

ایزومالت (Isomalt)

چکیده

توجه به شیرین کننده های بدون قند در زمینه سلامت دندان و شیرینی جات کم کالری و محصولات دارویی افزایش یافته است. شیرین کننده های بدون قند، شیرین کننده هایی هستند که به یک محصول شکل و بافت و همچنین طعم شیرین می دهند و عملکرد مشابهی نیز با ساکاروز و گلوکز دارند. ایزومالت یک جایگزین قند ساخته شده از ساکارز است. همانند شکر، در بسیاری از فراورده ها قادر به توسعه محصولات با کیفیت بالای قنادی با ویژگی های خاص تغذیه ای/ عملکردی، محصولاتی کم کالری که خرابی دندان را به همراه ندارد.

کاربردهای آن در تولید انواع محصولات قنادی، غلات صبحانه، آدامس، قرص ها و غیره می باشد. در پژوهش های اخیر استفاده از ایزومالت در فراورده های لبنی مانند ماست یخ زده و اسنک نیز بررسی شده که نتایج مثبتی حاصل شده است. باتوجه به خواص شیرین کنندگی بالای ایزومالت و همچنین خواص سلامتی بخش آن از جهت سلامت دندان، جلوگیری از افزایش وزن و سلامت دستگاه گوارش تحقیقات برای جایگزینی قندها با آن و بهره مندی بیشتر در فرمولاسیون غذاهای تجاری مختلف ارزشمند می باشد.

ایزومالت^۱

مقدمه

در دو دهه گذشته، توجه به شیرین کننده های بدون قند در زمینه "سلامت دندان" و شیرینی جات کم کالری، محصولات پخته شده و محصولات دارویی افزایش یافته است. شیرین کننده های حجمی بدون قند، شیرین کننده هایی هستند که به یک محصول شکل و بافت و همچنین طعم شیرین می دهند. در حالت ایده آل، آنها باعث حس بدی بعد از مصرف نمی شوند و عملکرد

مشابهی نیز با ساکاروز و گلوکز دارند. با این حال متابولیسم فیزیولوژیکی و تغذیه ای آنها در دستگاه گوارش و تغییرات بیوشیمیایی آنها در دهان، متفاوت ساکارز و گلوکز است.

شیرین کننده آله بایستی به لحاظ شیمیایی و بیولوژیکی در مدت زمان نامحدود پایدار باشد و همچون ساکارز یا گلوکز خواص مشابهی را برای یک محصول ارائه دهد. پارامترهای فرآیندی آن بایستی مشابه ساکاروز یا گلوکز باشد، بطوری که تجهیزات موجود را بتوان بدون نیاز به تغییرات عمده مورد استفاده قرار داد. علاوه بر این، محصولات نهایی نیز باید همان طعم و ظاهری را که محصولات سنتی دارند، داشته باشند عمر مفید آنها عالی و مصرف کننده پسند باشد.

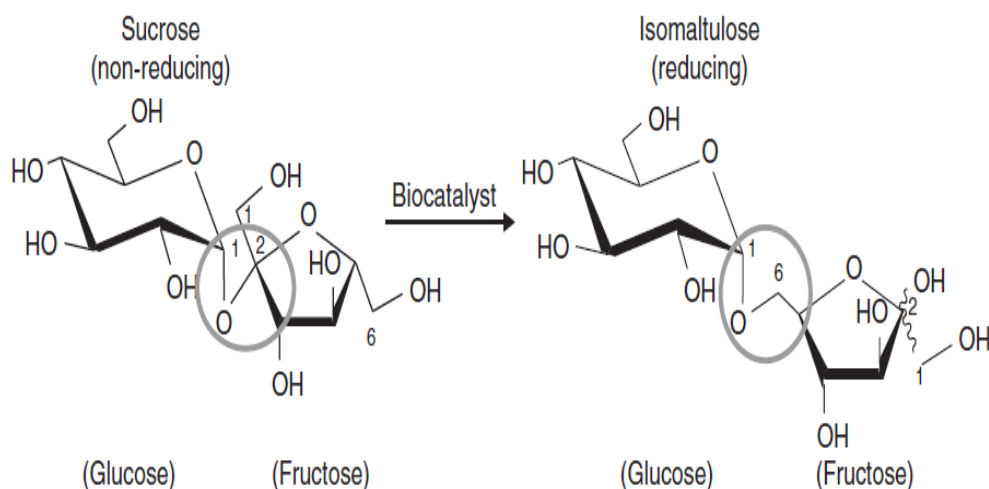
ایزومالت شیرین، کم کالری، حجم دهنده با خواص و ویژگیهای مشابه سوکروز است. بی بو، کریستالی، و غیر رطوبت پذیر است. یک قند غیراحیا بوده و به لحاظ اپتیکی (نوری) فعال است. با این حال، بر خلاف سوکروز، نسبت به هیدرولیز شیمیایی و آنزیمی بسیار پایدار است. این ماده توسط بسیاری از مخمرها و میکروارگانیسم های موجود در طبیعت نمی تواند تخمیر شود. ایزومالت توسط شرکت Palatinit GmbH تولید و توزیع شده، که این شرکت خود متعلق به Sudzucker AG (آلمان) است. برای برخی از برنامه های عملی، انواع خاصی از ایزومالت از قبیل ایزومالت ST، ایزومالت HB، ایزومالت GS، ایزومالت DC و ایزومالت LM تولید شده است. به دلیل این که خواص بسیاری از انواع ایزومالت با یکدیگر مشابه هستند، لذا ایزومالت ST (بعنوان ایزومالت استاندارد که بهترین نوع شناخته شده است) بعنوان نمونه انتخاب شده تا توصیف کننده خواص این گروه باشد.

ایزومالت یک جایگزین قند ساخته شده از ساکارز است. همانند شکر، در بسیاری از فراورده ها قادر به توسعه محصولات با کیفیت بالای قنادی با ویژگی های خاص تغذیه ای/ عملکردی (مثل محصولات بدون قند)، محصولاتی که کم کننده قندخون، insulinemia (وجود انسولین غیرطبیعی بیش از حد در خون) کم، کاهش در کالری است و خرابی دندان را به همراه ندارد.

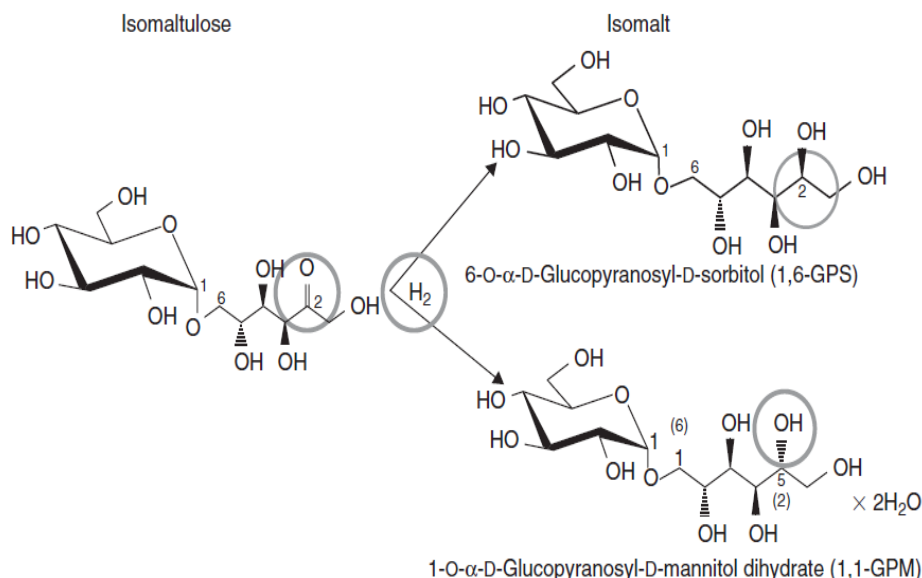
۱. تولید

اولین گامها در توسعه ایزومالت در سال ۱۹۵۷ بود، هنگامی که تخمیر باکتری قند برای ایزومالتولوز (۶-O-D-glucopyranosyl-fructofuranose)، تحت نام تجاری PalatinoseTM صورت گرفت و ماده واسطه برای تولید ایزومالت بود و در یک کارخانه Südzucker، این اتفاق افتاد. پس از آن، فرایند تولید ایزومالت توسط هیدروژنه شدن ایزومالتولوز توسعه یافت. فرایند تولید ایزومالت شامل دو مرحله ضروری می باشد. در مرحله اول، پیوند آلفا- (۱-۲) glycosidic

بین مولکول گلوکز و فروکتوز توسط یک سیستم آنزیم ثابت شده برای پیوند آلفا-(۱-۶)، تنظیم شده است. نتیجه آن ایزومالتولوز، است که هنوز یک ترکیب گلوکز-فروکتوز است. پیوند آلفا-(۱-۶) پایدارتر از پیوند آلفا-(۲-۱) در ساکاروز است. در مرحله دوم، هیدروژن به قسمت فروکتوز α -PalatinoseTM اضافه می شود. در نتیجه، یک ترکیب دو الکل دی ساکارید، ۶-O-D-glucopyranosyl-D-mannitol-۱ (1,6-GPS) و دی هیدرات ۱-O-D-glucopyranosyl-D-mannitol-۱ (1,1-GPM)، شکل می گیرد. نام عمومی مخلوط این الکل های دی ساکارید، ایزومالت است. شکل های ۱ و ۲، مراحل تولید ایزومالت و ساختار شیمیایی ایزومالت را نشان می دهند.



شکل ۱. مرحله تولید ۱: تبدیل آنزیمی ساکارز به ایزومالتولوز. منبع: اقتباس شده از Schiweck (۱۹۹۴).



شکل ۲. مرحله تولید ۲: هیدروژناسیون ایزومالتولوز به ایزومالت. منبع: اقتباس شده از Schiweck (۱۹۹۴).

بر اساس این فرآیند، ایزومالت در انواع مختلف موجود است و همانطور که در زیر شرح داده شده، هر کدام هم کاربردهای خاصی دارند: ایزومالت ST، ایزومالت GS، ایزومالت DC و ایزومالت LM.

۲. خواص ارگانولپتیکی (حسی)

۲-۱. توانایی شیرین کردن^۲ در مقایسه با ساکارز

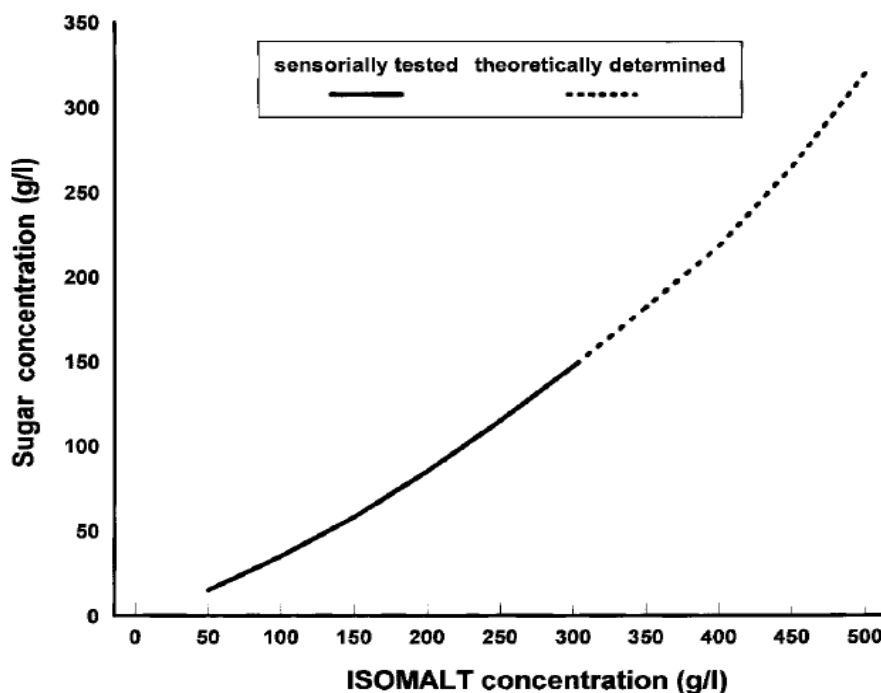
توانایی شیرین کنندگی، که در تصویر زیر شرح داده شده، بین ۰/۴۵ تا ۰/۶ در مقایسه با ساکارز (=۱/۰) است. تحقیقات نشان می‌دهد که قدرت شیرین کردن تابع غلظت است (یعنی افزایش در غلظتهای بالاتر که در شکل ۳ نشان داده شد).

۲-۲. خصوصیت شیرین کنندگی در مقایسه با ساکارز

خصوصیات شیرین کنندگی ایزومالت را می‌توان به صورت یک طعم و مزه ناب و شیرین بدون هیچ طعم و مزه همراه با آن، مانند ساکارز توصیف کرد.

قدرت شیرینی ایزومالت بین ۰/۴۵ و ۰/۶ در مقایسه با سوکروز (=۱) است. شکل ۳ نشان می‌دهد که قدرت شیرینی آن بستگی به غلظت دارد (به عنوان مثال با افزایش غلظت ایزومالت افزایش می‌یابد). هیچ تفاوتی بین منحنی های طعم احساس شده و تئوری تعریف شده وجود ندارد.

ایزومالت همانند سوکروز دارای طعم شیرین خالصی بعد از مصرف است. علاوه بر این، انتقال عطر و طعم در غذاها را تقویت می‌کند. زمانی که ایزومالت با سایر الکل های قندی (مثل زایلیتول، سوربیتول، مانیتول، شربت مالتیتول، شربت نشاسته هیدروژنه شده) و با شیرین کننده های قوی (مثل آسولفام K، آسپارتام، سوکرالوز، سیکلامات، یا ساخارین) ترکیب می‌شود اثر سینرژیستی می‌یابد. علاوه بر این، ایزومالت تمایل دارد بعد از مصرف، طعم تلخ برخی از شیرین کننده های قوی را بپوشاند.

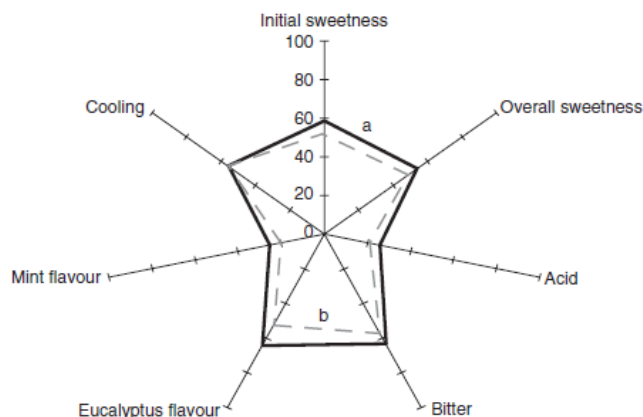


شکل شماره ۳. نمودار میزان شیرین کنندگی ایزومالت و ساکارز در محلول‌های آبی

۳-۲- قابلیت هم افزایی با شیرین‌کننده‌های دیگر

همانطور که ایزومالت، انتقال عطر و طعم در غذاها را افزایش می‌دهد، اغلب با شیرین‌کننده‌های غیرمغذی و تغذیه‌ای، ترکیب می‌شود. اثرات هم افزایی در قدرت شیرین کنندگی زمانی اتفاق می‌افتد که ایزومالت با سایر شیرین‌کننده‌های حجم دهنده مانند شیره مالتیتول (شیره هیدرولیزات نشاسته هیدروژنه) (HSH)، لاکتیتول، سوربیتول، مانیتول یا زایلیتول، ترکیب شود. مطالعات حسی ایزومالت، نشان داده که ترکیبات قوی شیرین کننده با ایزومالت در محصولات نهایی (به عنوان مثال شیرینی‌های جوشیده در آب) با مشخصات شیرینی و طعم گرفته شده از شکر، مطابقت داشتند. (شکل ۴).

مزیت اضافی ترکیبات با ایزومالت این است که عطر و طعم تلخ برخی از شیرینی‌ها و ماده حجم دهنده را بپوشاند.



شکل ۴. مقایسه مشخصات طعم و مزه آب نبات با طعم منتول-اکالیپتوس. a ایزومالت و اسپارتم و b قند. منبع: اقتباس از Schäppi (۱۹۹۶).

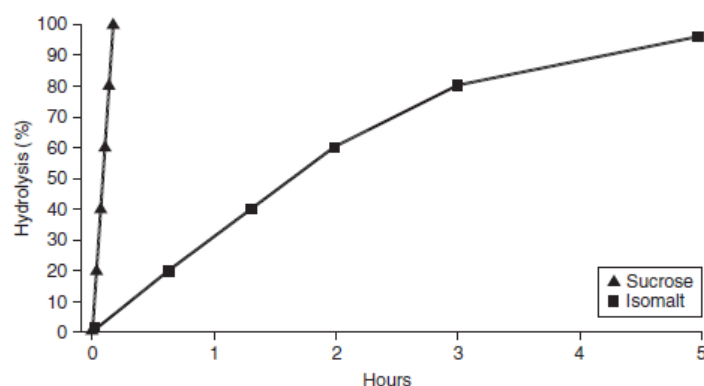
۳. خواص فیزیکی و شیمیایی

۳-۱- ثبات

ایزومالت به دلیل پایداری پیوندهای گلیکوزیدی پایداری، به تجزیه شیمیایی بسیار مقاوم است.

