولولنس ۲۰۲۴۹ رابه وجود آوردند.

هدکینسون و دالتون (۳۴ و۳۳) گزارش کردند که افزودن DDT به خاک سبب افزایش سلولهای گونه پولولنس می‌شود. بر اساس یافته‌های آزمایشگاهی اشکال میسلیال عصاره مخمر در محیط‌های پایه حاوی DDT رشد بیشتری داشتند و افزایش بیشتر محصول در آب های غنی شده از DDT و محلول‌های نمک‌های معدنی مشاهده شد.

سویه پولولنس شماره ۱۴ دارای توانایی جذب ترکیبات فنولی شامل فنول، O-کرزول بود، که از منابع طبیعی گرفته شده بود (۳۵). گونه پولولنس، اتانول و گلیسرول را خیلی خوب مصرف می‌کند، اما از متانول بسیار به آرامی استفاده می‌کند. جذب فنول با حضور اتانول یا متانول تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. در حضور فرم آلدیید با غلظت کمتر از ۰/۰۱درصد، حذف فنول توسط ارگانیسم انجام پذیر بود (۱).

زمینه مهم دیگر کاربرد آن درکاهش آلودگی محیط، فلزات سنگین هستند. بی شک، فلزات سنگین سمی‌اند اما ترکیبات فلزی آلی از انواع ترکیبات فلزی غیر آلی بسیار سمی‌ترند. برخی از ترکیبات آلی فلزی بسیار فعالند. از میان آنها سرب آلی، نگرانی خاصی در خصوص آلودگی و مشکلات سلامت ایجاد می‌کند، زیرا به شکل تتراتیل سرب به بنزین افزوده می‌شود. تریبوتیلن‌ها هم خطرناک هستند چرا که بخش سمی رنگ‌های ضد سرب را تشکیل می‌دهند. این آلودگی می‌تواند در آب از طریق فاضلاب صنعتی و یا در هوا ایجاد شود. برای نمونه می‌توان به بخارات صنایع یا دود اگزوز وسایل نقلیه اشاره کردکه حاوی فلزات سنگین شامل سرب، کادمیوم، جیوه و ... می‌باشد. گزارش‌های فراوانی به ویژه از بریتانیا نشان می‌دهد در چنین محیط‌های آلوده‌ای افزایش در تعداد اورئوبازیدیوم پولولنس مشاهده شده است (۳۸-۳۶). بر این اساس مطالعات آزمایشگاهی جهت ارزیابی این پدیده و تخمین سطح مهاری انجام شده است. گاد از یک تکنیک کشت جامد برای بررسی اثر یونهای فلزی بر روی مخمرها و قارچ های مخمر شکل، استفاده کرد. تلقیح به روش پخش کردن بر روی محیط جامد که بر آن محلول‌های فلزی به خوبی اضافه شده بود انجام شد. در این مطالعه وی متوجه شد اورئوبازیدیوم پولولنس در حضور کادمیوم، مس و روی در مقایسه با گونه‌های سرویسا و اسپیروبلومایسس روزئوس بسیار مقاوم‌تر است. حداکثر غلظت فلز مربوط به کادمیوم، مس و روی به

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

ترتیب $mmol^{-1}$ ۱۷/۴ ، ۱۶/۳،۰/۵ برای اورئوبازیدیوم پولولنس بود (۳۸).

از آنجا که اورئوبازیدیوم پولولنس به دود وسایل نقلیه مقاوم بود اثر قلع و سرب آلی ترکیبات آنها توسط کونیمی و همکارانش (۳۴) مورد بررسی قرار گرفت. تری بوتیل قلع در pH اسیدی به نسبت pH خنثی سمیت بیشتری داشت. در میان یازده ترکیب مختلف آزمایش شده مونو و تری بوتیل قلع از همه سمی تر بودند. به طرز غیر منتظره‌ای اورئوبازیدیوم پولولنس به دی یاتری متیل قلع حساس نبود. پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل ترکیبات محیط، pH، مواد سورفاکتانت و شرایط فیزیولوژیک ارگانیسم بر میزان سمیت موثرند.

