فرمولاسیون و بررسی ویژگی های شیمیایی، حسی و ماندگاری اسپرید (فرآورده مالیدنی) لیمو

فاطمه شهدادی[1]*، مریم افراسیابی[1]، محمد قربانی[2]، علیرضا صادقی ماهونک[2]

[1] دانشجوی دکتری صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[2] عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱

چکیده

در این پژوهش فرمولاسیون اسپرید لیمو با تاکید بر ویژگی های شیمیایی، حسی و ماندگاری مورد بررسی قرار گرفت. فرمولاسیون در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول اجزای اصلی اسپرید لیمو شامل ۴۱/۶۲ درصد شکر، ۱۳/۱۳ درصد زرده تخم مرغ، ۱۱/۳۹ درصد آبلیمو، ۲۸/۸۴ درصد کره، ۴/۱۶ درصد اسانس لیمو تعیین گردید، سپس در مرحله بعد، تاثیر روش های مختلف فرآیند بر خواص کیفی محصول اسپرید لیمو بررسی گردید. نتایج آماری حاکی از آن بود که روش فرآیند دارای تاثیر معنی داری بر پایداری امولسیونی محصول، ویسکوزیته، pH و پارامترهای حسی محصول داشت. روش همزدن زرده تخم مرغ (۱۵ دقیقه)، افزودن کره و هم زدن ترکیب (۳۰ دقیقه) و افزودن شکر و آبلیمو، اسانس لیمو و مخلوط کردن (۱۵ دقیقه)، و حرارت دهی مخلوط در بن ماری تا دمای ۸۱ درجه سانتیگراد و پر کردن در شیشه، مناسب ترین روش فرآیند بود. به طور کلی با توجه به نتایج کیفی و پذیرش حسی، محصول اسپرید لیمو به عنوان یک محصول جدید با قابلیت تولید صنعتی معرفی می گردد.

واژه های کلیدی: فرمولاسیون، اسپرید لیمو، مدت زمان ماندگاری، ویژگی های شیمیایی و حسی

* مسوول مکاتبات: Fatemeh.shahdadi@gmail.com

۱- مقدمه

امروزه داشتن یک رژیم غذایی سالم برای مصرف کنندگان یک ضرورت بوده و صنعت غذا را ملزم به ارائه فرمولاسیون های متنوع می نماید. میوه ها و سبزیجات به دلیل نقش آنها در جلوگیری از ایجاد بیماریهایی مانند چاقی و دیابت و انواع خاصی از سرطان، در ایجاد یک رژیم غذایی متوازن نقش مهمی دارند (۲۳). اسپرید لیمو یک نوع محصول جدید تهیه شده از آب و اسانس لیمو به همراه ترکیبات دیگر می باشد. به دلیل مسئله ی تمرکز بر فرمولاسیون و فرایند برای افزایش پایداری محصول، هر نوع ماده مورد استفاده در فرمولاسیون و اینکه چگونه حضور این ماده اولیه پایداری محصول را تحت تاثیر قرار می دهد، باید بررسی شود.آب لیمو یک یکی از مواد اولیه مهم در اسپرید لیمو می باشد که بسیار اسیدی با متوسط pH ۲/۳ می باشد. اسید سیتریک یک اسید الی مهم شناخته شده به همراه مقدار کمتری اسید مالیک و اسید آسکوربیک در آب لیمو است (۱). به طور سنتی، خواص ارزشمند مرکبات به محتوی ویتامین ث آنها نسبت داده می شود، اما اخیرا نقش مهم فلاونوئیدها و ارتباط آنها با خواص آنتی اکسیدانی (۸، ۹) ضد اشتعال بودن، ضد آلرژی بودن، و محافظت قلبی توسط تحقیقات مختلف ارائه گردیده است (۴، ۵). هم چنین محققان زیادی راجع به خواص ضد سرطانی این ترکیبات و خواص کاهنده چربی خون آنها نتایج مثبتی را ارائه نموده اند (۷، ۱۱، ۱۹، ۲۱).

