



فصل نامه داروهای گیاهی

journal homepage: www.jhd.iaushk.ac.ir



مروری بر کاربرد اسانس‌های گیاهی در فیلم‌های بسته‌بندی مواد غذایی

الهه امانی^{۱*}، امیر پویا قندهاری یزدی^۲، لیلا صداقت بروجنی^۳

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، شیراز، ایران؛

*مسئول مکاتبات (E-mail: E_amanyy@yahoo.com)

۲. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران؛

۳. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران؛

شناسه مقاله	چکیده
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۱۰ نوع مقاله: علمی - پژوهشی موضوع: فیتوشیمی	مقدمه و هدف: بسته بندی فعال یکی از نوآوری‌های صنعت بسته بندی مواد غذایی بوده که پاسخی برای نیازهای متغیر مصرف کنندگان و بازار می‌باشد. در این تکنیک از موادی مانند جاذب اکسیژن، رطوبت، دی کسید کربن، اتیلن و ترکیبات طعم دهنده و ترکیبات آزاد کننده دی اکسید کربن، آنتی میکروبی، آنتی اکسیدانی و ترکیبات معطر استفاده می‌شود. در دهه اخیر توجه زیادی به کاربرد ترکیبات ضد میکروبی برای بسته بندی مواد غذایی و سطوح در تماس با مواد غذایی شده است، اسانس‌های گیاهی یکی از ترکیبات موثر در این زمینه می‌باشند. در این مقاله به بررسی انواع اسانس‌های گیاهی، اجزاء اصلی، خصوصیات ضد میکروبی، اثر جهش زاوی و ضد جهش این ترکیبات، کاربردشان در بسته بندی مواد غذایی و تاثیر آن‌ها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماده بسته بندی و ماده غذایی بسته بندی پرداخته شده است.
کلید واژگان: اسانس ✓ آنتی اکسیدانی ✓ بسته بندی فعال ✓ جهش زاوی ✓ ضد میکروبی ✓	نتایج و بحث: اسانس‌ها و ترکیبات آن‌ها مانند لینالول، تیمول، سینامالدهید، وانیلین، کارواکرول و بسیاری از ترکیبات دیگر برای استفاده در صنعت غذا و افزایش عمر نگهداری مواد فساد پذیر به دلیل خواصی مانند فعالیت ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی قابل قبول می‌باشند. در حال حاضر تحقیقات زیادی نشان داده اند که اکثر این ترکیبات برای سلامت انسان مضر نمی‌باشند، مقبولیت قابل توجهی در صنعت و بین مصرف کنندگان پیدا کرده‌اند.
	توصیه کاربردی / صنعتی: بسته بندی ضد میکروبی یک نوع بسته بندی فعال است که بر زمان نگهداری، سلامت و ایمنی غذا موثر می‌باشد. مواد مختلفی از جمله اسانس‌های گیاهی در این نوع بسته بندی قابل استفاده هستند که باعث افزایش عمر نگهداری و کیفیت محصول می‌شوند، با این حال ایمنی این ترکیبات قبل از استفاده در صنعت باید مشخص شده باشد.

۱. مقدمه

تغییر می‌شوند. این واکنش‌ها ارزش غذایی محصولات را به دلیل تخریب اجزاء با ویژگی‌های مفید (اسید چرب، ویتامین و پروتئین)

ایمنی و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مواد غذایی مانند غذاهای فساد پذیر به دلیل واکنش‌هایی مانند فساد میکروبی و اکسیداسیون دچار

