دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایاننامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی

عنوان

تولید مربای آلبالوی کم کالری با استفاده از پکتین کم استر و آلژینات

اساتید راهنما

دکتر محمد علی محمد زاده بزمی- دکتر عادل احمدی زنوز

اساتید مشاور

دکتر بابک قنبرزاده- مهندس علی ایاسه

پژوهشگر

سید انور پارسایی

آذر ۱۳۸۹

نام خوانوادگی دانشجو: پارسایی **نام:** سید انور

عنوان پایاننامه: تولید مربای آلبالوی کم کالری با استفاده از پکتین کم استر و آلژینات

استادان راهنما: دکتر محمدعلی محمد زاده بزمی – دکتر عادل احمدی زنوز

استادان مشاور: دکتر بابک قنبرزاده – مهندس علی ایاسه

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** علوم و صنایع غذایی **گرایش:** تکنولوژی مواد غذایی **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** دیماه ۱۳۸۹ **تعداد صفحه:** ۷۰

کلید واژه ها: پکتین کم استر، آلژینات سدیم، کم کالری، مربا

چکیده: از آنجاییکه مصرف شکر مستقیما با بیماری دیابت و چاقی مرتبط است بنابراین مهمترین بحث در تولید و بازاریابی غذای سالم، غذاهای با شاخص گلایسمیک پایین و مدیریت قند خون می باشد . با استفاده از کلرید کلسیم و انتخاب مناسب صمغ بعنوان قوام دهنده و شیرین کننده قوی مجاز میتوان محتوای قندی برخی مواد غذایی مانند مربا را کاهش داد. در تحقیق حاضر نیز استفاده از پکتین کم استر و آلژینات بعنوان قوام دهنده و شکر و آسپارتام بعنوان شیرین کننده در سطوح مختلف در تولید مربای آلبالوی کم کالری در قالب طرح آماری کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز های فیزیکوشیمیایی نشان داد که افزایش سطح کلرید کلسیم و صمغ ها منجر به افزایش قوام، پایداری آنتوسیانین ها و کاهش فعالیت آبی نمونه ها می گردد . ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که فرمولاسیون های شماره ۲۳، ۲۶، ۵۳ بیشترین شباهت را به نمونه شاهد تجاری داشته و از مطلوبیت بالایی برخوردار هستند. با توجه به نتایج فوق الذکر و همچنین نتایج حاصل از بررسی های میکروبی نمونه های تولیدی، میتوان نتیجه گرفت که تولید مربای آلبالوی کم کالری با استفاده از صمغ های پکتین کم استر و آلژینات در حضور یون کلسیم مشابه با نمونه شاهد تجاری امکان پذیر است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱-۱ تعاریف	۳
۱-۱-۱ مربا	۳
۱-۱-۲ غذای کم کالری	۳
۱-۲ انواع مربا	۳
۱-۲-۱ مربای معمولی	۳
۱-۲-۲ مربای پرمیوه (Extra jam)	٤
۱-۲-۳ مربای کم شکر (Reduced sugar jam)	٤
۱-۲-٤ مربا برای دیابتی ها (Jam for diabetics)	٤
۱-۳ اجزای مربا	٥
۱-۳-۱ میوه	٥
۱-۳-۲ شیرین‌کننده	٥
۱-۳-۲-۱ شکر	٥
۱-۳-۲-۲ شیرین‌کننده‌های قوی (Intense sweeteners)	٦
۱-۳-۲-۳ آسپارتام	۷
۱-۳-۲-۳-۱ خواص فیزیکو شیمیایی	۸
الف) حلالیت	۸
ب) ماندگاری	۹
۱-۳-۲-۳-۲ خواص فیزیو لوژیکی	۱۱
۱-۳-۲-۳-۳ کاربردها	۱۲
۱-۳-۲-۳-٤ ایمنی	۱۲
۱-۳-۳ افزایش دهنده قوام	۱۳
۱-۳-۳-۱ شکر و اینورت	۱۳
۱-۳-۳-۲ صمغ ها	۱٤
۱-۳-۳-۲-۱ پکتین کم استر	۱٤
۱-۳-۳-۲-۲ آلژینات	۲۰
۱-۳-٤ نگهدارنده	۲٤