۳-۱-۱- هیدرولیز اسیدی و آنزیمی

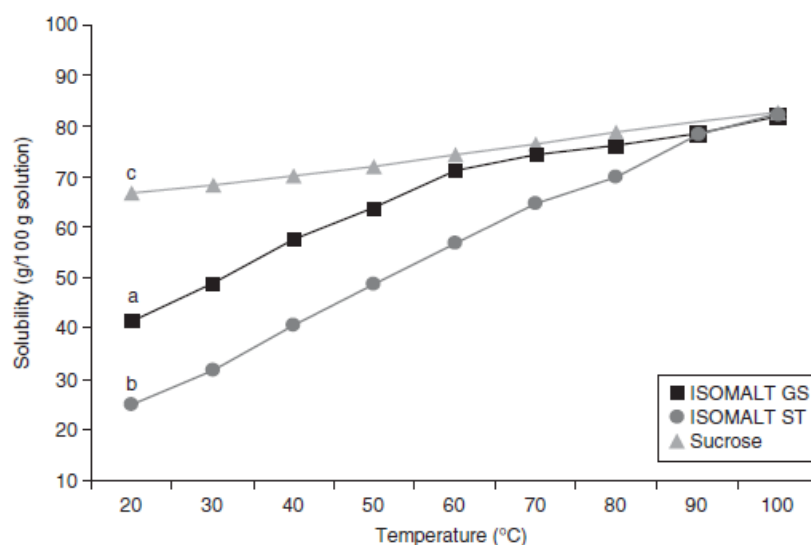
ایزومالت به هیدرولیز اسیدی و آنزیمی مقاوم است، زیرا پیوندهای گلیکوزیدی در دو ایزومر ایزومالت در موقعیت های ۱،۱ و ۱،۶ دارای انرژی تفکیک پایین تر نسبت به پیوند گروه هیدروکسیل گلیکوزیدیک بین دو مونوساکارید موجود در ساکارز است. ایزومالت بیش از ۵ ساعت طول می کشد تا به طور کامل در محلول HCl ۱٪ در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد هیدرولیز شود. در مقابل، ساکاروز در حدود ۵ دقیقه در محلول HCl ۱٪، کاملاً هیدرولیز می شود. نمودار هیدرولیز را در شکل ۵، مشاهده کنید. هیدرولیز آنزیمی در تولید مواد غذایی عملاً نادیده گرفته می شود. از آنجا که ایزومالت حاوی تنها درصد کمی گلوکز، سوربیتول و مانیتول است، هیچ بستری برای فرایندهای میکروبیولوژیکی وجود ندارد. محصولات تولید شده با ایزومالت همچنین دارای سطح بالایی از ثبات میکروبیولوژیکی هستند.



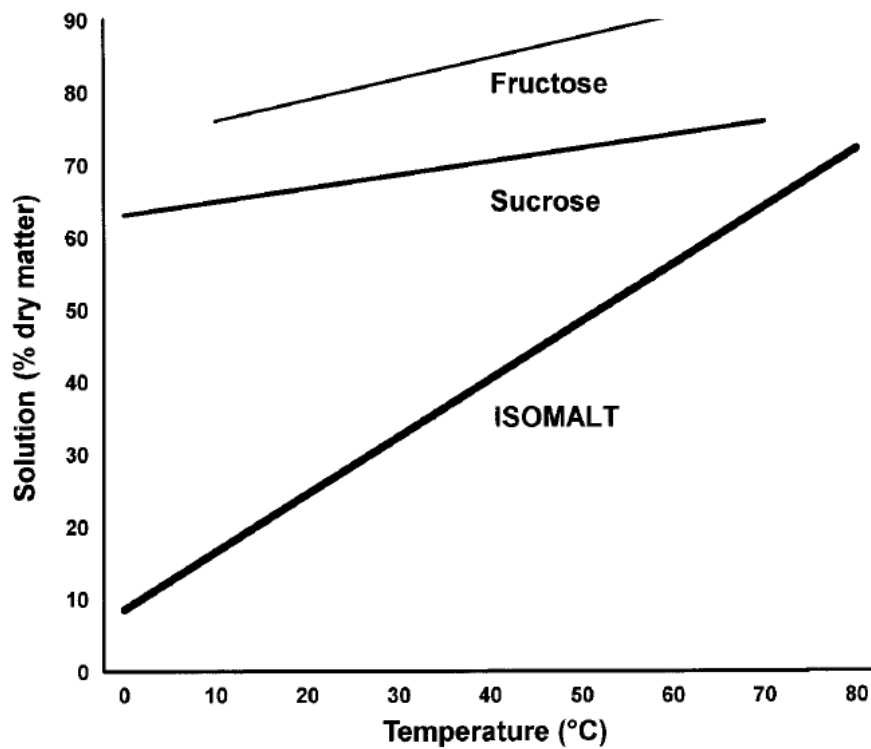
شکل ۵. هیدرولیز ایزومالت و ساکارز در طول زمان در محلول ۱٪ HCl (pH 1) در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد. منبع: اقتباس از ZAFES، Suedzucker AG (۱۹۸۷).

۳-۲. قابلیت حل شدن

در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، ایزومالت ST دارای قابلیت حل ۲۴/۵ گرم در ۱۰۰ گرم محلول است، اگر چه در بیشتر دمای فراوری، قابلیت حل با ساکارز قابل مقایسه است. واضح است که حلالیت ایزومالت ST در آب برای اکثر کاربردها، مناسب است، زیرا قابلیت حلالیت در دماهای بالاتر افزایش می‌یابد (شکل ۶). ایزومالت GS با قابلیت حل ۴۱/۵ گرم در ۱۰۰ گرم در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، دارای حلالیت بیشتری نسبت به سایر انواع ایزومالت است. گرایش منحصر به فرد ایزومالت به متبلور شدن از محلول‌های بیش از حد اشباع شده با حلالیت کم آن، مرتبط است. این تمایل در پوشش پان^۳، مطلوب است.



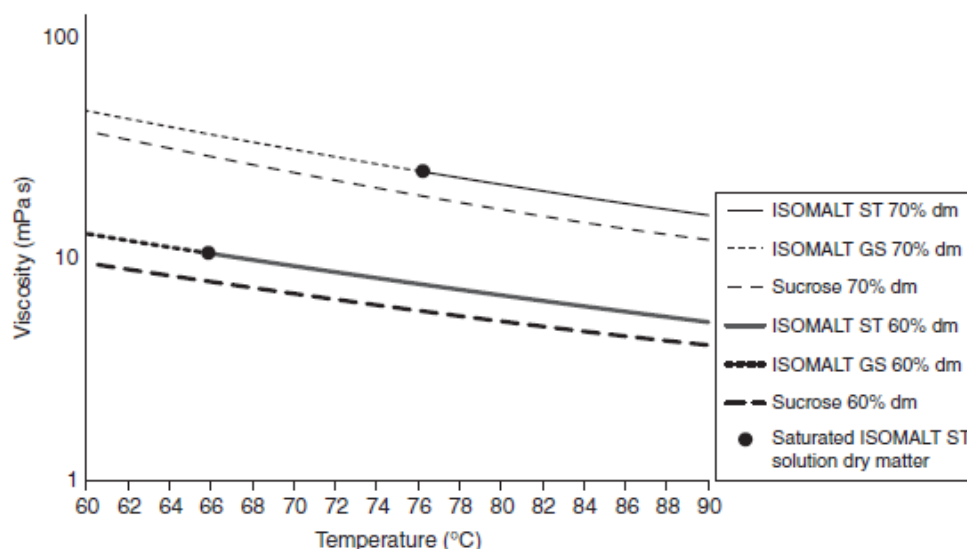
شکل ۶. مقایسه میزان حلالیت انواع مختلف ایزومالت در مقابل ساکارز. منبع: اقتباس از ZAFES، Suedzucker AG (۱۹۹۹).



شکل شماره ۷. حلالیت ایزومالت در آب در مقایسه با ساکارز و فروکتوز به عنوان تابعی از دما

۳-۳- ویسکوزیته

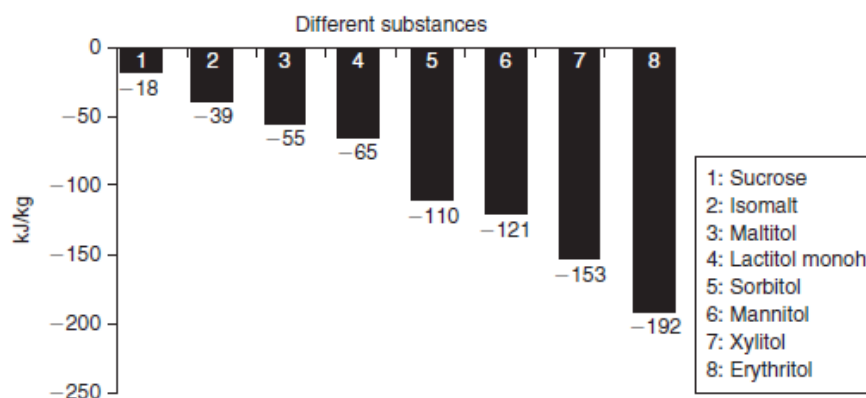
ویسکوزیته محلول‌های آبی ایزومالت در محدوده دما بین ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد با سایر محلول‌های ساکارز، فرق معنی داری ندارد. تا آنجا که به مهندسی تولید مربوط می‌شود هیچ الزامات خاصی وجود ندارد (شکل ۸).



شکل ۸. ویسکوزیته محلولهای ایزومالت و ساکارز. DM: ماده خشک. منبع: اقتباس از Suedzucker AG، ZAFES (۲۰۰۱) و کتابچه راهنمای تکنولوژیستهای ماده قندی (۱۹۹۵).

۳-۴- اثر خنک کنندگی

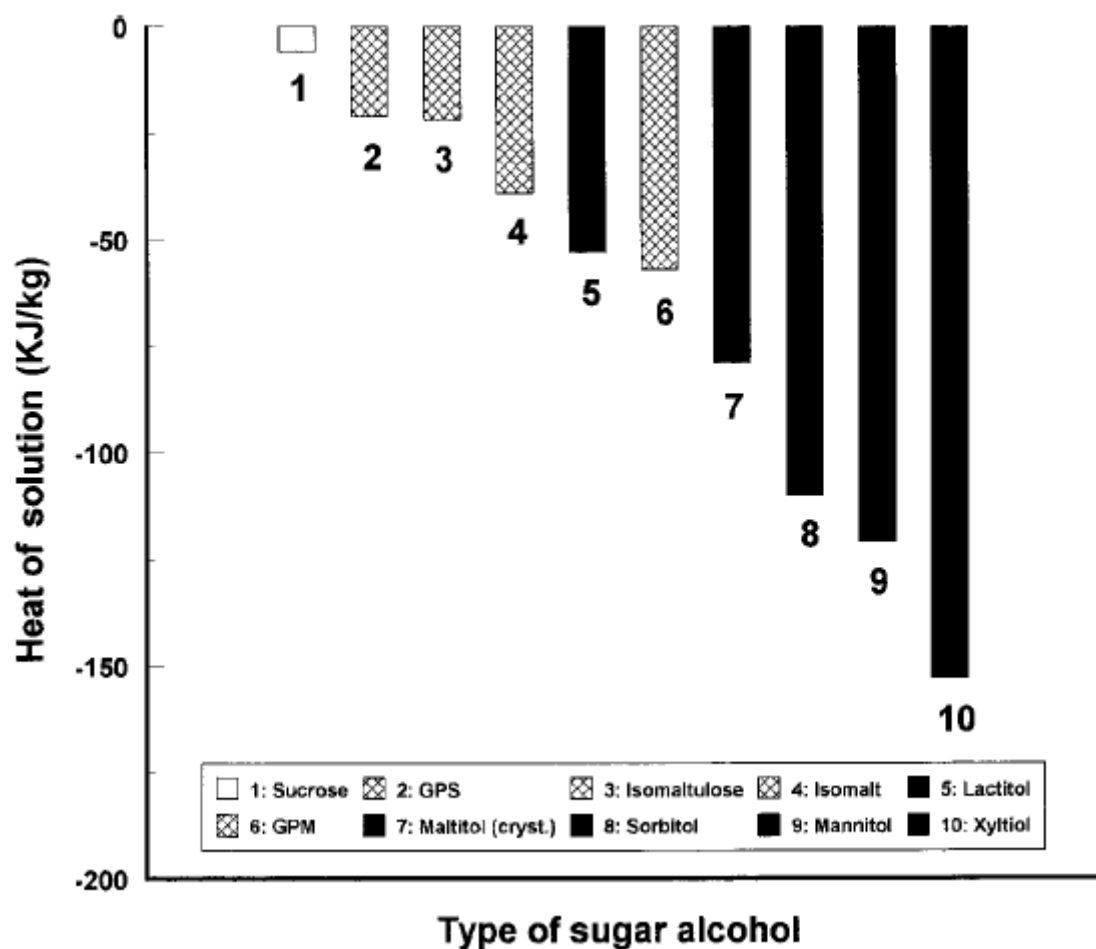
تعدادی از الکل‌های شکر، که بعنوان جایگزین شکر استفاده می‌شوند، گرمای انحلال منفی بالایی دارند (۸-۶). این سبب می‌شود در صورتیکه این الکل قند به حالت کریستال یا جامد مصرف شود، احساس خنکی در دهان ایجاد شود. اگرچه این اثر خنک کنندگی در دهان ویژگی مطلوب برای محصولات مثل نعنای یا منتول می‌باشد، اما در بسیاری از محصولات دیگر، مانند محصولات پخته شده و شکلات، غیرمعمول است. گرمای انحلال منفی ایزومالت ST بین مقادیر GPS و GPM قرار دارد. شکل ۹ نشان می‌دهد که در مقایسه با سایر الکل‌های شکر، ایزومالت دارای گرمای نهان منفی بسیار کمی در قیاس با سوکروز است. بنابراین ایزومالت اثر خنک کنندگی ندارد.



شکل ۹. اثر خنک سازی مواد مختلف. منبع: اقتباس از فون ریمن لیپینسکی (۱۹۹۰) و کمنگا (۲۰۰۲).

۳-۵. گرمای انحلال°

تعداد زیادی از جایگزین‌های قند که دارای آنتالپی منفی محلول هستند، مسئول به اصطلاح اثر خنک‌کنندگی دارند. این مساله هنگامی تجربه می‌شود که ماده از حالت بلوری خارج می‌شود. در حالی که این ویژگی مطلوب در محصولات نعنای و منتولی است و اغلب در تعداد زیادی از محصولات دیگر مانند محصولات پخته شده و شکلات، دیده می‌شود. ایزومالت در مقایسه با دیگر شیرین‌کننده‌های حجمی دارای آنتالپی کم منفی محلول، قابل مقایسه با ساکارز است (شکل ۱۰).



شکل شماره ۱۰: گرمای انحلال (کیلوژول / کیلوگرم)

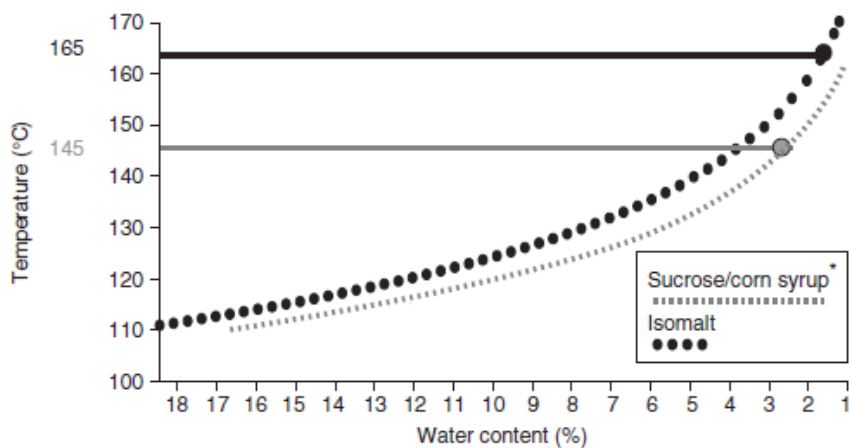
۳-۶- صعود نقطه جوش^۶

نقطه جوش محلولهای ایزومالت به شدت غلیظ شده، به صورت آزمایشگاهی، بررسی شده است. دمای جوش بالاتر باید با محلول های ایزومالت برای رساندن همان مقدار آب نهایی همانند محلول های قندی، نگهداری شود (به شکل ۱۱ مراجعه شود). احتمالاً این امر به علت میل ترکیبی تبلوری آب به مولکول GPM، حتی در فاز مایع است.

