بسم الله الرحمن الرحيم

٩٣٤٤٧

دانشگاه ارومیه

دانشگاه ارومیه

بررسی تاثیر خردل بر روی پایداری ، قوام ، رنسیدیته ، خصوصیات ارگانولپتیک و انبارمانی سس مایونز

بابک سامانی پور

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

۱۳۸۵

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۶/۱۰/۲

اساتید راهنما:

دکتر میر خلیل پیروزی فرد

دکتر محمود رضازاده باری

۹۳۴۴۷

بسمه تعالی

پایان نامه دانشجو بابک سامانی پور به شماره دانشجویی ۸۳۱۱۱۰۰۱ و با شماره ۶۹۵-۲
به تاریخ ۱۴/ ۱۱/ ۸۵
مورد پذیرش هیئت محترم داوران با رتبه عالی و نمره ۱۹/۲۵ قرار گرفت.

اساتید راهنما:

۱- اقای دکتر میر خلیل پیروزی فرد

۲- اقای دکتر محمود رضازاده باری

داور خارجی:

- اقای دکتر رضا حیدری

داور داخلی:

- اقای دکتر اصغر خسروشاهی اصل

نماینده تحصیلات تکمیلی:

- اقای دکتر محمد علیزاده خالد اباد

۱۳۸۶/۱۰/۲

این پایان نامه را تقدیم می کنم به :

پدر و مادر عزیز و بزرگوارم که جوانی خویش را شمع راه من ساختند و در کشاکش این روزگار پر فراز و نشیب وعبور از یکایک جاده های پر پیچ و خم زندگی همواره مرا یاری نمودند . اینجانب پس از الطاف بی پایان خداوند مهربان بیش از همه مدیون و سپاسگذار زحمات این عزیزان هستم .

با نهایت تقدیر و تشکر از :

- اساتید راهنمای گرانقدرم جناب اقای دکتر میرخلیل پیروزی فرد و جناب اقای دکتر محمود رضازاده باری
- کلیه اساتید محترم گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
- مدیریت عامل و مدیران و مهندسان کارخانه صنایع غذایی بهروز
- پژوهشکده فنی و مهندسی موسسه نهال و بذر ایران
- موسسه استاندار و تحقیقات صنعتی ایران

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	
فصل اول : مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- تاریخچهٔ تولیدو مصرف خردل	۱
۱-۲-کشورهای اصلی تولید کننده و صادرکننده خردل در جهان	۱
۱-۳- مشخصات گیاه شناسی خردل	۳
۱-٤- ترکیبات و اجزاء سازندهٔ خردل زرد و خواص کاربردی آنها	۳
۱-٤-۱- کلیکوزینولات خردل زرد و مکانیسم هیدرولیز آن بوسیله میروزنیاز	۳
۱-٤-۲- ایزوتیوسیانات ونقش آن در طعم و خاصیت ضد میکروبی خردل زرد	٤
۱-٤-۳- غیرفعال سازی آنزیم میروزنیاز و تولید خردل خمیری	٤
۱-٤-٤- پروتئین های خردل زرد	٥
۱-٤-٥- موسیلاژ خردل زرد	٥
۱-٤-٦- آنتی اکسیدانهای خردل زرد	٦
۱-٥- دلایل استفاده از خردل زرد در این پژوهش	٦
۱-٦- درصد ترکیبات وکمپانی تولید کننده خردل زرد مصرفی	۷
۱-۷- تاریخچهٔ تولید و مصرف سس مایونز	۷
۱-۸- تعریف سس مایونز و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی آن	۸
۱-۹- ترکیبات و اجزاء سازندهٔ سس مایونز	۸
۱-۱۰- سیستم های نگهدارنده سس مایونز	۸
۱-۱۱- هدف از انجام این پژوهش	۹
۱-۱۲- مروری بر منابع	۹
۱-۱۲-۱-تحقیقات انجام شده در مورد نقش امولسیفایری، تثبیت کنندگی و آنتی اکسیدانی خردل زرد	۹
۱-۱۲-۲- تحقیقات انجام شده در مورد نقش ضد میکروبی ونگهدارندگی خردل زرد	۱۰
فصل دوم : مواد و روش ها	۱۲
۲-۱- تعیین خصوصیات خردل زرد مصرفی	۱۲
۲-۱-۱- تعیین درصد رطوبت خردل	۱۲

۲-۱-۲- تعیین درصد خاکستر خردل ۱۲
۳-۱-۲- تشخیص عدم وجود نشاسته در خردل ۱۳
٤-۱-۲- ارزیابی عطر و طعم خردل ۱۳
۲-۲- مراحل فرآیند آنزیم بری حرارتی پودر خردل و تولید خردل خمیری ۱۳
۱-۲-۲- اختلاط خردل و سرکه ۱٤
۲-۲-۲- فرآیند حرارتی ۱٤
۳-۲-۲- فیلتراسیون محلول حرارت دیده و تهیه خردل خمیری ۱٤
۳-۲- روش مخلوط کردن، درصد ترکیبات مصرفی و فرآیند تولید سس مایونز ۱٤
٤-۲- روش و مراحل آزمون تعیین قوام نمونه های مایونز ۱٦
۵-۲- روش و مراحل آزمون پایداری تعلیق امولسیون نمونه‌های مایونز ۱۷
٦-۲- روش ومراحل آزمون تعیین رنسیدیته نمونه های مایونز ۱۷
۷-۲- روش ومراحل آزمون دستگاهی تعیین رنگ نمونه های مایونز ۱۹
۸-۲- روش و مراحل آزمون کشت و شمارش میکروبی نمونه های مایونز ۱۹
۱-۸-۲- روش آماده سازی و استرلیزاسیون محیط کشت، محلول های رقیق کننده، وسایل و ظروف آزمایشگاهی ۱۹
۲-۸-۲- روش رقت سازی نمونه های مایونز ۲۰
۳-۸-۲- روش کشت میکروبی نمونه های مایونز ۲۰
٤-۸-۲- روش شمارش کلی میکروارگانیسم های زنده ۲۱
۹-۲- روش ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیک نمونه های مایونز ۲۱
۱۰-۲- روش و طرح آماری مورد استفاده ۲۲
فصل سوم : نتایج و بحث ۲۳
۱-۳- نتایج تعیین خصوصیات خردل زرد مصرفی ۲۳
۱-۱-۳- درصد رطوبت خردل ۲۳
۲-۱-۳- درصد خاکستر خردل ۲۳
۳-۱-۳- تشخیص عدم وجود نشاسته در خردل ۲۳
٤-۱-۳- ارزیابی عطر و طعم خردل ۲۳
۲-۳- مقایسه نتایج آزمون تعیین قوام نمونه های مایونز ۲۳
۳-۳- مقایسه نتایج آزمون پایداری تعلیق امولسیون نمونه های مایونز ۲۵
٤-۳- مقایسه نتایج آزمون رنسیدیته نمونه های مایونز ۲۸
۵-۳- مقایسه نتایج آزمون دستگاهی تعیین رنگ نمونه های مایونز ۳۱