فهرست مطالب

۱-۳-۵ اسید ۲٤
۱-۳-٦ آب ۲٤
۱-٤ فرآیند تولید مربا ۲٥
۱-٤-۱ آماده سازی میوه ۲٥
۱-٤-۲ تانک پرمیکس ۲٥
۱-٤-۳ فرآیند پخت ۲٥
۱-٤-۳-۱ پخت تحت فشار اتمسفریک ۲٦
۱-٤-۳-۲ پخت تحت خلاء ۲٦
۱-٤-٤ پرکنی و دربندی ۲۷
۱-٤-٥ سردکنی و برچسب زنی ۲۸
۱-٥ برخی از ویژگی‌های مربا ۲۸
۱-٥-۱ رنگ (آنتوسیانین کل) ۲۸
۱-٥-۲ ارزیابی رئولوژیکی ۲۹
۲. مواد و روش ها ۳۱
۲-۱ مواد ۳۱
۲-۱-۱ آلبالو ۳۱
۲-۱-۲ مواد شیمیایی ۳۱
۲-۲ روشها ۳۱
۲-۲-۱ فرمولاسیون نمونه های اولیه ۳۱
۲-۲-۲ فرمولاسیون نمونه های ثانویه ۳۲
۲-۲-۳ روش تهیه مربا ۳٤
۲-۳ تجزیه نمونه های مربا ۳٥
۲-۳-۱ اندازگیری pH . ۳٥
۲-۳-۲ اندازگیری بریکس ۳٥
۲-۳-۳ اندازگیری قوام ۳٦
۲-۳-٤ اندازگیری رنگ(آنتوسیانین کل) ۳٦
۲-۳-٥ اندازگیری قند احیا و قند کل ۳۷
۲-۳-٦ اندازگیری a_w ۳۸
۲-۳-۷ محاسبه ارزش کالریکی ۳۸

فهرست مطالب

۲-۳-۸ ارزیابی حسی	۳۹
۲-۳-۹ آزمایشات میکروبی جهت بررسی ماندگاری محصول	٤۰
۲-٤. آنالیز آماری	٤۰
۳. نتایج و بحث	٤۱
۳-۱ نتایج ارزیابی حسی نمونه های اولیه	٤۱
۳-۱قوام نمونه ها	٤۲
۳-۱-۱ قوام نمونه های حاوی پکتین کم استر	٤۲
۳-۱-۲ قوام نمونه های حاوی آلژینات	٤٤
۳-۲ آنتوسیانین کل	٤۷
۳-۲-۱ آنتوسیانین کل نمونه های حاوی پکتین کم استر	٤۷
۳-۲-۲ آنتوسیانین کل نمونه های حاوی آلژینات	۵۱
۳-۳ قند کل و قند احیاء	۵٤
۳-٤ فعالیت آبی (a_w) نمونه ها	۵٦
۳-٤-۱ فعالیت آبی نمونه های حاوی پکتین کم استر	۵٦
۳-٤-۲ فعالیت آبی نمونه های حاوی آلژینات	۵۷
۳-۵ آنالیز حسی	۵۸
۳-٦ مقدار کالری نمونه ها	٦۰
۳-۷ آنالیز میکروبی جهت بررسی ماندگاری نمونه ها	٦۱
نتیجه گیری	٦۳
پیشنهادات	٦۵
فهرست منابع	٦٦
چکیده انگلیسی	۷۲

عنوان **صفحه**

نمودارها

نمودار۱-۱. پروفیل طعم آسپارتام در آب ۷
نمودار۱-۲. نمودار تغییرات پایداری آسپارتام با pH در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد ۹
نمودار۳-۱. اثر سطوح مختلف کلسیم در حضور مقادیر ثابت پکتین و آسپارتام بر میزان قوام نمونه ها ٤۲
نمودار۳-۲. اثر سطوح مختلف پکتین در حضور مقادیر ثابت کلسیم و آسپارتام، بر میزان قوام نمونه ها ٤۳
نمودار۳-۳. اثر سطوح مختلف کلسیم در سطوح ثابت آلژینات و آسپارتام بر میزان قوام نمونه ها ٤٥
نمودار۳-٤. اثر سطوح مختلف آلژینات در سطوح ثابت کلسیم و آسپارتام بر میزان قوام نمونه ها ٤٦
نمودار۳-٥. تاثیر تغییر سطوح کلسیم، پکتین و آسپارتام در a_w نمونه های مربای آلبالوی کم کالری ٥٦
نمودار۳-٦. تاثیر تغییر سطوح کلسیم، آلژینات و آسپارتام در a_w نمونه های مربای آلبالوی کم کالری ٥۷

اشکال

شکل۱-۱. ویژگیهای ساختاری آلژینات a)مونومرهای آلژینات b)کنفورماسیون زنجیره c)توزیع بلوکها ۲۱
شکل۱-۲. مدل شماتیک تشکیل ژل آلژینات در حضور یون کلسیم ۲۲
شکل۲-۱. مراحل تولید مربای آلبالوی کم کالری ۳٥
شکل۳-۱. دندوگرام حاصل از تحلیل خوشه ای (روشWARD) ارزیابی حسی نمونه ها توسط ۱۰ ارزیاب ٥۹