دو نوع روغن اساسی در لیمو شناخته شده است، روغن اساسی پوست لیمو و روغن اساسی آب لیمو. روغن های اساسی مسئول ایجاد طعم تند در لیمو می باشند. آلدهید های سیترال مهمترین ترکیبات طعم دهنده ی روغن اساسی لیمو هستند. تخم مرغ یکی ترکیبات چند نقشی در این محصول می باشد. این ماده نقش های امولسیفایری، کف کنندگی و ایجاد لخته و رسوب را ایفا می کند. رسوب کردن تغییری است که در ساختار مولکول های پروتئین تخم مرغ رخ می دهد و منجر به کاهش پایداری یا غلیظ شدن می گردد (۱۲). در فرمولاسیون اسپرید لیمو، شکر نیز استفاده می گردد. این ماده نقش مهمی در توسعه ویژگی های اسپرید لیمو ایفا می کند. نقش اولیه ی شکر ایجاد طعم شیرین برای متعادل کردن طعم اسیدی طبیعی موجود در میوه ها می باشد. علوه بر این شکر فعالیت آبی را کاهش داده و باعث پایداری میکروبی فرآورده می شود. کره یکی از مواد کلیدی در اسپرید لیمو می باشد که باعث ایجاد بافت نرم و احساس دهانی مطلوب در محصول می شود.

بر اساس آمار و اطلاعات سازمان خوار و بار جهانی سالانه ۱۱/۲ میلیون تن لیمو تولید می گردد که ایران رتبه هشتم را در تولید لیمو در کل جهان به خود اختصاص داده است (۶). متاسفانه در فرایند تولید آبلیمو در ایران، عمده کارخانجات یا فرآیند اسانس گیری از آبلیمو و پوست لیمو را نداشته و یا اسانس استحصالی به مصرف غذایی نمی رسد. با توجه به اینکه اسانس موجود در پوست و بافت لیمو می تواند به واسطه داشتن ترکیباتی نظیر لیمونین[1] (۶۰-۷۰٪)، آلفا پینن[2] (۹-۱۸٪)، گاما ترپینن[3] (۷-۱۱٪) و ترکیبات اکسیژنه (۲/۳-۶/۳٪)، جهت اهداف چند گانه ای نظیر خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی و دفع رادیکال آزاد می توانند مورد استفاده قرار گیرند (۱۳). ارائه فرمولاسیون های غذایی با این ترکیبات میتواند گامی نوین در جهت ارتقای کیفی محصولات غذایی باشد. تاکنون تحقیقات زیادی در رابطه با خواص کیفی اسانس های روغنی صورت پذیرفته است اما در رابطه با استفاده مستقیم آنها در فرمولاسیون های مواد غذایی در مقیاس صنعتی، تلاش چندانی صورت نگرفته است. هدف از این تحقیق فرمولاسیون محصول اسپرید لیمو، تاثیر روش های مختلف فرآیند بر خواص شیمیایی، حسی، رئولوژیکی و ماندگاری این محصول و امکان تولید انبوه آن می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه و مواد شیمیایی

مواد اولیه به کار رفته در تولید اسپرید لیمو شامل تخم مرغ تهیه شده از شرکت مزرعه نمونه، کره حیوانی شرکت کاله، شکر شرکت زمرد فام اسانس لیمو ۲ درصد شرکت باریج اسانس، آبلیموی حاصل از لیمو خارکی (Citrus limon، بریکس ۸/۴، pH ۲/۳ که از بازار شیراز خریداری شد) بود.

مواد شیمیایی عبارت بودند از هیدروکسید سدیم، فنول فتالئین، کربنات سدیم، محیط کشت های PDA و PCA.

[1] Limonene
[2] α-Pinene
[3] γ-terpinene

۲-۲- دستگاه های مورد استفاده

همزن مدل Chef Titanium Kenwood (ایتالیا)، دستگاه pH متر مدل Hana (ژاپن)، رنگ سنج هانترلب مدل Color،USA flex ، دستگاه سانتریفوژ مدل FX-P4 (هندوستان)، بن ماری شرکت Memmert (آلمان)