مورد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی انتخاب نوع ماده ضد میکروبی تنها به ترکیبات خوراکی محدود می‌شود. به دلیل آنکه این مواد همراه ماده بسته بندی و ماده غذایی مصرف می‌شوند، خوراکی بودن و ایمنی آن‌ها امری ضروری است. مواد ضد میکروبی که مستقیماً وارد پلیمر می‌شوند شامل: اسیدهای آلی و آنهیدرید اسید: شامل پروپیونیک، بنزوئیک، استیک، سوربیک، لاکتیک و مالیک هستند که به روش شیمیایی سنتز شده و جز مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی محسوب می‌شوند. علاوه بر اسیدهای آلی و ترکیبات آن‌ها می‌توان از نمک اسیدهای غیر آلی چون نیتريت و سولفیت هم استفاده نمود. آنزیم‌ها (پرکاربردترین لیزوزیم و گلوکز اکسیداز) در سطح داخل پوشش بسته بندی قرار گرفته و با غذا در تماس بوده و در اثر یک سری واکنش‌ها مواد ضد میکروبی تولید می‌کنند (Appendini & Hotchkiss, 2006). باکتریوسین‌ها: پر کاربرد-ترین آن‌ها نیسین، پیوسین و لاکتی‌سین است. البته از ترکیباتی مانند ماگاینین^۱، سکروپین^۲ و دفنسیسین^۳ نیز می‌توان استفاده کرد. آنتی اکسیدان‌ها، فلاونوئیدها (اسیدهای سینامیک، کافئیک و پاراکوماریک و کاتچین) و عصاره‌های گیاهی تیمول، عصاره لیمو و دانه گریپ فرویت و پودر بامبو، گازهای غیر آلی شامل دی اکسید سولفور، دی اکسید کلرین، دی اکسید کربن، ازن، هینو کیتول و آلایل ایزوتیوسیونات نیز در بسته بندی مواد غذایی کاربرد دارند. فلزات یکی دیگر از ترکیبات ضد میکروبی مورد استفاده در بسته بندی ضد میکروبی می‌باشند. شاخص‌ترین فلز دارای فعالیت ضد میکروبی نقره است. البته باید گفت که نقره بر روی سلول‌های ریشی اثر دارد و فرم اسپور نسبت به نقره مقاوم بوده و از بین نمی‌رود (An, 2000).

اسانس‌های روغنی

اسانس‌های روغنی متابولیت ثانویه گیاهان هستند که به منظور ایجاد آروما در مواد غذایی و نوشیدنی‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. سالیان زیادی است که برای افزایش عمر نگهداری مواد غذایی به دلیل خواص آنتی میکروبی و ضدقارچی (Bajpai et al., 2012; Bakri & Douglas, 2005) و خواص آنتی اکسیدانی (Teixeira

کاهش داده و همچنین باعث ایجاد عطر و طعم نامطلوب و بیماری ناشی از مصرف غذای نا سالم می‌شود (Sanchez-Silva et al., 2014). با توجه به تقاضای جدید مصرف کنندگان و بازارهای بین المللی، در توزیع مواد غذایی و سیستم خرده فروشی‌ها تغییراتی به وجود آمده است که باعث افزایش مدت زمان نگهداری و انتقال محصولات در مسافت‌های طولانی تر شده است. بنابراین می‌توان بیان کرد افزایش طول عمر نگهداری مواد غذایی فساد پذیر یکی از بزرگترین چالش‌های صنعت بسته بندی مواد غذایی است (Vermeiren et al., 1999). در سال‌های اخیر، صنعت غذا و بسته بندی تلاش‌های زیادی جهت کشف روش‌های نوین به منظور حفاظت از محصولات غذایی از شرایط محیطی و تنش‌های مکانیکی و فساد شیمیایی و میکروبی انجام داده‌اند. این راهکارها در راستای افزایش تقاضای مصرف کننده برای کیفیت و ماندگاری بالای محصولات و نیز افزایش آگاهی آن‌ها نسبت به موضوعات محیطی حائز اهمیت است (Yu et al., 2006). به منظور بهبود بسته بندی مواد غذایی و حفظ کیفیت و تازگی مواد غذایی فساد پذیر صنعت غذا سیستم بسته بندی جدیدی تحت عنوان بسته بندی فعال معرفی کرده است (Sung et al., 2013). به همین دلیل پوشش‌ها و فیلم‌های زیست تخریب پذیر خوراکی حاوی مواد فعال مانند ترکیبات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به عنوان جایگزینی برای نگهداری مواد غذایی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. مواد فعال ترکیباتی هستند که باعث افزایش عمر نگهداری مواد غذایی، بهبود و حفظ شرایط نگهداری مواد غذایی می‌شود. این ترکیبات به دو دسته طبیعی و سنتتیک تقسیم می‌شوند. با توجه به آگاهی مصرف کنندگان در مورد مشکلات ترکیبات سنتزی بر سلامت انسان‌ها و تقاضای آن‌ها برای استفاده از ترکیبات طبیعی (Bahram et al., 2012) ترکیباتی مانند اسانس‌ها به عنوان یک جایگزین مناسب برای بهبود عمر نگهداری مواد غذایی فسادپذیر مطرح شده است (Sacchetti et al., 2005).