جداول

جدول۱-۱. افت آسپارتام در طی فرآیندهای مختلف ۱۰
جدول۱-۲. کاربرد آسپارتام در صنایع غذایی و سطوح معمول مورد استفاده آن ۱۲
جدول۱-۳. مقادیر بیشینه EU سطوح مورد استفاده آسپارتام در کاربردهای مختلف ۱۳
جدول۱-٤. مواردی از استفاده آلژینات در صنایع غذایی ۲۳
جدول۲-۱. سطوح مختلف آسپارتام، کلرید کلسیم، شکر و پکتین کم استر نمونه های مربای آلبالوی کم کالری ۳۳
جدول۲-۲ . سطوح مختلف آسپارتام، کلرید کلسیم، شکر و پکتین کم استر نمونه های مربای آلبالوی کم کالری ۳۳
جدول۳-۱ . میزان آنتوسیانین کل نمونه های مربای آلبالوی کم کالری حاوی پکتین کم استر ٤۹
جدول۳-۲. میزان آنتوسیانین کل نمونه های مربای آلبالوی کم کالری حاوی آلژینات ٥۳
جدول۳-۳. میزان قند کل و قند احیاء کننده نمونه ها حاوی پکتین کم استر و آلژینات ٥٥
جدول۳-٤. درصد اجزای نمونه های مربای آلبالوی کم کالری ٦۰

جدول۳-۵. نتایج حاصل از آزمایشات میکروبی (cfu/g) ۶۱

جدول۳-۶. ویژگیهای میکروبیولوژیکی انواع مربا، مارمالاد، ژله مربا ۶۲

مقدمه

یونان باستان احتمالا اولین جایی بود که در آن برای بیماران دیابتی رژیم غذایی خاصی پیش‌بینی شد. به هر حال تا هنگام کشف انسولین در دهه ۱۹۲۰ و کشف سولفونیلوراز در دهه ۱۹٤۰ ، تنها راه مبارزه با دیابت، پیروی از یک رژیم غذایی خاص بود و البته هم‌اکنون نیز استفاده از آن به عنوان یک ابزار قوی و موثردر مبارزه با دیابت ادامه دارد (فراست و همکاران، ۲۰۰۳). تکنولوژی نقشی مهم و پویا در انتخاب‌های غذایی مصرف کننده و قابلیت آنها در دستیابی به اهداف تغذیه‌ای ایفا می‌کند. آگاهی مصرف‌کنندگان درباره تغذیه و سلامتی پیوسته در حال افزایش است و در نتیجه غذاهایی با کیفیت و ایمنی بالا ، بالانس تغذیه‌ای بهینه، چربی، کلسترول و مواد قندی و کالری کمتر مطلوبیت بیشتری پیدا می‌کنند. در عین حال این غذاها باید خوشمزه و دارای قیمت مناسب باشند (آنون، ۱۹۸۸). مصرف شکر مستقیما با بیماری دیابت و چاقی مرتبط است بنابراین مهمترین بحث در تولید غذای سالم، غذاهای با شاخص گلایسمیک پایین و مدیریت قند خون می باشد (اسلون، ۲۰۰۵). یکی از انواع غذاهایی که دارای میزان قند و در نتیجه کالری و شاخص گلیسمیک بالایی است و بنابراین تولید انواع کم‌کالری آن جالب می باشد مربا است. دو نکته مهم در تولید مرباهای کم‌کالری عبارتست از :

الف) در مرباهای معمولی بیشتر از ۵۰ درصد شکر وجود دارد که مقداری از این شکر با یک شیرین‌کننده مصنوعی که اغلب فاقد انرژی می باشد جایگزین می شود و در نتیجه ضمن تامین شیرینی مطلوب، خواص تغذیه‌ای محصول تغییر می‌یابد.