۲-۳- تولید اسپرید لیمو

برای تولید اسپرید لیمو، ابتدا مواد مورد نیاز (شکر، تخم مرغ، کره، آبلیمو، اسانس لیمو) توزین گردید و چندین مرتبه تولید آزمایشی تحت عنوان پیش تیمار صورت گرفت و سپس با توجه به نتایج حاصل و با تکیه بر بررسی منابع و شناخت ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و عملکردی هر یک از اجزای فرمول، نوع و دامنه تیمارها، سطوح مربوطه و تست پانل، مقادیر ترکیبات مشخص شدند. اجزای ثابت فرمولاسیون شامل ۴۱/۶۲ درصد شکر، ۱۳/۱۳ درصد زرده تخم مرغ، ۱۱/۳۹ درصد آبلیمو، ۲۸/۸۴ درصد کره، ۴/۱۶ درصد اسانس لیمو بود که با توجه به پیش تیمارهای انجام شده و نتایج حاصل از آزمون های حسی و میکروبی اولیه مشخص گردید. در این تحقیق، روش فرآیند به عنوان متغیر در نظر گرفته شد. بدین صورت که در نمونه شاهد، ابتدا مواد توزین گریدند. سپس زرده تخم مرغ از سفیده به روش دستی جدا سازی شده و توسط همزن با سرعت ۴ دستگاه مخلوط کن به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد. در مرحله بعد، کره نیز اضافه شده و مخلوط مجدد به مدت ۳۰ دقیقه هم زده شد و نهایتا شکر و آبلیمو و اسانس لیمو افزوده شده و به مدت ۱۵ دقیقه در همان دور، ترکیبات مخلوط گردیدند. جهت تعیین بهترین روش فرآیند، متغیرها نسبت به نمونه شاهد تعیین شدند که در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- فرآیند های مختلف تولید اسپرید لیمو

فرآیند	توصیف
فرآیند شاهد (P_c)	همزدن زرده تخم مرغ (۱۵ دقیقه)، افزودن کره و هم زدن ترکیب (۳۰ دقیقه) و افزودن شکر و آبلیمو اسانس لیمو و مخلوط کردن (۱۵ دقیقه)، حرارت دهی از طریق هیتر و پر کردن در شیشه در دمای ۸۱ درجه سانتیگراد
فرآیند۱ (P1)	پیش مخلوط کردن کره و شکر- ترکیب مواد طبق روش شاهد و پر کردن در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد
فرآیند۲ (P2)	پیش حرارت دهی کره و شکر- ترکیب مواد طبق روش شاهد و پر کردن در دمای ۸۱ درجه سانتیگراد
فرآیند ۳ (P3)	ترکیب مواد طبق فرآیند شاهد و گرم کردن مخلوط در بن ماری تا دمای ۸۱ درجه سانتیگراد

۲-۴-پایداری امولسیون

پایداری امولسیون با استفاده از روش زیر و فرمول (۱) تعیین گردید: ۱۰ گرم اسپرید لیمو در یک لوله آزمایش ریخته و در یک آون تا دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. لوله ها بعد از خروج از آون با سرعت ۱۳۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. پایداری توسط میزان جدا شدن روغن بیان شد.هرچه میزان جدا شدن روغن کمتر و ارتفاع امولسیون باقیمانده بیشتر باشد، پایداری امولسیون بیشتر است (۲۲).

(۱) ۱۰۰ × ارتفاع اولیه امولسیون / ارتفاع امولسیون باقیمانده

۲-۵-اسیدیته قابل تیتر و pH

اسید غالب اسپرید لیمو اسید سیتریک می باشد. اسیدیته قابل تیتر کردن بر حسب اسیدسیتریک با استفاده از همان روش مورد استفاده برای تعیین اسیدیته ماست تعیین گردید (۱۶). ۹ گرم اسپرید لیمو درون یک فلاسک وزن و بعد به آن آنقدر آب مقطر اضافه شد که وزن آن ۲۷ گرم گردید. بعد چند قطره معرف فنل فتالئین ۱ درصد به مخلوط اضافه شد. تیتراسیون با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی و ثابت ماندن این رنگ برای چند دقیقه انجام گرفت.

اندازه گیری pH نیز با استفاده از یک دستگاه pH متر کالیبره شده با محلول های بافر با pH ۴ و pH ۷ صورت گرفت.

۲-۶- تعیین فعالیت آبی

فعالیت آبی با استفاده از a_w متر (مدل Lab Touch) تعیین گردید. برای استاندارد کردن از محلول کربنات پتاسیم استفاده شد. اندازه گیری ها در دمای اتاق (۲۴/۹ درجه سانتیگراد) انجام گرفت.

۲-۷- آنالیز رنگ

به دلیل اینکه در این فراورده در حین نگهداری ممکن است واکنش میلارد اتفاق بیفتد پس رنگ نمونه های نگهداری شده در ۷ و ۱۴ روز نگهداری در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد با استفاده از یک دستگاه رنگ سنج هانترلب اندازه گیری شد. فاکتور های بدست آمده توسط هانتر لب شامل L، a و b بودند. شاخص L نشان دهنده درجه سفیدی یا سیاهی و a و b شاخص های رنگ قرمز و آبی می باشند.

