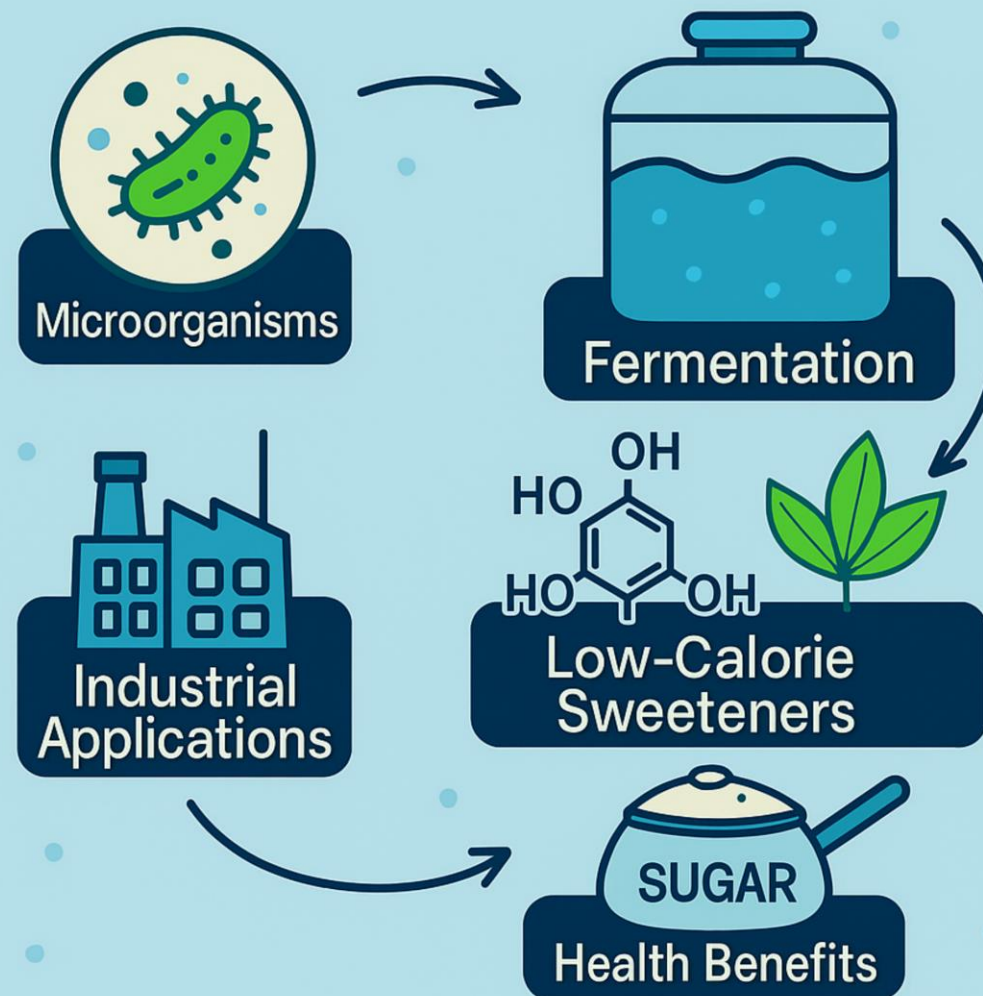


Microbial Production of Low-Calorie Sugars



ارائه دهنده:

مانی خادم رضا
محمد امین سینائی
مقداد جلیلیان



۱۴_۱۲



استاد راهنما:

سرکار خانم دکتر پزیشکی



۲۱ خرداد



شیرین کننده های کم کالری

مصرف شیرین کننده های پرکالری با خطرات عمده سلامتی از جمله افزایش وزن، دیابت و مشکلات قلبی عروقی مرتبط است. شیرین کننده های کم کالری، به ویژه آنهایی که از منابع طبیعی یا زیستی تولید می شوند، راهی برای جلوگیری از این مشکلات ارائه می دهند. این شیرین کننده ها با شیرینی بالا و کالری بسیار کمتر یا صفر، به عنوان جایگزین های مناسبی برای قندهای آزاد و کمکی برای کاهش وزن یا کنترل قند خون به بازار عرضه می شوند. استفاده از میکروارگانیسم ها در فرآیندهای بیوتکنولوژیکی امکان تولید شیرین کننده هایی مانند زایلیتول، اریتریتول و مانیتول را با راندمان بالا فراهم می آورد.