ب) همانطور که می‌دانیم برای تشکیل ژل از پکتین پراستر، حضور اسید و شکر (بطور معمول بالاتر از ۵۵ درصد) الزامی است ولی پکتین‌های کم‌استر در محدوده وسیعی از pH قادر به تشکیل ژل در حضور یونهای کلسیم حتی بدون قند هستند (تاکور و همکاران، ۱۹۹۷). پس منطقی به نظر می‌رسد که در محصولات کم‌کالری مربا و ژله از پکتین کم‌استر استفاده شود. طی تحقیقی که توسط آلارکائو و همکاران (۱۹۹٦) بر روی ژل حاصل از پکتین آفتابگردان صورت گرفت مشخص شد که نتایج حاصل از استفاده از پکتین کم‌استر آمیدی تجاری و پکتین کم‌استر آفتابگردان بسیار مشابه بود و تنها از لحاظ خواص حسی کمی با هم متفاوت بودند. کرتزسز (۱۹۵۱) و نلسون (۱۹۷۷) در تحقیقات خود نشان دادند که تغییر در میزان کلسیم و pH ، مواد جامد محلول و به ویژه ماهیت پکتین کم‌استر، منجر به تغییر ساختار ژل می‌شود. مشخص‌ترین نقص ساختاری ژل‌های پکتینی سینرسیس (آب اندازی) است و اغلب در ژل‌های حاصل از پکتین کم‌استر که دارای میزان کلسیم کمی هستند رخ می‌دهد. همانطور که قبلا نیز اشاره شد در مرباها و ژله‌های کم‌کالری مقداری از شکر با شیرین کننده-های مصنوعی جایگزین می شود و مطمئنا این ترکیبات نمی‌توانند کاهش ویسکوزیته حاصل از نبود شکر را جبران نمایند و بدین منظور اغلب از یک صمغ برای افزایش ویسکوزیته و کاهش a_w و نیز افزایش قابلیت ماندگاری محصول کم‌کالری استفاده می شود. آلبالو یکی از میوه‌هایی است که محصولات مختلف آن در سطح جهانی از بازار خوبی برخوردار بوده و کشور ایران نیز از کشورهای مهم تولید کننده این محصول بشمار می‌رود لذا تولید محصولاتی همچون مربای کم‌کالری آن از نظر اقتصادی و خصوصیات تغذیه‌ای مهم می باشد. هدف مطالعه حاضر بررسی امکان تولید مربای آلبالوی کم‌کالری با استفاده از پکتین آفتابگردان و آلژینات و بررسی خصوصیات کیفی آنها می باشد.

۱-۱ تعاریف

۱-۱-۱ مربا

مربا فرآورده‌ای است با قوام ژله‌ای مناسب، که از مخلوط پالپ یا پوره (یا هر دو) یک یا چند نوع میوه با شکر و یا سایر شیرین‌کننده‌ها مانند عسل و یا شیرین‌کننده‌های مصنوعی مانند آسپارتام، آسه سولفام-کا، با یا بدون اضافه کردن آب به دست می‌آید (استاندارد ملی ایران، شماره ۸۸۹۸).

۱-۱-۲ غذای کم کالری

مطابق قوانین فدرال ایالات متحده به غذایی اطلاق می گردد که اگر به میزان معمول یعنی ۳۰ گرم یا کمتر (۲ قاشق غذاخوری یا کمتر) مصرف شود کمتر از ٤٠ کالری تامین کند (GPO، ۲۰۰۷).

۱-۲ انواع مربا

۱-۲-۱ مربای معمولی

در مربای معمولی نسبت میوه به شکر ٤٥ به ٥٥ می باشد . در این نوع مربا پخت تا زمانی ادامه می‌یابد که به بریکس مطلوب بیشتر از ٦٥ برسیم (رانکن و همکاران، ۱۹۹۷). مربای معمولی دارای نمایه گلیسمی بالا می باشد (حسینی و جمالیان، ۱۳۸۵).

۱-۲-۲ مربای پرمیوه[1]

اساسا میزان میوه در این مرباها بالا بوده و حدود ٤٥ گرم در ۱۰۰ گرم فرمولاسیون اولیه می باشد در حالیکه در مرباهای معمولی این میزان ۳۵ گرم در ۱۰۰ گرم می باشد البته لازم به ذکر است که نباید استثناها را از نظر دور داشت (رانکن و همکاران ۱۹۹۷).

۱-۲-۳ مربای کم شکر[2]

میزان پایین شکر در این نوع مرباها سبب می شود که پکتین پراستر در افزایش قوام ناکارآمد گشته به همین دلیل از صمغ‌های دیگری مانند پکتین کم استر استفاده می شود . هر چند که پایین بودن میزان شکر سبب از بین رفتن شانس شکرک زدن می شود ولی خاصیت نگهدارندگی شکر نیز بسیار کاهش مییابد و به همین دلیل حداقل دمای پرکنی برای تامین استریلیتی مناسب باید ۸۵ درجه سانتیگراد باشد (رانکن و همکاران، ۱۹۹۷).