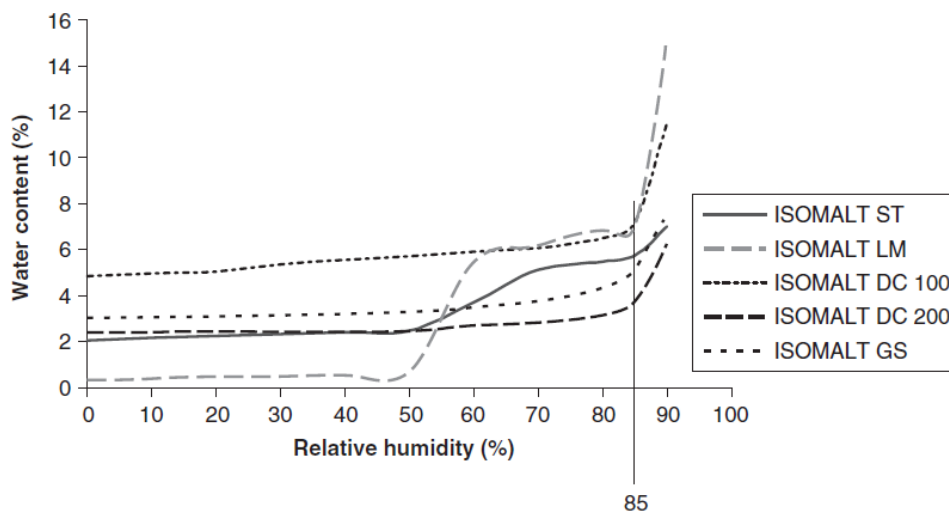
۳-۷- جذب آب^۷: مقدار رطوبت در رطوبت‌های نسبی مختلف

ایزوترم های (همدمای) جذب (شکل ۱۲) نشان می دهد که در دمای ذخیره سازی ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی تا حدود ۸۵ درصد، انواع ایزومالت مقدار قابل توجهی از رطوبت را جذب نمی کند. هرگونه جذب رطوبت تا این سطح رطوبت، به داخل کریستال GPM به عنوان آب تبلور وارد می شود و به صورت ایزومالت، با دو مولکول آب متبلور، کریستاله می شود. در این شرایط، هیچ آب آزادی موجود نیست و بنابراین انواع مختلفی از ایزومالت را می توان به راحتی ذخیره کرد و بدون هیچ گونه مراقبت ویژه، توزیع کرد. علاوه بر این، این ویژگی مهم فیزیکی توضیح می دهد که چرا محصولات به طور انحصاری یا عمدتاً برپایه ی ایزومالت (به عنوان مثال آب نبات سخت) چسبنده و دارای طول عمر طولانی می باشند. اضافه کردن مقادیر مشخصی از ایزومالت به محصولاتی که عمدتاً بر اساس ترکیبات هیدروسکوپی (نم پذیر) مانند شیره HSH، شیره پلی دکستروز یا سوربیتول (به عنوان مثال جوش کم، کیک نرم و یا محصولات آدامس) مطرح هستند، کیفیت آنها را با توجه به کاهش چسبندگی و طول عمر مفید، بهبود می بخشد.

6 - Boiling point elevation
7 - Hygroscopicity

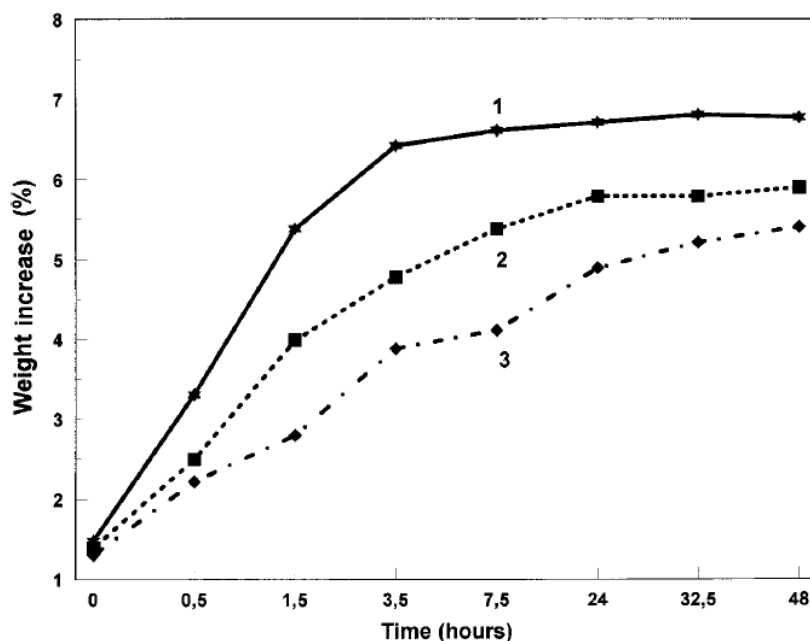


شکل ۱۱. دمای جوش در فشار اتمسفر محلول شیریه ایزومالت و ساکارز/ذرت. * نسبت ۱۰۰/۱۰۰، معادل دکستروز (DE) شیریه ذرت: ۳۹-
 ۴۲. منبع: اقتباس از مندی (۱۹۹۰).



شکل ۱۲. ایزوترم های جذب انواع مختلفی از ایزومالت. منبع: اقتباس از Suedzucker AG، ZAFES (۱۹۹۹).

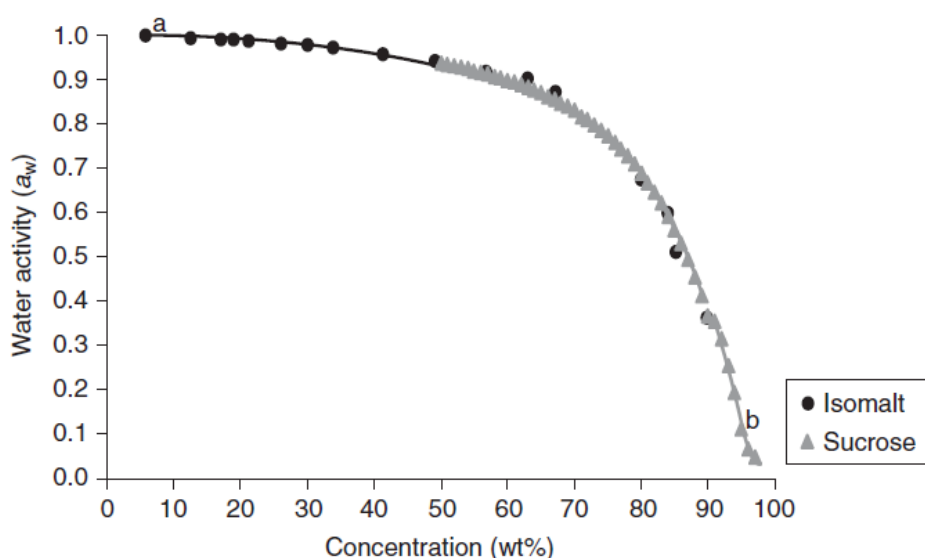
برای بهبود بافت، ایزومالت را می توان به شیرینی و محصولات شور اضافه کرد. شکل ۱۳ نشان می دهد که رطوبت در ورقه های ویفر با تنها ۵٪ ایزومالت به طور قابل توجهی کاهش می یابد. رطوبت پایین تر برای ماندگاری مفید است.



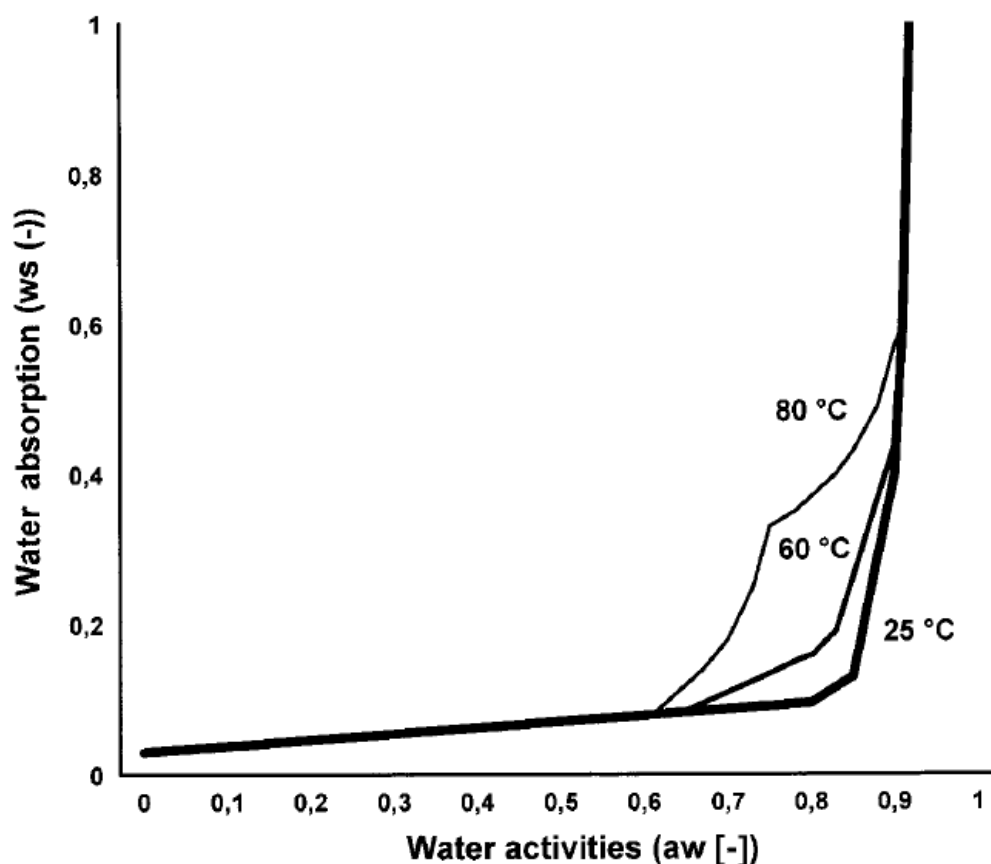
شکل شماره ۱۳. رطوبت ورقه های ویفر در شرایط تهویه در دمای ۳۰°C، رطوبت ۳۵٪. فرمول استاندارد فاقد شکر یا ایزومالت؛ ۱= استاندارد بدون سوکروز؛ ۲= ۵ قسمت ایزومالت ST؛ ۳= ۱۰ قسمت ایزومالت ST

۸-۳- فعالیت آبی در غلظت های مختلف در مقایسه با ساکارز

همانطور که در شکل ۱۴ بیان شده، اکتیویته آبی محلول های ایزومالت در غلظت های مختلف نشان می دهد که محلول های ایزومالت دارای یک اکتیویته آب مشابه با محلول های ساکارز در همان غلظت، هستند. این به دلیل ماهیت مولکولی و شیمی مولکول ایزومالت است زیرا دارای میل ترکیبی به آب مشابه ساکارز است.



شکل شماره ۱۴. اکتیویته آب مواد مختلف با افزایش غلظت. منبع: اقتباس شده از Zielasko (۱۹۹۰؛ ایزومالت) و Bubnik (۱۹۹۵؛ ساکارز).



شکل شماره ۱۵. جذب ایزوترمی برای ایزومالت ST در سه درجه حرارت (۲۵، ۶۰، و ۸۰ °C)؛
Ws مقدار آب جذب شده توسط ایزومالت است (kg آب / kg ایزومالت).

جذب ایزوترم نشان می‌دهد که ایزومالت دارای فعالیت آبی بسیار کم است. ایزومالت در دمای ۲۵ °C تقریباً بدون جذب آب به رطوبت نسبی ۸۵٪ می‌رسد. علاوه بر این، ایزومالت جذب آب را تا زمانی که درجه حرارت به ۶۰ °C در رطوبت نسبی ۷۵٪ (rh) یا ۸۰ °C در ۶۵٪ rh نرسد شروع نمی‌کند (شکل ۱۵). این رطوبت پذیری بسیار کم بدین معنی است که می‌توان آن را براحتی ذخیره کرد و بدون مراقبت خاصی توزیع کرد. علاوه بر این، این خاصیت دلیل اینکه چرا محصولات بطور انحصاری یا عمدتاً بر پایه ایزومالت (مثل، شکلات های سفت و سخت) چسبنده نمی‌شوند و دارای طول عمر طولانی می‌باشند را توضیح می‌دهد.

۴. خواص فیزیولوژیکی

ایزومالت یک الکل دی ساکارید^۸ است و به همین دلیل نیاز به هیدرولیز شدن به مونومرهای خود (گلوکز، سوربیتول و مانیتول) برای جذب شدن، دارد. کربوهیدرات ها در روده کوچک، کمپلکس ساکارز- ایزومالتاز و کمپلکس گلوکوآمیلاز-مالتاز brush border روده، ایزومالت را بسیار آهسته تر از مالتوز یا ساکارز، هیدرولیز می کند. آزمایشات آزمایشگاهی در انسان نشان می دهد که میزان نسبی شکافت پذیری ایزومالت توسط آنزیم های مخاطی روده ای ۱۰۰: ۲۵: ۲ برای مالتوز: ساکارز: ایزومالت بود.

بر اساس تنوع مطالعات در انسان و حیوان، نتیجه گرفته شده که در انسان تقریباً ۱۰٪ ایزومالت مصرف شده، جذب می شود و حدود ۹۰٪ در روده بزرگ تخمیر شده است.

پاسخ گلوکز خون بعد از مصرف ایزومالت بسیار کم است. در میان افراد سالم، مبتلا به دیابت نوع ۱ و ۲، نتایج نشان می دهد که بالاترین میزان پاسخ گلوکز خون به ایزومالت ۱۲٪ میزان گلوکز است، در حالی که پایین ترین میزان آن ۲٪ است. پاسخ انسولین نیز کم است. بر خلاف سایر کربوهیدرات ها مانند ساکارز یا گلوکز هیچ اثر هیپوگلیسمیک، رخ نداده است. اسنک و یا شکلات شیری ساخته شده با ایزومالت باعث کاهش قابل توجهی در قندخون و insulinaemia نسبت به غذای مشابه سوکارز، شد. بهبودی کنترل گلیسمی (اندازه گیری شده به صورت هموگلوبین گلیکوزیله شده، HbA1C) پس از مصرف ۲۴ گرم ایزومالت در روز در طی یک دوره ۱۲ هفته نشان داده شد. هیچ تاثیری بر پارامترهای چربی خون پس از مصرف ۳۰ گرم ایزومالت یا ساکارز در روز در یک دوره ۴ هفته ای (n=۱۹، رژیم کنترل شده، طرح ضربدری^۹ متقاطع دو سو کور تصادفی) در داوطلبان سالم و داوطلبانی با چربی خون بالا، به جز آپولیپوپروتئین پایین برای همه افراد، مشاهده نشد. در روده بزرگ، ایزومالت کاملاً توسط فلور باکتریایی، تخمیر شده است. افزایش حجم کل زیست توده گزارش شده است. محصولات تخمیر شده باکتریایی عبارتند از اسیدهای چرب زنجیره کوتاه، CO₂، CH₄ و H₂.

در آزمایشگاه، نشان داده شده که ایزومالت منبع خوبی برای تولید بوتیرات است. با توجه به ترکیب باکتریایی، افزایش قابل توجهی در باکتریهای دو شاخه ای نشان داده شده در یک مطالعه ضربدری دوسوکور با ۱۹ داوطلب پس از مصرف ۳۰ گرم ایزومالت در روز به مدت ۲۸ روز، مشاهده شد که نشان دهنده اثر پیش زیستی ایزومالت است. فعالیت کل گلوکوزیداز بتا باکتریایی پس از مصرف ایزومالت کاهش می یابد. میزان آب در مدفوع (۱۲٪) در گروه ایزومالت (به طور معنی داری) به نسبت بیشتر بود و تکرر مدفوع نیز در این گروه (بطور معنی داری)، افزایش یافت (۱/۳ در مقابل

8 - disaccharide

9 - cross-over design

۱/۱؛ که نشانگر جنبه مثبت دیگر ایزومالت در سلامتی دل و روده، و پیشگیری از یبوست است. متوسط زمان انتقال بدون تأثیر بوده و رژیم غذایی در هر دو دوره به خوبی تحمل شد.

کربوهیدرات های با قابلیت هضم مرسوم است که به دلیل وجود مولکول های غیر جذب شده که با آب پیوند می دهد، باعث افزایش محتوای آب کیموسی در روده کوچک می شود. اگر ظرفیت برای جذب دوباره این آب در روده بزرگ بیش از حد باشد، ممکن است مدفوع آبکی رخ دهد. این پس زمینه فیزیولوژیکی اثر ملین (ضدیبوستی) است که ممکن است کربوهیدرات با قابلیت هضم کم، داشته باشد. اگر فرد این نگرانی را پیدا کند، توصیه می شود که مصرف کربوهیدرات با قابلیت هضم کم را برای مدت زمانی کاهش دهد و به بدن برای انطباق و یافتن سطح تحمل فردی، فرصت دهد.