۲-۸-آنالیز میکروبی

۱-۲-۸- شمارش کل میکروبی

تعیین بار میکروبی در متغیر های مختلف اسپرید لیمو توسط روش TPC انجام گرفت. نمونه های هموژن شده محصول (۱ گرم) در تیوب های آزمایش استریل ریخته شدند. لوله ها حاوی ۹ میلی لیتر بود که کاملا با نمونه ها ورتکس و مخلوط و ۱ میلی لیتر از این مخلوط به پلیت منتقل گردید. میزان ۱۰ میلی لیتر محیط کشت PCA به پلیت ها اضافه و با تکان دادن نمونه و محیط کشت همگن شدند. گرمخانه گذاری پلیت ها در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت انجام گرفت (۱۷).

۱-۲-۸- آنالیز مخمر و کپک

آلودگی به کپک و مخمر بوسیله رقت های تهیه شده برای TPC که در بالا توضیح داده شد، انجام گرفت. در پتریدیش ها محیط کشت PDA (Potato Dextrose Agar) که تا pH ۳/۵ توسط اسید تارتاریک ۱۰ درصد اسیدی شده بود ریخته شد. نمونه های رقیق سازی شده (۰/۱ میلی لیتر) بر روی سطح محیط کشته ریخته و با استفاده از یک میله شیشه ای پخش گردید. پلیت ها به مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد گرمخانه گذاری شد و آنالیز کپک و مخمر از طریق مشاهده انجام گرفت (۲۰).

۹-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی برای صفات رنگ ظاهری، طعم و بافت اسپرید لیمو توسط اعضای یک گروه ارزیاب آموزش دیده و با استفاده از تست هدونیک ۵ نقطه ای انجام گرفت. توصیف کنندگان ویژگی هایی از اسپرید لیمو که روی کیفیت نهایی موثر بود و باعث ایجاد تفاوت می شد را توصیف کردند. این ویژگی ها شامل رنگ، شیرینی، طعم لیمو، نرمی و غلظت بودند. نمره ۰ برای کیفیت غیر قابل قبول، نمره ۱ نسبتا رضایت بخش، نمره ۲ رضایت بخش، نمره ۳ خوب و نمره ۴ برای کیفیت عالی در نظر گرفته شد (۱۴).

۱۰-تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل نتایج از طرح کاملا تصادفی استفاده شد و برای مقایسه میانگین ها آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت .تجزیه آماری با نرم افزار SAS (۲۰۰۱) و کلیه تیمارها در ۳ تکرار انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون های انجام شده بر روی اسپرید لیمو

۳-۱-۱- پایداری امولسیونی

همانگونه که در جدول ۲ مشخص است، پایداری امولسیونی محصول در همه روش های فرآیند بسیار بالا بوده و جداشدن روغن، بجز در فرآیند ۲ در محصول رویت نگردید. دلیل این پایداری به خاصیت امولسیفایری لسیتین موجود در ترکیب زرده تخم مرغ در محصول می تواند نسبت داده شود. علت جدا شدن فاز روغن در فرآیند ۲ می تواند به این مورد نسبت داده شود که با توجه اینکه کره با دارا بودن مقادیر بالای فسفولیپید در غشای گلبول های چربی، نقش امولسیون را دارد، در طی حرارت دهی، امولسیون شکسته می شود و به مقادیر چربی آزاد که قابلیت پیوند ندارند افزوده می گردد (۱۵). حرارت دهی کمتر کره در محصول و افزودن پس از اعمال حرارت اولیه به مواد، می تواند راهکاری در جهت افزایش ظرفیت امولسیونی محصول باشد.