٦-٣- مقایسه نتایج آزمون شمارش میکروبهای زنده نمونه های مختلف مایونز ٣٥
١-٦-٣- مقایسه نتایج آزمون شمارش میکروبهای زنده نمونه های مایونز حاوی پودر خردل ٣٥
٢-٦-٣- مقایسه نتایج آزمون شمارش میکروبهای زنده نمونه های مایونز حاوی خردل خمیری ٣٩
٧-٣- مقایسه نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیک نمونه های مایونز ٤٤
٨-٣- نتیجه گیری نهایی ٥٢
٩-٣- پیشنهادات ٥٢
منابع
ضمائم
چکیده انگلیسی

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۱- میانگین درصد ترکیبات خردل زرد ۷

جدول ۲- درصد ترکیبات ، شرکت های تأمین کننده ومشخصات مواد اولیه سس مایونز ۱۶

جدول ۳- میانگین نتایج ویسکوزیته ظاهری نمونه های مایونز حاوی (۱/۵-۰) ٪ خردل زرد ۲۴

جدول ٤- نتایج امتیاز پایداری تعلیق نمونه های مایونز حاوی (۱/۵-۰) ٪ خردل زرد ۲۶

جدول ۵- میانگین نتایج عدد پراکسید روغن نمونه های مایونز حاوی (۱/۵-۰) ٪ خردل زرد ۲۹

جدول ٦- میانگین نتایج شاخص های L, a,b رنگ نمونه های مایونزحاوی (۱/۵-۰) ٪ خردل زرد ۳۱

جدول ۷- شمارش میکروبهای زنده در نمونه های مایونز حاوی غلظت‌های مختلف پودر خردل ۳۶

جدول ۸ - شمارش میکروبهای زنده درنمونه های مایونز حاوی غلظتهای مختلف خردل خمیری ٤۰

جدول ۹- میانگین امتیاز خصوصیات ارگانولپتیک نمونه های مایونز حاوی (۱/۵-۰) ٪ خردل زرد ٤٤

فهرست نمودارها

عنوان | صفحه

نمودار۱- کشورهای اصلی تولید کننده خردل در سال ۲۰۰۵-۲۰۰٤ ۲

نمودار۲- کشورهای اصلی صادر کننده خردل در سال ۲۰۰۳ ۲

نمودار۳ – تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد بر ویسکوزیته ظاهری مایونز ۲٤

نمودار٤- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین ویسکوزیته نمونه های مختلف مایونز ۲۵

نمودار۵- تاثیر غلظت های(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد بر پایداری تعلیق مایونز ۲۷

نمودار٦- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین پایداری تعلیق نمونه های مختلف مایونز ۲۷

نمودار۷- تاثیر غلظت های(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد برعدد پراکسید روغن مایونز ۳۰

نمودار۸- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین عدد پراکسید روغن نمونه های مختلف مایونز ۳۰

نمودار۹- تاثیر غلظت های(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد بر شاخص **a** رنگ مایونز ۳۲

نمودار۱۰- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین شاخص **a** نمونه های مختلف مایونز ۳۳

نمودار۱۱- تاثیر غلظت های(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد بر شاخص **b** رنگ مایونز ۳۳

نمودار۱۲- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین شاخص **b** نمونه های مختلف مایونز ۳٤

نمودار۱۳- تاثیر غلظت های(۱/۵-۰) ٪ خردل زرد بر شاخص **L** رنگ مایونز ۳٤

نمودار۱٤- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین شاخص **L** *نمونه* های مختلف مایونز ۳۵

نمودار۱۵- شمارش میکروبهای زنده در مایونز حاوی ۰ ٪ پودر خردل در زمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ۳٦

نمودار۱٦- شمارش میکروبهای زنده در مایونز حاوی ۰/۳٪ پودر خردل در زمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ۳۷

نمودار۱۷- شمارش میکروبهای زنده در مایونز حاوی ۰/۵٪ پودر خردل در زمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ۳۷

نمودار۱۸- مقایسه شمارش میکروب های زنده در نمونه های مختلف مایونز حاوی پودر خردل ۳۷

نمودار۱۹- مقایسه شمارش میکروبهای زنده درنمونه های مایونزدر زمانهای ۰ ساعت و ۷۲۰ ساعت ۳۹

نمودار۲۰- شمارش میکروبهای زنده در مایونزحاوی ۰ ٪ خردل خمیری در زمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ٤۰

نمودار۲۱- شمارش میکروبهای زنده درمایونزحاوی۰/۷۵٪ خردل خمیری درزمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ٤۱

نمودار۲۲- شمارش میکروبهای زنده در مایونز حاوی ۱٪ خردل خمیری در زمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ٤۱

نمودار۲۳- شمارش میکروبهای زنده درمایونزحاوی۱/۲۵٪ خردل خمیری درزمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ٤۱

نمودار۲٤- شمارش میکروبهای زنده در مایونزحاوی۱/۵٪ خردل خمیری درزمانهای ۷۲۰-۰ ساعت ٤۲