چرا شیرین کننده های کم کالری؟

کاهش وزن



کمک به مدیریت وزن با کاهش کالری دریافتی از شیرین کننده ها

سلامت قلب و عروق



کاهش خطر ابتلا به فشار خون بالا و بیماری های قلبی مرتبط با مصرف قند

کنترل دیابت



عدم تأثیر بر سطح قند خون، مناسب برای افراد دیابتی

منابع طبیعی و زیستی



تولید از منابع پایدار و سازگار با محیط زیست



کاربردهای شیرین کننده های کم کالری در صنایع مختلف

● صنایع غذایی و نوشیدنی

استفاده در محصولات رژیمی و خوراکی های کم کالری

● صنایع آرایشی و بهداشتی

کاربرد در محصولات مراقبت از دهان و دندان مانند خمیردندان

● داروسازی

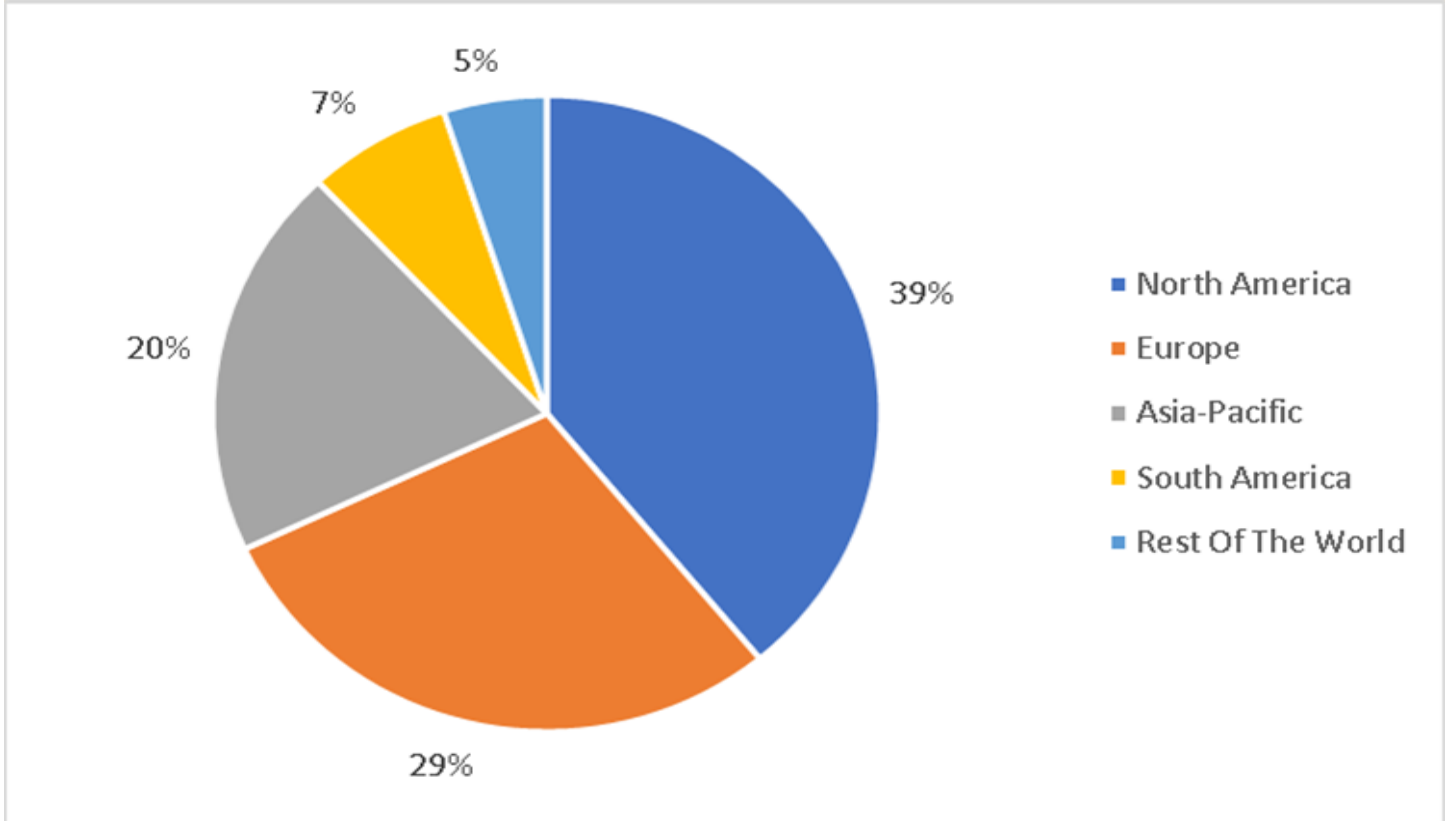
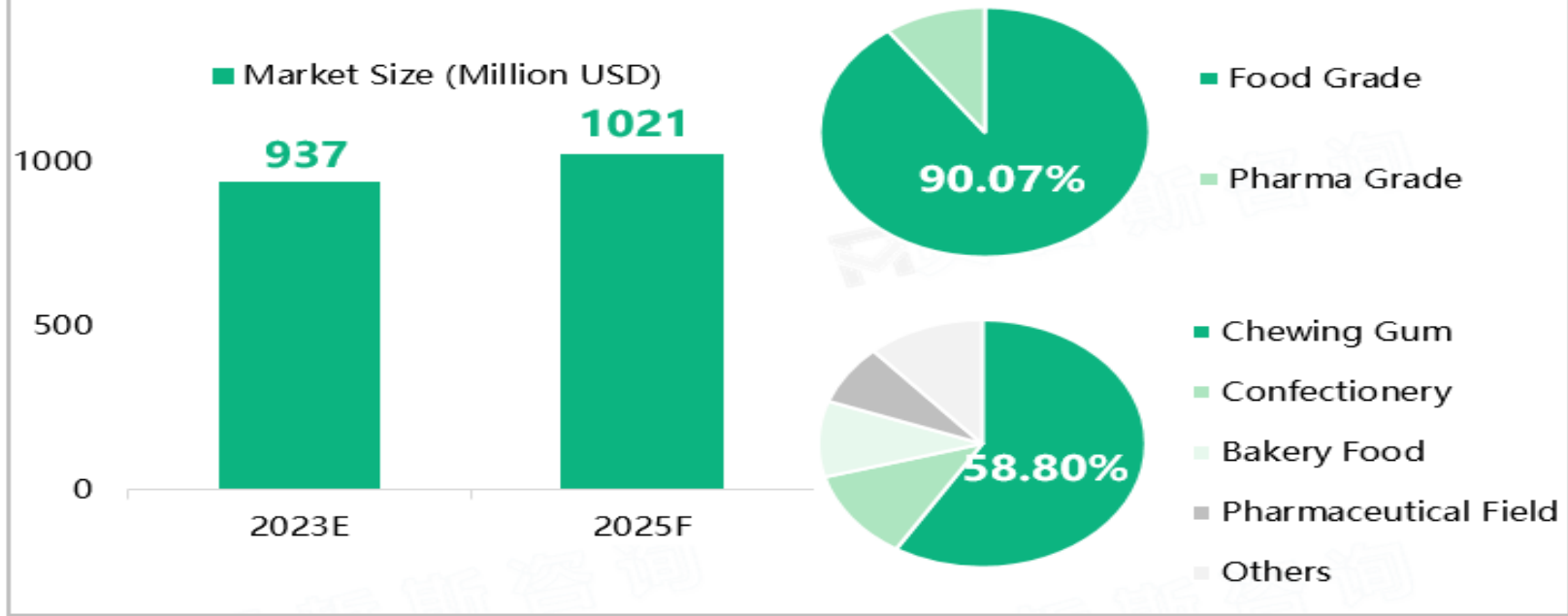
به عنوان شیرین کننده در داروها و شربت ها

