



## نقش سیکلودکسترینها در بیوتکنولوژی

**مریم عابدینی\***، سمانه علامتیان\* محمد باقر حبیبی نجفی\*\*

دانشگاه فردوسی مشهد؛ دانشجویان کارشناسی ارشد صنایع غذایی\*

\*\* دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Maryamabedini84@yahoo.com

چکیده: تجزیه آنزیمی نشاسته با آنزیم های خاص منجر به تغییر شکل نشاسته ها بصورت حلقه های الیگوساکاریدی سیکلودکسترین می شود. سیکلودکسترین ها گلیکوزیدهای قابل هضم با ساختار غیرهیدراته هستند که دارای ارزش زیادی در انواع نشاسته های تغییر یافته بوده و به کمک تکنیک های تخمیری توسعه یافته اند... این مواد در واقع اجزای غذایی مفیدی هستند که می توانند به عنوان جایگزین چربی، کاهش دهنده رنگ مخلوط ها، پایدار کننده ها، و مواد پوشش دهنده استفاده شوند. سیکلودکسترین ها به عنوان عوامل چلات کننده با توانایی ایجاد کمپلکس با رنج وسیعی از مولکول ها شناخته شده اند و با تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها قابلیت استفاده را در صنایع مختلف مانند صنایع غذایی، داروسازی، کشاورزی، شیمی و ... دارا می باشند. سیکلودکسترین ها در سه گروه اصلی (آلفا، بتا، گاما) طبقه بندی شده اند. در این مقاله روش های شناسایی سیکلودکسترین ها و کاربرد آنها در علوم زیستی مختلف بررسی شده است.

واژه های کلیدی: نشاسته تغییر یافته / سیکلودکسترین / گلیکوزیدهای حلقوی

۵۱۴

# نقش سیکلودکسترینها در بیوتکنولوژی

مریم عابدینی\*، سمانه علامتیان\* محمد باقر حبیبی نجفی\*\*

دانشجویان کارشناسی ارشد صنایع غذایی\*؛ دانشگاه فردوسی مشهد

\*\* دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Maryamabedini84@yahoo.com

چکیده:

تجزیه آنزیمی نشاسته با آنزیم های خاص منجر به تغییر شکل نشاسته ها بصورت حلقه های الیگوساکاریدی سیکلودکسترین می شود. سیکلودکسترین ها گلیکوزیدهای قابل هضم با ساختار غیرهیدراته هستند که دارای ارزش زیادی در انواع نشاسته های تغییر یافته بوده و به کمک تکنیک های تخمیری توسعه یافته اند. این مواد در واقع اجزای غذایی مفیدی هستند که می توانند به عنوان جایگزین چربی، کاهش دهنده رنگ مخلوط ها، پایدار کننده ها، و مواد پوشش دهنده استفاده شوند. سیکلودکسترین ها به عنوان عوامل چلات کننده با توانایی ایجاد کمپلکس با رنج وسیعی از مولکول ها شناخته شده اند و با تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها قابلیت استفاده را در صنایع مختلف مانند صنایع غذایی، داروسازی، کشاورزی، شیمی و ... دارا می باشند. سیکلودکسترین ها در سه گروه اصلی (آلفا، بتا، گاما) طبقه بندی شده اند. در این مقاله روش های شناسایی سیکلودکسترین ها و کاربرد آنها در علوم زیستی مختلف بررسی شده است.