نمودار۲۵- مقایسه شمارش میکروب های زنده در نمونه های مختلف مایونز حاوی خردل خمیری ٤۲

نمودار۲٦- مقایسه شمارش میکروبهای زنده در نمونه های مایونزدر زمانهای۰ ساعت و ۷۲۰ ساعت ٤۳

نمودار۲۷- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیاز رنگ مایونز ٤۵

نمودار۲۸- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیاز رنگ نمونه های مختلف مایونز ٤۵

نمودار۲۹- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیاز بوی مایونز ٤٦
نمودار۳۰- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیاز بوی نمونه های مختلف مایونز ٤٧
نمودار۳۱- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیاز طعم مایونز ٤٧
نمودار۳۲- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیاز طعم نمونه های مختلف مایونز ٤٨
نمودار۳۳- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیاز بافت مایونز ٤٩
نمودار۳٤- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیاز بافت نمونه های مختلف مایونز ٤٩
نمودار۳۵- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیاز قوام مایونز ۵۰
نمودار۳٦- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیاز قوام نمونه های مختلف مایونز ۵۰
نمودار۳۷- تاثیر غلظتهای(۱/۵-۰)٪ خردل زرد بر امتیازپذیرش کلی مایونز ۵۱
نمودار۳۸- نمایش تفاوت معنی دار آماری بین امتیازپذیرش کلی نمونه های مختلف مایونز ۵۱

«بررسی تأثیر خردل بر روی پایداری، قوام، رنسیدیته، خصوصیات ارگانولپتیک و انبارمانی سس مایونز»

چکیده

خردل دارای خواص امولسیفایری، تثبیت کنندگی، آنتی‌اکسیدانی، طعم دهندگی و ضد میکروبی است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر غلظت های متفاوت خردل زرد بر ویسکوزیته ، پایداری تعلیق، رنسیدیته و خصوصیات ارگانولپتیک سس مایونز به همراه تأثیر غلظت های متفاوت خردل زرد بر جمعیت میکروبی زندهٔ سس مایونز و عمر انبارمانی آن و جایگزینی نگهدارندهٔ های شیمیایی بنزوات سدیم و رسوبات پتاسیم با غلظت های بالاتر خردل و تولید مایونز بدون نگهدارنده های شیمیایی بوده است. ابتدا غلظت های ۰٪، ۰/۱٪ ، ۰/۲٪، ۰/۳٪، ۰/٤٪ و ۰/۵٪ پودر خردل زرد در فرمولاسیون مایونز به کار رفت و نتایج آزمونهای فیزیکوشیمیایی ومیکروبی نشان داد افزایش غلظت خردل باعث افزایش ویسکوزیته ، بهبود پایداری تعلیق، کاهش رنسیدیته ، کاهش جمعیت میکروبی و افزایش عمر انبارمانی مایونز گردید ولی نتایج ارزیابی خواص ارگانولپتیک حکایت از ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ و طعم سس مایونز در هنگام استفاده از پودر خردل داشت ($P<۰/۰۵$) . برای حل مشکل فوق پودر خردل یک مرحله فرآیند آنزیم بری حرارتی را سپری کرد و طی آن آنزیم میروزیناز که مسئول آزادسازی ایزوتیوسیانات و تشکیل طعم تند خردل است غیرفعال گردید. محصول حاصل از فرآیند آنزیم بری حرارتی پودر خردل ، خردل خمیری نام داشت. با استفاده از خردل خمیری و غلظت های ۰٪، ۱/۵٪ ، ۱٪ ، ۱/۲۵٪ و ۱/۵٪ از آن نمونه های مایونز در شرایط کاملاً یکسان تولید و کلیه آزمونهای فوق تکرار گردید با این تفاوت که با افزایش غلظت خردل مقادیر بنزوات سدیم و رسوبات پتاسیم از فرمول حذف گردید. نتایج آزمونهای فیزیکوشیمیایی، میکروبی و ارزیابی خواص ارگانولپتیک حکایت از افزایش چشمگیر ویسکوزیته، بهبود پایداری تعلیق، کاهش رنسیدیته وکاهش شدید جمعیت میکروبی زنده در نمونه‌های حاوی خردل خمیری در مقایسه باشاهد داشت، ضمن آنکه تغییرات نامطلوب طعم و رنگ سس تا حدود زیادی برطرف شده و ارزیابی خواص ارگانولپتیک نمونه ها بهبود بخشیده شد ($P<۰/۰۵$).

نهایتاً با جمع بندی آماری کلیه موارد، نمونه مایونز حاوی ۱٪ خردل خمیری از نظر داشتن ویسکوزیته بالا، پایداری تعلیق مناسب، کاهش میزان، رنسیدیته ، کاهش جمعیت میکروبی زنده، افزایش عمرانبارمانی و عدم وجود هرگونه نگهدارندهٔ شیمیایی با توجه به مطلوب بودن خواص ارگانولپتیک آن، مناسب شناخته شد.

واژگون کلیدی: خردل زرد، ایزوتیوسیانات، میروزیناز، امولسیفایری، تثبیت کنندگی، آنتی اکسیدانی، طعم دهندگی، ضد میکروبی، نگهدارندگی، سس مایونز.