ترکیبات ضد میکروبی در فیلم‌های فعال

در بسته بندی غیرخوراکی از هر نوع ماده نگهدارنده‌ای نظیر اسیدهای آلی و نمک‌های آن‌ها، قارچکش‌ها، باکتریوسین‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها، الکل‌ها، تیول‌ها، آنتی اکسیدان‌ها، فلزات و گاز-های ضد عفونی کننده می‌توان استفاده نمود (Han, 2000). اما در

1. Maganin
2. Cecropin
3. Defenisin

ترکیبات اصلی موجود در اسانس‌های روغنی

اسانس‌های روغنی ترکیبات فرار و با وزن مولکولی پائین هستند که در ارگان‌های مختلف گیاه مانند جوانه‌ها، گل، برگ، ساقه، شاخه‌ها، دانه‌ها، میوه‌ها، ریشه، چوب یا پوست درخت، حفره‌ها، کانال‌ها، سلول‌های اپیدمی یا کرک‌های غده سنتز می‌شوند

(Bajpai *et al.*, 2012; Franz & Novak, 2010; 2008) اسانس‌های روغنی دارای خواص درمانی از جمله ضد سرطان، ضد درد، antiphlogistic، ضد ویروسی، ضد باکتری و آنتی‌اکسیدان می‌باشند (Buchbauer, 2010). همچنین این ترکیبات باعث افزایش عمر نگهداری مواد غذایی از طریق تولید نگهدارنده‌های طبیعی می‌شوند (Estaca *et al.*, 2010; Holley & Patel, 2005). به طور کلی این ترکیبات بر اساس منشأ بیوسنتز آن‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند که شامل ترکیبات بدست آمده از ترین^{۱۲} و ترکیبات آروماتیک می‌باشند (Bakkali *et al.*, 2008). خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی اسانس‌های روغنی توسط محققین زیادی بررسی شده است و چون هر کدام از روش متفاوتی استفاده کرده‌اند مقایسه بین اسانس‌ها مشکل می‌باشد (Hersch- Sacchetti *et al.*, 2005; Ruberto 2000). Martinez *et al.*, 2005;

ترین‌های اصلی شامل مونوترپین^{۱۳} (C₁₀) و سسکوئی‌ترین^{۱۴} (C₁₅) می‌باشند. همی‌ترین^{۱۵} (C₅)، دی‌ترین (C₂₀)، تری‌ترین (C₃₀) و تتراترپین (C₄₀) نیز در ترین‌های گیاهی نیز وجود دارند. چندین فاکتور از جمله گونه‌ها، بخشی از گیاه، فصل برداشت، خاستگاه جغرافیایی، و روش استخراج بر ترکیب شیمیایی اسانس روغنی تاثیر می‌گذارد (Jordan *et al.*, 2006; Mejri *et al.*, 2005; Bakkali *et al.*, 2008; 2010; Viljoen *et al.*, 2005).

اسانس‌های روغنی از ۲۰ تا ۶۰ ترکیب با غلظت‌های مختلف تشکیل شده‌اند و معمولاً ویژگی‌های آن‌ها توسط دو یا سه ترکیب اصلی در غلظت بالا (۷۰-۲۰٪ یا حتی ۸۵٪) در مقایسه با ترکیبات کم مقدار دیگر مشخص می‌شود (Burt, 2004; Bakkali *et al.*, 2008). در جدول ۱ اسانس‌های روغنی بدست آمده از گیاهان و ترکیبات اصلی آن‌ها آورده شده است. این ترکیبات اصلی تعیین

(*et al.*, 2012; Roby *et al.*, 2013) استفاده شده‌اند. در حال حاضر به دلیل اینکه برای سلامت انسان مضر نمی‌باشند و همچنین به دلیل ویژگی‌ها و مقبولیت این ترکیبات برای مصرف کنندگان در صنعت بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Sacchetti *et al.*, 2005). مقدار افزودن این ترکیبات بر مقبولیت آن‌ها تاثیر می‌گذارد به دلیل اینکه افزودن بیش از حد این اسانس‌ها باعث مشکلات پذیرش و مقبولیت آن‌ها می‌شود. به همین دلیل استفاده از این ترکیبات در مواد غذایی محدود می‌باشد، به دلیل اینکه گاهی برای رسیدن به نتیجه مطلوب باید مقدار زیادی از این ماده استفاده شود (Hyldgaard *et al.*, 2012). همچنین این ترکیبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند که بعضی از پژوهشگران مطالعاتی در این زمینه انجام داده‌اند (Eça & Menegalli, 2014; Sanches-Silva *et al.*, 2014).