ه - آنزیم های اورئوبازیدیوم پولولنس

بیشترین آنزیم‌های مطالعه شده از اورئوبازیدیوم پولولنس، فروکتوفورانوزیداز، گزیلاناز و گلوکوآمیلاز می‌باشند (۳۹-۳۵). جدا از این ها، آنزیم‌های مهم دیگری هم هستند که اورئوبازیدیوم پولولنس را در کاربردهای بیولوژیکی تبدیل به یک ارگانیسم مهم کرده است. سوکراز (بتا ـ D ـ فروکتوفورانوزید گلوکو هیدرولاز) معمولاً بوسیله لیز سلول های مخمر تولید می‌شود. اگرچه بسیاری از مخمرها و قارچ ها سوکراز را در محیط کشت ترشح می‌کنند. با سویه‌های اورئوبازیدیوم پولولنس در مجموعه محیط‌های کشت، محصول سوکراز در محیط کشت با ساکاروز مونوپالمیتات در حضور توین ۸۰، حدود ۲۹۰ بار بیشتر از محصول آن در محیط کشت با ساکاروز در غیاب سورفاکتانت می‌باشد (۳۷).

اورئوبازیدیوم پولولنس آنزیم‌های پکتینولیتیک نیز تولید می کند که به طور گسترده در خیساندن تفاله میوه و شفافیت آب میوه به کار می‌رود (۴۰). به عنوان نمونه زمانی که میوه سیب به دلیل شرایط نامناسب نگهداری، یا دلایل دیگر کیفیت نامطلوبی دارد، مقدار شیره ای که از آن آزاد می شود کم است. اما در مجاورت قرار دادن آن با آنزیم پکتینولیتیک می‌تواند به افزایش محصول منجر شود. محصول آنزیم به ترکیب محیط کشت نیز بستگی دارد.

مورسی و همکارانش (۳۹) یک سویه فعال اورئوبازیدیوم پولولنس را برای تولید پکتیناز و پروتئین از ضایعات پرتقال انتخاب کردند. ارگانیسم با سوبسترای پرتقال خوب رشد کرد و سطح بالایی از فعالیت پلی گالاکتوروناز را در رشد تخمیری نشان داد. حضور عصاره مخمر به میزان (۰/۱ درصد) و آمونیوم سولفات به میزان (۰/۲درصد) برای حداکثر تولید آنزیم لازم بود. بعد از تخمیر مقدار پروتئین خام پوست پرتقال از ۲ در صد به ۲۰ در صد افزایش یافت.

کارخانه مواد شیمیایی میتسوبیشی (۴۰) در ژاپن روندی را برای تولید آنزیم پکتین استراز با به کار بردن اورئوبازیدیوم پولولنس AY –037 ثبت کرد. این سویه پکتین استرازی را که دارای pH مناسب بین ۳ و ۶ بود تولید کرد. این آنزیم در pH ۲ تا ۷ در دمای ۲۵c° برای ۲۴ ساعت پایدار بود.

اورئوبازیدیوم پولولنس همچنین توانایی آمیلولتیک بالایی را نشان می‌دهد (۴۲و۴۱). اورئوبازیدیوم پولولنس توانایی ترشح این آنزیم را در محیط کشت دارد که سطح بسیار بالایی از فعالیت را نشان می‌دهد. آمیلازهای اورئوبازیدیوم پولولنس اهمیت ویژه‌ایی دارند؛ زیرا استفاده از نشاسته یا نشاسته‌های هیدرولیز شده برای تولید پولولان مستلزم عملکرد آمیلاز است. اخیراً ثابت شده است که از گونه اورئوبازیدیوم پولولنس A-124 با به کار بردن کلسیم آلژینات؛ گلوکوآمیلاز تولید می‌شود.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

از آنزیم‌های دیگری که برای اولین بار در اورئوبازیدیوم پولولنس مطالعه شده بتا گالاکتوزیداز است (۴۵-۴۳). دشپانده و همکارانش (۴۶) مشاهده کردند که pH مناسب ۶/۸ و دمای مناسب ۴۵°c برای فعالیت بتاگالکتوزیداز اورئوبازیدیوم پولولنس مشابه بتاگالاکتوزیداز مخمرهای دیگر است. این مشاهده نظریات کلارک و والاک را که بیانگر وجود آنزیم‌های زیادی در اورئوبازیدیوم پولولنس می‌باشند را تایید می‌کنند.