۱-۲-٤ مربا برای دیابتی ها[3]

افراد دیابتی قادر به مصرف شکر نیستند درحالیکه با مصرف سوربیتول خطری آنها را تهدید نمی کند. فرآیند تهیه این نوع مربا با انواع معمولی فرقی ندارد . از آنجاییکه ژل پکتین/ سوربیتول ضعیف تر از ژل پکتین/ شکر می باشد بنابراین در این نوع محصولات میزان پکتین بیشتری مورد نیاز است. لازم بذکر است که سوربیتول در بدن متابولیزه می گردد و میزان انرژی این محصولات

1) Extra jam
2) Reduced sugar jam
3) jam for diabetics

چندان با انواع معمولی متفاوت نمی باشد بنابراین مصرف روزانه آنها را باید محدود نمود (رانکن و همکاران، ۱۹۹۷).

۱-۳ اجزای مربا

۱-۳-۱ میوه

تولید مربا و ژله مناسب از میوه با کیفیت پایین و فاسد امکان‌پذیر نیست به همین دلیل اکیدا توصیه می شود که میوه‌ها با کیفیت مناسب (رسیده و دارای ماده خشک بالا) خریداری شوند. علاوه بر میوه تازه از میوه منجمد ، کنسرو شده و خشک شده نیز برای تولید مربا استفاده می گردد (رانکن و همکاران، ۱۹۹۷). پکتین موجود در میوه از اهمیت خاصی در فرآیند تهیه مربا برخوردار است. برخی از میوه‌ها مانند سیب، مرکبات و آلوها درصد پکتین بالایی دارند درحالیکه برخی از میوه های دیگر مانند توت فرنگی، تمشک، گیلاس و آلبالو درصد پکتین نسبتا پایینی دارند و لذا افزودن پکتین در تهیه مربای این محصولات برای تشکیل یک ژل مناسب امری ضروری می باشد . معمولا پکتین موجود در میوه‌ها درجه استریفیکاسیون بالایی دارد و از نوع پکتین‌های تندبند محسوب می شود (هویی، ۲۰۰۶).

۱-۳-۲ شیرین کننده

۱-۳-۲-۱ شکر

بر اساس استانداردهای وزارت غذا و داروی ایالات متحده آمریکا علاوه بر شکر استفاده از شیرین کننده‌هایی مانند دکستروز ، شربت نیشکر ، قند اینورت و عسل در مربا و ژله مجاز می باشد .

۱-۳-۲-۲ شیرین کننده های قوی[٤]

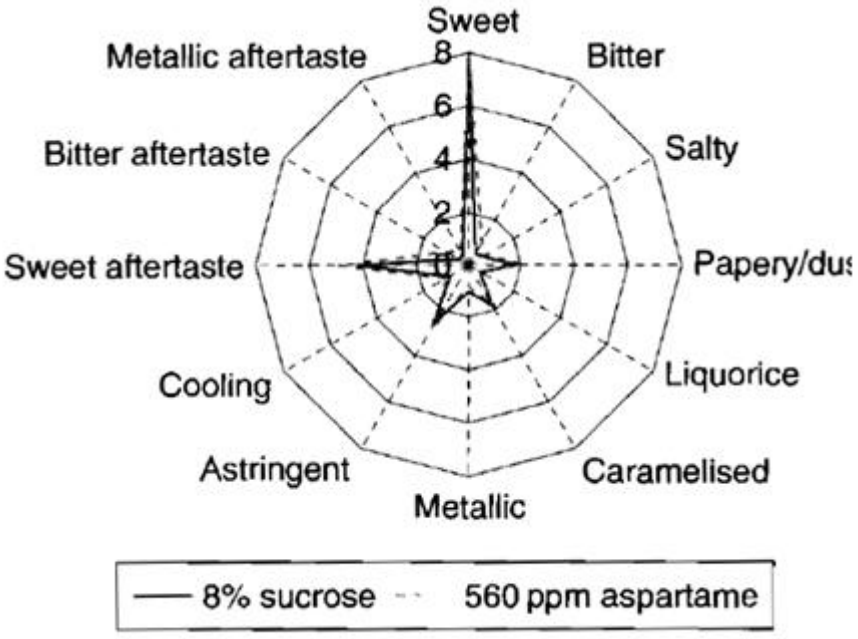
شکر علاوه بر خاصیت طعم‌دهندگی ، بافت‌دهنده و نگهدارنده نیز می باشد بنابراین تولید مربا و مارمالاد با استفاده از شیرین کننده‌های قوی به تنهایی بسیار سخت می باشد . جایگزین کردن شکر با همان مقدار قندالکل سبب تولید محصولی بدون شکر می شود اما لزوما سبب کاهش کالری قابل توجهی نمی گردد . در محصولی مانند مربا با استفاده از آسه سولفام کا میتوان طعم شیرین را تا سطوح مرسوم تنظیم نمود. در مقیاس کوچک با استفاده از ترکیب آسه سولفام کا و سوربیتول محصولاتی با کیفیت طعمی عالی حاصل شده است. آسه سولفام کا می‌تواند برای محصولاتی با pH بالا که در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد استریلیزه می‌شوند و همچنین برای محصولاتی با pH پایین‌تر که در دمای پایین‌تر استریلیزه میشوند مورد استفاده قرار بگیرد. مخلوط آسه سولفام کا و سوکرالوز بویژه برای کمپوت های میوه بدون قند و کم‌کالری مناسب است (میشل، ۲۰۰٦).