خیلی از اسانس‌های روغنی مانند میخک، آویشن، جوزهندی^۴، ریحان^۵، خردل^۶ و زعفران به عنوان ترکیبات^۷ GRAS توسط سازمان غذا و دارو^۸ (FDA) مطرح شده‌اند و قوانینی برای مقدار مصرف روزانه آن‌ها وجود دارد (Manso *et al.*, 2013). تعداد محدودی از ترکیبات اسانس‌ها مانند لینالول^۹، تیمول، اوژنول، کاروون^{۱۰}، سینامالدهید، وانیلین، کارواکرول، سیترال و لیمونن^{۱۱} در اروپا به عنوان ترکیبات طعم دهنده قابل قبول می‌باشند که در مقدار افزوده شده خطری برای سلامت ایجاد نمی‌کنند (Hyldgaard *et al.*, 2012). با این حال باید مطالعات زیادی بروی این مواد و ترکیبات انجام شود تا از ایمن و سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود (Evandri *et al.*, 2005). اثر بیولوژیکی اسانس‌ها در صنایع دارویی، بهداشتی، لوازم آرایشی و بهداشتی، کشاورزی و مواد غذایی توسط بکالی و همکاران در سال ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفته است.

4. Nutmeg
5. Basil
6. Mustard
7. Generally Recognized as Safe
8. Food and Drug Administration
9. Linalool
10. Carvone
11. Limonene

12. Terpene
13. Monoterpenes
14. Sesquiterpenes
15. Hemiterpenes

کننده ویژگی‌های بیولوژیکی اسانس‌های روغنی هم از نظر مفید بودن (آنتی باکتریال، ضد قارچ و آنتی اکسیدان و ...) و هم از نظر مضر و سمی بودن می‌باشند. بنابراین جنبه‌های مفید و مضر بودن این اسانس‌ها باید در نظر گرفته شود تا از ایمن بودن این ترکیبات برای استفاده در مواد غذایی اطمینان حاصل شود. همچنین باید به این موضوع توجه شود که ترکیب اسانس‌ها با توجه به گیاهی که از آن منشا گرفته و زمان برداشت (Smith et al., 2005)، کشت، مرحله رویشی و فصل رشد نیز متفاوت می‌باشد (Vagi et al., 2005). در بین این ترکیبات کارواکرول بیشتر از همه متغیر است و از ۲۲٪ در پونه کوهی به ۴۴/۳٪ در *Oreganum onites* متغیر می‌باشد حتی از نظر ترکیب شیمیایی نیز متفاوت است مانند β -caryophyllene و α -thuyene که در *O. compactum* وجود دارند و در *O. onites* وجود ندارند (Mezzoug et al., 2007; Bostancioglu et al., 2012) باید به این موضوع نیز توجه شود که ترکیبات اسانس‌ها بر اساس شرایط استخراج و تکنولوژی فرایند و پیش تیمارها ممکن است تغییر کند. استفاده از اسانس‌ها در بسته بندی مواد غذایی هنوز در اروپا و کشورهای غیر اروپایی متداول نشده ولی اسانس‌های متفاوتی برای به کار گیری در بسته بندی مواد غذایی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که شامل پونه کوهی (*Origanum vulgare*)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، چای سبز (*Camellia sinensis*)، زعفران (*Cinnamum zeylanicum*) و میخک (*Eugenia caryophyllata*) می‌باشند که دارای خواص آنتی میکروبی، آنتی باکتریال، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی بوده‌اند.

در پژوهشی به بررسی اثر ضد میکروبی ۱۷ نمونه اسانس روغنی شامل ریحان (*Ocimum basilicum*)، روغن دانه هویج (*Daucus carota*)، روغن دانه کرفس (*Apium graveolens*)، روغن سنبل هندی (*nardus Cymbopogon*)، روغن میخک (*Eugenia spp*)، روغن تخم گشنیز (*Coriandrum sativum*)، سیر، روغن گریپ فروت از مرکبات paradisi، روغن لیمو را از لیمون مرکبات، مرزنجوش (*Thymus mastichina*)، پیاز (*Allium cepa*)، روغن مرزنجوش (*Thymus capitatus*)، روغن جعفری (*Petroselinum sativum*)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، مریم گلی (*Salvia officinalis*)، روغن ترخون (*Artemisia*)