● صنایع مکمل و تغذیه ورزشی

استفاده در مکمل های غذایی و نوشیدنی های ورزشی

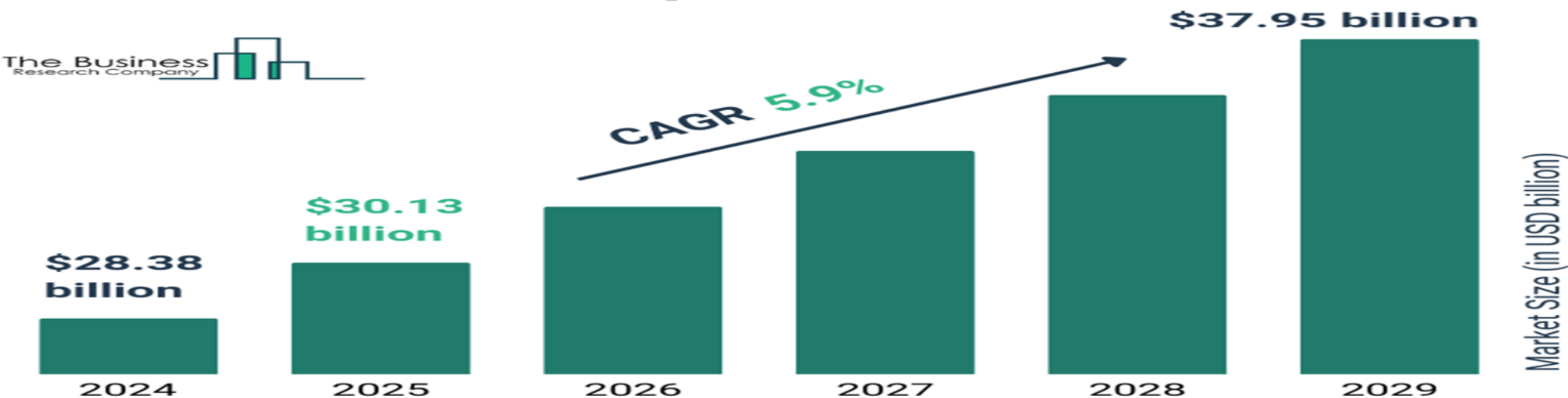


Global Xylitol Market Size Forecast and Market Segmentation Analysis



Low Calorie Sweeteners Global Market Report 2025

The Business Research Company



شیرین کننده های کم کالری طبیعی و مصنوعی

مصنوعی

شیرین کننده های مصنوعی ترکیباتی هستند که به صورت شیمیایی تولید می شوند و شیرینی بسیار بیشتری نسبت به شکر دارند، اما کالری آنها ناچیز یا صفر است. این شیرین کننده ها در محصولات رژیمی و کم کالری کاربرد فراوانی دارند.

طبیعی

شیرین کننده های طبیعی از منابع گیاهی یا میوه ها استخراج می شوند و اغلب دارای کالری صفر یا بسیار کم هستند. این شیرین کننده ها به دلیل منشأ طبیعی و فواید احتمالی برای سلامتی، به عنوان جایگزین های سالم برای شکر مورد توجه قرار گرفته اند.

طبیعی	مصنوعی
تاگاتوز	نئوتام
اریترول	سوکرالوز
استویا	آسپارتام
سوربیتول	ساخارین

زایلیتول (Xylitol): یک شیرین کننده طبیعی و پرکاربرد

منبع طبیعی

زایلیتول، یک الکل قندی پنج کربنه، به طور گسترده در طبیعت یافت می شود. زایلیتول در گیاهان، به ویژه در برخی میوه ها و سبزیجات مانند تمشک، توت فرنگی، آلو زرد، قارچ ها و ذرت وجود دارد. این ماده به طور گسترده و فزاینده ای در صنایع غذایی و شیرینی سازی استفاده می شود.

خواص و کاربردها

علاقه اولیه به زایلیتول بر خواص و کاربردهای بالقوه آن به عنوان یک شیرین کننده جایگزین متمرکز است. برخلاف سایر شیرین کننده های بدون کالری رایج، مانند ساکارین، بسیاری از خواص آن مشابه ساکارز است. به راحتی در آب حل می شود، شیرینی آن مشابه ساکارز است، در حالی که تقریباً دو سوم کالری آن را دارد و تقریباً دو برابر سوربیتول و سه برابر مانیتول شیرین است.

مزایای منحصر به فرد

زایلیتول همچنین گرمای محلول منفی بیشتری دارد و حس خنک کنندگی متمایزی ایجاد می کند) که به عنوان "سرد"، "تازه" یا "نعنایی" نیز شناخته می شود (و خواص ضد پوسیدگی دندان دارد. تاکنون، بیش از ۳۵ کشور استفاده از زایلیتول را در مواد غذایی، دارویی و محصولات بهداشت دهان و دندان، عمدتاً در آدامس ها، خمیر دندان ها، شربت ها، شیرینی ها، آب نبات ها و مکمل های تغذیه ای تأیید کرده اند.