مطالعاتی که به طور خاص برای بررسی تحمل، انجام شده اند با ارزش محدود با در نظر گرفتن به وضعیت زندگی واقعی صورت می گیرد همانطور که آنها، اغلب بر اساس پرسشنامه هایی است که به داوطلبان توصیه می شود تا علائم/پاسخ ها را گزارش دهند، که ممکن است آنها، به طور معمول، درک نشود.

از مطالعات تحمل پذیری انجام شده با ایزومالت، می توان نتیجه گرفت که تا ۵۰ گرم در روز به راحتی توسط اکثر افراد تحمل می شود. با توجه به هضم محدود و متابولیسم آن، ایزومالت انرژی کمتر یا کالری (ژول) را به بدن نسبت به کربوهیدرات بسیار قابل هضم مثل قند، گلوکز و یا نشاسته، می دهد. تعداد زیادی از مطالعات در حیوانات و انسان ها با طرح های تحقیقاتی مختلف برای ارزیابی و تعیین اینکه چه مقدار ایزومالت انرژی برای بدن فراهم می شود، در دسترس است. فدراسیون انجمن های آمریکایی برای بیولوژی تجربی (FASEB)، دفتر تحقیقات علوم زیستی (LSRO)، ارزیابی ارزش انرژی برخی از پلی آل ها، از جمله ایزومالت را به عنوان مواد غذایی مورد استفاده قرار داد (FASEB/LSRO، ۱۹۹۴). بر اساس مطالعات فوق، آنها مقدار انرژی 2 kcal/g بیشتر را برای ایزومالت، یافتند. این سازگار با ۹۰-۱۰۰٪ از انرژی ایزومالت است که از هضم عبور می کند و در کلون تخمیر می شود. این مساله به طور علمی مبتنی بر مقدار است و می تواند برای اهداف لیبلینگ مواد غذایی در تعدادی از کشورها استفاده شود. اتحادیه اروپا یک فاکتور تبدیل انرژی را برای کل گروه پلی آل، ثابت کرده است ($2/4$ کیلو کالری/گرم یا ۱۰ کیلوژول).

یکی دیگر از ویژگی های مهم ایزومالت، مربوط به بهداشت دهان و پیشگیری از پوسیدگی دندان است. پتانسیل خاصیت پوسیدگی ایزومالت به عنوان "هیچ کدام" طبقه بندی شده است. این مساله به دلیل این واقعیت است که به سختی هر میکروارگانیسم فلور دهان قادر به تخمیر ایزومالت است. این

با اندازه‌گیری تولید اسید بعد از شستشو با محلول ایزومالت (داخل دهانی و داخل پلاک دندانی^{۱۰}) نشان داده شده است. علاوه بر این، انواع مختلف آزمایش‌های تجربی با حیوانات، انسان‌ها و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی برای ایجاد و اثبات خواص غیرکاریوژنیک (خاصیت پوسانندگی دندان) ایزومالت مورد استفاده قرار گرفتند.

در حالیکه پتانسیل کاریوژنیک بر اساس اسیدوژنز، مکانیسم منفعل و بدون شک عمده‌ترین مکانیسم آن است، برخی از مکانیزم‌های فعال جزئی برای ایزومالت و زایلیتول، در نظر گرفته شدند (به عنوان مثال خاصیت مهارکننده رشد باکتری برای زایلیتول، مهار سنتز پلی ساکارید (پلاک) برای ایزومالت، ارتقاء دوباره کانی‌سازی، به ویژه برای ایزومالت و همچنین برای زایلیتول). همانطور که این عناصر فعال بر اساس مطالعات آزمایشگاهی بودند، ارتباط آنها در عمل ثابت نشده است؛ بنابراین یک ادعای برتری برای یک پلی‌ال بیش از دیگران قابل توجیه نیست. ایزومالت در مقررات دعوی سلامت اداره غذا و داروی آمریکا (FDA ایالات متحده) در مورد شیرین‌کننده‌های کربوهیدرات غیرکاریوژنیک و پوسیدگی دندان (۲۱ CFR 101.80)، گنجانیده شده است.

ویژگی قابل توجهی ایزومالت، پیوند گلیکوزیدی بسیار پایدار در GPS و GPM است. در مقایسه با سوکروز، این پیوند گلیکوزیدی محکم و غیرقابل شکستن سبب می‌گردد که ایزومالت هنگامی که مصرف می‌شود خواص زیر را دارا باشد (۱۱):

- فقط ۵۰٪ ایزومالت به انرژی مصرفی تبدیل شود.
- ایزومالت سبب پوسیدگی دندان نمی‌شود.
- ایزومالت مناسب برای بیماری دیابت می‌باشد.

۱-۴- مقدار کالری

تنها انسانها قادر به جذب و سپس متابولیسم مونوساکاریدهای جذب شده از دیواره روده کوچک هستند. به دلیل پیوند گلیکوزیدی مقاوم، ایزومالت در روده کوچک به سختی متابولیزه می‌شود. اساساً در روده بزرگ تخمیر می‌شود. این باعث کاهش تبدیل انرژی می‌شود (۱۱-۱۵). بدلیل اینکه مقررات برچسب گذاری مواد غذایی و ذکر مقدار انرژی آن روی برچسب از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. به عنوان مثال مقدار انرژی ایزومالت که برای برچسب زدن مواد غذایی در ژاپن استفاده می‌شود kcal/g ۲ (غذا) یا kcal/g ۱/۱-۲/۵ (غذای ویژه برای بیمار) است. در

ایالات متحده و کانادا، این مقدار ۲ kcal/g است؛ در استرالیا ۲/۱۵ kcal/g است؛ و در اتحادیه اروپا ۲/۴ kcal/g است.

۲-۴- پوسیدگی دندان

پوسیدگی دندان (پوسیدگی) در نتیجه تاثیر اسید بر مینای دندان رخ میدهد. اسید، کلسیم را از سطح دندان حل کرده و ایجاد حفراتی می کند. اسید توسط میکروارگانیسم هایی که به سطح دندان ها چسبیده اند و تولید پلاک نموده اند، ایجاد می شود. این میکروارگانیسم ها براحتی کربوهیدراتها مانند شکر یا گلوکز را تخمیر کرده تولید اسید میکنند، اما آنها قادر به تبدیل ایزومالت نیستند. مقدار pH بحرانی که در آن مینای دندان ممکن است حل شود، ۵/۷ یا کمتر است. مطالعات نشان داده که مصرف ایزومالت و محصولات حاوی آن بعنوان شیرین کننده، pH را کمتر از ۵/۷ نمیکند.

۳-۴- دیابت

برخی از مطالعات علمی نشان دادند که سطح انسولین و گلوکز خون افراد پس از مصرف خوراکی ایزومالت کمی افزایش یابد- شاید بطور کلی (۲۰، ۱۵، ۱۴). این بدان معنی است که افزایش شدید قند خون، مشابه همان چیزی که پس از مصرف سوکروز اتفاق می افتد (بخصوص هنگامی که میان وعده های شیرین و اسنک خورده می شود)، با مصرف ایزومالت رخ نمی دهد. بنابراین، ایزومالت میتواند جایگزین مناسب برای شکر در بیماران دیابتی باشد.

۴-۴- تحمل گوارشی

الکل های قندی و برخی دیگر از کربوهیدراتها (مثل، پلی دکستروز، فیبر رژیمی، لاکتوز) قابلیت هضم کمی دارند. مصرف زیادی آنها میتواند اثر ملینی داشته باشد. فرآیند تجزیه آهسته آنها در دستگاه گوارش به همین دلیل می باشد. ارائه حدی برای تحمل الکل های شکر مانند ایزومالت امکان پذیر نیست، زیرا این تحمل بستگی دارد به:

فرم و شکل ماده ای که مصرف می شود. در خوراک مایع تحمل بیشتر از خوراک جامد است.

حساسیت فردی. تحمل هر فرد نسبت به فرد دیگر متفاوت است.

لحظه مصرف. حتی تفاوتی در تحمل یک فرد میتواند وجود داشته باشد. تحمل فرد میتواند

تحت تاثیر رژیم غذایی (زیاد یا کم بودن کربوهیدرات با قابلیت هضم کم) و وضعیت خوب

فیزیولوژیکی اش (احساسات، تعصبات) باشد.

۵. کاربرد

براساس خواص آنها، انواع مختلفی از ایزومالت ها جایگزین قند ایده آل در بسیاری از حوزه های صنعت غذا و داروسازی شدند. خواص برجسته ایزومالت، آن را انتخاب ارجح، به ویژه در زمینه شیرینی سازی بدون قند، ساخته تا جایی که کیفیت و طعم و ماندگاری، در نظر گرفته شده است. از لحاظ مهندسی تولید، تجهیزات فراوری موجود را می توان برای همه برنامه های کاربردی بدون نیاز به تغییرات عمده استفاده کرد. به منظور بهینه سازی برخی از محصولات نهایی تنها فرمولاسیون و اصلاح پارامترهای فرایند، توصیه می شود. همچنین کالاهای دندانی، آدامس و شکلات، آب نبات سخت بدون قند، یک کاربرد عالی از ایزومالت است.

۵-۱- شکلات سخت

طیف گسترده ای از آب نبات بدون قند که هر کدام از آنها می توانند به صورت انباشته شده، مهر و موم شده و یا پر باشند، می توانند با ایزومالت ST، تولید شوند. آب نباتهای سخت با طول عمر بیشتری همراه خواهند بود اگر مقدار آب در محصولات نهایی کمتر از ۲٪ باشد. این آب نبات در برابر جذب آب پایدار است. فرایند تولید بسیار شبیه به آب نبات مبتنی بر ساکارز/شیره ذرت^{۱۱} است. فقط تغییرات جزئی در پارامترها و فراوری مورد نیاز است. در هنگام تولید آب نبات های سخت شده از ایزومالت، خواه به صورت ناپیوسته یا به طور مداوم، ویژگی های زیر که از ساکارز/شیره ذرت متفاوت است باید مورد توجه قرار گیرد:

- حلالیت پایین،
- نقطه جوش بالاتر،
- ویسکوزیته پایین ذوب،
- ظرفیت گرمایی ویژه بالا.

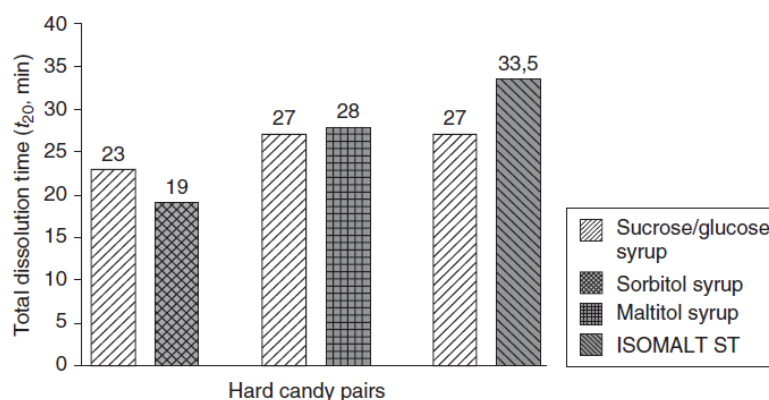
جدول ۱ دستورالعمل اصلی برای آب نبات سخت را نشان می دهد. در صورت تهیه یک پیش مخلوط و بسته به تجهیزات مورد استفاده برای انحلال، نسبت بین ایزومالت و آب باید، وفق داده شود. به طور کلی باید شیره پایه با ۷۵-۸۰٪ مواد جامد در دمای حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد، تهیه شود. هنگامی که ایزومالت با سایر شیرین کننده های عمده (مثلا شیره) مخلوط می شود، محتوی آب این مواد در هنگام محاسبه دستور غذا باید مورد توجه قرار گیرد.

درصد	عناصر ترکیبی
------	--------------

ISOMALT ST-M	۷۵
آب	۲۴
اسیدسیتریک	۰/۸
چاشنی	با توجه به اطلاعات سازنده
محلول رنگی	با توجه به اطلاعات سازنده
شیرین کننده قوی در صورت نیاز	بسته به قدرت شیرین کنندگی
کل	۱۰۰

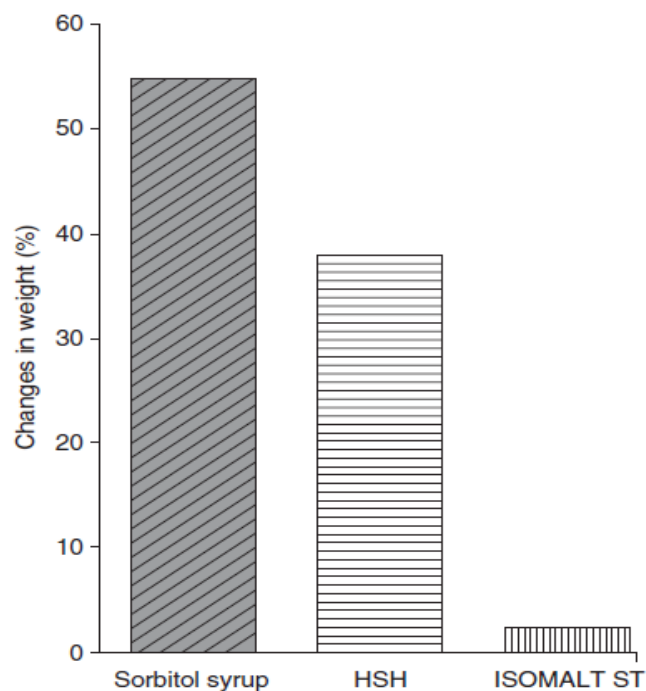
جدول شماره ۱. دستورالعمل مبنا برای شکلاتهای سخت ایزومالتی

شکلاتهای ایزومالت LM در بازار نشان می‌دهد که ویژگی‌های برجسته آنها، طعم بی نظیر قند، رفتار گسیختگی و ذوب، ترجیح داده می‌شوند. هنگام غذا خوردن شکلات ایزومالت LM هیچ اثر خنک کنندگی وجود ندارد. علاوه بر این اثر بسیار کم گلیسمیک و insulinaemic ایزومالت باعث ایجاد محصولات با گلیسمی کم مانند میله‌های غلات پوشیده از شکلات، کوکی‌ها و میله‌های شکلاتی، می‌شود.



ساکارز/شیره ذرت – شیره سوربیتول – شیره مالتیتول – ISOMALT ST

شکل ۱۶. زمان انحلال کامل سه جفت آب نبات سخت (قندی/ بدون قند). t₂₀ زمان انحلال لازم برای رسیدن به غلظت ۲۰٪ ماده جامد است؛ مقادیر مختلف به دلیل تفاوت در اندازه و سطح سه جفت است. منبع: اقتباس از دور (۱۹۹۶).



شکل ۱۷. تغییرات در وزن با جذب آب بر اساس وزن اولیه آبنبات سخت، آزمایش ذخیره سازی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت ۸۰٪ پس از ۷ روز بدون بسته بندی. منبع: اقتباس از Suedzucker AG، ZAFES (۲۰۰۰).

هنگام ایجاد یک دستور خوراک برای شکلات ایزومالت LM، دستور خوراک معمولی برای شکلات با ساکارز، می تواند، استفاده می شود. بسته به فرایند پالایش^{۱۲} و نیازهای مشتری، ایزومالت LM-E یا ایزومالت LM-PF، باید استفاده شود. اگر یک فرایند پالایش دو مرحله ای امکان پذیر باشد، ایزومالت LM-E از نظر کیفیت بدون گرد و غبار، خواص فوق العاده ای دارد. در مورد فرایندهای سنتی با یک سیستم پالایش یک مرحله ای یا سیستم تولید مانند آسیاب گلوله ای، ایزومالت LM-PF ترجیح داده می شود.

برای به دست آوردن شیرینی مشابه شکلات ساکارزی، شیرین کننده های قوی مثل آسپارتام و یا آسولفام پتاسیم و یا سوکralوز می توانند در مقدار کمی، اضافه شوند. غلظت شیرین کننده قوی نیز به طعم (مانند وانیل) و غلظت مورد استفاده بستگی دارد. با این وجود، در برخی از فرمولاسیونها که در جدول ۲ نشان داده شده، شیرین کننده ایزومالت ممکن است کافی باشد، به طوریکه هیچ شیرین کننده ای قوی نباید اضافه شود. این بستگی زیادی به اجزای دستورالعمل کلی مانند پودر شیری، نوع کاکائو و غیره دارد.

برای دستیابی به کاهش "کالری" بیشتر شکلات، مقدار کل چربی ممکن است کاهش یابد (یعنی در حدود ۳۰ درصد) و بخشی از ایزومالت LM (تا ۵۰٪) می تواند به وسیله عوامل حجم دهنده مانند

پلی دکتسروز (®Litesse) و یا اینولین (®Beneo)، جایگزین شود. برای شکلات شیری مناسب برای دندان، پودر شیر با محتوای لاکتوز پایین (یعنی پروتئین شیر، مانند کازئینات سدیم) باید در فرمولاسیون استفاده شود.