مشکلات استفاده از اسانس‌ها

اسانس‌های روغنی ممکن است دارای اثر سمی مانند جهش زایی/مشکلات ژنتیک^{۱۸} باشند به همین دلیل باید قبل از استفاده از آن‌ها برای انسان مورد بررسی قرار گیرند. در جدول ۲ خلاصه‌ای از نتایج گزارش شده توسط محققان در مورد پتانسیل جهش زایی و اثر genotoxic چند اسانس روغنی و همچنین پتانسیل ضد جهش و antigenotoxic این ترکیبات نشان داده شده است. با اینکه استفاده از اسانس‌ها در بسته بندی فعال بسیار مورد توجه قرار گرفته است و مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است ولی استفاده از آن‌ها در صنعت به دلیل آن‌که لیست مواد مجاز هنوز منتشر نشده محدود می‌باشد. برای اینکه ماده‌ای در این لیست قرار گیرد باید خواص genotoxicity آن مشخص شود. در این مقاله خواص جهش زایی و genotoxicity اسانس‌ها نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. به طور کلی بیشتر اسانس‌ها و ترکیبات اصلی آن‌ها جهش زا نمی‌باشند.

16. *Pseudomonas putida*
17. *Salmonella typhimurium*
18. Mutagenicity/genotoxicity

کاربرد اسانس‌ها در بسته بندی مواد غذایی

همچنین بیان داشتند که درصد اسانس‌های روغنی در خاصیت ضد میکروبی موثرتر از ضخامت فیلم می‌باشند که دلیل آن قابل بحث است. قابلیت نگهداری دو واریته توت فرنگی تیمار شده با استفاده از دارچین در ترکیب با سینامالدهید علیه کاندیدا آلبیکنز و اسپرژیلوس فلاووس طی ۷ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی-گراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده که محافظت کامل طی ۷ روز نگهداری مشاهده شده به طوری که هیچگونه تغییر قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها مشاهده نشد. همچنین قارچ‌ها نیز رشدی نشان نداده‌اند (Rodríguez et al., 2007).

اثر ضد میکروبی فیلم پلاستیکی در ترکیب با *Allium sativum* در مقادیر ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد وزنی از اسانس روغنی علیه باکتری‌های گوشت (لیستریا مونوسیتوژنس، اشرشیاکلی و بروکوتریکس ترموسفاکتا^{۱۹}) مورد بررسی قرار گرفته است. یک ترکیب ضد میکروبی طبیعی می‌باشد که بر سلامتی تاثیر سوئی ندارد. نتایج نشان داده که پلی اتیلن با دانسیته کم در ترکیب با اتیلن-ونیل استات^{۲۱} (LDPE/EVA) با ۸٪ از اسانس روغنی فعالیت ضد میکروبی بیشتری نشان داده‌اند و تاثیر آن‌ها به ترتیب بیشتر بر لیستریا مونوسیتوژنس، بروکوتریکس ترموسفاکتا و اشرشیاکلی بوده است. افزودن مقادیر بالا از اسانس روغنی به مقدار کمی باعث تضعیف خصوصیات فیزیکی فیلم‌ها می‌شود و در مقادیر کم تبلور افزایش می‌یابد (Sung et al., 2014a).

اثر ضد میکروبی فیلم پلی اتیلن دانسیته کم با روغن سیر (۲)، ۴، ۶ و ۸ درصد وزنی-وزنی (علیه پاتوژن‌های گوشت گاو آماده به مصرف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده بدون توجه به مقدار روغن استفاده شده فیلم مورد ارزیابی از رشد لیستریا مونوسیتوژنس بعد از ۳، ۶، ۹ و ۱۵ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جلوگیری کرده است. ولی اثر کمی بر رشد اشرشیاکلی و بروکوتریکس ترموسفاکتا نشان داده است. در مقادیر بالای روغن انتقال بخار آب کم‌تر بوده است. بین مقاومت به گرما در همه فیلم‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. همچنین نتایج بررسی با

فیلم‌های پلیمری با ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی برای بسته بندی فعال مواد غذایی تولید شده‌اند. عصاره چای سبز و اسانس روغنی پرتقال در پلیمر اتیل-ونیل الکل استفاده شده‌اند. سرعت آزاد شدن در سه نوع ماده غذایی، ۱۰٪ اتانول و ۵۰٪ اتانول در دمای ۴ درجه و ۲۳ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده که سرعت آزاد شدن به نزدیکی ماده غذایی و ترکیبات فعال بستگی دارد و بیشترین قدرت نفوذ زمانی بوده است که فیلم در معرض ۵۰٪ اتانول قرار می‌گیرد. خاصیت ضد میکروبی (لیستریا مونوسیتوژنس^{۱۹}، اشرشیاکلی و پنسیلیوم اکسپانسونوم^{۲۰}) آن نیز در محیط‌های مایع و فاز گازی بیشتر بوده است (Muriel-Galet et al., 2015).