۳-۱-۲- اسیدیته و pH

همانگونه که در جدول ۲ مشخص است، مقادیر pH در روش های مختلف ذکر شده، از ۲/۹۴ تا ۳/۲۸ متغیر است. میزان اسیدیته (TA) نیز از ۱/۰۳ تا ۱/۲۵ متغیر بود. احتمالا افزایش زمان و دمای حرارت دهی سبب کاهش میزان pH می گردد. همان گونه که

مشخص است روش فرآیند ۱ به دلیل اعمال کمترین حرارت، بیشترین pH را داراست. آبلیمو ترکیب اسیدی این محصول با pH متوسط ۲/۳ می باشد. اسید سیتریک، اسید غالب موجود در آبلیمو است، اسید مالیک و اسید اسکوربیک نیز در مقادیر کمتر در آبلیمو یافت می شوند. به طور کلی حضور اسید مالیک، خواص اسید سیتریک را در محصول افزایش می دهند (۲). اسید سیتریک چهار گروه قابل یونیزه شدن با $pk^1=3.13$، $pk^2=4.76$ و $pk^3=6.40$ برای سه گروه کربوکسیل و $pk^4=11$ و یا بیشتر برای یک گروه کربوکسیل دارد (۱۲). آبلیمو یک ترکیب چند قابلیتی در تولید محصول اسپرید لیمو می باشد این ماده سبب افزایش آرومای محصول، دناتوره شدن پروتئین و کاهش pH می گردد. اسید سیتریک موجود در آبلیمو سبب دناتوره شدن جزئی پروتئین تخم مرغ و افزایش پایداری امولسیون و احساس دهانی مطلوب تر می گردد. البته این میزان اگر از یک حد فراتر رود تاثیر منفی بر بافت و پذیرش مصرف کننده خواهد داشت. هم چنین، اسید سیتریک موجود در آبلیمو pH این محصول را کم کرده که به سبب کاهش pH، از رشد بسیاری از میکروارگانیسم ها نظیر گونه های سالمونلا که معمولا در تخم مرغ یافت می شوند جلوگیری می نماید. هم چنین اسید سیتریک قابلیت شلاته شدن با یون های فلزی که ممکن است خطر بالقوه اکسیداسیون و یا قهوه ای شدن را افزایش دهد (۱۲). علاوه بر این ترکیب دیگری که مسئول کاهش pH در این فراورده است اسانس لیمو است که علاوه بر کاهش pH، در بسیاری از محصولات به عنوان ممانعت کننده طبیعی از رشد میکروارگانیسم به کار می رود. هم چنین به واسطه ترکیبات آلدهیدی فرار نظیر سیترال، نقش قابل توجهی را در افزایش آرومای محصول دارد. سیترال از ترکیب نرال[1] و ژرانیال[2] بوجود می آید. اسانس لیمو، شامل ۴۰ درصد نرال و ۶۰ درصد ژرانیال می باشد اما آبلیمو شامل ۹۵ درصد ژرانیال و تنها ۵٪ نرال می باشد. اسیدیته اسانس لیمو، ۶/۳ و pH آن ۲/۳۵ می باشد (۲۰).

[1] Neral

[2] Geranial

۳-۱-۳-فعالیت آبی

همانگونه که درجدول ۲ مشخص است، فعالیت آبی اسپرید لیمو حاصل از روش های تولیدی، از ۰/۹۴۹ تا ۰/۹۵۹ متغیر بود. حتی اگر این میزان فعالیت آبی اجازه رشد به میکروارگانیسم ها بدهد، pH پایین این فرآورده یک ممانعت کننده قوی در مقابل رشد باکتری ها و بسیاری از کپک ها و مخمرها می باشد. به هر حال، تفاوت معنی داری بین فعالیت آبی نمونه های تولیدی با روش های متفاوت مشاهده نگردید.

۳-۱-۴- نتایج رنگ

نتایج رنگ، تغییرات کلی را در طی نگهداری نشان داد اما این نتایج در سطح معنی داری قرار نداشتند. به طور کلی شاخص L در طول زمان کاهش یافته، در حالیکه a و b تغییر معنی داری نداشتند. این نتایج توسط جدول ۳ مشخص تر می نماید. کاهش در شاخص L نشانگر کاهش در شفافیت و کدر شدن رنگ می باشد. افزایش در شاخص a نشانگر افزایش رنگ قرمز است که توقع می رود در چنین حالتی رنگ قهوه ای افزایش یافته باشد (۱۴). به هر حال، تفسیر داده از نتایج a و b برای تعیین میزان قهوه ای شدن سخت است که این بدلیل تفاوت در رنگ اولیه در بین مواد غذایی است.