فدریسی (۴۶) گزارش کرد که فعالیت DNase در همه سویه‌ها دیده شده است ولی تعداد کمی از سویه‌های جدا شده امکان تولید زیاد این آنزیم‌ها را نشان داده‌اند. همچنین در مطالعه دیگری گزارش کردند که در بررسی مخمرهای گوناگون کلکسیون مخمرهای Czech، برای اوره آز، نوکلئاز خارج سلولی، سویه‌های اورئوبازیدیوم پولولنس، همه آنها این سه آنزیم اوره آز، DNase و RNase را تولید می‌کنند. اخیراً گزارش شده است که فعالیت DNase و RNase در موتانت‌های مورفولوژیکی اورئوبازیدیوم پولولنس بعد از در مجاورت قرار دادن با نیتروزگوانیدین، اتیل متیل سولفات و اکریدین اورنج، از ۵ به ۱۰ بار افزایش یافت (۴۷).

وجود فروکتوزیل ترانسفراز در قارچ‌هایی مانند گونه‌های آسپرژیلوس، فوزاریوم و اورئوبازیدیوم گزارش شد (۴۸). کیونگ و همکارانش (۴۹) اهمیت منیزیم سولفات را در نسبت تولید آنزیم داخل سلولی به خارج سلولی در اورئوبازیدیوم پولولنس شرح دادند. محلول ساکاروز در مجاورت با فروکتوزیل ترانسفراز که تحت هیدرولیز و ایزومریزاسیون قرارگرفته است، می‌تواند به شربت غلیظ فروکتوز تبدیل شود.

محققین زیادی وجود گلوکز اکسیداز را در اورئوبازیدیوم پولولنس گزارش کرده‌اند و دیده شده است که استفاده از کیتین خرچنگ برای تهیه گلوکز اکسیداز، خاص اورئوبازیدیوم پولولنس است (۵۰). تولید لاکساز (Laccase) توسط اورئوبازیدیوم پولولنس در گزارشات متعددی بیان شده است (۵۱). آنها این فعالیت را با استفاده از گوایکل در خارج سلول آزمایش کردند و دریافتند که نگهداری یک سویه روی لاکتوز در مقایسه با نگهداری روی گلوکز یا مالتوز، تولید لاکساز را بیشتر نمایان می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به موارد پیش گفت لزوم توجه به اهمیت و کاربرد این شبه مخمر ضروری است. لذا با توجه به اهمیت تولید صنعتی آن در زمینه‌های تولید (آنتی‌بیوتیک، پولولان، پروتئین تک سلولی، رنگ) و به عنوان عاملی در رفع آلودگی های محیطی فراهم نمودن زمینه‌های انجام تحقیقات و تولید صنعتی آن پیشنهاد می‌گردد.

References

1. Milind S Deshpande, Vinay B Rale and James M Lynch. *Aureobasidium pullulans* in applied microbiology: A status report**.** Enzyme Microb Technol 1992; 14: 514-527.
2. Punnapayak H, Sudhadham M, Prasongsuk S, Pichayangkura S. Pullulan production by tropical isolates of *Aureobasidium pullulans*. J Ind Microbiol Biotechnol 2003; 30: 89-94.
3. Kalantar E. Dissertation. Antimicrobial Metabolites from *A. pullulans*: Production, characterization and Mechanism of action. University of Poona, India. 2003.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