فصل اول : مقدمه و کلیات

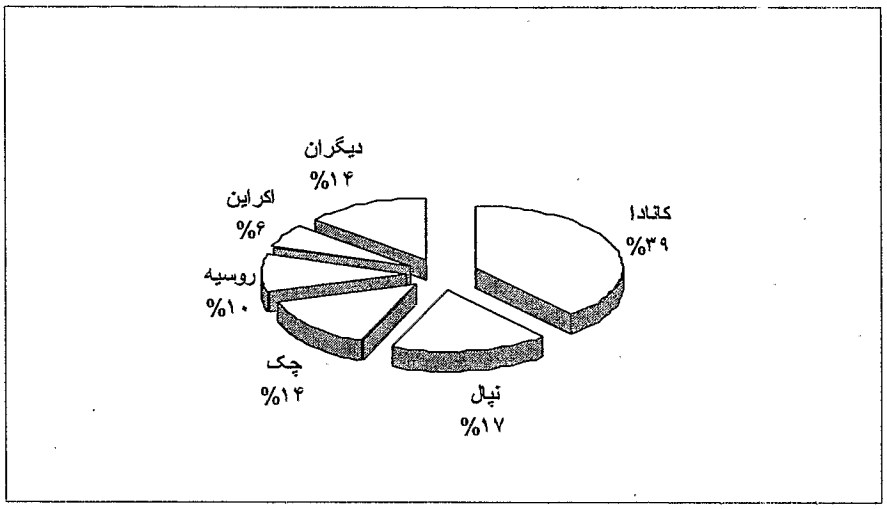
۱-۱- تاریخچهٔ تولیدو مصرف خردل

خردل یکی از قدیمی ترین ادویه های مورد استفاده در جهان بودکه امروزه یکی از گسترده‌ترین ادویه‌های دارای کاربرد نیز می‌باشد. تاریخچهٔ نام انگلیسی گیاه خردل که به آن «ماستارد[۱]» می‌گویند به سالها پیش برمی‌گردد. در آن زمان دانه های خردل را پس از آسیاب کردن به صورت خمیر در می‌آوردند و آن را با یک نوع شراب غیر تخمیری که «ماست[۲]» نام داشت، مخلوط می‌کردند و به عنوان چاشنی به کار می‌بردند. از آن زمان به گیاه خردل «ماستارد» گفته می‌شود که به معنی شراب تند است. مصرف خردل بر طبق متون سومری وسانسکریت به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد، بر طبق متون مصری به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد و برطبق متون چینی به ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد. مردم مردم یونان و رم باستان به وفور از خردل استفاده می‌کردند و در متون بجا مانده از دانشمندان یونانی و تاریخدانان رومی در حدود ۵ قرن قبل از میلاد مسیح به خواص خردل اشاره شده است. پیتاگوراس ریاضی دان یونانی، هیپوکراتس و دیوس کوریدس فیزیکدانان یونانی، پلینی و آپیکیوس تاریخدانان رومی در آثار خود در چند قرن قبل از میلاد مسیح به خواص خردل اشاره داشته اند. در انجیل نیز نقل قولی از عیسی مسیح (ع) در مورد خردل وجود دارد که خردل را فناناپذیر می‌نامد و قدرت ایمان را به سختی دانه خردل تشبیه می‌کند. در متون بجا مانده از پادشاهان بزرگی مانند لویی یازدهم و اسکندر مقدونی و اشعار شعرای بزرگی مانند داماس و شکسپیر بارها به لغت خردل اشاره شده است. لغت خردل به زبان و ادبیات انگلیسی نیز راه یافته و چند ضرب المثل معروف از آن وارد زبان انگلیسی شده است.در انتهای قرن ۱٦ میلادی فرانسه زیستگاه اصلی تولید خردل بود. در این سالها دانهٔ خردل توسط تاجر ونیزی، مارکوپولو به بندر اسکندریه در آفریقا و سپس هندوستان در آسیا راه یافت. چند سال بعد دانه خردل توسط دریانورد معروف، واسکودوگاما وارد کشور آمریکا شد. عصر جدید خردل به سال ۱۷۲۰ برمی‌گردد جایی که محققی بنام کلمنتس در انگلستان روش مناسبی برای آسیاب مغز دانهٔ خردل و تهیه آرد مطلوب بدست آورد. سپس این روش در قرن ۱۹ میلادی با تغییراتی به عنوان روش صنعتی تولید پودر خردل در آمد (۳٤ و۲۵).

۲-۱- کشورهای اصلی تولید کننده و صادرکننده خردل در جهان

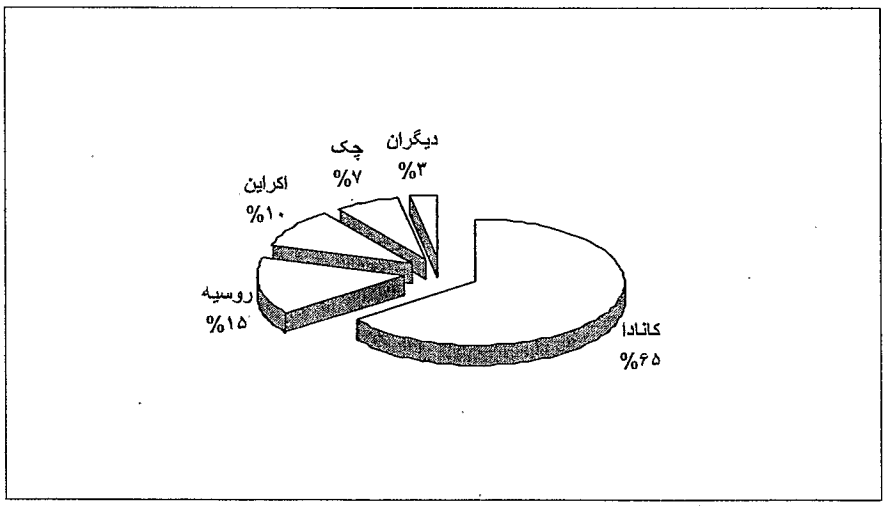
امروزه کشورهای کانادا، نپال، چک و روسیه از بزرگترین تولید کنندگان خردل محسوب می‌شوند. ضمن آنکه آمار مربوط به تولید خردل در کشورهای هندوستان ، بنگلادش و پاکستان که از تولید کنندگان بزرگ خردل می‌باشند به دلیل اختلاط آمار خردل با کلزا در این کشورها به طور سعی توسط سازمان FAO اعلام نگردیده است. برطبق آمار رسمی FAO در سال ۲۰۰۵-۲۰۰٤ میزان کل سطح زیر کشت خردل در جهان بیش از یک میلیون هکتار و تولید کل خردل جهان ۷۸۸ هزار تن بوده است. همان طور که در نمودار ۱ نشان داده شده کانادا با تولید ۳۰۵ هزار تن به عنوان بزرگترین تولید کننده، ۳۹٪ تولید کل خردل جهان را داراست (٤۵و۲۵).