۳-۲- نتایج حسی

نتایج آنالیز حسی برگرفته از نظر گروه ارزیاب ها در جدول۴ آمده است. آنالیز حسی در زمان تولید و ۷ روز پس از تولید با دمای انبارش ۳۷ درجه سانتیگراد انجام شد. به طور کلی، فرآیند۳ روشن ترین رنگ را در بین نمونه ها داشت. تفاوت خاصی در شیرینی نمونه های تولید شده با روش های مختلف توسط ارزیاب ها گزارش نشد. از نظر نرمی بافت نیز تفاوت معنی داری بین نمونه ها مشاهده نگردید اما غلظت و ضخامت نمونه ۱ کمتر از بقیه بود که با نتایج ویسکوزیته مطابق است.

۳-۳- نتایج میکروبی

پایداری میکروبی نمونه های اسپرید لیمو تحت روش های مختلف فرآیند مطالعه گردید. نتایج نشان داد که زمانی که درب محصول باز میشود و خلاء از بین میرود، محصول بسیار مستعد آلودگی میکروبی می گردد. نتایج ذکر شده در جدول ۵ مدت

جدول ۲- تاثیر روش های فرایند بر ویژگی های فیزیکی-شیمیایی اسپرید لیمو

فاکتور فرایند	آزمایش پایداری امولسیون	pH	اسیدیته (٪)	فعالیت آبی	ویسکوزیته (cp)
pc	۰[*a]	۳/۲۵±۰/۱[a]	۱/۰۵±۰/۰۸[a]	۰/۹۴۹±۰/۰۲[a]	۳۸۰۰±۲۰/۲[a]
P1	۰[a]	۳/۶±۰/۳[b]	۰/۸±۰/۰۳[a]	۰/۹۴۱±۰/۰۱۹[a]	۱۷۸۰±۸/۷[b]
P2	۱/۲±۰/۰۱[b]	۳/۴۵±[a]۰/۱۴	۰/۹۵±۰/۰۱۳[a]	۰/۹۳۹±۰/۰۳۱[a]	۳۶۰۰±۱۰/۹[a]
P3	۰[a]	۳/۵۵±۰/۱۲[b]	۰/۸۹±[a]۰/۰۲	۰/۹۴۵±۰/۰۲۴[a]	۳۵۵۰±۱۵/۸[a]

* در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی دار می باشند ($p<0.05$)

جدول ۳-مقایسه مقدار رنگ روش های مختلف فرآیند اسپرید لیمو با دستگاه هانتر لب (d1، d7 و d14 به ترتیب نمایانگر روز ۱، روز ۷ و روز ۱۴ می باشند)

فاکتور فرایند	L	a	b
pcd1	۶۱/۴±۱/۲۶	۳/۰۲±۰/۰۲۳	۲۶/۲۸±۰/۳۱
Pcd7	۵۹/۳۸±۲/۰۱	۳/۲۱±۰/۰۶۱	۲۴/۵۸±۰/۲
pcd14	۵۸/۷۷±۱/۶۳	۳/۱±۰/۰۳	۲۳/۸۸±۰/۱۸
p1d1	۶۵/۴۲±۲/۷۸	۱/۸۱±۰/۰۱۴	۲۵/۷۸±۰/۵
p1d7	۶۲/۰۵±۱/۶۴	۲/۸۸±۰/۰۴	۲۴/۳۸±۰/۵۱
p1d14	۶۰/۱۴±۱/۹۱	۱/۷۸±۰/۰۳۸	۲۳/۳۵±۰/۳۷
p2d1	۶۳/۷۲±۱/۳	۱/۲۶±۰/۰۷	۲۵/۰۸±۰/۷
p2d7	۶۱/۶۶±۲/۲۱	۲/۳۵±۰/۱	۲۴/۵±۰/۶۱
p2d14	۶۲/۸۵±۱/۴۶	۳/۰۳±۰/۰۹۱	۲۴/۹۳±۰/۳۹
p3d1	۶۶/۳۹±۳/۰۱	۲/۱۴±۰/۰۷	۲۶±۰/۵۶
p3d7	۶۳/۵۳±۱/۱۱	۱/۶۴±۰/۰۳	۲۴/۶۲±۰/۳۹
p3d14	۶۵/۰۹±۲/۱۷	۳/۱۷±۰/۰۹	۲۵/۲۱±۰/۴۲