کلمات کلیدی: نشاسته تغییر یافته / سیکلودکسترین / گلیکوزیدهای حلقوی /

مقدمه:

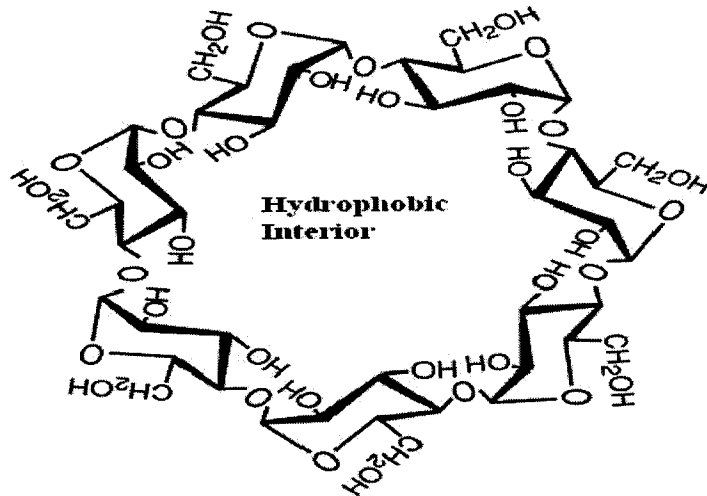
سیکلودکسترین ها یکسری کربوهیدرات های پلیمری هستند که از هیدرولیز نشاسته قندها بوسیله حرارت، اسید و آنزیم شکل می گیرند. ( در واقع به صورت ایزومرهای مختلف قندهای ساکارز، مالتوز و لاکتوز). [۱] فرمول کلی دکسترین نشاسته  $C_{64}H_{112}O_{40}$  است. به گونه ای که دکسترین نسبت به نشاسته کوچکتر می باشد. سیکلودکسترین ها به طور طبیعی، قابلیت انحلال کم در آب دارند. از خواص دیگر سیکلودکسترین ها، سمیت کم و قابلیت برگشت پذیری به محیط و تجزیه زیستی آنها قابل ذکر می باشد. با مشتق شدن گروه های هیدروکسیل ۶-OH در ساختار آنها، اصلاحات خاصی در خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به وجود می آید. [۱۰] برای سنتز سیکلودکسترین ها بیشتر از روش تبدیل آنزیمی نشاسته و رسوب انتخابی کمپلکس ها استفاده می شود. (مثلاً برای  $\alpha$  سیکلودکسترین عامل رسوب دهی ۱- دکانول بوده و برای نوع  $\beta$ ، تولوئن نوع  $\gamma$  سیکلو هگزان می باشد.)

جداسازی و تقطیر و سپس کریستالیزاسیون سیکلودکسترین ها باعث تولید پودری سفیدرنگ با خلوص ۹۸٪ می شود. [۲۰]

### تولید سیکلودکسترین‌ها:

فرآیند قندسازی از نشاسته نوعی گیاه بنام ساگو (Sago) تحت شرایط مطلوب و با استفاده از آنزیم سیکلومالتودکسترین گلوکانوترانسفراز برای سنتز  $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\gamma$  سیکلودکسترین‌ها فراهم شده و خلوص محصول تولیدی کنترل می‌شود، سپس آزمون‌هایی بر روی استفاده از سیکلودکسترین‌ها صورت گرفته و نتایج بدست آمده نشان داد که سیکلودکسترین‌ها کاملاً مؤثرند. (اولین بار) کم‌کم استفاده از تکنیک‌های تحت تخمیر (نیمه تخمیری) برای تولید پولولان و سیکلودکسترین‌ها توسعه یافتند. این مواد در واقع اجزای غذایی مفیدی هستند که می‌توانند به عنوان جایگزین چربی، کاهش دهنده رنگ مخلوطها، پایدار کننده‌ها، و مواد پوشش دهنده استفاده شوند. [۲]

سیکلودکسترین‌ها دارای ارزش زیادی در انواع نشاسته‌های تغییر یافته هستند زیرا آنها به عنوان عوامل چلات کننده با توانایی ایجاد کمپلکس با رنج وسیعی از مولکول‌ها شناخته شده‌اند و با تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها قابلیت استفاده را در صنایع مختلف مانند صنایع غذایی، داروسازی، کشاورزی، شیمی و مواد