اگر یک فیبر و یا پربیوتیک، مورد نظر باشد، ایزومالت LM می تواند به عنوان مثال، با ۵-۱۰٪ اینولین (®Beneo) ترکیب شود.

اجزا ترکیبی	شکلات خشک %	شکلات شیری %
ISOMALT LM-E or LM-Pfa	45.60	42.00
مایع کاکائو	45.20	12.90
کره کاکائو	8.50	20.00
پودر کامل شیر	—	21.40
خمیر فندق	—	3.00
لستین	0.50	0.50
آرد	0.10	0.10
شیرین کننده ها	~0.10	~0.10
کل	100.00	100.00

جدول ۲. دستورالعمل مبنا شکلات. منبع: Palatinit GmbH (۲۰۰۵)

ISOMALT LM-E A با توجه به کیفیت بدون خاکی آن، دارای خواص برتر در هنگام پیش پالایش و پالایش است. اگر، با اینحال، فرایند پالایش دو مرحله‌ای در تولید قابل فهم نیست، بهتر است از ISOMALT LM-PF برای رسیدن به خواص و عیار پالایش مطلوب، استفاده شود.

B در صورتی که یک بافت نرم تر مورد نظر باشد، تا ۲ درصد از کره کاکائو را می توان با چربی کره پاک شده، جایگزین کرد.

C علاوه بر شیرین کننده های فشرده، شیرینی شکلات می تواند به همان اندازه متنوع باشد.

ترکیب 1: acesulfame-K A1 و آسپارتام دارای مشخصات شیرینی عالی است. به جای آن، ۰/۰۲٪ سوکرالوز می تواند برای رسیدن به یک محصول شیرین کننده استفاده شود.

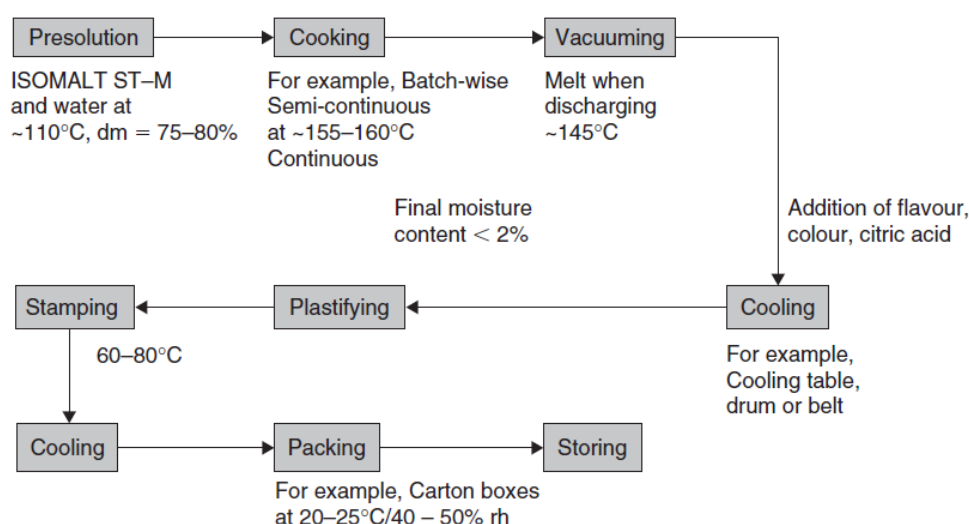
۱-۱-۵- روند تولید

یک فلوچارت ساده شده که نشانگر تولید آببات سخت با ایزومالت است در شکل ۱۸ نشان داده شده است. همانند ساکارز، مهم است که تمام مواد بلورین را به منظور جلوگیری از کریستاله شدن کنترل

نشده در طول فراوری، حل کنیم. از آنجا که ایزومالت دارای حلالیت پایین تر از ساکارز است، درجه حرارت بالاتر و در صورت حل شدن مداوم، زمان ماندگاری بیشتر برای انحلال لازم است. در عمل، این بدان معنی است (به عنوان مثال در یک حلال کننده مداوم یا فشاری) برای کاهیده شدن در مقایسه با شیر ذرت/ساکارز، آن اگر تحت خلاء یا بیشتر از فشار بخار شکل گرفته برای انحلال، پخته نشود (بیشتر از ۵ بار یا ۷۲/۵ psig)، برای تضمین کار باید حداقل دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد را ببیند.

یک محلول بدون کریستال صاف با ماده خشک به میزان ۷۵-۸۰٪، زمانی بدست میاید که مخلوط ایزومالت/ آب (ترجیحا آب داغ از پیش اضافه شده) در حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد، گرم می شود. تجربه نشان داده است که سیستم batch-wise (به عنوان مثال یک کتری به صورت باز گرم شده و با افزایش دما (دوجداره) یکی از مناسب ترین روش ها برای حل کامل ایزومالت است. برای تضمین تولید مستمر باید مخزن تبخیر بین انحلال و اجاق گاز استفاده شود.

انحلال ابتدایی (ISOMALT ST-M و آب در تقریبا ۱۱۰ درجه سانتیگراد ، ماده خشک ۷۵-۸۰٪) – پخت (به عنوان مثال، Batch-wise نیمه مداوم در ۱۵۵-۱۶۰ درجه سانتیگراد به طور مداوم) – مکش ذوب کردن در هنگام تخلیه در دمای تقریبا ۱۴۵ درجه سانتیگراد – (اضافه کردن مزه ، رنگ، اسیدسیتریک) - خنک سازی (به عنوان مثال جدول، درام یا تسمه خنک کننده) - میزان رطوبت نهایی کمتر از ۲٪ - نرم کردن - قالب گیری^{۱۳} (۶۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد) - خنک سازی - بسته بندی (به عنوان مثال جعبه کارتن در ۲۰-۲۵ درجه سانتیگراد / ۴۰-۵۰٪ رطوبت نسبی) - انبار

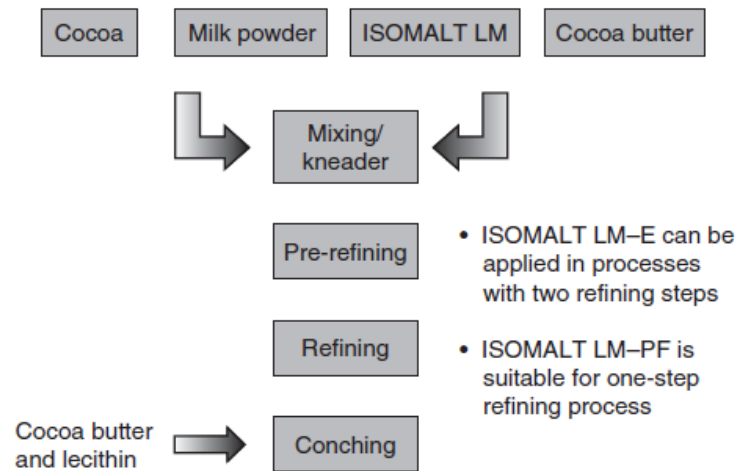


شکل شماره ۱۸. فلوچارت یک فرآیند آب نبات ایزومالتی. منبع: اقتباس از Palatinit GmbH (۲۰۰۵).

۵-۱-۲- تولید با یک روش متعارف

همانطور که در شکل ۱۹ نشان داده شده، خط تولید متعارف شکلات را می توان برای شکلات های ایزومالت LM استفاده کرد. توده کاکائو، پودر شیر، ایزومالت LM (نوع آن بسته به سیستم پالایش دارد) و بخشی از کره کاکائو در یک خمیرگیر، مخلوط می کنند. بعد از این مرحله، توده ی همگن تا زمانی که به عیار حدود $20\ \mu m$ برسد، پالایش می شود. سپس پودر شکلات پالایش شده (پولک) با افزودن کره کاکائو باقی مانده به حالت ورز داده، تبدیل می شود. به طور معمول، محتوای آب تمام مواد تشکیل دهنده دستور خوراک، به ویژه پودر شیر، باید در حداقل ممکن باشد. این امر در طی فرایند ته نشینی خطر ایجاد آگلومرها (تجمع قند/پلی‌الها، پروتئین ها و الیاف کاکائو) را کاهش می دهد که باعث می شود تا شکلات در دهان، حس سفتی و خشن داشته باشد.

کره کاکائو- ISOMALT LM- پودر شیر- کاکائو= خمیرگیر/میکس=پیش پالایش (ISOMALT LM-E) را می توان در فرایندها با دو مرحله پالایش استفاده کرد)=پالایش (ISOMALT LM-PF) برای فرایند پالایش یک مرحله ای مناسب است)=ورز دادن^{۱۴} (کره کاکائو و لستین)



شکل شماره ۱۹. تولید شکلات ایزومالت LM. منبع: اقتباس از Palatinit GmbH (۲۰۰۵).

ایزومالت LM رطوبت بسیار کم (۱٪) دارد. با توجه به مقدار بسیار کم آب و نم پذیری پایین ایزومالت LM (در شرایط تولید شکلات معمولی ۵۰٪ RH)، همان دمای ورز دادن در تولید شکلات می تواند تنظیم شود (یعنی برای شکلات شیری ۷۰ درجه سانتی گراد و برای شکلات تلخ^{۱۵}، ۸۰ درجه سانتیگراد).

همانطور که در تولید شکلات قندی، ایزومالت LM حاوی توده شکلات باید یک پایداری خمیری در زمان ورز دادن باشد (در ساعات اول ورز دادن، ورز مرطوب توصیه می شود). از آنجایی که

14 - Conching

15 - dark chocolate

مورفولوژی کریستال های ایزومالت LM متفاوت از ساکارز است (سطح خاص آن بزرگتر است)، در طی پالایش و در ابتدای ورز دادن، ممکن است مقدار کمی چربی، مورد نیاز باشد. در این مرحله، چربی بیشتر برای پوشش تمام کریستالها با چربی، مورد نیاز است، که منجر به پایداری خمیری ذکر شده در بالا می شود. پایداری خمیری برای بهینه سازی فرایند ورز دادن لازم است. نیاز به یک سطح چربی بالاتر در فرایند، بستگی به میزان چربی نهایی مورد نیاز شکلات دارد و بستگی به فرمول بندی فردی دارد و همانطور که معمولاً با فرمولاسیون قند انجام می شود، تنظیم می شود. بسته به نوع ورز دادن مورد استفاده (سیستم های ورز دادن خشک یا مرطوب)، باید محتوای چربی، مورد توجه قرار گیرد. برای شکلات هایی با محتوای بسیار کم چربی (یعنی زیر ۲۹٪)، افزودن لسیتین در ابتدای کار (یا حتی در فاز پر شدن) و در طی ورز دادن می تواند مفید باشد تا سازگاری را برای فرایند ورز دادن بهینه، تنظیم کند. روشهای تولید شکلات جایگزین مانند Iloveras، McIntyre و یا آسیاب گلوله ای Wiener نیز برای تولید شکلات های ایزومالت، مناسب هستند. شکلات مایع ایزومالت LM می تواند در بهترین حالت در دمای حدود ۴۵ درجه سانتیگراد، انبار شود. مخلوط سازی اتفاقی هم توصیه می شود. هنگام ذوب شدن شکلات های بزرگ ایزومالت، دما نباید بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد.

۲-۵- پختن

آبنبات سخت ایزومالتی توسط تمام انواع اجاق های ناپیوسته (مثل نانوایی)، نیمه مداوم و پیوسته آب نبات، تولید می شود. همانطور که قبلاً ذکر شد، درجه حرارت جوش بیشتر برای رسیدن به مقدار آب کمتر از ۲٪ در آبنبات سخت، نیاز است. بسته به طرح بندی تجهیزات مورد استفاده در مورد خلاء کاربردی، ممکن است درجه حرارتهای جوش زیر، توصیه شود:

* پخت و پز بدون خلاء کاربردی، به عنوان مثال اجاق ناپیوسته اتمسفری- تقریباً ۱۶۵ درجه سانتی گراد (فشار بخار: ۸ بار یا ۱۱۶ PSIG)

* آشپزی با خلاء پس از پخت و پز، (۱۵۵-۱۶۰ درجه سانتی گراد (خلاء: ۰/۹ بار یا ۲۷" Hg؛ فشار بخار: تقریباً ۸ بار یا ۱۱۶ PSIG)

- اجاق ناپیوسته با خلا/اتمفری

- پخت نیمه مداوم

- تبادلگر گرمایی یا تبخیر کننده میکرو فیلم

- اجاق گاز روتور(گردان)

• پخت و پز تحت خلاء، ۱۳۵-۱۴۰ درجه سانتیگراد (فشار بخار: تقریباً ۵/۵ بار یا ۸۰ psig)

- اجاق ناپیوسته با خلا
- اجاق خلاء نیمه مستمر
- اجاق مارپیچی با خلا مستمر
- تبادلگر گرمایی یا تبخیر کننده میکرو فیلم

۳-۵- خلاء

با توجه به دمای جوش بالاتر، توده های پخته شده ایزومالت، ویسکوزیته کم را نشان می دهد. بخش مهمی از سازگاری موفقیت آمیز فراوری مداوم برای ایزومالت، شامل کاهش دما در طی خلاء است. این امر به افزایش ویسکوزیته پس از آن برای رسیدن به تخلیه بدون مشکل توده از محفظه خلاء و برای اطمینان از فراوری مناسب و مطمئن، است. بنابراین، خلاء کامل باید اعمال شود. به منظور تضمین آشفته گی مطلوب محلول، محفظه خلاء باید تا حدود یک سوم از حجمش، پر شود. در صورت عدم پخت و پز تحت خلاء، ممکن است نیاز به کاهش توان عملیاتی توده در مقایسه با فرمولاسیون سنتی شیره ذرت/ساکارز برای اطمینان از طولانی ترین زمان ممکن ذوب در محفظه خلاء، باشد.

۴-۵- تخلیه^{۱۶}

بسته به تجهیزات مورد استفاده و کیفیت و زمان خلاء کاربردی، دمای تخلیه ذوب ایزومالت بین ۱۳۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد متغیر است. در مورد اجاق های مارپیچی پیوسته، غلطک های مجزا یا پیچ استخراج نباید تا حد معمول گرم شود (فشار بخار تقریباً ۰/۵ بار یا ۷/۲۵ psig؛ فشار بخار طبیعی حدود ۳ بار یا ۴۳/۵ psig). این یک دمای عملیاتی پایین تر را تضمین می کند که چسبندگی توده پخته شده را بهبود می بخشد و یک تخلیه ثابت را حفظ می کند.

۵-۵- افزودنی ها

در حالیکه افزودن مواد افزودنی می تواند به راحتی در یک پیچ مخلوط (به عنوان مثال میکسر خطی) به طور مداوم انجام شود، بسته به درجه حرارت تخلیه در هنگام فراوری به صورت batch-wise یا نیمه مداوم، خنک کردن برای ذوب مورد نیاز است. ترجیحاً دمای ذوب نباید از ۱۱۰ درجه سانتیگراد بالاتر باشد تا از تبخیر بیش از اندازه طعم دهنده، جلوگیری شود. در حالی که سوکرالوز و اسسولفام پتاسیم پایدار در حرارت بالا می تواند در طول پروسه حل شدن اضافه شود و آسپارتام بعد

از خلاء، اضافه می شود. برای جلوگیری از انباشتگی^{۱۷} در ماده ذوب داغ و تضمین توزیع همگن آسپارتام، می توان آن را با سایر افزودنی های بلورین (به عنوان مثال اسید، منتول) یا محلول در مواد، به عنوان مثال، اسید سیتریک مایع اضافه کرد (آن به داخل مخزن خلاء، تزریق می شود).

۵-۶- خنک سازی/نرم کردن^{۱۸}

با توجه به درجه حرارت بالای پخت (به جز پخت و پز تحت خلاء) ذوب ایزومالت، ویسکوزیته پایین تر از ذوب شیره ذرت/ساکارز بعد از خلاء، روی می دهد. علاوه بر این، ظرفیت گرمای ویژه ایزومالت تقریباً ۱۷٪ بالاتر از ساکارز است. ملاحظات را در هنگام خنک کردن ذوب ایزومالت تا زمانی که یک توده پلاستیکی و نرم به دست آید، لحاظ شود. با توجه به خواص هر یک از آن، برای خنک کردن توده های ایزومالت به دمای محدوده (۱۰۰-۱۱۰ درجه سانتیگراد)، ویسکوزیته توده نسبت به ذوب شیره ذرت/ساکارز، طول می کشد. خنک سازی بیشتر تا زمانی که یک توده قابل قالب گیری نرم (۶۰-۸۰ درجه سانتیگراد) ایجاد شود ادامه دارد، به ویژه به علت این واقعیت که ایزومالت دارای مقدار ظرفیت گرمایی بالاست (CP-value). در عمل، هنگام فراوری مداوم، میزان جریان توده که باید خنک شود، با مراحل فرایند قبلی همانطور که گفته شد، کاهش می یابد. بنابراین، ظرفیت خنک سازی نوار خنک سازی (کاهش سرعت) در اغلب موارد کافی است.