جدول ۴- نتایج آنالیز های حسی به دست آمده توسط گروه ارزیاب

فرایند	زمان(روز)	رنگ [۱]	شیرینی	طعم لیمو	نرمی	غلظت
P1	۰	۵/۵±۰/۲۶*[b]	۸/۲±۰/۱۴[a]	۷±۰/۶[c]	۹/۱±۰/۲۶[a]	۶/۶±۰/۲[b]
	۷	۸/۲±۰/۳۲[e]	۸/۷±۰/۴[a]	۵/۸±۰/۲[a]	۹/۸±۰/۴[a]	۴/۹±۰/۱۴[a]
P2	۰	۷/۶±۰/۳۱[d]	۷/۶±۰/۲۲[a]	۹/۲±۰/۳[d]	۸/۸±۰/۳۷[a]	۹±۰/۲[e]
	۷	۷±۰/۴۲[d]	۸/۲±۰/۱۹[a]	۷/۱±۰/۴۵[c]	۹/۶±۰/۷[a]	۸/۸±۰/۵۱[d]
P3	۰	۶/۳±۰/۱۷[c]	۹/۸±۰/۲۷[a]	۶/۵±۰/۷[b]	۱۰/۸±۰/۸[a]	۹/۹±۰/۳۴[e]
	۷	۹/۶±۰/۲۵[f]	۷/۹±۰/۵۳[a]	۷/۳±۰/۶۲[c]	۸/۷±۰/۱۲[a]	۸/۴±۰/۱[d]
Pc	۰	۶/۹±۰/۱۶[c]	۶/۳±۰/۲[a]	۱۰/۷±۰/۵۲[e]	۵/۳±۰/۲۳[a]	۸/۸±۰/۱۹[d]
	۷	۴/۳±۰/۰۹[a]	۵/۲±۰/۱[a]	۱۰/۹±۰/۵۵[e]	۹/۶±۰/۱۳[a]	۷/۸±۰/۷[c]

۱- افزایش امتیاز رنگ نشان دهنده رنگ زرد روشن تر می باشد.

*در هر ستون حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی دار می باشند ($p<0.05$).

زمان ماندگاری میکروبی، اسپرید لیمو گرمخانه گذاری شده در ۲۵ درجه سانتیگراد و ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت یک، چهار و هفت روز و بیش از هفت روز نشان داد که در صورتیکه درب محصول باز شود می تواند تا هفت روز بدون رشد میکروبی باشد و از روز هفتم نشانه هایی از وجود میکروارگانیسم دیده می شود. به طور کلی، غلظت بالای قندی در این محصول از یک طرف و pH پایین از طرف دیگر، میتواند نقش مهمی در جلوگیری ازرشد باکتری در این محصول داشته باشد. اما بهر حال، آلودگی اسپورهای کپکی موجود در محیط مانند گونه های ریزوپوس می تواند در زمان باز شدن درب شیشه میتواند ایجاد مشکل کند (۱۰). یک راه حل مناسب برای افزایش مدت ماندگاری این محصول پس از باز شدن درب، استفاده از نگهدارنده های میکروبی مانند اسید بنزوئیک یا نمک آن (بنزوات سدیم) جهت کنترل مخمر، کپک و باکتری می باشد. اسید بنزوئیک در صورتیکه بیش از میزان ۰/۱ درصد محصول افزوده نشود، جزو لیست GRAS می باشد (۳).

جدول ۵- نتایج مربوط به آنالیز میکروبی

فرایند	دمای گرمخانه گذاری (°C)	شمارش کل میکروبی (CFU/g)			مشاهده کپک و مخمر		
		روز ۱	روز ۴	روز ۷	روز ۱	روز ۴	روز ۷
pc	۲۵	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
	۳۷	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
P1	۲۵	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
	۳۷	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
P2	۲۵	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
	۳۷	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
P3	۲۵	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز
	۳۷	<۱۰	<۱۰	<۱۰	-	-	ریز

CFU/g = تعداد کولونی در گرم - = مشاهده نشد ریز =رشد گونه های کپک ریزوپوس

۴- نتیجه گیری کلی

این پژوهش با هدف تولید و معرفی محصول اسپرید لیمو صورت گرفت. نتایج اعمال روش های مختلف فرمولاسیون نشان داد که پایداری امولسیونی این محصول به واسطه حضور زرده تخم مرغ بالاست و در صورتی که در شرایط طبیعی محیطی نگهداری شود پایداری این محصول حفظ خواهد شد. هم چنین نتایج رنگ، ویسکوزیته و نتایج حسی، نشان داد که بهترین حالت برای اعمال حرارت، استفاده از حرارت غیرمستقیم می باشد و دمای پر کردن باید بیش از ۸۰ درجه باشد که خلاء در محصول ایجاد شود اما برای تایید نتایج، مطالعات عملی در مقیاس صنعتی توصیه می گردد.