روش‌های تولید زایلیتول

روش شیمیایی

۱

روش فیزیکی

۲

روش فیزیکو شیمیایی

۳

روش زیستی (میکروبی)

۴

جدول مقایسه روش‌های تولید زایلیتول

روش تولید	مزایا	معایب
شیمیایی	شیرین کنندگی بالا	- استفاده از مواد شیمیایی سمی - نگرانی‌های زیست‌محیطی
فیزیکی	- عدم نیاز به مواد شیمیایی خطرناک	- محدودیت در تنوع محصولات - هزینه بالای استخراج از منابع طبیعی
شیمیایی-فیزیکی	- امکان تولید محصولات متنوع	- نیاز به شرایط خاص (دما، فشار، کاتالیزور) - هزینه‌های عملیاتی بالا
آنزیمی	- فرآیندهای ایمن و سازگار با محیط زیست - بازده بالا	- نیاز به آنزیم‌های خاص و گران قیمت - زمان بر بودن برخی فرایندها
استخراج از منابع طبیعی	- طبیعی و ایمن برای مصرف	- هزینه بالای استخراج - محدودیت منابع طبیعی
میکروبی	- مقرون به صرفه در بلندمدت - تنوع محصولات و پایداری زیست‌محیطی	- نیاز به کنترل دقیق شرایط کشت - زمان فرآیند طولانی در برخی موارد

مزایای روش میکروبی

تنوع محصول

امکان تولید انواع مختلفی از قندهای کم‌کالری با یک روش پایه.

پایداری زیست‌محیطی

فرآیندی سازگار با محیط زیست با مصرف انرژی کمتر.

راندمان بالا

عملکرد کنترل‌شده با بازدهی بالا در تولید.

ایمنی مصرف

محصولات نهایی ایمن برای مصرف انسانی هستند.



فرآیند تولید زیستی زایلیتول

Up stream

آماده‌سازی مواد اولیه



Main stream

تخمیر و تولید زایلیتول



Down stream

جداسازی و خالص‌سازی





جریان بالادستی (Upstream)

انتخاب سویه

Candida tropicalis

۷۵۲۴
DSM



آماده‌سازی محیط کشت

Xyliol Synthesis Medium (XSM)



پارامترهای محیطی

دما: ۳۲ درجه سانتی گراد

pH ۲/۵





Main Stream

به مرحله ی اصلی تولید محصول در فرایندهای زیستی گفته میشود، جایی که میکروارگانیسم ها درون یک راکتور یا بیوراکتور، تحت شرایط دقیق کنترل شده، محصول هدف را تولید میکنند.

این مرحله به عنوان قلب تولید زیستی در نظر گرفته میشود و موفقیت آن وابسته به کیفیت آماده سازی در و دقت در کنترل متغیرهای محیطی است.

شرایط کنترل شده در Main Stream

دما

۳۲ درجه سانتی گراد

DO (اکسیژن محلول)

کمتر از ۱٪ حفظ شد تا شرایط
microaerophilic ایجاد شود.

همزن مکانیکی

با سرعت (۹۰۰_۱۵۰ rpm)

سوبسترا

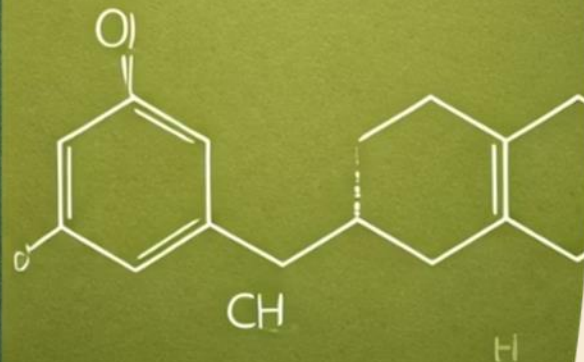
غلظت اولیه سوبسترا ۸۰ گرم بر لیتر
تغذیه شده به صورت پیوسته

pH

مرحله تولید روی ۲/۵ تنظیم شد.

فرمنتور

Fed - Batch





فرآیند پایین دستی (Downstream)

شامل تمام مراحل جداسازی، خالص سازی و پردازش نهایی محصول زیستی پس از تولید در راکتور زیستی است. این فرآیند از نظر اقتصادی و کیفیت نهایی محصول بسیار حیاتی است، به ویژه در تولیدات دارویی و غذایی که خلوص بالا مورد نیاز است.

در جریان پایین دستی هدف از جداسازی زایلیتول از محیط تخمیر شامل سلولهای مخمر، قندهای باقیمانده، نمکها و دیگر متابولیتها است و انتظار میرود زایلیتول به صورت بلور خالص جهت استفاده صنعتی به دست آمد.

مراحل فرآیند پایین دستی زایلیتول

تبلور

محلول غلیظشده به آرامی سرد شد. با کاهش دما، زایلیتول به شکل بلورهای سفید و خالص ته نشین شد. بلورها جدا شده، شسته و خشک شدند.