۵-۷- قالب/ غلتک ناپیوسته

هیچ نیاز ویژه ای برای فراوری بر روی یک غلتک ناپیوسته و در دستگاه قالب گیری، لازم نیست. بسته به دستورالعمل، دمای آماده سازی با دمای انحصاری توده آبنبات ایزومالتی نرم شده، می تواند بین ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد در غلتک ناپیوسته باشد. در طی قالب گیری، دما ممکن است بین ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد، متغیر باشد.

۵-۸- خنک کردن آبنبات های قالب زده

در واحد خنک سازی (تسمه نقاله/تونل خنک کننده)، آب نبات قالب زده تا بسته بندی یا ذخیره سازی تا حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد سرد می شود.

۵-۹- ذخیره (انبار کردن)/ بسته بندی

17 - agglomeration
18 - plastifying

در حالیکه آب نبات های سخت بر اساس مواد جاذب رطوبت ساخته می شود باید بلافاصله پس از خنک کردن در مواد بسته بندی محافظ در برابر رطوبت بسته بندی شوند و آب نبات های ساخته شده از ایزومالت را می توان قبل از بسته بندی در صورت نیاز ذخیره کرد. این ممکن است با توجه به ظرفیت بسته بندی مفید باشد. آب نبات ها ممکن است بلافاصله پس از تولید، چسبنده شوند. این ویژگی بعد از ذخیره سازی حدود ۲۴ ساعت در دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰-۴۰ درصد (rh) از بین می رود. با نگه داشتن آب نبات ایزومالتی براق، که خیلی کم، نم گیر هستند و برای مدت زمان طولانی به صورت پایدار می مانند. بدون بسته بندی و مهمتر از همه، بدون بسته بندی بیش از حد از موادی مانند پوشش های آلومینیومی یا بسته های یک طرفه، مورد نیاز است. با توجه به جذب بسیار کم رطوبت، می توان از یک جعبه کارتن مناسب که از بالا باز می شود به همراه فویل پلی پروپیلن استفاده کرد. مهمترین مشخصه، نفوذپذیری بخار آب به فویل است. توصیه می شود آن زیر ۱/۰ g/m²/24 h (۲۳ ° C DIN 53 380، 85% RH) باشد.

برای تضمین بسته بندی نرم و راحت آب نبات در جعبه های بزرگ و یا کارتنی، شرایط محیط اتاق بسته بندی باید در رطوبت نسبی آب نبات ایزومالت باشد که بین ۴۰ تا ۵۰ درصد رطوبت در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد و بسته به فرمولاسیون و مدت زمان تهیه شده در بالا، می باشد.

۵-۱۰- آب نبات های سخت با قالب اختصاصی دیگر و به طور مرکزی پر شده

انواع مواد پر کننده و روشهای پر کردن (برای مثال پر کردن لوله ای یا اکستروژن همزمان) را می توان برای پر کردن آب نبات های سخت ایزومالت استفاده کرد. شبیه به فرآیند پر کردن آب نبات برپایه شیر ذرت/ساکارز، تعادل دمایی بین توده آب نبات و پر شدن ضروری است (یعنی شکلات گداخته ایزومالتی، پرکننده های میوه بر اساس آن، مانند شیر HSH و گوشت میوه، یا توده های ژله ای). به عنوان مثال برای پر کردن بلورین، می توان از طعم دلخواه یا اثر خنک کننده دهان با ترکیباتی از قبیل زایلیتول، اسید های خوراکی، ویتامین ها، پودر شربت (بیکربنات سدیم / اسید تارتاریک) و یا طعم در ترکیبات مختلف با توجه به طعم مورد نظر، استفاده کرد. همچنین می توان از طریق تکنولوژی های سنتی مانند آب نبات سخت ایزومالتی با حالات ورقه ورقه (مانند بدون خمیر قند بادام زمینی خرد شده)، خشک شده، نواری، یا لایه ای، استفاده کرد.

۵-۱۱- آب نبات های سخت deposited

طیف گسترده ای از آب نبات های سخت ایزومالتی انباشته شده را می توان با تخصیص فناوری جمعی، تولید کرد. بسته به انعطاف پذیری سیستم انباشت، آب نبات بطور مرکزی پر شده، نواری یا

لایه ای که صاف، براق و شفاف است، می تواند تولید شود. دستور خوراک و تولید ماده ذوب ایزومالت که باید رسوب شود شبیه فرایندی است که قبلا برای افزودن مواد افزودنی توصیف شده است. ترجیحا ذوب در قالب های تفلونی (به عنوان مثال نوار قالب گیری تفلون بی انتها) در دمای انباشت حداقل ۱۳۰ درجه سانتیگراد، صورت می گیرد. بسته به طول نوار قالب گیری و ظرفیت خنک کننده، آب نبات می تواند پس از حدود ۱۵-۲۰ دقیقه قالب برداری شود. هنگام خنک سازی، ظرفیت گرمایی ویژه ایزومالت، که تقریبا ۱۷٪ بالاتر از ساکارز است و اندازه آب نبات باید مورد توجه قرار گیرد. بنابراین، به خصوص هنگامی که یک نوار مداوم استفاده می شود، سرعت نوار باید به صورت منحصر به فرد، کاهش یابد.

۵-۱۲- آب نبات های سخت طبی

آب نبات های طبی سخت مانند قرص سرفه بر می تواند به طور ایده آل از ایزومالت تولید شوند. با توجه به دمای فرآیند، مواد افزودنی مناسب طبی مانند منتول، به ماده آب شده ایزومالت به روش مشابه دیگر مواد افزودنی، افزوده می شوند. برای تضمین توزیع همگن فعال، یک دستگاه مخلوط کن مناسب باید انتخاب شود. با توجه به جذب رطوبت بسیار کم آب نبات سخت ایزومالتی، مدت نگهداری آن با توجه به، اکسیداسیون و یا هیدراتاسیون مواد فعال، گسترش می یابد. یکی دیگر از مزایای ایزومالت در آب نبات سخت طبی، حلالیت پایین آن است. این ویژگی فیزیکی باعث می شود که وقتی آب نبات را می مکید مواد فعال آن به آرامی آزاد شود، بنابراین اثر آنرا افزایش می دهد (به شکل ۱۳ نگاه کنید).

۵-۱۳- خواص انبارداری/عمر مفید

محصولات مبتنی بر ایزومالت در مقایسه با محصولات سنتی، طعم و بافت مشابهی دارند. علاوه بر این، عمر مفید آنها به علت خواص فیزیکی و شیمیایی ایزومالت، گسترش یافته است. ۱۰۰ درصد از آب نبات های ایزومالت ST با توجه به جذب بسیار کم آب، بدون چسبندگی و یا جریان سرد در طول ذخیره سازی، عمر مفید زیادی دارند (به شکل ۱۴/۱۴ نگاه کنید).

۵-۱۴- نقطه جوش پایین

تکنولوژی نقطه جوش کم، می تواند برای تولید شیرینی های جویدنی^{۱۶}، استفاده شود. در این زمینه، جوش پایین بدون قند نیاز به تعادل بین فاز بلورین و غیربلورین، ژلاتین و چربی برای دستیابی به یک محصول جویدنی و جلوگیری از چسبندگی دارد. در فرمولسیون بدون قند، ایزومالت GS به

ساکارز ارتباط دارد (یعنی متبلور شدن جز ارتقا فرمول) است. HSH (به عنوان مثال شیره مالتیتول) با شیره گلوکز ارتباط دارد (یعنی جز ممانعت کننده متبلور سازی فرمول است).

پایداری و قابلیت جویدن محصول نهایی بستگی به خواص بلور سازی مولکول های کریستالیزه دارد، این نیز تحت تأثیر رطوبت نهایی توده با جوش پایین و سایر مواد، است. در مورد مواد با جوش پایین مبتنی بر شیره ساکارز/گلوکز، بخش ساکارز به سرعت، کریستاله می شود و در محدوده آب ۶ تا ۱۰ درصد کنترل می شود. اگر مقدار رطوبت بیش از حد کم باشد، کریستاله شدن رخ نمی دهد به طوریکه آب نبات سخت مانند یک دیرجوش (غیربلوری مانند) در میاید. محتوای آب بیش از حد منجر به محصولی می شود که از لحاظ فرم، شکل نمی گیرد (مثل جریان سرد، چسبنده). همان روش را می توان برای نسخه های بدون قند، با یک تفاوت عمده، استفاده کرد. از آنجاییکه تمام جایگزینهای قند به صورت خود به خودی به عنوان ساکارز، بلوری نمی شوند، افزودن بلور دانه^{۲۰} به عنوان یک آغازگر کریستاله شدن، توصیه می شود.

آن، به طور تجربی نشان داده شده که دانه با توده کند جوشان همراه با ایزومالت ST پودر شده، پس از فرآیند جوش و قبل از مرحله همگن سازی یا خمیدگی، یک بهبود کنترل ثبات قالب و کیفیت جویدن محصول نهایی را امکان پذیر، می سازد. در همان زمان، افزایش ویسکوزیته توده کارامل، کاهش چسبندگی و افزایش فرم پایدار، را به همراه دارد. اگر هیچ دانه بندی نبود، ایزومالت حل شده به آرامی دوباره کریستاله می شود. از آنجا که ایزومالت با دو مولکول آب، دوباره کریستاله می شود، محتوای آب آزاد در توده با گذشت زمان کاهش می یابد تا زمانی که به سختی مورد نظر برسد. بنابراین بسیار مهم است که متبلور شدن را برای دانه بندی با ایزومالت پودر شده سرعت ببخشیم، در حالیکه یک مقدار ثابت آب (حدود ۷٪) در طول تولید، حفظ شود. با توجه به این واقعیتکه محلول ایزومالت دارای حلالیت کم است، بخشی از پودر ایزومالت اضافه شده به عنوان دانه های کریستاله برای ایزومالت حل شده، باقی خواهد ماند. به عبارت دیگر کیفیت نهایی در یک مرحله بسیار اولیه، به دست می آید. محصول در طول مدت زمان طولانی در طول ذخیره سازی بیشتر، بدون تغییر می ماند.

توزیع همگن پودر اضافه شده، تأثیر بسزایی در ساختار و ثبات ذخیره سازی مواد جوش پایین، دارد. توزیع را می توان با روش های مختلف به دست آورد: با یک ماشین همگن ساز (به عنوان مثال Zehnder Homozenta) یا با ضربه زدن به پودر تحت فشار در یک طبال با فشار ناپیوسته (مثل سیستم Ter Braak).

۵-۱۵-۱- آدامس‌های جویدنی

ایزومالت ST-PF برای تولید آدامس نواری، قرصی یا تویی جویدنی، توصیه می‌شود. به دلیل قابلیت حل شدنی پایین و مشخصات شیرین کننده ترجیحی، ایزومالت به عنوان یک عامل کاربردی در آدامس جویدنی، استفاده می‌شود. حلالیت کم، باعث می‌شود که ایزومالت در بافت آدامس جویدنی، بلورین باقی بماند، که منجر به ساختار نرمتر/صافتر بافت محصول می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که آدامس‌های جویدنی حاوی ۱۰-۱۵٪ ایزومالت است که برای مدت زمان طولانی نسبت به سایر آدامس‌های جویدنی بدون قند، انعطاف پذیرتر می‌باشند. علاوه بر این، آزمایش‌های حسی نشان داده که حلالیت کم ایزومالت اثر طولانی مدت‌تری را در رابطه با رهاسازی طولانی طعم و شیرینی ایجاد می‌کند. هیچ نیازی ویژه‌ای برای فراوری توده آدامس حاوی ایزومالت جویدنی، وجود ندارد. آدامس‌های بر پایه بلورهای ایزومالت، رویکردی جالب و جدید در محصولات بدون قند است تا بیشتر برای انتشار طعم طولانی مدت گسترش یابد.

۵-۱۵-۱- بلورها با طعم ایزومالت

با توجه به سطح متخلخل کریستال ایزومالت (گرانول)، می‌توان مقدار معینی از طعم یا رنگ را جذب کرد. همانطور که حلالیت آن کم است، انحلال در طی جویدن، نسبت به قند، آهسته تر است، بنابراین اثربخشی آن برای حفظ طعم، بیشتر می‌شود. بنابراین، کریستالهای طعم دهنده ایزومالت باعث احساس عطر و طعم دلپذیر و اثر ریگ مانند برای آدامس در حال جویدن، می‌شود.



میکس-پخت-خلأ سازی- میکس-دانه‌بندی- همگن سازی- خمیدگی/تازیانه‌پیچی- خنک‌کنندگی- شکل‌دادن/

برش

شکل ۲۰. تولید جوش پایین ایزومالت. منبع: اقتباس از Palatinit GmbH (۲۰۰۵).

* مخلوط کردن آب، Isomalt GS، شربت پلی ال (مثلا شربت مالتیتول)، صمغ عربی، روغن گیاهی، امولسیفایرها، سوکرالوز

* جوش تا ۱۲۵ درجه سانتی گراد- ۱۳۰ درجه سانتیگراد؛ رطوبت هدف: حدود ۷٪

* خلا سازی از موردی به مورد دیگر

* اضافه کردن اسید سیتریک و ISOMALT ST-PF، میکس کردن به طور همگن

* اضافه کردن طعم و ترکیب، کتری را خالی کنید

- * خنک کردن توده تا ۴۴ تا ۴۶ درجه سانتی گراد
- * خمیدگی توده ی سرد برای ۵ تا ۱۰ دقیقه (دمای ۴۷ تا ۴۹ درجه سانتیگراد)
- * به صورت متناوب، خمیدگی مرحله فرآیند را می توان با استفاده از ماشین تازینانه پیچ فشاری، تنظیم کرد
- * خنک کردن توده كوچك تا زمانی كه برای پردازش بیشتر، ثبات مطلوب، حاصل شود
- * دانه بندی اتفاقی با ISOMALT ST-PF (۱۰%)
- * فرم دادن/برش

درصد	اجزای ترکیبی
24.40	ISOMALT GS
8.40	ISOMALT ST-PF
51.00	شریت مالتیتول
7.85	آب
5.64	روغن نباتی
0.95	صمغ عربی
0.90	اسیدسیتریک
0.60	امولسیفایر
0.60	مزه و طعم
0.25	سوکراالوز
0.01	کل
100.00	

جدول ۳. دستورالعمل اصلی برای آببناتهای جویدنی ایزومالت

a به عنوان مثال 40 Grindsted HA E 471 (Grindsted/DK) و 50 Sistra SB50 E 473 (Sisterna/NL) در نسبت ۲: ۱. منبع: Palatinit GmbH (۲۰۰۵).

۵-۱۶- روکش پان

ایزومالت GS برای این کاربرد مناسب است زیرا دارای حلالیت کم و گرایش بیشتری به بلوری شدن دارد. پوشش ایزومالت GS با توجه به ویژگی های فوق العاده آن، فرصت های مختلفی را ارائه می دهد: تولیدکنندگان شیرینی می توانند در هنگام استفاده از ایزومالت GS در آدامس های جویدنی بدون قند با روکش پان، استفاده کنند، زیرا ایزومالت GS دارای صدای خرد شدن خوبی است و پوشش آن عمر مفید خوبی دارد. این کاربرد برای صنایع دارویی نیز مهم است، زیرا مواد فعال باید محافظت

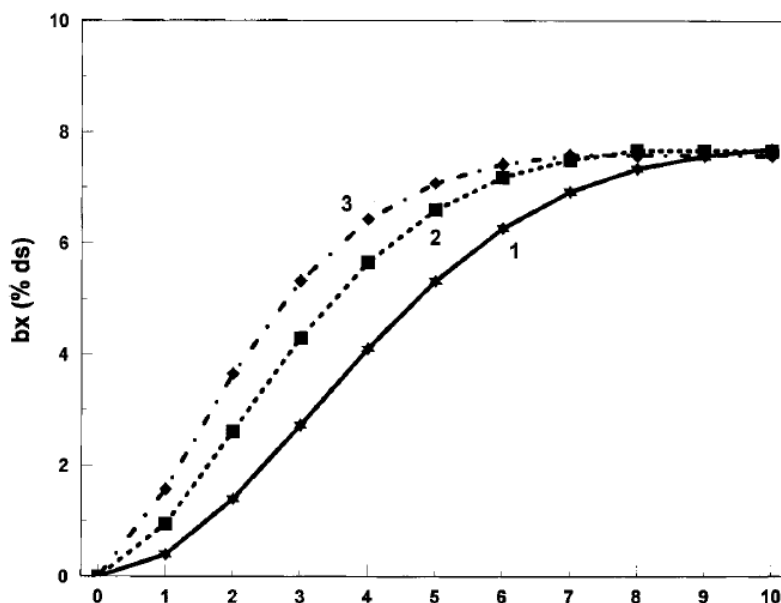
شوند. مراکز حاوی مواد دارویی را می توان با ایزومالت GS پوشش داد تا یک مانع حفاظتی ایجاد شود.