۱- Musstard
۲- Must



نمودار۱- کشورهای اصلی تولید کننده خردل در سال ۲۰۰۵-۲۰۰٤ (Oleson & et. al.)

حجم کل صادرات خردل جهان در سال ۲۰۰۳ از مرز ۲۹٤ هزار تن گذشت وهمان طور که در نمودار ۲ نشان داده شده است کشورکانادا با در اختیار داشتن بیش از ٦٥٪ کل صادرات جهانی خردل بزرگترین صادر کننده خردل محسوب می‌شود ودرآمدی بالغ بر ۸۰ میلیون دلار از مکان صادرات خردل در طی ۵ سال گذشته وارد خزانه کشور کانادا گردیده است. پس از کانادا کشورهای روسیه، اکراین و جمهوری چک در مکانهای بعدی بزرگترین صادرکنندگان خردل قرار دارند (٤۵و۲۵).



نمودار۲- کشورهای اصلی صادر کننده خردل در سال ۲۰۰۳ (Oleson & at. al.)

۳-۱- مشخصات گیاه شناسی خردل

خـردل از خـانوادهٔ Cruciferae و از دو جـنس Sinapis یـا Brassica و دارای سـه گونـهٔ خـردل زرد[۱]، قهوه‌ای[۲] و سیاه[۳] می‌باشد. نام علمی خردل زرد که به آن خردل سـفید نیـز مـی‌گوینـد Sinapis alba مـی‌باشـد و در گذشته به آن Brassica alba , Brassica hirta نیز گفته می‌شد. خردل زرد دارای دانه های سفت و گرد با رنگ کرم یا بژ و با طعم تند ملایم است. نام علمی خردل قهوه ای که به آن خردل هنـدی و خـردل شـرقی نیـز گفتـه مـی‌شـود Brassica juncea می‌باشد. خردل قهوه‌ای دارای دانه های کوچک تر از خردل زرد بارنگ قهوه‌ای تیـره تـا روشـن و طعم تند تر از خردل زرد است. نام علمی خردل سیاه Brassica nigra می‌باشد. خردل سـیاه دارای دانـه‌هـای سـفت گرد و کوچک تر از خردل زرد بـا رنـگ قهـوه ای تیـره تـا مـشکی و طعـم تنـدتر از خـردل زرد و خـردل قهـوه ای است(۲۵، ۳٤،٤٥).

٤-۱- ترکیبات و اجزاء سازندهٔ خردل زرد و خواص کاربردی آنها

۱-٤-۱- گلیکوزینولات خردل زرد و مکانیسم هیدرولیز آن بوسیله میروزیناز

خردل زرد حاوی یک نوع گلیکوزینـولات[٤] اسـت. گلیکوزینـولات هـا، گلیکوزیـدهای سـیانوژنیک هـستند گلیکوزینولات موجود در خردل زرد سـینالبین[٥] نـام دارد (۱٤، ۱۵، ۲۱،۳٤). آنـزیم هیـدرولیز کننـدهٔ ایـن گلیکوزیـد، میروزیناز[٦] نام دارد. در دانهٔ خردل آنزیم و سوبسترا از هم جدا هستند، اما پس از سایش و آسیاب دانه هـا و تهیـه آرد خردل[۷]، آنزیم و گلیکوزید در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند اما از آنجایی که رطوبت دانـهٔ خـردل بـسیار پـایین (۸-٤٪) است، عملاً واکنش هیدرولیز بسیار کند صورت می‌گیرد تا این که پس از افزودن آب به فرمولاسیون موردنظر، محتوی رطوبت افزایش یافته و هیدرولیز آنزیماتیک به سرعت انجام مـی‌پـذیرد (۲۱و۳٤). آنـزیم میرونیـاز کـه نـام علمـی آن تیوگلیکوزیدگلیکوهیدرولاز[۸] نام تجاری آن EC *3.2.3.1* می‌باشد (٤۲ و ۳۵)، در حضور آب باعث شکست سـینالبین به یک بخش قندی و یک بخش غیرقندی می‌شود. بخش قندی یک ملکول Dα- گلوکز وبخش غیرقندی شامل یـک ملکول ناپایـدار بـه نـام تیوهیدروکـسامات – اُ- سـولفات[۹] اسـت کـه در اثـر سلـسله واکـنش هـای شکـست تولیـد ایزوتیوسیانات[۱۰] به عنوان محصول اصلی و تیوسیانات، نیتریل، ایندول وسولفات را به عنوان محصولات جانبی می‌کنـد (۱٤،۲۱، ۳٤،۳۵،٤۲).

۱- yellow mustard
۲- Brown mustard
۳- Black mustard
٤- Glucosinolate
٥- Sinalbin
٦- Myrosinase
۷- Mustard flour
۸- Thioglucoside- glucohydrolase
۹- thiohydroxamate – O - Sulfate
۱۰- Iso thiocyanate

۲-٤-۱- ایزوتیوسیانات ونقش آن در طعم و خاصیت ضد میکروبی خردل زرد

خردل زرد حاوی (۳-۲/۳)٪ از ٤- هیدرکسی بنزیل ایزوتیوسیانات[۱] است (۳٤ ، ۲۱،۱٤).