آرایشی دارا می‌باشند. [1] ۱

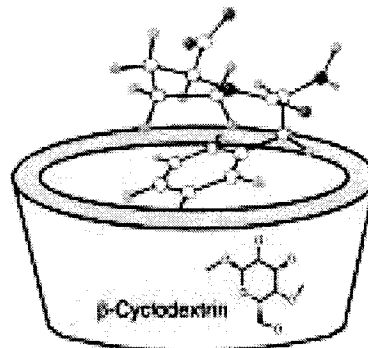
سیکلودکسترین‌ها تحت ۳ گروه اصلی نامگذاری شده‌اند.  $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\gamma$  سیکلودکسترین‌ها به ترتیب با ۶ و ۷ و ۸ واحد گلوکوپیرانوز به صورت (۴ → ۱)  $\alpha$  باند گلیوزیدی خطی شده‌اند. [۱۰]

آنزیم خارج سلولی سیکلودکسترین گلوکانو ترانسفراز، سیکلومالتو الیگوساکاریدهایی که سیکلودکسترین نامیده می‌شوند را از نشاسته سنتز می‌کند. این آنزیم توسط انواع گوناگونی از باکتری‌ها مانند باسیلوس‌ها (مهمترین گونه)، کلبسیلا، میکروکوکوس، ترموآئروباکتریوم در یک محیط کشت متوسط پیچیده تولید می‌شود و قادر است انواع مختلف سیکلودکسترین‌ها را در مقدارهای متفاوت سنتز کند. البته مقدار تولید بستگی به گونه باکتری تولیدکننده آنزیم، ترکیبات حدواسط موجود و شرایط محیط کشت دارد. [3]

روش تولید مناسب و در حد صنعتی CDها استفاده از همین (( روش آنزیمی )) است که این روش برپایه تکنولوژی غشایی و همسان شدن با بهترین استانداردهای جهانی بعنوان شاخص‌های تکنیکی و اقتصادی می‌باشد. [7]

### ساختار سیکلودکسترین‌ها:

ساختار ظاهری سیکلودکسترین‌ها به صورت حلقوی بوده که دارای هر دو خاصیت هیدروفوب و هیدروفیل می‌باشد که خود این ویژگی امکان استفاده آن را برای کارهای زیادی فراهم می‌سازد. حفره داخلی هیدروفوب است و چون OHها به سمت بیرون حلقه است جداره بیرونی خاصیت هیدروفیل می‌یابد. و به راحتی می‌تواند به شکل کمپلکس با ترکیبات آلی و غیر آلی درآید. ( استفاده در دارو سازی )، [۱۰]



حفره قطرهای مختلفی دارد که بستگی به تعداد واحدهای گلوکز دارد. ویتامین‌های محلول در چربی و تمام ترکیباتی که می‌خواهیم از تحلیل رفتنشان جلوگیری کنیم باحفره ایجاد کمپلکس پایدار نموده و در نتیجه از نابودی آنها جلوگیری می‌شود. ( نقش تثبیت کنندگی سیکلودکسترین‌ها ).

بسیاری تغییرات شیمیایی مختلف در مولکول سیکلودکسترین به وسیله واکنش با گروه‌های هیدروکسیل بالا یا پایین حفره ایجاد می‌شود برای مثال متیل، پروپیل هیدروکسی، کربوکسی متیل و استیل [4].

تراکم جانشین شدن که به وسیله‌ی مولکول‌های شیمیایی اتفاق می‌افتد به کمک واژه ( درجه جانشینی DS )، تعریف می‌شود. به وسیله‌ی کنترل درجه جانشینی می‌توان بسیاری از خصوصیات فیزیکی مشتقات سیکلودکسترین از جمله حلالیت در آب، فعالیت سطحی، تغییر آب پودرها، ویسکوزیته، شرایط نگهداری و ... بهبود بخشید.