نم پذیری پایین محصولات با پوشش ایزومالت GS، به این معنی است که هیچ گونه مواد بسته بندی گران مانند بسته بندی پلیستر مورد نیاز نیست، بسته بندی ساده کارتن مانند جعبه ZetKLIK، کفایت می کند. پوشش سخت با ایزومالت GS نیاز به زمان پوشش نسبتاً کوتاه نسبت به سایر پلی‌الها دارد. یکی دیگر از مزایای مهم پوشش ایزومالت GS، پایداری آن در برابر ضربه های ساییده است که در طول پوشش دیده می شود. این مساله، آسیب را کاهش می دهد و در گوشه ها و لبه های محصولات پوشش داده شده به خوبی تعریف شده است.

۵-۱۶-۱- فن آوری پوشش پان

پوشش با ایزومالت GS می تواند به راحتی با تکنیک های پوشش سنتی و استفاده باز و همچنین تمام سیستم های پوششی خودکار، صورت بگیرد.

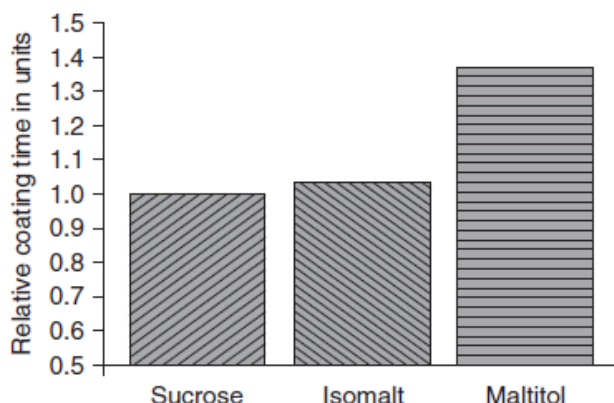
روش پوشش بستگی به نوع تجهیزات پوششی و نوع مرکز - خواه چه یک آدامس جویدنی با مرکز سخت و یا یک مرکز نرم باشد. به طور کلی، سه روش مختلف پنینگ سنتی معمولاً با ساکارز که معمولاً برای ایزومالت GS مناسب هست، وجود دارد. هر نوع مرکزی می تواند با ایزومالت GS پوشش داده شود. در صورتی که سطح مراکز، خشن، چسبنده یا چرب باشد، باید با محلول حاوی صمغ عربی و یک پودر گردگیری (ایزومالت ST-PF) با رطوبت، به منظور دستیابی به سطح نرم و صاف، از پیش پوشش داده شود. مقدار پودر ایزومالت باید مطابق با آن تنظیم شود تا مراکز برای پوشش نهایی، مناسب باشند. در مورد قرصهای جویدنی آدامس، هیچ پیش پوششی، به طور معمول مورد نیاز نیست.



شکل شماره ۲۱. فعالیت نامحلول بودن آدامس پوشش داده شده با ایزومالت ST، ایزومالت GS و زایلنول برآورد شده با اندازه گیری brix (bx); ۱= ایزومالت ST، ۲= ایزومالت GS، ۳= زایلنول

پوسس سحب بر پایه اصل تیریدی منبور سن اسب. این محلول برای مراحل چرخشی اعمال می شود و روی سطح پراکنده می شود. آب با هوای ورودی گرم یا سرد، تبخیر می شود. لایه های نازک بلورین در سطح، توسعه می یابند. دمای ورودی هوا باید بسته به نوع مرکز، ۱۰-۴۰ درجه سانتیگراد و رطوبت هوا تا حد ممکن، خشک شود (حداکثر ۴۰ درصد رطوبت نسبی). در طول فرایند پوشش باید علاوه بر محلول، برای جلوگیری از دوز بیش از حد و تضمین یک توزیع خوب، تنظیماتی، صورت بگیرد. در ابتدای فرایند پوشش، ضروری است که دوز محلول در لایه را به میزان کافی برای مرطوب کردن مراکز به طور کامل، محدود کنید. مقدار ایده آل محلول در هر لایه باید در طول فرایند پوششی، بسته به کارکتر مراکز، تجهیزات مورد استفاده و در شرایط تنظیم شده در طی روند، تنظیم شود. بعضی از مراکز مانند قرصهای آدامس جویدنی یا آبنباتهای جویدنی، تمایل به چسبندگی در طول ۳-۴ دوره اول دارند. برای غلبه بر این دوره چسبندگی (ابتدا ۳-۴ سیکل)، توصیه می شود خاکه با ایزومالت ST-PF، به زودی در محلول به خوبی توزیع شود. برای رسیدن به سطوح صاف، توصیه می شود که محتوای جامد محلول را برای کاهش دوز شربت در هر زمان مرطوب کردن و یا افزایش قبل از خشک شدن با هوا، کاهش دهید. مواد رنگ آمیزی و صیقل (به عنوان مثال موم کارنوبا) را می توان به عنوان پوشش قند معمولی، استفاده کرد. اگر محصولات با پوشش سفید، مورد نظر باشد، افزودن دی اکسید تیتانیوم تا ۱٪ برای محلول پوششی، توصیه می شود. این باعث بهبود کیفیت و ظاهر محصول می شود.

ایزومالت GS دارای یک عملکرد طول عمر مفید عالی است. بر اساس گرایش کم به جذب رطوبت، محصولات با پوشش ایزومالت GS برای بسته بندی ساده سبک (مثلا جعبه flip-top) مناسب هستند. زمان پوشش مورد نیاز، بستگی به ماهیت مراکز و ضخامت مورد نظر دارد. با اینوجود، مدت زمان پوشش در مقایسه با پوشش قند مورد نیاز است، اما در مقایسه با دیگر جایگزین های قند (شکل ۲۲ را ببینید)، ایزومالت دارای زمان پوشش به طور قابل ملاحظه ای کوتاه تری است. جدول ۴ یک دستورالعمل استاندارد پوشش محلول ایزومالت GS، را نشان می دهد.



شکل ۲۲. زمان پوشش نسبی شیرین کننده های مختلف قند. روش: Driacoater Vario 500\600. منبع: اقتباس Suedzucker AG، ZAFES (۲۰۰۱).

درصد	اجزا ترکیبی
65.00	ISOMALT GS
29.80	آب
0.05	آسپارتام
0.05	Acesulfame-K
4.10	صمغ عربی ۵۰٪
1.00	دی اکسید تیتانیوم
100.00	کل

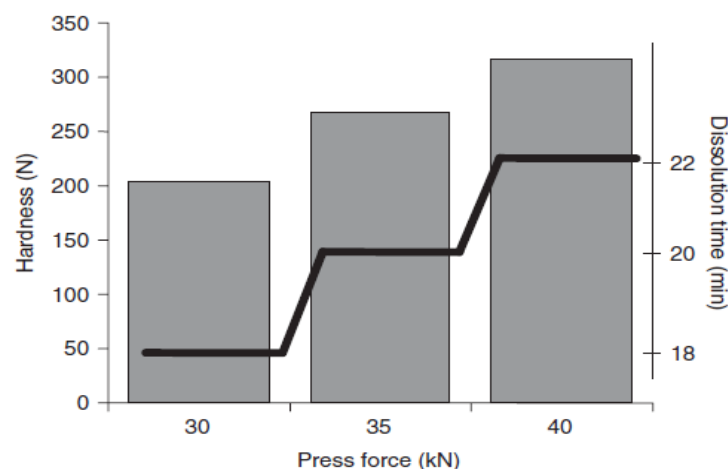
جدول ۴ دستورالعمل اصلی برای پوشش محلول GS ایزومالت. منبع: Palatinit GmbH (۲۰۰۵)

۱۷-۵- قرص های فشرده

ایزومالت DC برای فشرده سازی مستقیم برای تولید شیرینی های شیرین بدون قند یا قرص های طبی، طراحی شده است. می توان آن را در ماشین های متعارف، فشرده کرد (مثلا پرس های دوار). بنابراین، ضروری است که یک پودر تراکمی با قابلیت جریان بسیار بالا و با توزیع اندازه ذرات

باریک و بدون تمایل به چسبندگی، داشته باشید. ایزومالت DC در دو نوع موجود است. ایزومالت DC 100 که بر اساس ایزومالت ST است و ایزومالت DC 200 از ایزومالت GS ساخته شده است. تفاوت بین دو نوع در رفتار مکیدن است. ایزومالت DC 200 باعث می شود سطح نرم با عطر و طعم سریع و آزادی دارو با سرعت بیشتر صورت بگیرد، همینطور ایزومالت DC 200 محلولتر است. هر دو نوع، قدرت خرد کننده مشابهی را نشان می دهند. همانطور که در شکل ۲۳ نشان داده شده، ایزومالت DC بسیار انعطاف پذیر است و امکان تولید قرص با سختی و ویژگی های انحلال مختلف را دارد، آن لوزی شکل، قابل جویدن و یا می تواند گاز دار باشد. یکی دیگر از ویژگیهای برجسته ایزومالت DC به طور کلی این است که اثرات خنک سازی ناخواسته را تولید نمی کند، اما طعمهای مختلف در انواع مختلف را، بهبود می بخشد.

هر دو درجه، حاوی مقادیر کم نم پذیری برای ایزومالت هستند که باعث می شود بسته بندی مواد، کمتر ضرورت پیدا کند. بسته به اجزای دیگر فرمولاسیون قرص، معمولاً لازم نیست که یک ماده جانبی را اضافه کنید. به منظور روانکاری رنگ ها، باید ۰/۵ تا ۱ درصد از استارات کلسیم یا منیزیم اضافه شود.



شکل ۲۳. مقایسه زمان انحلال قرص های ایزومالت بسته به نیروی فشار اعمال شده. هندسه قرص ۱۸ میلیمتر؛ $m = 1000$ میلی گرم؛ با شکل. منبع: اقتباس Suedzucker AG، ZAFES (۲۰۰۰).

درصد	اجزای ترکیبی
۹۸/۴	ISOMALT DC
۰/۳	شیرین کننده قوی
۰/۳	اسیدسیتریک
۰/۵	طعم
۰/۵	استارات منیزیم

جدول ۵. دستورالعمل اصلی برای فرمولاسیون قرص ایزومالت DC

در بعضی از کشورهای آسیایی استفاده از استارات^{۲۱} ها مجاز نیست، بلکه می توان از استرهای ساکارز استفاده کرد. در نهایت، فرمولاسیون قرص ایزومالت DC می تواند به همان اندازه ساده باشد که در جدول ۵ نشان داده شده است.

۵-۱۸- آب نبات های کم بخارپز

آب نبات های کم بخارپز شده اغلب فاز کریستالی و غیر کریستالی دارند. ایزومالت می تواند جایگزین شکر در مرحله غیر کریستالی شود. افزودن ژلاتین و چربی به آب نبات آن را قابل جویدن می کند. محتوای آب جوش بر کریستال شدن تاثیر می گذارد و بایستی بین ۶ تا ۱۰ درصد باشد. شکل و فرم، پایداری و چسبندگی اغلب مشکلات رایج در آب نبات های بخارپز هستند. اگر چسبندگی این نوع از آب نبات ها کم شود باید سطح فاز کریستالی را افزایش داد. رطوبت پذیری کم ایزومالت باعث کاهش چسبندگی در خنک سازی، شکل دهی، برش و بسته بندی می شود. علاوه بر این، این کار از چسبیدن توده نرم به بسته بندی جلوگیری می کند. پس از فرایند جوشاندن غلظاندن توده آب نبات در پودر ایزومالت باعث افزایش پایداری فرم و کاهش چسبندگی می شود.

۵-۱۹- محصولات پخته شده

خواص پخت و پز ایزومالت در موسسه برای ذرت، سیب زمینی و فناوری نشاسته در دیتمولد، آلمان، مورد بررسی قرار گرفتند. از آن زمان به بعد تحقیقات مستمر در این زمینه انجام شده است. این به معنی برخورد با طیف گسترده ای از محصولات پخته شده، خمیر های مختلف، تخصص های محلی و انتظارات از طعم، است. ایزومالت یک عنصر جالب در فرمولاسیون هایی با ادعاهایی مانند "بدون قند اضافه"، "پاسخ گلیسمی پایین" و محصولات پخته شده سبک، است. با جایگزین کردن آن با قند، می توان در طول تولید یک محصول خوشمزه با کاهش کل کالری بین ۱۰ تا ۲۰ درصد به دست آورد.

درصد	اجزای ترکیبی
۶۶	میوه (توت فرنگی)
۳۳/۲۱	ISOMALT GS
۰/۰۴	اسید سوربیک
۰/۲۶	اسیدسیتریک
۰/۴۶	پکتین (کم آمینه و کم استری شده)

Acesulfame-K کل	۰/۰۳ ۱۰۰
--------------------	-------------

aFA. Herbstreith & Fox, AU 015, 125° SAG.

جدول ۶. دستورالعمل اصلی برای قرار دادن بر روی میوه.

خصوصیات زیر در هنگام ایجاد یک دستور العمل برای محصولات پخته باید مورد توجه قرار گیرد:

- ایزومالت ST دارای حلالیت پایین (۲۰/۲۴/۵ درصد سانتیگراد) است.
- ایزومالت GS دارای حلالیت بالاتر (۲۰/۴۱/۶ درصد سانتیگراد) است.
- بدون واکنش میلارد با ایزومالت اتفاق می افتد؛
- شیرینی ملایم بدون عطر و طعم؛
- ایزومالت در نم پذیری، در حداقل امکان است.

ایزومالت ST انتخاب ارجح برای کوکی ها یا بیسکویت ها است و می تواند به تنهایی جایگزین تنها ساکارز، شود. بسته به دستور غذا این میزان بین ۱۰ تا ۲۰ درصد متغیر است. با توجه به نم پذیری کم، محصولات نهایی دارای عمر مفید زیادی هستند. به عبارت دیگر، با توجه به کاهش جذب رطوبت، بیسکویت ها در طول مدت زمانی طولانی، به صورت کرانچی می ماند که یک مزیت مطلوب برای کوکی ها و بیسکویتهاست. هیچ و یا تغییرات جزئی در فرایند تولید ضروری است. در کاربردهای کیک اسفنجی، ایزومالت GS توصیه می شود، زیرا محلولیت آن بالاتر است. ترکیبی با جایگزینهای غیر کریستالی قند و هیومکتانت^{۲۲}، توصیه می شود تا ظرفیت پیوند با آب ایزومالت در محصولات با رطوبت بالا، افزایش یابد.

۵-۲۰- اسپرید^{۲۳} میوه

کیفیت اسپریدهای میوه ای ایزومالت GS با توجه به طعم، قوام، ظاهر و محتوای کالری، بسیار مثبت است. با توجه به این واقعیت که ایزومالت GS در محیط اسیدی پایدار باقی می ماند، اسپرید میوه ها دارای رفتار بسیار خوب ژلی، حتی بهتر از ساکارز است. در طول ذخیره سازی اسپرید با ایزومالت GS، یک به هم چسبیدن، ضعیف دیده می شود. به هم چسبیدن، جداسازی آب را روی سطح مربا توصیف می کند و باعث اختلال ناخوشایند چشمی و توانایی اسپرید شدن ضعیف بر روی قسمتهای نان، می شود. قهوه ای شدن اسپرید ایزومالت GS نسبت به مربای ساخته شده با قند، قابل مقایسه است. با این وجود، طعم و مزه اسپرید میوه ایزومالت GS، خیلی جاذب و بدون لذت ثانویه است. همچنین در صورتیکه ماده خشك خفیف بین ۲۵ تا ۳۰ درصد از محصول نهایی مورد نظر باشد، می

22 - humectant

23 - spread

توان از يك طعم خوش آیند در تركيب با شیرین کننده‌هایی قوی، استفاده کرد. جدول ۶ یک دستورالعمل اولیه برای اسپریدهای میوه را نشان می‌دهد.

۵-۲۱- غذای صبحانه، غلات چوبی و موزلی

محصولات بدون قند و کم قند در تغذیه، خیلی مهم هستند. با داشتن مقدار قند بالای ۱۰ تا ۲۰ درصد، در بعضی موارد تا ۴۰ درصد، غلات صبحانه و محصولات مربوطه برای مقداری از قند یا بدون قند، از پیش تعیین شده است. طعم و بافت خوب یعنی، لذت از مصرف یک محصول، به همان اندازه ارزش تغذیه‌ای آن، مهم است. اکثر این محصولات فقط حاوی قند کمتر یا برخی از قند به عنوان مثال، با فیبرها، جایگزین شده است. کاهش ساده قند و یا جایگزینی با مواد تشکیل دهنده‌ای که خواص اساسی قندی را ندارند منجر به تغییرات بافت و طعم محصولات می‌شود. کیفیت محصول معمولی، از دست می‌رود. بنابراین جایگزینی قند توسط ایزومالت ST در غلات صبحانه و دیگر محصولات غلات، نتایج مشابه یا بهتر را با توجه به طعم و مزه، تیزی، bowl-life و رنگ، به همراه دارد. مهمترین ویژگی ایزومالت ST در محصولات غلات، این است که می‌تواند جایگزین قند در مقدار معادل آن شود. علاوه بر خواص فیزیولوژیکی آن، به خصوص حلاطیت کم، نم‌پذیری پایین و بدون واکنش میلارد ایزومالت ST، آن، همچنین به بهبود طول عمر و بافت محصولات غلات، کمک می‌کند.