رودریگوز و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی اثر ضد میکروبی و فعالیت فاز بخار اسانس‌های روغنی طبیعی در پارافین به عنوان ماده بسته بندی کاغذی فعال پرداختند. اسانس‌های روغنی استفاده شده شامل: میخک (*Syzygium aromaticum*)، دارچین^{۲۱} (*Origanum zeylanicum*)، پونه کوهی^{۲۲} (*Origanum vulgare*) و دارچین در ترکیب با سینامالدهید^{۲۳} می‌باشند. دارچین در ترکیب با سینامالدهید از رشد کاندیدا آلبیکنز، اسپرژیلوس فلاووس، ائوروتیوم رپنس جلوگیری کرده است و اثر بازدارندگی خوبی علیه پنسیلیوم نالگیونس و پنسیلیوم راکیوفورتی نشان داده است. اثر ضد میکروبی علیه باکتری‌های گرم مثبت (باسیلوس سرئوس^{۲۴}، لیستریا مونوسیتوژنس، انتروکوکوس فکالیس^{۲۵} و استافیلوکوکوس ارئوس^{۲۶}) مشاهده نشد و علیه باکتری‌های گرم منفی (سالمونلا کلراسوس^{۲۷}، اشرشیاکلی، یرسینیا انترکولیتیکا^{۲۸} و سودوموناس آئروژینوزا^{۲۹}) فقط دارچین در ترکیب با سینامالدهید و به میزان کم‌تری پونه کوهی اثر ضد میکروبی نشان داده‌اند.

19. *Listeria monocytogenes*
20. *Penicillium expansum*
21. Cinnamon
22. Oregano
23. Cinnamaldehyde
24. *Bacillus cereus*
25. *Enterococcus faecalis*
26. *Staphylococcus aureus*
27. *Salmonella choleraesuis*
28. *Yersinia enterocolitica*
29. *Pseudomonas aeruginosa*

30. *Brochothrix thermosphacta*

31. low-density-polyethylene/ethylene-vinyl-acetate

مواد بهتری می‌باشد. این محققان در سال ۲۰۱۳ ترکیبات ضد میکروبی را به این فیلم‌ها افزودند. این ترکیبات ضد میکروبی از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و باعث افزایش عمر نگهداری محصول می‌شود. ماده اصلی در دارچین سینامالدهید و در میخک ائوگنول^{۳۵} بوده است که دارای خاصیت ضد میکروبی می‌باشند. این محققان خاصیت ضد میکروبی این دو ماده در فیلم تهیه شده از کاساوا بر پنسیلیوم کومون^{۳۶} و ائوروتیوم آمستلودامی^{۳۷} در نان نشان دادند که میزان هر کدام به ترتیب ۲ و ۱۶ گرم در ۱۰۰ گرم بوده است. دارچین در غلظت‌های پائین نیز دارای خواص ضد میکروبی می‌باشد که این موضوع دارای اهمیت می‌باشد به دلیل اینکه در غلظت‌های بالاتر این ماده بر خصوصیات حسی و طعمی فیلم تولید شده تاثیر خواهد گذاشت. نتایج میکرگراف‌های حاصل از SEM نشان داده که فیلم تولید شده دارای ماتریکس یکنواخت بوده ولی در صورت استفاده نکردن از امولسیفایر بافت یکنواختی حاصل نشده است (Souza et al., 2013).

فیلم‌های خوراکی ترکیبی بر پایه نشاسته ذرت و اسانس‌های خوراکی آویشن شیرازی و پونه در نسبت های ۱، ۲ و ۳٪ تولید شده است. ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌های تولید شده تحت تأثیر افزودن اسانس قرار گرفت به طوری که مقاومت کششی کاهش و کشیدگی به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافت. این مورد در فیلم های حاوی اسانس آویشن دارای معنی داری بیشتری بود. افزودن اسانس خوراکی به در پوشش به علت قرار گیری اسید چرب به جای زنجیر پلیمری در ساختار پوشش و نقش روان کنندگی آن، درصد افزایش طول پوشش به طور معنی داری افزایش یافت. اسانس‌ها شبکه پوشش را تضعیف کرده و سبب می‌شدند که پوشش تا لحظه پاره شدن طول بیشتری داشته باشد مطالعه ریز ساختار نیز تاثیر حضور اسانس‌های خوراکی را روی سطح داخلی و خارجی فیلم تأیید کرد که این امر کاهش نفوذ پذیری به بخار آب در فیلم حاوی مواد لیپیدی را توجیه می‌کند. در واقع با افزایش میزان اسانس در فیلم‌های نشاسته‌ای، میزان رطوبت، حلالیت کاهش یافت. اسانس‌های به کار برده شده در این تحقیق خواص ضد میکروبی (اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس) متفاوتی را از خود نشان دادند. اثر

اینفرارد نشان داده که افزودن روغن سیر تاثیر بر خصوصیات فیلم نشان نداده است (Sung et al., 2014b).