این ترکیب عامل طعم تند ملایم و خوشایند خردل زرد است. تفاوت تندی خردل با سایر مواد تند در این است که احساس تندی خردل در دهان چندان طول نمی‌کشد و همان طور که به سرعت تندی آن در دهان احساس می‌شود، به سرعت نیز تندی آن دردهان محو می‌شود و هیچ گونه مزهٔ بعدی به جای نمی‌گذارد. در بین گونه های مختلف خردل، خردل زرد دارای طعم ملایم تری است زیرا هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات برخلاف سایر مشتقات ایزوتیوسیانات موجود در خردل قهوه ای و خردل سیاه، یک ترکیب غیر فرار بوده که تندی آن صرفاً در دهان احساس می‌شود و به قسمت های فوقانی بینی نفوذ نمی‌کند و بنابراین دارای خاصیت سوزانندگی و اشک آوری کمتری نسبت به گونه های دیگر است. همچنین تندی حاصل از خردل زرد غالباً با یک ته مزهٔ شیرین نیز همراه است که موجب دلپذیری آن می‌گردد (۳۵، ۳٤، ۲٤ ، ۹). از طرف دیگر گروه ایزوتیوسیانات فاکتور اصلی ضد میکروبی خردل زرد است و بر گونه های مختلف باکتریایی و قارچی اثر ضد میکروبی و نگهدارندگی دارد. به طور مثال گروه ایزوتیوسیات بر روی باکتریهای Salmonella typhimurium , Listeria monocytogenes, Escherichia coli خاصیت ضد باکتریایی دارد. همچنین اثر جهش زایی ایزوتیوسیانات بر Salmonella typhimurium ثابت گردیده است. علاوه بر این گروه ایزوتیوسیانات بر روی کپک های penicillium requeforti , Penicillium Commune Aspergillus flavus و مخمر Endomyces fibuliger اثر بازدارندهٔ رشد قارچی و قارچکشی دارد.

(٤۸ ، ۳٦، ۳۳، ۲۷، ۲٦، ۱۲ ، ۱)

۳-٤-۱- غیرفعال سازی آنزیم میروزیناز و تولید خردل خمیری

انجام یک مرحله فرآیند بلانچینگ یا آنزیم بری حرارتی با استفاده از روشهای گوناگون بر روی پودر خردل موجب غیرفعال شدن بخش اعظمی از آنزیم میروزیناز شده، درنتیجه سینالبین تا حد زیادی شکسته نشده و این امر موجب کاهش آزادسازی گروه ایزوتیوسیانات می‌گردد. به محصول حاصل از این فرآیند خردل حرارت دیده[۲] یا خردل خمیری[۳] می‌گویند. مزیت استفاده از خردل خمیری این است که می‌توان غلظت های بالاتری از خردل زرد را بدون اثر منفی بر طعم و رنگ سس مایونز به کار برد و به میزان بیشتری از خواص امولسیفایری، تثبیت کنندگی، آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی آن در غلظت های بالاتر بهره‌مند گردید. (۳۵، ۱٦، ۹، ۷)

۱- *4*–hydroxybenzyl isothiocyanate
۲- Deheated mustard
۳- mustard paste

٤-٤-١- پروتئین های خردل زرد

خردل زرد حاوی (۳۲-۲۷) ٪ پروتئین است که شامل پروتئین هایی باوزن ملکولی۱۵، ۵۰، ۵۵ و ۱۳۵ کیلو دالتون می‌گردد. این پروتئین ها دارای خاصیت امولسیفایری[۱] هستند. پروتئین ۱۵kDa از خانوادهٔ آلبومین ها و دارای ۲ باند دی سولفیدی است. پروتئین های ۵۵kDa و ۵۰ پروتئین های اصلی خردل زرد هستند با افزایش وزن ملکولی پروتئین های خردل تعداد پیوندهای دی سوسلفیدی افزایش می‌یابد تا جایی که پروتئین ۱۳۵kDa دارای تعداد زیادی پیوند دی سولفیدی است. با افزایش پیوندهای دی سولفیدی قدرت امولسیفایری پروتئین های خردل کاهش می‌یابد. در این بین پروتئین های kDa ۵۵ و ۵۰ که دارای وزن ملکولی پایین هستند با داشتن پیوندهای دی سولفیدی کمتر دارای خاصیت امولسیفایری بیشتری هستند و باعث پایداری تعلیق امولسیون می‌گردند. پروتئین ۱۵kDa که به پروتئین ۱/۷S مشهور است در آب و محلول های رقیق نمکی محلول است و ۱۰٪ کل پروتئین های محلول خردل را شامل می‌شود. همچنین این پروتئین از نظر ساختمان ملکولی به میزان ۵۰٪ دارای ساختار α - هلیکس به همراه بخش خیلی کمی از ساختار صفحهٔ β است. پروتئین های kDa ۵۵ و ۵۰ که قسمت اصلی پروتئین های خردل زرد راتشکیل می‌دهند و از نظر قدرت امولسیفایری نقش مهمی را دارا می‌باشند، نسبت به رسوب با اسید حساس و نسبت به رسوب با کلسیم مقاوم هستند. همچنین پروتئین های خردل زرد نسبت به پروتئین های خردل قهوه ای در برابر کواگولاسیون حرارتی بسیار مقاوم تر هستند (۳۲ ، ۲).

٥-٤-١- موسیلاژ خردل زرد

خردل زرد حاوی ۵٪ ترکیبات موسیلاژی[۲] است. موسیلاژ خردل زرد از پلی ساکاریدهای هتروژنی مانند ۱و٤ - $D\beta$ گلوکان (شبیه سلولز ولی با شاخه های جانبی بیشتر) و پلیمرهای پکتیکی تشکیل یافته است که در اثر تجزیه آنها قندهای سادهٔ گلوکز، گالاکتوز، مانوز رامنوز آرابینوز گزیلوزو گالاکتورونیک اسیدحاصل می‌شود. موسیلاژ خردل زرد از یک طرف به عنوان یک تثبیت کننده[۳] با افزایش ویسکوزیته[٤] فاز پیوسته سرعت جدا شدن ذرات روغن را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر به عنوان یک امولسیفایر با جذب در سطح بینابینی فاز روغن وفاز آب باعث کاهش نیروی کشش بین سطحی[٥] آب وروغن گشته و به این ترتیب ضمن افزایش ویسکوزیته، سبب پایداری تعلیق و تثبیت امولسیون حاصله می‌گردد. خواص هیدروکلوئیدی[٦] موسیلاژ خردل زرد بسیار شبیه صمغ‌های زانتان، گوار، کاراگینان و تراگاکانت است و از نظر رئولوژیکی[۷] همانند این صمغ ها دارای رفتار رقیق شونده با برش[۸] می‌باشد. موسیلاژ خردل زرد با بسیاری از صمغ های مورد استفاده در صنایع غذایی رابطه سینرژیستی دارد وبه همین دلیل استفاده از موسیلاژ خالص شدهٔ خردل زرد بجای بخشی از صمغ های فوق در انواع دیسپرسیون‌های غذایی مانند چاشنی های سالاد، مس مایونز و فرآورده های گوشتی افزایش یافته است (۵۰، ۲۲، ۱۱، ۱۰، ۹ ، ۸).