۱-۳-۲-۳ آسپارتام

آسپارتام یک شیرین‌کننده قوی مغذی می باشد که از اسیدآمینه‌های ال- فنیل‌آلانین و ال-آسپارتیک اسید تشکیل شده است. آسپارتام طعم شیرین خالص دارد و تقریبا ۱۸۰ تا ۲۰۰ برابر از شکر شیرین‌تر است. برخلاف سایر شیرین‌کننده‌های قوی پروفیل طعمی آن بسیار مناسب است و شدت شیرینی بیشینه آن در معادل شکر ۱۳تا ١٤ درصد برای استفاده از آن به عنوان یک شیرین‌کننده به تنهایی کافی است. شباهت پروفیل طعمی آسپارتام به شکر نسبت به سایر شیرین‌کننده‌های قوی

4) Intense sweeteners

بیشتر است. با تغییر غلظت آسپارتام شیرینی نسبی آن تغییر می‌کند. در حد آستانه (۰/۳٤) در آب شیرینی نسبی برابر با ٤۰۰ (اگر شکر برابر با ۱ باشد) می باشد و در معادل شکر برابر با ۱۰ درصد به ۱۳۰ تقلیل می‌یابد.



نمودار۱-۱. پروفیل طعم آسپارتام در آب (آجینوموتو، نقل از میشل، ۲۰۰٦)

همچنین شیرینی نسبی به وسیله فاکتورهای دیگری از قبیل pH و دما و کاربرد تحت تاثیر قرار می-گیرد و بنابراین پیش‌بینی آن مشکل است. شیرینی نسبی پیشنهاد شده ۲۰۰-۱۸۰ می باشد که نقطه شروع مناسبی برای اغلب فرمولاسیون‌ها می باشد . آسپارتام در برخی کاربردها دارای یک پس طعم لینگرینگ بوده که مطلوب نبوده و ممکن است با مخلوط کردن آسپارتام با سایر شیرین کننده‌های قوی، قندها یا نارنجین و یا آلومنیوم پتاسیم سولفات اصلاح گردد. آسپارتام به همراه بسیاری از شیرین کننده‌های قوی و حجم‌دهنده اثر سینرژیک دارد. میزان سینرژی به غلظت و اجزای مخلوط

بستگی دارد. برای آسپارتام سینرژی با گلوکز، ساکارز، فروکتوز، پلی الها، ساخارین، سیکلامات، آسه سولفام کا و استویا گزارش شده است. در مخلوط‌های غذایی حاوی آسپارتام و شکر پوشانندگی طعم گزارش شده است که این اثر با کاهش pH به سینرژی تبدیل می شود . در صورتیکه آسپارتام بهمراه آسه سولفام کا و ساخارین بکار گرفته شود سینرژی تا ۳۰ درصد خواهد بود. آسپارتام خاصیت تشدید کنندگی طعم دارد و به ویژه طعم‌های خنک میوه‌ای را تشدید می نماید (میشل، ۲۰۰٦).