فیلم خوراکی پلی پروپیلن/ پلی وینیل الکل همراه با غلظت‌های مختلف عصاره اتانولی ریواس^{۳۲} و اسانس روغنی دارچین برای نگهداری گوشت تازه گاو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده که این فیلم خوراکی از رشد باکتری‌ها جلوگیری کرده و باعث حفظ pH و کل نیتروژن بازی فرار^{۳۳} (TVB-N) می‌شود (Han et al., 2014).

لئی و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی فیلم پلی اتیلن ترفتالات/ پلی پروپیلن که از طریق فشار اتمسفری پلاسما و همراه ترکیبات ضد میکروبی تولید شده پرداختند. نتایج نشان داده که زبری و hydrophilicity سطح بعد از تیمار با فشار پلاسما افزایش یافته است. کیتوزان و دیگر نگهدارنده‌ها به طور موفقیت آمیزی بر سطح فیلم قرار گرفتند. بررسی خواص ضد میکروبی (استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی و باسیلوس سوبتیلیس^{۳۴}) نیز نشان داده که فیلم‌ها دارای ۱۰۰٪ خواص ضد میکروبی در برابر استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی بوده ولی خاصیت ضد میکروبی برای باسیلوس سوبتیلیس کمتر (۸۵٪) بوده است. با افزایش pH و دما مهاجرت ترکیبات از فیلم به محلول افزایش پیدا کرده است ولی با افزایش قدرت یونی بوسیله سدیم کلراید و یا کاهش تحرک یون‌ها با استفاده از ساکارز مهاجرت ترکیبات از فیلم کاهش می‌یابد (Lei et al., 2013).

اگرچه انواع مختلف پلیمرهای تجاری (PLA, PHA, PCL, PE, ...) تولید شده است ولی پلیمرهای با منبع کشاورزی و گیاهی مخصوصا پلی‌ساکاریدها بیشتر مورد توجه بوده‌اند. در بین پلیمرهای پلی‌ساکاریدی نیز پلیمرهای تهیه شده از نشاسته به دلیل ارزان و فراوان بودند (Souza et al., 2010) و قدرت تولید فیلم مناسب اهمیت زیادی دارند (Souza et al., 2013). فیلم‌های تولید شده با استفاده از نشاسته ایزوتروپیک، بدون بو، بی مزه، بی رنگ و بدون سمیت و قابل بازیافت می‌باشند (Souza et al., 2010). Souza و همکاران در سال ۲۰۱۲ فیلم بر پایه کاساوا با استفاده از ذرات نانورس تولید کردند که دارای خصوصیات مکانیکی و انتقال

35. Eugenol

36. Penicillium commune

37. Eurotium amstelodami

32. Rhubarb

33. Total volatile base nitrogen

34. Bacillus subtilis

فیلم‌های خوراکی همراه با ترکیبات ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی فیلم فعال می‌گویند. خواص ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی شناخته شده است با این وجود کاربرد آن‌ها در فیلم‌های خوراکی محدود می‌باشد. اثر ضد میکروبی فیلم خوراکی ایزوله پروتئین سویا با ۱-۴٪ وزنی/حجمی از اسانس روغنی پونه کوهی، رزماری و سیر علیه اشرشیاکلی O157:H7، استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا انترتیدیس^{۴۲}، لیستریا مونوسایتوژنس، لاکتوباسیلوس پلانتاروم مورد بررسی قرار گرفته است. اثر ضد میکروبی ۲٪ پونه کوهی بیشتر از دو اسانس دیگر بوده است. رزماری اصلا اثر ضد میکروبی نشان نداده و اسانس سیر در غلظت ۳ و ۴٪ اثر ضد میکروبی نشان داده است (Seydim & Sarikus, 2006).