استفاده گسترده سیکلودکسترین‌ها در داروسازی، تحویل دارو، پایداری و به عنوان افزودنی در بیوتکنولوژی و در روش‌های آنالیتیکال می‌باشد. سیکلودکسترین‌ها توانایی ایجاد تفاوت بین ترکیبات وابسته به لحاظ ساختاری مثل ایزومروانانتیومرها را دارند و بنابراین از آنها به عنوان عوامل جداکننده در تکنیک‌های تجزیه‌ای استفاده می‌شود. همه کاربردهای آنها بر پایه خصوصیات تشکیل کمپلکس‌های مخصوص به وسیله‌ی این حلقه الیگوساکاریدی می‌باشد. مشتقات طبیعی سیکلودکسترین‌ها در نتیجه اصلاح و واکنش بین مولکول مهمان و حلقه سیکلودکسترین می‌باشد. [5]

### تکنیک پوشش دادن:

پوشش دادن یا کپسوله کردن روشی است که در دهه‌های اخیر استفاده گسترده‌ای در صنعت دارو و مواد آرایشی یافته است. صنعت غذا در بسیاری موارد مانند ناقل آروما، حفاظت در مقابل تبخیر و محافظت در مقابل واکنش یا مهاجرت در غذا به کار می‌روند. همچنین کپسوله کردن حمایت لازم را برای ترکیبات فعال در مقابل اکسیداسیون ایجاد می‌کند و پایداری ترکیبات غذایی را فراهم کرده و می‌توانند در غنی سازی غذاها و یا در Functional Food به کار روند. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیوتکنولوژیکی مولکول‌هایی که با CD کپسوله شده‌اند، اصلاح می‌شود. کپسوله کردن باعث افزایش سرعت تجزیه شدن و توانایی نفوذپذیری غشاء می‌شود. پوشش دادن ملکولهای لیپوفیل غذایی با CD باعث پایداری آروما، ویتامین‌ها، رنگ و اسیدهای چرب

غیر اشباع آنها شده و به دلیل تغییر در خواص فیزیکی و شیمیایی آنها باعث افزایش دوره ماندگاری محصول و پایداری انباری آنها می‌شود. در نهایت اینکه دلیل استفاده گسترده از CDها به کمک تکنیک پوشش دادن قیمت بسیار کمتر آنها در مقایسه با پوشش دهنده‌های میکروبی می‌باشد. [۱]

#### کاربرد سیکلودکسترین‌ها:

سیکلودکسترین‌ها در فرمولاسیون مواد غذایی برای حمایت طعمی و توزیع عطر و طعم استفاده می‌شود. بیشتر آروماهای طبیعی یا مصنوعی به صورت روغن‌های فرار یا مایع هستند در حالیکه کمپلکس سیکلودکسترین با این مواد عطر و طعمی امکان تغییرات متداول به صورت تکنیک پوشش دادن برای حمایت و محافظت آروما را فراهم می‌سازد. سیکلودکسترین‌ها همچنین به عنوان کمک فرآیند در حذف کلاسترول از فرآورده‌هایی مثل شیر، تخم‌مرغ و کره به کار می‌روند.

از کمپلکس CDها با انواع مواد غذایی می‌توان خصوصیات بدحسی آنها را بهبود بخشید مثل کاهش بوی بد ماهی به کمک کمپلکس  $\gamma$  سیکلودکسترین با روغن‌های امگا که به عنوان غنی کننده در انواع مواد غذایی مثل نوشیدنی‌ها، غلات، دسرها، سوسیس و لبنیات به کار می‌رود و همچنین در تولید پودر استخوانی کاربرد دارد، یا بوی دانه سویا که به صورت بوی بد علفی است تقلیل می‌یابد و به عنوان پودر بدون بو برای تهیه لیستین به کار می‌رود. [6]

همچنین کمپلکس با CD راهی برای مصرف پروتئین‌هایی که به دلیل طعم تلخ قابلیت تغذیه‌ای ندارند، فراهم می‌سازد (مثلاً هیدرولیزین کازئین که در شیر به عنوان یک منبع جذب پروتئینی با جذب بالاست). سیکلودکسترین‌ها به عنوان حامل عطر و طعم، رنگ و شیرین کننده‌ها در غذاهایی مانند مخلوط‌های خشک، چای فوری و قهوه (افزایش ماندگاری طعم چای)، پایدار کننده آروما و رنگ، ویتامین و اسید چرب چند غیراشباع درملکول‌های رژیمی، اصلاح آروما در شیر سویا، جاذب در قنادی به کار می‌روند [5].