4. Anna Kockova. Determination of yeats. In: Yestas and yeast-like organisms. Great Britain and Irland Publication. 1991; 1: 503.
5. Domasch KH, Gains W and Anderson TH. Compendimn of soil fungi. Academic Press: London. 1980; 1st ed. P. 130-134.
6. Kalantar E, Deopurkar R and Kapadnis B. Antimicrobial activity of indigenous strains of Aureobasidium isolated from santalum album leaves. IJPR 2006; 1: 65-68.
7. Cooke W B. An ecological life history of *Aureobasidium pullulans*. Mycopathol Myeol Appl 1959; 12: 1-45.
8. Urzi F, De Leo C, Lo Passo and G Criseo. Intra-specific diversity of *Aureobasidium pullulans* strains isolated from rocks and other habitats assessed by physiological methods and by random amplified polymorphic DNA (RAPD). Journal of Microbiological Methods 1999; 36: 95-105.
9. Ramos S and Garcia Acha I. A vegetative cycle of Pullularia pullulans. Trans Brit Mycol Soc. 1975; 64: 129-135.
10. Tyagi S, Dube V P and Charaya M U. Biological control of the purple blotch of onion caused by Alternaria porri. Trop Pest Manage 1990; 36: 384-386.
11. World Health Organization Weekly Epidemiological Records. WHO Constitution, Executive Board and World Health Assembly. 1989; 44: 340.
12. Lazaridou A, T Roukas, C G Biliaderis and H Vaikousi. Production and characterization of pullulan from beet molasses using a non-pigmented strain of *Aureobasidium pullulans* in batch culture. Enzyme and Microbial Technology 2002; 31: 122-132.
13. Bradley S Campbell , Abu-Baker M Siddique , Barbara M McDougall , Robert J Seviour. Which morphological forms of the fungus *Aureobasidium pullulans* are responsible for pullulan production? FEMS Microbiology Letters. 2006; 232: 225-22.
14. Dianxiang Lu, Xiantao Wen, Jie Liang, Zhongwei Gu, Xingdong Zhang, Yujiang Fan. A pH-sensitive nano drug delivery system derived from pullulan/doxorubicin conjugate. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 2008; 89B:178-183.
15. Himi T, Kurochi Y, Fukada T, Mizutani Y, lto T and Kuriaki M. *Aureobasidium pullulans* is of widespread ecological occurrence. 1991; 24; 266-270.
16. Aika Industry Co Ltd Japanese Patent. 1992; 57: 165, 201.
17. Goldstein W E. Enzymes in industo. Gerhartz W, ed. VCH Publishers: New York. 1990. p. 97-100.
18. Takesako K, Shimanaka K, Yamamoto J, Haruna F, Nakamura T, Yamaguchi H, Uchida K and Ikai K. Aldol-promoted reaction of R106-Sarcosine: synthesis and Conformational analysis of novel R106 analogs. European Patent Appl EP 352092, 1990.
19. Endo M, Takesako K, Kato I, Yamaguchi H. Fungicidal action of aureobasidin A, a cyclic desipeptide antifungal antibiotic, against Saccharomyces cerevisiae. Antimicrob Agents Chemother. 1997; 41: 672- 676.
20. Kalantar E, Deopurkar R and Kapadnis B. Antistaphylococcal metabolite from *Aureobasidium pullulan*: production and characterization. Afr J Cli and Exp Microbiol 2005; 6: 177-187.
21. Kalantar E**,** Deopurkar R. Application of factorial design for the optimized production of antistaphylococcal metabolite by A. pullulans. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products 2007; 3: 69-77.
22. Zhenming Chi, Fang Wang, Zhe Chi, Lixi Yue. Bioproducts from *Aureobasidium pullulans*, a biotechnologically important yeast: Production, characterization. Appl Microbiol Biotechnol. 2009; 82:793–804.
23. Liu Jia, Liu Zhiqiang, Chi Zhenming, Zhang Liang, Zhang Dechao. Intraspecific diversity of *Aureobasidium pullulans* strains from different marine environments. Journal of Ocean University of China 2009; 8: 241-246.
24. Chi M, Liu J and W Zhang. Amylase production by the black yeast. Enzyme Microb Technol 2001; 28: 240-245.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