۱- Emulsifier
۲- Mucilage
۳- Stabilizer
٤- Viscosity
٥- Interfacial tension
٦- Hydrocolloid behaviour
۷- Rheological
۸- Shear thinning

٦-٤-١- آنتی اکسیدانهای خردل زرد

خردل زرد دارای ترکیبات آنتی اکسیدانی[١] طبیعی است. این ترکیبات شامل سه گروه هستند. گروه اول که از نظر آنتی اکسیدانی بسیار موثر است از خانواده سیناپیک اسید، هیدروکسی بنزویک اسید و ترکیبات تری هیدروکسی فنولیک مانند فلاوون‌ها[٢] و فلاونون‌ها[٣] می‌باشد. عمده‌ترین فلاونوئیدهای موجود در خردل زرد، کمپفرول و ایزورامنیتین هستند. گروه دوم که قدرت آنتی اکسیدانی متوسطی را داراست از خانوادهٔ اسیدهای فنولیک و ترکیبات تری هیدروکسی می‌باشد. گروه سوم که از نظر قدرت آنتی اکسیدانی از سایرین ضعیف تر است فاقد هرگونه ترکیب تری هیدروکسی می‌باشد . علاوه بر آن خردل زرد حاوی ترکیبات آنتوسیانینی[٤] است که این ترکیبات نیز از جمله آنتی اکسیدانهای طبیعی خردل زرد محسوب می‌شدند (٤٦، ٢٩ ، ٩ ، ٦ ، ٣) .

اصلی ترین آنتوسیانین های خردل زرد سیانیدین ٣- سامبیوبیوسید ٥- گلوکوزید[٥] و سیانیدین ٣- سامبیوبیوسید ٥- سوفوروسید[٦] هستند. این دو ترکیب آنتوسیانینی فوق علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی، رنگ دانه‌های اصلی خردل زرد نیز محسوب می‌شوندو رنگ زرد تا کرم آن را باعث می‌گردند. کلیه ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی خردل زرد با دادن الکترون به رادیکالهای آزاد اسیدهای چرب از اکسیداسیون آنها جلوگیری کرده و درنتیجه در محیط های غذایی چرب باعث کاهش عدد پراکسید[٧] و درنتیجه کاهش رنسیدیته[٨] و تند شدن چربی محصول می‌گردند (٢٩) .

٥-١- دلایل استفاده از خردل زرد در این پژوهش

در این پژوهش از بین گونه های مختلف خردل ، از خردل زرد استفاده شد. زیرا اولاً خردل زرد دارای درصد بیشتری از ترکیبات موسیلاژی و پروتئین در مقایسه با سایر گونه های خردل است و به طبع می‌تواند دارای قدرت تثبیت کنندگی و امولسیفایری بیشتری نیز باشد. خردل زرد دارای ٥٪ موسیلاژ و (٣٢-٢٧) ٪ پروتئین است در حالی که خردل قهوه ای دارای (٢٩-٢٣) ٪ پروتئین و مقدار موسیلاژ آن بسیار جزیی است. ثانیاً خردل زرد دارای درصد بیشتری از ایزوتیوسیانات در مقایسه با سایرگونه های خردل است که به طبع می‌تواند دارای قدرت ضد میکروبی بیشتری نیز باشد. خردل زرد دارای (٣-٢/٣) ٪ ایزوتیوسیانات است در حالی که خردل قهوه ای حاوی (١/٤-٠/٨) ٪ ایزوتیوسیانات است. ثالثاً خردل زرد دارای طعم ملایم تر و با تندی کمتر نسبت به خردل قهوه ای است. دلیل این امر اختلاف زنجیرهٔ جانبی گروه ایزوتیوسیانات خردل زرد و قهوه ای است. در خردل زرد وجود گروه ٤-هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات با فراریت پایین[٩] سبب ایجاد طعم تند ملایم می‌شود، در حالی که در خردل قهوه ای وجود گروه ٢- پروپنیل (آلیل) ایزوتیوسیانات با فراریت بالا سبب ایجاد طعم تند شدید و سوزاننده می‌شود (٣٤، ١٠ ، ٨).

١- Antioxidant
٢- flavone
٣- flavonone
٤- Anthocyanin
٥- cyanidin ٣- sambubioside ٥- glucoside
٦- cyanidin ٣- sambubioside ٥- sophoroside
٧- peroxide value
٨- Rancidity
٩- Non volatile

٦-١- درصد ترکیبات وکمپانی تولید کننده خردل زرد مصرفی

در این پژوهش از خردل زرد (Sinapis alba) که توسط کمپانی کانادایی «دان»[1] تهیه گردیده استفاده شده است. میانگین درصد ترکیبات خردل زرد به شرح جدول ۱ می‌باشد (۳٤).

جدول ۱: میانگین درصد ترکیبات خردل زرد (Hemingway & et. al.)