۵- منابع

1- Benavente, O., Castillo, J., Marı´, F. R., Ortun, A. and Del Rı, J. A. 1997. Uses and properties of citrus flavonoids. Journal of agriculture and Food Chemistry, 45: 4505–4515.

2- Chandlre, B. V. 1977. Cellulose acetate as a selective sorbent for limonin in orange juice. Journal of Food and. Agriculture Science. 28:875-874

3- Davidson, P.M. and Juneja, V.K. 1990. Antimicrobial agents (Editor: Marcel Dekker). New York press, pp. 83-87.

4- Del Rı´o, J. A., Fuster, M. D., Go´ mez, P., Porras, I., Garcı´a-Lido, A. and Ortun˜, A. 2004. Citrus lemon: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. Food Chemistry, 84: 457–461.

5- Dugo, P., Lo Presti, M., Hman, M., Fazio, A., Dugo, G. and Mondello, L. 2005. Determination of flavonoids in citrus juices by micro-HPLC-

ESI/MS. Journal of Separation Science, 28: 1149–1156.
6- FAO, 2008. Available at: Http: yyapps.fao.orgpageyform collections production crops (accessed: June. 2009).
7- Finley, J. W. 2005. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. Annual Botany, 95: 1075–1096.
8- Gonza´ lez-Molina, E. and Garcı´a-Viguera, C. 2006. Lemon Juice plus Aronia Extract: a new high antioxidant beverage. In proceedingof the XXIII International Conference on Polyphenols, Winnipeg, Manitoba, Canada. Ed. Group Polyphenols (pp. 151-157).
9- Gonza´ lez-Molina, E., Moreno, D.A. and Garcı´a-Viguera, C. 2008. Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of Fino lemon juice (Citrus limonen) for industrial use. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56: 1669–1675.
10- Jay, M.J. 1996. Modern Food Microbiology. Chapman & Hall, New York, pp. 661-664.
11- Kim, H. K., Jeong, T. S., Lee, M. K., Park, Y. B. and Choi, M. S. 2003. Lipid-lowering efficacy of hesperidin metabolites in high-cholesterol fed rats. Clinical Chemistry, 327: 129–137.
12- Clusker, J. P. 1980. Citrate Conformation and Chelation: Enzymatic Implications. Accounts of Chemical Research, 13:345-352.
13- Hirasa, K. and Takemasa, M. 1998. Spice Science and Technology. Food Chemistry, 91(2): 131–137.
14- Lawless, H. T. and Heymann, H. 1998. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Chapman & Hall, New York, pp.124-129.
15- Mangino, M. 2000. Personal communication. Shivakumar Elayedath, New Delhi, pp.34-52.
16- Marshall, R.T. 1992. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. American Public Health Association, Washington, pp. 2-13.
17- Messer, J. W., Midura, T. F. and Peeler, J.T. 1992. Sampling plans, sample collection, shipment, and preparation for analysis. In Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods (pp.67-72).
18- Mislivec, P. B., Beauchant, L.R., and Cousin, M.A. 1992. Yeast and molds. American Public Health Association, Washington, pp. 239-249.
19- Miyake, Y. 2006. Lipid-lowering effect of eriocitrin, the main flavonoid in lemon fruit, in rats on a high-fat and high-cholesterol diet. Journal of Food Science, 71(2): 633–S637.
20- Morton, I.D. and Macleod, A.J. 1990. Food Flavours: In: The Flavour of Fruits. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands, pp. 107-111.
21- Neuhoser, A. L. 2004. Dietary flavonoids and cancer risk: evidence form human population studies. Nutrition Cancer, 50: 1–7.
22- Pai, S.W. 1995. Prediction of emulsion stability and determination of the factors affecting emulsion stability of whey proteins in concentrated infant formula. M.Sc. Thesis, The Ohio State University.
23- Schro der, H. 2007. Protective mechanism of the Mediterranean diet in obesity and type 2 diabetes. Journal of Nutrition Biochemistry, 18(1): 149–160.