۱-۳-۲-۳-۱ خواص فیزیکو شیمیایی

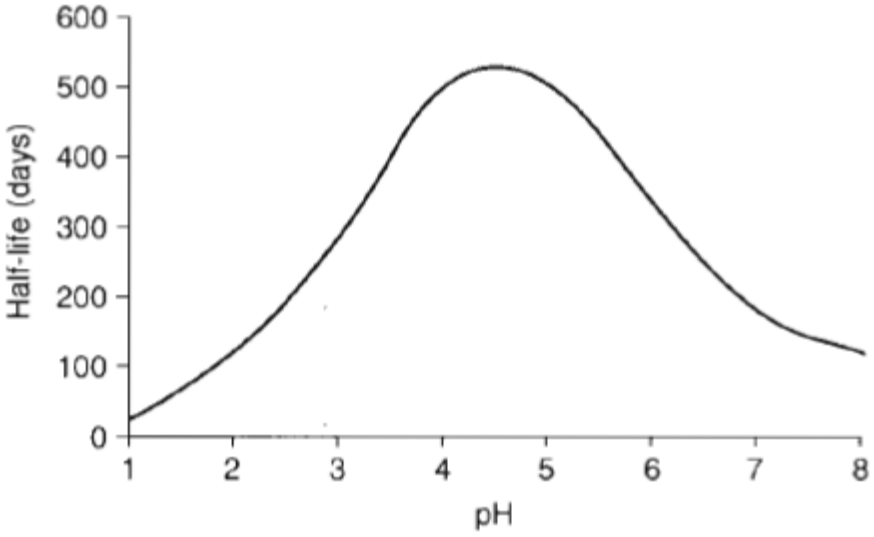
الف) قابلیت حل شدن

آسپارتام ماده‌ای کریستالی و بی رنگ می باشد که از لحاظ اکولوژیکی ایمن بوده و زیست تخریب‌پذیر می باشد . حلالیت آسپارتام در آب در محدوده pH ٦ تا ۷ و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ۱ درصد می باشد که با افزایش دما و کاهش pH این مقدار افزایش می‌یابد. استفاده از CMC حتی در دماهای پایین سبب افزایش قابل توجه حلالیت آسپارتام شده است (میشل، ۲۰۰٦).

ب) ماندگاری

در فرم جامد در دمای اتاق آسپارتام ماندگاری عالی دارد (بیش از ۵ سال). بیشترین ماندگاری مربوط به سیستمهای حاوی کمتر از ۸ درصد رطوبت می باشد . در سیستم‌های مایع پایداری آسپارتام کمتر است و تابعی از pH ، دما و زمان می باشد . در pH های پایین مولکول آسپارتام به مولکول بدون مزه آسپارتیل- فنیل آلانین تبدیل می شود و درpH برابر با ۵ و بالاتر نیز ممکن است

به فرم دی کتو پیپرازین[۵] سیکلایز بشود. این محصولات نیز متعاقبا میتوانند به آسپارتیک اسید و فنیل آلانین تجزیه شوند. در سیستم‌های مایع پایداری آسپارتام در pH های مختلف از یک نمودار زنگوله-ای شکل تبعیت میکند (میشل، ۲۰۰۶).



نمودار۱-۲. نمودار تغییرات پایداری آسپارتام با pH در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد (آجینوموتو، نقل از میشل، ۲۰۰۶)

pH بهینه برای پایداری آسپارتام ٤/۲ می باشد بنابراین میتوان گفت آسپارتام در محدوده ۳ تا ۵ در پایدارترین حالت خود قرار دارد که خوشبختانه اغلب سیستم‌های غذایی در این محدوده قرار دارند. با افزایش دما پایداری کاهش می‌یابد. تجزیه آسپارتام در سیستم‌های مایع در خلال تیمار حرارتی بسیار ناچیز می باشد .

5) DKP

جدول۱-۱. افت آسپارتام در طی فرآیندهای مختلف (آجینوموتو، نقل از میشل، ۲۰۰٦)

فرآیند	pH	افت اسپارتام(٪)
HTST	۳/۵	کمتر از ۱
(۷۵ درجه سانتیگراد/ ۳۰ ثانیه)	٦	۱
UHT	۳/۵	۱
(۱۳٦ درجه سانتیگراد/ ۱۵ ثانیه)	٦	٤۲
کنسرو کردن(دمای مرکز میوه)	۳/۸-٤	۲-٤

سیستم HTST برای به حداقل رساندن افت آسپارتام ترجیح داده می شود (هوملر، ۱۹۸٤). برخی از ترکیبات طعم‌دهنده مانند سینامون و برخی ترپنهای خاص سبب تشدید تجزیه آسپارتام می-شوند و ماندگاری آن را کاهش می‌دهند. آسپارتام از آمینواسید تشکیل شده و تحت شرایط خاص می‌تواند در واکنش مایلارد شرکت کند. فاکتورهای مختلفی بر روی پایداری و شیرینی محصولات حاوی آسپارتام موثرند و به دلیل سینرژی با سایر ترکیبات شیرین کننده، رابطه مستقیمی بین سطوح آسپارتام در یک محصول و مقبولیت آن محصول وجود ندارد (میشل، ۲۰۰٦).