پروتئین	چربی	موسیلاژ	فیبر	آب	خاکستر	٤-هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات
٪ (۲۷-۳۲)	٪ (۲۵-۳۰)	٪۵	٪ (۲-۵)	٪ (٤-۸)	٪ (٤-٦)	٪ (۲/۳-۳)

۷-۱- تاریخچهٔ تولید و مصرف سس مایونز

تاریخچهٔ تولید سس مایونز به سال ۱۷۵٦ برمی‌گردد. در این سال در شهر «ماهون[2]» که مرکز جزیرهٔ اسپانیایی مینورکا بوده است، نبردی بین ارتش فرانسه وانگلیس در می‌گیرد که منجر به پیروزی ارتش فرانسه و اشغال شهر ماهون می‌گردد. در جشن پیروزی پادشاه فرانسه که «دوک زیچه لیو» نام داشت، سر آشپز مخصوص پادشاه تصمیم می‌گیرد سس ویژه خود را با استفاده از خامه و تخم مرغ بسازد ولی با توجه به تمام شدن خامه در قصر او روغن زیتون و سرکه را جایگزین خامه می‌کند و به همراه تخم مرغ و ادویه های موجود سس جدید می‌سازد ونام آن را «ماهونز[3]» می‌گذارد که به معنای «به افتخار ماهون» است. برطبق اطلاعات موجود در لغت نامهٔ انگلیسی آکسفورد، در اوایل سال ۱۸٤۱ بر اثر یک اشتباه چاپی در یک کتاب آشپزی معتبر نام این سس بجای ماهونز، مایونز[4] ثبت گردید و از آن موقع به این نام مشهور شد. سپس این سس به سرعت در بین اقوام اروپایی مورد استقبال قرار گرفت. تولید تجاری مایونز به اوایل قرن ۱۹ میلادی در آمریکا بر می‌گردد. درسال ۱۹۱۲ فردی به نام ریچارد هلمن از مهاجران آلمانی ساکن شهر نیویورک اولین کارخانه و خط تولید صنعتی سس مایونز را با مارک تجاری «Blue – Ribbon» را در ایالت آستوریا راه اندازی کرد. پس از آن کمپانی معروف «Best Food» در کالیفرنیا دومین خط تولید وکارخانه سس مایونز را راه اندازی کرد وبه این ترتیب سس مایونز وارد بازار آمریکا و سپس کانادا شد. امروزه نیز این دو کمپانی ٤۵٪ تولید کل مایونز آمریکا را برعهده دارند (۵۱).

۱- G. S. Dunn Co. limited, Hamilton , ontario , canada.
۲- Mahon
۳- Mahonnaise
٤-Mayonnaise

۸-۱- تعریف سس مایونز و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی آن

برطبق تعاریف موجود در استاندارد کدکس بین المللی صنایع غذایی و استاندارد ملی ایران، سس مایونز یک امولسیون روغن در آب با رنگ کرم تا زرد کم رنگ و طعم و مزهٔ ملایم است. محدودهٔ PH آن بین ۳/٦ تا ٤ وحداقل چربی آن ٦٦٪ می‌باشد.

پایداری امولسیون مایونز دروهله اول به وجود لستین زردهٔ تخم مرغ برمی‌گردد. لستین به عنوان یک امولسیفایر با جذب در سطح بینابینی فاز روغن و فاز آب باعث کاهش نیروی کشش بین سطحی آب و روغن گشته و به این ترتیب سبب پایداری تعلیق امولسیون مایونز می‌گردد. از طرف دیگر وجود صمغ های گوار، زانتان، کاراگینان، آلژینات و پکتین به عنوان تثبیت کننده در فرمولاسیون مایونز سبب افزایش ویسکوزیته فاز آبی شده و سرعت جدا شدن ذرات روغن را کاهش می‌دهد و این امر نیز به عنوان یک سیستم کمکی سبب پایداری تعلیق و تثبیت امولسیون می‌گردد (٤٠، ۳۹، ۲۱، ۲۰ ، ٥). از نظر علم رئولوژی سس مایونز یک سیال غیر نیوتنی[۱]، سودوپلاستیک[۲] (رقیق شونده با برش)[۳] وتیکسوتروپیک[٤] محسوب می‌شود. و این به آن معنی است که با افزایش سرعت برشی در زمان ثابت ویا گذشت زمان در یک سرعت برشی ثابت ویسکوزیته مایونز کم می‌شود (۱۸،۳۱).

۹-۱- ترکیبات و اجزاء سازندهٔ سس مایونز

در ساخت سس مایونز سه دسته از ترکیبات تحت عنوان ترکیبات اصلی، ترکیبات اختیاری و ترکیبات افزودنی به کار می‌روند. ترکیبات اصلی سازندهٔ مایونز تخم مرغ، روغن مایع و سرکه هستند. ترکیبات اختیاری نیز شامل نمک، شکر، آب و خردل و ترکیبات افزودنی شامل عوامل اسیدی کننده[٥] ، آنتی اکسیدانها[٦]، نگهدارنده‌ها[۷] و تثبیت کننده‌ها[۸] است. از اصلی ترین عوامل اسیدی کننده مایونز می‌توان به اسید استیک سرکه و اسید سیتریک آبلیمو اشاره کرد. در بین آنتی اکسیدانها اسید آسکوربیک متداول تر است و در میان نگهدارنده ها، بنزوات سدیم[۹] و سوربات پتاسیم[۱۰] کاربرد وسیعی دارند. همچنین صمغ های گوار، زانتان، کاراگینان، آلژیناتو پکتین به عنوان تثبیت‌کننده در ساخت مایونز استفاده می‌شدند (٤٠ ، ۲۰).

۱۰-۱- سیستم های نگهدارنده سس مایونز

سس مایونز دارای ۲ سیستم نگهدارندهٔ طبیعی وسنتتیک است. PH پایین سس مایونز که به دلیل وجود (۱/۲-۰/٥) ٪ اسید استیک است، باعث ایجاد یک فرآوردهٔ دارای PH اسیدی (٤-۳/٦) شده و به عنوان نگهدارندهٔ طبیعی سس مایونز از رشد بسیاری از میکروارگانیسم ها جلوگیری می‌کند. نگهدارنده های سنتیتک و شیمیایی موجود

۱- Non newtonic
۲- pseudoplastic
۳- shear thinning
٤- Thixotropic
٥- Acidifying agent
٦- Antioxidant
۷- Preservative
۸- stabilizer
۹- sodium benzoate
۱۰- potassiam sorbate