از بین CDهای مختلف نوع بتا بیشترین گستردگی را در استفاده دارد زیرا بهتر می‌تواند با انواع زیادی از هیدروکربن‌های آروماتیک و مشتقات آنها واکنش دهد. ساختار غیرمعمولی بتا CD اجازه ایجاد شکل‌های کمپلکس در هر دو فاز جامد و مایع را می‌دهد که با وجود پیوندهای غیرکوالانت در واکنش‌ها، مولکول‌های سوبسترا را در حفره ثابت می‌کنند.

همچنین کاربرد سیکلودکسترین‌ها در داروسازی از طریق تاثیر بر پایداری، فعالیت و حلالیت پروتئین‌ها است. که به دلیل افزایش حلالیت در آب، کاهش کریستاله شدن مجدد و کاهش بو و مزه ناخوشایند دارو، افزایش پایداری دارو در مقابل نور، اشعه گاما، دما، اکسیداسیون و هیدرولیز، راحتی حمل و نقل و تبدیل روغن‌ها و مایعات به پودر، همچنین کاهش حساسیت (پوستی، روده‌ای، چشمی) و جلوگیری از واکنش دارو با دارو و دارو با مواد افزودنی می‌باشد [۳ و ۶]

کاربرد سیکلودکسترین‌ها در فرمولاسیون مواد آرایشی از طریق افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی بعضی از فلاونول‌های موجود در فرمول و افزایش حلالیت آنها و غیرفعال کردن عوامل مؤثر در اکسیداسیون و به عنوان یک محافظ در مقابل نورخورشید عمل می‌کند و باعث تأخیر در پیری زودرس و ایجاد تومورها و سرطان‌های پوست می‌گردد. [8,9]

در صنایع شیمی و کشاورزی هم در صورت کمپلکس با انواع مصنوعات و تنظیم‌کننده‌های رشد و هورمون‌ها پایداری و حلالیت آنها را در محیط افزایش می‌دهند. همچنین کمپلکس CDها در بسته‌بندی مواد غذایی باعث کاهش از دست رفتن آرومای محصول، نگهداری و حفاظت میکروبی می‌شود و نقش آنتی‌سپتیک به

خصوص در فیلم‌های خوراکی و پلاستیکی را دارا می‌باشند و مانع رشد کپک بروی سطح بسته‌بندی می‌گردد [8].

منابع:

- 1) <http://en.wikipedia.org>
- 2) <http://jindrich.org>
- 3) <http://www.cyclodextrin.is/>
- 4) <http://www.cyclolab.hu>
- 5) <http://www.foodstandards.gov.au>
- 6) <http://www.ispcrop.com>
- 7) <http://www.jbc.org>
- 8) <http://www.marketresearch.com>
- 9) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- 10) <http://www.touchbriefings.com>

### **Cyclodextrins in Biotechnology**

#### **Abstract:**

Enzymic decomposition starch with special enzymes because of deformation starches as cyclodextrins "cyclodextrin". cyclodextrins are nonhydratic characteristics digestible much value in variety modified starches and developed with fermentation technology. This materials are benefit food ingredients and can be used as fat replace, reduction of colour mixture, stabiliser and encapsulator. cyclodextrins be known as chelating agent with ability comprise complex with widely range of moleculars and with change in their physical & chemical properties, responsible for in different industry for example: food science, pharmaceutical, agriculture, chemistry, ....

Cyclodextrins classified in three group:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

In this article, searched with about methods of known CD, their functional roles, different applications in biotechnology and possible their industrial production.

**Keyword:** modified starch/cyclodextrin/cycloglycosid