۵-۲۱-۱- غلات صبحانه اکسترود شده

در غلات اکسترود شده، ساکارز به آسانی می‌تواند توسط ایزومالت ST-F یا ST-PF جایگزین شود. به طور معمول، غلات اکسترود شده حاوی ۵ تا ۱۵ درصد ساکارز است. نسخه‌های بدون قند اضافه می‌توانند با جایگزینی کامل ساکارز، تهیه شوند. از لحاظ فنی، ایزومالت ST با توجه به فرآیند تولید و چگالی و ظاهر محصول نهایی، بسیار شبیه به ساکارز است. ایزومالت ST به عنوان یک روان کننده کار می‌کند و به کاهش نیروهای فرایند در تکنولوژی اکسترودر، کمک می‌کند. غلات اکسترود شده با ایزومالت ST اغلب دارای بافت نرم‌تر و سخت‌تر است. علاوه بر این، با توجه به حلاطیت کم آن، ایزومالت ST ممکن است به افزایش ترد شدن غلات صبحانه در هنگام ترکیب با شیر کمک کند (طول عمر مفید). دستورالعمل معمولی برای اکستردات غلات را در جدول زیر ببینید.

۵-۲۱-۲- غلات صبحانه آغشته (اندود شده)

پوشش های غلات معمولاً در تجهیزات پوششی مناسب نظیر کوره های پوشش یا درام های مناسب، ساخته می‌شوند. در مقایسه با فرایند پوشش (به عنوان مثال آدامس جویدن)، فقط یک سیکل پوشش (استفاده از شیر جاذب)، مورد نیاز است. در مقایسه با رویه خامه‌ای کیک یا شیرینی و یا لعاب قندی، ایزومالت نیاز به تنظیم پارامترهای خشک شدن محصولات آغشته قبل از بسته بندی دارد. به طور کلی، دمای خشک شدن خط تولید موجود، باید کاهش یابد. جزئیات فرایند و فرمولاسیون اساسی برای لعاب و رویه خامه ای، در صورت درخواست، در دسترس هستند. بسته به نوع ایزومالت، می توان رویه خامه ای و لعاب را تولید کرد. ایزومالت ST، برای تولید رویه خامه ای پایدار و براق، مناسب است. در سایه رفتار متبلور شدن خوب، ایزومالت GS برای تولید پوشش یخ زده با یک ظاهر کریستالی و سفید زیبا، مناسب است. یک محلول ایزومالت ST با محتوای جامد ۸۰-۸۲٪ برای لعاب و یک محلول ایزومالت GS با محتوای جامد ۷۶-۷۹٪ برای رویه خامه‌ای^۴ در دمای مربوطه تهیه می شود. به طور کلی، حلالیت کم و اثر نم پذیری پایین، تاثیر مثبتی بر عملکرد محصول نهایی دارند.

درصد	اجزای ترکیبی
۶۹/۳۰	آرد گندم نوع ۴۰۵
۱۵	آرد یولاف HK
۱۲	ISOMALT ST
۱	مالت روشن
۲/۱	مالت تیره
۰/۶	نمک
۱۰۰	کل

جدول ۷. فرمول بندی معمول برای غلات اکستروود شده - شکل غلات : حلقه ای ، ضخامت ۵-۶ میلی متر

۵-۲۱-۳- ایزومالت ST در محصولات غلات پخته مانند برشتوک

ایزومالت ST در تولید برشتوک ، با موفقیت آزمایش شده است. اساساً، بلغور غلات در یک شیر ممتنی بر ایزومالت ST تهیه شده تا زمانی که بلغور با رطوبت خیس می شوند. پس از یک فرایند پیش خشک کردن، بلغور خیس شده به صورت برشتوک با استفاده از غلطک های پولکی، شکل می گیرد که بلغورهای خیسانده در فاصله بین دو غلتک، چلانده می‌شود. سپس پولکهای حاصل از آن برای مدت کوتاهی در درجه حرارت بالا قرار می گیرند. از آنجایی که ایزومالت ST، واکنش میلارد (قهوه ای شدن) را تجربه نمی کند، رنگ محصول نهایی کمی روشنتر است و طعم تست شده، کاهش می یابد.

با توجه به خواص فیزیکی آن، ایزومالت ST حاوی برشتوکی است که عمر مفید بسیار خوبی دارد.

۵-۲۱-۴- چوب غلات نرم، چوب کرانچی و خوشه‌های موزلی

ایزومالت ST را می‌توان به عنوان یک پیوند دهنده برای چوب گرانولا/غلات نرم و یا کرانچی، استفاده کرد. برای بافت نرم، ترکیبات (مثلاً شیر مالتیتول) را می‌توان توصیه کرد. شیر مالتیتول به دلیل خاصیت نم‌گذاری و غیربلوری بودن، جاذب رطوبت می‌باشد. برشهای ایزومالت با بهبود مشخصات طعم و کاهش چسبندگی، فرموله می‌شود. همچنین طول عمر مفید به علت کم بودن سطح نم‌پذیری ایزومالت، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. اضافه کردن اینولین یا الیگوفروکتوز اجازه می‌دهد ادعاهای بیشتر مانند پروبیوتیک یا فیبر غنی شده، مطرح باشد. برای میله‌های موزلی کرانچی یا خوشه‌های موزلی، ایزومالت ST می‌تواند به عنوان جایگزین تک قند یا ترکیبی با اینولین/الیگوفروکتوز، استفاده شود، اگر ادعا شده پروبیوتیک بودن یا فیبری بودن، مدنظر باشد. فرایند اصلی این است که یک نوع توده آب نبات تولید کنیم که سپس با موزلی، چوب(میله) گرانولا یا غلات، ترکیب شود. فرایندهای دیگر از محلول ایزومالت ST بسیار غلیظ شده استفاده می‌کند که با پایه غلات/موزلی، مخلوط شده و سپس درون خوشه یا میله‌ها، خشک شده و فرم می‌گیرد. با توجه به چوبهای کرانچی خیلی کم نم‌پذیر و همچنین خوشه‌های موزیلی، یک عمر مفید بسیار طولانی را انتظار داریم و همچنین آن در طول زمان، با صدای خرد شدن در زیر دندان همراه است.

۵-۲۲- کاربردهای داروسازی

ایزومالت جهت کاربردهای داروسازی از اهمیت خاصی برخوردار است:

- حلالیت آهسته
- پایداری شیمیایی
- رطوبت‌پذیری کم
- پایداری حرارتی

ایزومالت می‌تواند بعنوان یک ناقل خنثی در طیف وسیعی از کاربردهای دارویی مانند جوش بالا، قرص‌ها و پودرهای نوشیدنی فوری استفاده شود. حلالیت کم ایزومالت در مواردی مثل جوش بالا و قرص‌های حاوی مواد فعال از مزایای آن است. حلالیت جوشان بالا ساخته شده با ایزومالت حدود یک سوم کمتر از جوش بالا شکر است و قرص ایزومالت تقریباً دو برابر آهسته‌تر نسبت به نوع قندی خود حل می‌شود. بنابراین، اجزاء فعال به آرامی آزاد شده و در مدت زمان طولانی در دهان باقی

می مانند. رطوبت پذیری کم ایزومالت پایداری محصولات دارویی را برای چندین سال تضمین می کند. این زمانی مهم است که مواد تشکیل دهنده مستعد هیدرولیز شدن هستند.

۵-۲۳- بررسی اجمالی: کاربردهای بیشتر

• اسپرید نان (به عنوان مثال اسپرید فندق/شکلاتی)

• نان بادامی

• بادام عسلی

• مارزییان (شیرینی با خمیر آرد بادام و شکر)

• فوندان

• بستنی

• توده های شلاق خورده برای چوب شکلاتی

• چیزهای روی سفره

• دسر/محصولات شیری

برای تمام کاربردهای ذکر شده، فرمولاسیون و توضیحات فرایند، در دسترس هستند.

ارزیابی در مورد سمیت

مطالعات سم شناسی و متابولیسم گسترده ای در خصوص سلامت ایزومالت انجام شده است (۲۸-۲۵). نتایج این مطالعات در گزارش سازمان بهداشت جهانی که توسط کمیته تخصصی افزودنیهای غذایی (JECFA) آمده است. در این گزارش برای ایزومالت ADI ذکر شده که به معنی "مشخص نشده است"، و یعنی سالمترین رتبه بندی که به مواد غذایی اختصاص یافته می باشد.

۶. ایمنی

ایمنی ایزومالت توسط تعداد زیادی از مقامات بهداشتی در سراسر جهان به عنوان بخشی از روند تاییدی، مورد تایید قرار گرفته و در نتیجه تأییدیه ها برای مواد غذایی و یا افزودنی های مواد غذایی بسته به قوانین ملی است. در شکل بین المللی، ایزومالت توسط JECFA، کمیته مشترک کارشناسان مواد افزودنی WHO/FAO و سازمان مشورت Codex Alimentarius سازمان ملل، مورد ارزیابی قرار گرفت. JECFA یک نتیجه ارزیابی ایمنی ADI مشخص نشده را در سال ۱۹۸۶ تعیین کرد، بنابراین کمیته نیازی برای مصرف روزانه قابل قبول عددی محدود (ADI) در نظر نداشت.

بنابراین، ایزومالت برای استفاده در غذا، طبق دستورالعمل تولید خوب در قانون بین المللی مواد غذایی (جدول ۳ استانداردهای عمومی Codex Alimentarius در مورد مواد غذایی)، به طور کلی

مورد تایید قرار گرفت. برای تجارت بین المللی، مشخصات توسط JECFA تهیه شد که شامل روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) برای تعیین ایزومالت به صورت یکسان و در غذا بود. کمیته استاندارد اروپا، کمیته فنی CEN/TC 275 "تجزیه و تحلیل مواد غذایی-روشهای افقی، تقریباً کار خود را بر روی یک روش برای تعیین ایزومالت، لاکتیتول، مالتیتول، مانیتول، سوربیتول و زایلیتول در مواد غذایی به پایان رساند (CEN، ۲۰۰۵).

۷. وضعیت قانونی: در سراسر جهان

ایزومالت به عنوان یک غذا یا افزودنی مواد غذایی در بیش از ۷۰ کشور در تمام مناطق اصلی جهان (به عنوان مثال کشورهای تحت پوشش اتحادیه اروپا، NAFTA و MERCOSUR، روسیه، چین، ژاپن، هند، استرالیا/نیوزیلند، تعدادی از کشورهای آسیایی و غیره)، استفاده می شود. به طور کلی تأییدیه سلامت آن توسط اداره غذا و داروی ایالات متحده در سال ۱۹۹۰ به رسمیت شناخته شد، و مورد قبول قرار گرفت. از آن پس، ایزومالت در ایالات متحده به عنوان ماده بی ضرر به بازار عرضه شده است. در ژاپن، ایزومالت به عنوان غذا مورد قبول است. ایزومالت در استاندارد عمومی مواد افزودنی غذایی Codex Alimentarius برای استفاده در حالت کلی با توجه به رویکرد خوب تولید، گنجانیده شده است. ایزومالت نیز به عنوان یک ماده افزودنی در محصولات دارویی در تعداد زیادی از کشورهای جهان، مورد استفاده قرار می گیرد. ایزومالت در کیفیت دارویی براساس ویژه نگاشت^{۲۵} در مورد ایزومالت در کتاب دستور داروسازی اروپا، در دسترس است.

۸. پژوهش های جدید

سال ۲۰۱۸ نتایج مطالعه ای در آلمان در رابطه با تولید صنعتی ایزومالت با روش

Robust enzyme immobilizates منتشر گردید.

ایزومریزاسیون ساکارز به ایزومالتوز برای تولید ایزومالت با آنزیم سوکروز ایزومراز یک فرایند صنعتی شناخته شده است که ترجیحاً با استفاده از بیوکاتالیست های تثبیت شده (Immobilized) انجام می شود. این فرایند دارای محدودیت ها و هزینه هایی است که می توان با این روش جدید از آنها کاست.

پژوهشی در سال ۲۰۱۵ در رابطه با تولید اسنک سیب سبز با استفاده از ایزومالت در آرژانتین انجام شده است.

نتایج این تحقیق نشان می دهد که افزودن ایزومالت به همراه کلسیم و مالتودکسترین تاثیر مثبت بر مشتری پسندی و ویژگی ها و خواص فیزیکی اسنک ها می گذارد و همچنین به علت جذب کمتر آب تردی بافت اسنک ها در طول زمان بهتر حفظ می شود و در رنگ، بافت و طعم بهبود ایجاد می گردد.

در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۱ که در کشور ترکیه انجام شده است، ماست یخ زده با ایزومالت و اینولین فرموله شد. نتایج نشان داد که طعم و ویژگی های بافتی، ذوب و ویسکوزیته بهبود پیدا کرد و در نتیجه تولید ماست یخ زده با این فرمول جذابیت خواهد داشت.

۹. نتیجه گیری

ایزومالت تنها جایگزین فله ای قند است که منحصر از ساکارز ساخته شده است. با یک فرآیند تولید دو مرحله ای شامل تبدیل آنزیمی و همچنین فرایند هیدروژناسیون، ایزومالت، مخلوطی از دو الکل دی ساکارید ۱،۱-GPM-دی هیدرات و ۱،۶-GPS، بدست آمده است. با توجه به ویژگی های فیزیولوژیکی، آن می تواند به عنوان یک جزء اساسی در طیف وسیعی از محصولات با کیفیت بالا، بکار رود (به عنوان مثال "بدون قند"، "کاهش کالری" و / یا "خراب شدن دندان را سبب نمی شود"). علاوه بر این، محصولات ایزومالت مطابق با سبک زندگی گلیسمی پایین است. با توجه به مشخصات طعم و مزه آن که شبیه ساکارز است، محصولاتی که بر پایه ی ایزومالت ساخته شده اند به سختی با همتایان سنتی خود قابل تمیز دادن است.

از لحاظ تولید، مهندسی تجهیزات فراوری موجود می تواند برای همه برنامه های کاربردی بدون نیاز به تغییرات عمده استفاده شود. علاوه بر این آن در کالاهای پان، شکلات، محصولات پخته شده و محصولات غلات، آب نبات سخت بدون قند، کاربرد دارد. به طور خلاصه، ایزومالت یک شیرین کننده حجمی ایده آل برای جایگزینی قند در طیف وسیعی از محصولات است. با خواصش، تقاضای مصرف کنندگان برای لذت بردن از محصولات سالم با کیفیت بالا با طول عمر مفید را می تواند برآورده سازد.

1. A. Gostner et al., Effects of isomalt consumption on gastrointestinal and metabolic parameters in healthy volunteers, **2005**, British Journal of Nutrition
2. F. Hellmers et al., Robust enzyme immobilizates for industrial isomalt production, **2018**, Molecular Catalysis journal
3. G. Livesey, Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties, **2003**, Nutrition Research Reviews journal
4. L. O'Brien Nabors, Alternative sweeteners, **2011**
5. M. Grembecka, Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review, **2015**, Eur Food Res Technology journal
6. M. Jos_e Tavera-Quiroz, Baked snack from green apples formulated with the addition of isomalt, **2015**, Food Science and Technology journal
7. T. Varzakas et al., Sweeteners Nutritional Aspects, Applications, and Production Technology, **2012**
8. U. Isik, Frozen yogurt with added inulin and isomalt, **2011**, Dairy Sci. Journal

Abstract

Non-sugar sweeteners have grown considerably in the health of teeth and low-calorie sweets and pharmaceutical products. Type 2 diabetes, often associated with sugar consumption, now affects about 10% of Asians. Non-sugar sweeteners are sweeteners that give the product a shape and texture as well as a sweet taste and have similar function with sucrose and glucose. Isomalt is a sugar substitute made from sucrose. Like sugar, in many products, it is able to develop high-quality confectionary products with special nutritional / functional characteristics, low-calorie products that do not have tooth decay. Its applications are in the production of various types of confectionary products, cereals, chewing gum, pills, and so on. In recent studies, the use of isomalt in dairy products, such as frozen yogurt and snacks, has been researched, with

positive results. Considering the high sweetening properties of isomalt, as well as its health properties, for tooth health, preventing weight gain and gastrointestinal tract health, research is needed to replace sugars with isomalt and to further benefit in the formulation of various commercial foods.