تغلیظ تحت خلأ

محلول حاصل تحت خلأ و در دمای پایین (حدود ۴۰_۵۰ درجه سانتیگراد) تبخیر شد تا آب اضافی خارج و محلول غلیظ شود. این روش از تخریب حرارتی زایلیتول جلوگیری میکند.

فیلتراسیون

سوپرناتانت از فیلترهای غشایی عبور داده شد تا ذرات باقیمانده، سلولهای ریز، پروتئینها و کلوئیدها حذف شوند. این مرحله نقش مهمی در شفاف سازی محلول و افزایش کیفیت محصول نهایی دارد.

سانتریفیوژ

پس از پایان تخمیر، محیط کشت به سانتریفیوژ منتقل شد تا سلولهای مخمر جدا شوند. نیروی گریز از مرکز سلولها را ته نشین کرده و مایع رویی یا سوپرناتانت به دست آمد.

Downstream یکی از پرهزینه ترین بخشهای فرآیند زیستی است و حدود ۵۰_۷۰٪ هزینه کل را شامل میشود. بنابراین طراحی بهینه این مرحله، تأثیر مستقیمی بر قیمت تمام شده محصول دارد. در نهایت از زایلیتول تولید شده در این مرحله میتوان برای شیرینی سازی، داروسازی و صنایع بهداشتی استفاده کرد.

نتیجه گیری

روش زیستی تولید زایلیتول نه تنها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است، بلکه با محیط زیست نیز سازگاری دارد و میتواند جایگزین روشهای شیمیایی پرهزینه و آلاینده شود. با پیشرفت بیشتر در زیست فناوری، این روشها میتوانند در آیندهای نزدیک جایگاه مهمتری در تولید شیرین کننده های سالم داشته باشند.



نکته قابل توجه این است که تمام این عملکرد تنها از یک میکروارگانیسم ساده انجام میگیرد؛ موجودی بسیار ریز، اما با توانایی بیولوژیکی فوق العاده بالا. این نشان میدهد که چگونه میتوان از ظرفیت های زیستی موجودات میکروسکوپی برای تولید صنعتی مواد مفید، سالم و اقتصادی بهره برد.

فهرست منابع

- 1. Crammer B, Ikan R. Sweeteners. Elsevier; 1986.
- 2. O'Brien Nabors L. Alternative Sweeteners. CRC Press; 2011.
- 3. FDA Archives. .
- 4. Magnuson BA, Burdock GA, Doull J, et al. Aspartame: A Safety Evaluation Based on Current Use Levels, Regulations, and Toxicological and Epidemiological Studies. Crit Rev Toxicol. 2007;37(8):629-727.
- 5. Roberts A. Sucralose: Discovery to Commercialization. Food Technol. 2000;54(11):36-44.
- 6. Zhang Y, Liu W, Zhang L. Production of Rare Sugars: Recent Advances and Future Perspectives. Food Chem. 2019;270:1-7. doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.098.
- 7. Sun M, Qian X, Wang Y. Biotechnological Production of Rare Hexose Sugars: Current State and Perspectives. Crit Rev Food Sci Nutr. 2020;60(4):606-632. doi:10.1080/10408398.2018.1541676.
- 8. Nabors LO. Alternative Sweeteners. 4th ed. CRC Press; 2012. ISBN: 9781439846155.
- 9. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources Added to Food (ANS). Scientific Opinion on the Safety of Steviol Glycosides for the Proposed Uses as a Food Additive. EFSA J. 2011;9(6):2181. doi:10.2903/j.efsa.2011.2181.
- 10. FAO/WHO (JECFA). Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Tech Rep Ser. .
- 11. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives (GSFA). .
- 12. Granström TB, Izumori K, Leisola M. A Rare Sugar Xylitol. Part I: The Biochemistry and Biosynthesis of Xylitol. Biotechnol Biofuels. 2007;1:20.
- 13. Dasgupta A, Banerjee P, Chaudhury S, et al. Xylitol: A Review on Its Role in Food and Human Health. Crit Rev Biotechnol. 2017;37(8):1001-1013.
- 14. Prakash I, Markosyan A, Bunders C. Development of Next Generation Stevia Sweeteners: Reb M, Reb D and Reb X. Food Chem. 2013;138(4):2082-2087.
- 15. Moon HJ, Jeya M, Kim IW, Lee JK. Biotechnological Production of Erythritol and Its Applications. Appl Microbiol Biotechnol. 2010;86(4):1017-1025.



Thank You