۱-۳-۲-۳-۲ خواص فیزیو لوژیکی

آسپارتام یک شیرین کننده مغذی می باشد که در بدن به دو اسیدآمینه تشکیل‌دهنده خود و متانول تجزیه می گردد . آسپارتیک اسید تقریبا ٤٠ درصد از مولکول آسپارتام را شامل می شود . این اسید آمینه در لومن روده جذب شده و نقش مهمی در متابولیسم نیتروژن و انرژی در میتوکندری بازی میکند. فنیل آلانین بیش از ۵۰ درصد از مولکول آسپارتام را تشکیل می‌دهد. این اسیدآمینه یک اسید آمینه ضروری بوده و برای دستیابی به رشد نرمال باید از منابع غذایی تامین شود. متانول یک متابولیت مضر است.

ستجینک (نقل از میشل، ۲۰۰٦) طی بررسی متابولیسم آسپارتام در بدن انسان متوجه شد که حتی در صورت استفاده بی رویه از آسپارتام نیز مقادیر متانول تولید شده در بدن سلامتی فرد را تهدید نمی‌کند.

بیماران فنیل کتنوریایی (PKU) قادر به تبدیل فنیل‌آلانین به تیروزین نبوده که به دلیل نقص و کمبود آنزیم فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز می باشد . در بدن این اشخاص به دلیل کمبود این آنزیم فنیل آلانین در بافت‌های بدن تجمع کرده و محصولات انتهایی مسیر ترانس آمیناسیون فنیل‌آلانین سبب صدمات مغزی و کندذهنی شخص می‌گردند به همین دلیل باید بر روی محصولات حاوی آسپارتام نوشت که این محصول حاوی منبعی از فنیل‌آلانین می باشد. آسپارتام به وسیله باکتری‌های پلاک دندان تخمیر نمی شود و به همین دلیل دوست دندان معرفی می شود (بوون، ۱۹۸٤). آسپارتام اثری بر میزان گلوکز خون ندارد و بنابراین استفاده از آن در غذای افراد دیابتی مناسب می باشد (بوتشوکو و کوتزویس، ۱۹۸۹).

۱-۳-۲-۳-۳ کاربردها

آسپارتام در محدوده وسیعی از صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد. این شیرین کننده ۷ درصد از کل شیرین‌کننده‌های حجم‌دهنده و قوی را شامل می شود . سطوح مورد استفاده آسپارتام با کاربرد آن تغییر می‌کنند و همچنین به استفاده از آن به عنوان یک شیرین‌کننده تنها یا به همراه شیرین‌کننده-های دیگر بستگی دارد (میشل، ۲۰۰٦).

جدول۱-۲. کاربرد آسپارتام در صنایع غذایی و سطوح معمول مورد استفاده آن (آجینوموتو، نقل از میشل، ۲۰۰٦)

کاربرد	میزان مورد استفاده معمول (ppm)
نوشابه ها (لیموناد)	۵۵۰
آدامس	۳۰۰
ماست	۳۵۰-۵۰۰
دسر منجمد	۱۲۰

۱-۳-۲-۳-٤ ایمنی

تحقیقات بسیاری بر روی آسپارتام صورت گرفته و مرور این تحقیقات ثابت می‌کند که آسپارتام یک افزودنی غذایی ایمن و کاملا آزمایش شده می باشد .

جدول۱-۳. مقادیر بیشینه EU سطوح مورد استفاده آسپارتام در کاربردهای مختلف (آجینوموتو، نقل از میشل، ۲۰۰۶)

کاربرد	بیشینه EU سطوح مورد استفاده آسپارتام
نوشابه‌ها	۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
قنادی	۱۰۰۰-۶۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم
نانوایی	۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم
نوشیدنی‌های شیر	۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر

کمیته الحاقی کارشناسی افزودنیهای غذایی[6] مقدار مورد قبول دریافتی روزانه را ۴۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و وزارت دارو و غذای ایالات متحده[7] این مقدار را ۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین نموده است (میشل، ۲۰۰۶).

۱-۳-۳ افزایش‌دهنده قوام

۱-۳-۳-۱ شکر و اینورت

ماده خشک عمده مربای معمولی شکر می باشد . شکر که یک دی‌ساکارید است می‌تواند به مخلوطی مساوی از گلوکز و فروکتوز که اینورت نامیده می شود تجزیه شود. اینورت به دلیل شیرینی بیشتر و حلالیت بالاتر نسبت به شکر گرانولی یک ترکیب مهم غذایی به شمار می‌آید. قند اینورت بویژه بوسیله‌ی تولیدکنندگان به منظور جلوگیری از کریستالیزاسیون شکر در محلولهای ویسکوز به کار گرفته می شود . از اینورت در تولید مربا ، عسل مصنوعی و صنایع قنادی استفاده می شود (سفریک و همکاران، ۲۰۰۹).

6) Joint Expert Committee of Food Additives
7) FDA