25. Gupta R P, Gigras H Mohapatra, VK Goswami and B Chauhan. Microbial amylase: a biotechnological perspective. Process Biochem 2003; 38: 1599-1616.
26. Xiumei Ni, Lixi Yue, Zhenming Chi, Jing Li, Xianghong Wang and Catherine Madzak. Alkaline protease gene cloning from the marine yeast Aureobasidium. Marine Biotechnology 2009;11: 81-89.
27. Han YW, Cheeke PR, Anderson AW, Lekprayoon C. Growth of *Aureobasidium pullulans* on straw hydrolysate. Appl Environ Microbiol 1976; 32:799-802.
28. Nevell W and Wainwright M. Inorganic sulphur oxidation by *Aureobasidium pullulans* Plant Soil. 1986; 92, 363-368.
29. Timothy D Leathers. Bioconversions of maize residues to value-added coproducts using yeast-like fungi. FEMS Yeast Research 2003; 3: 133-140.
30. Takahashi S, ltoh M and Kaneko Y. Treatment of phenolic wastes by *Aureobasidium pullulans* adhered to the fibrous supports Appl Microbiol Biotechnol 1981; 13: 175-178.
31. Azarowicz E N. Process for separating and/or recovering hydrocarbon oils from water using biodegradable absorbent sponges. German Patent 2127577. 1975**.**
32. Hodkinson M, and Dalton SA. Role of fungi in freshwater ecosystems. Bull Environ Contain Toxi 1973; 10: 356-359.
33. Handerson M E K. Co-metabolism of paint by *Aureobasidium pullulans* J Gen Mirobiol 1961;26: 149-154.
34. Kevin S V. and Bab'seva C P. Studies on the Biosynthesis of Polyglucosides of *Aureobasidium pullulans* Pochvow'dnie 1985; 6: 97-101.
35. Cooney J J, de Rome L, Laurence O. and Gadd GM. Role of melanin in fungal biosorption of tributyltin chloride. J Ind Microbiol 1989; 4: 279-284.
36. Hidenori Tanaka, Tomoko Okuno, Satoshi Moriyama, Michio Muguruma and Kazuyoshi Ohta. Acidophilic Xylanase from *Aureobasidium pullulans*: Efficient Expression and secretion in Pichia pastoris and mutational analysis**.** Journal of Bioscience and Bioengineering 2004; 98: 338-343.
37. Ohta K S, Moriyama H, Tanaka T Shige and H Akimoto. Purification and characterization of an acidophilic xylanase from *Aureobasidium pullulans* var. melanigenum and sequence analysis of the encoding gene. J Biosci Bioeng 2001;92: 262-270.
38. Reese E T and Maguire A. *Aureobasidium pullulans* as a source of sucrase. Can J Microbiol 1971; 17: 329-332.
39. Berndt H and Liese W. Production of extracellular β-mannanases by yeasts and yeast-like microorganisms . Arch Mikrobiol 1971; 79: 140-146.
40. Moresi M, Petruccioli M and Federici F. Semi-continuous fumaric acid production by Rhizopus arrhizus immobilized in polyurethane sponge. Appl Microbiol Biotechnol 1991; 7:379-84.
41. Mitsubishi Chemical Industries Co. Ltd.Production of Pectin from *A. pullulans*. Japanese Patent. 59,48077, 1983.
42. Federici F and D'Elia M. Growth and amylolytic activity of *Aureobasidium pullulans* in starch-limited culture. Enzyme Mierob Technol 1983; 5: 225-226.
43. Federici F, Miller M W. and Petruccioli M. Growth and polygalacturonase production by *Aureobasidium pullulans* on orange peel waste. Ann Microbiol Enzymol 1987; 37: 17-20.
44. Sakai T, Takaoka A. Purification, crystallization and some properties of endo-polygalacturonase from *Aureobasidium pullulans*. Agric Biol Chem 1984; 49: 449-58.
45. Bhalerao H, Brahme A, Choudhari P, Deshpande M S and Rale V B. *Aureobasidium pullulans*. in: Abstracts in '31st Annual conference of" Association of Microbiologists qf India, Koimttore 1991; 27-28.
46. Deshpande M, Deopurkar R, Rale B. Beta-galactosidase from *Aureobasidium pullulans*. Lett Appl Microbiol 1989;9: 21-24.
47. McKay M. Secretion of β-galactosidases by *Aureobasidium pullulans* and Penicillium brevicompactum on polygalacturonate medium. Lett Appl Microbiol 1991; 13:71-74.
48. Federici F. Gluconate production by *A. pullulans*. Mycologia 1982; 74: 738-743.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]

49. Pasquier-Clouet C and Zucca C. Production of enzyme by *A. pullulans*. J Ann Inst Pastem/Microbiol 1987; 138: 165-176.
50. Smith J A, Grove D, Lnenser S J and Park LG. Kinetic studies and mathematical model for enzymatic production of fructooligosaccharides from sucrose US Patent. 1982; 4: 505.
51. Kyung H J, Lira JY, Yoo S J, Lee JH and Yoo MY.Continous Production of Fructo-oligosaccharides by *A. pullulans*. Biotechnol Lett 1987; 9: 617-6211.
52. Liu W, Wang S and Su Y. Exopolysaccharide biosynthesis by a fast-producing strain of *Aureobasidium pullulans*. Proc Natl Sci Coting Reptth China 1978; 2: 275-280.
53. Rosch R and Liese W. Detection of Laccase from *A. pullulans*. Arch Mikrobiol 1971; 76: 212-218.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-01]