اثر ضد میکروبی میخک (*Syzygium aromaticum* L.)، رازیانه^{۴۳}، درخت سرو (*Cupressus sempervirens* L.)، اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، کاج (*Pinus sylvestris*) و رزماری بر ۱۸ جنس باکتری که مهم‌ترین عوامل فساد و بیماری مواد غذایی هستند مورد بررسی قرار گرفته است. اسانس میخک بیشترین اثر ضد میکروبی را نشان داده است و بعد از آن رزماری و اسطوخودوس دارای بالاترین اثر ضد میکروبی بوده‌اند. سپس به منظور بررسی اثر آن‌ها در نگهداری مواد غذایی به عصاره ماهی افزوده شدند که نتایج نشان داده که میخک و آویشن از همه موثرتر بوده‌اند. سپس فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس میخک تهیه شده و اثر ضد میکروبی آن بر شش باکتری انتخاب شده: سودوموناس فلورسنس، شوانلا پوتریفاسینس^{۴۴}، فوتوباکتریوم فسفریوم^{۴۵}، لیستریا اینوکلا^{۴۶}، اشرشیاکلی و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس مورد بررسی قرار گرفته است. اثر ضد میکروبی میخک در فیلم به شبکه فیلم و همچنین نوع میکروارگانیسم بستگی دارد. سپس فیلم ژلاتین- کیتوزان تهیه شده و اثر ضد میکروبی این ترکیبات در ماهی نگهداری شده در سرما مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده که رشد باکتری‌های گرم منفی مخصوصا انتروباکترها به طور چشمگیری کاهش پیدا

ضدمیکروبی پوشش‌های تولید شده بر روی باکتری‌های گرم مثبت بیش از باکتری‌های گرم منفی بود که دلیل آنرا به نوع ماده تشکیل دهنده دیواره سلولی این دو گروه از باکتری‌ها مربوط دانسته‌اند. به طور کلی پوشش‌های حاوی اسانس آویشن دارای بالاترین خاصیت ضدمیکروبی بوده و پس از آن روکش‌های حاوی اسانس پونه قرار داشتند. همچنین در فیلم‌های دارای اسانس پونه، باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بیشترین بازدارندگی را در غلظت ۳ درصد نشان داد. از دو گیاه معطر *Thymus moroderi* و *Thymus piperella* در فیلم خوراکی کیتوزان به منظور بررسی میزان کل فنل، اثر ضد میکروبی و خواص آنتی اکسیدانی آن‌ها استفاده شده است. فیلم تشکیل شده از *T. piperella* در جلوگیری از رشد سراتیا ماسرانس^{۳۸} و لیستریا اینوکولا^{۳۹} موثرتر از فیلم تهیه شده از *T. moroderi* بوده است. در حالی که تفاوت قابل ملاحظه‌ای در بازدارندگی این دو فیلم در جلوگیری از رشد آئروموناس هیدروفیلا^{۴۰} و آکروباکتر دنتریفیکاس^{۴۱} مشاهده نشده است.

خاصیت آنتی اکسیدانی فیلم تشکیل شده از *T. piperella* کم‌تر از فیلم تهیه شده از *T. moroderi* بوده است (Ruiz-Navajas *et al.*, 2013). خواص ضد میکروبی فیلم تهیه شده از پروتئین سویا همراه با مقادیر مختلف (۱، ۲، ۳، ۴، ۵٪) پونه کوهی و اسانس آویشن و همچنین اثر ترکیبی مقدار ماکسیمم این دو اسانس علیه اشرشیاکلی، اشرشیاکلی O157:H7، استافیلوکوکوس اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا و لاکتوباسیلوس پلنتاروم در گوشت گاو نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. هر دو اسانس خواص ضد میکروبی مشابهی بر روی همه باکتری‌ها نشان داده‌اند. اثر بازدارندگی بر روی اشرشیاکلی، اشرشیاکلی O157:H7، استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر بوده است. پونه کوهی و اسانس آویشن و ترکیب این دو اسانس بر روی شمارش کلی و لاکتیک اسید باکتری‌ها و سویه‌های استافیلوکوکوس تأثیری ندارند در حالی که بروی سودوموناس و کلی فرم‌ها اثر بازدارندگی نشان داده‌اند (Emiroğlu *et al.*, 2010).

42. *Salmonella enteritidis*

43. *Foeniculum vulgare*

44. *Shewanella putrefaciens*

45. *Photobacterium phosphoreum*

46. *Listeria innocua*

38. *Serratia marcescens*

39. *Listeria innocua*

40. *Aeromonas hydrophila*

41. *Achromobacter denitrificans*

بهبود خصوصیات مکانیکی فیلم ایزوله آب پنیر می‌شود (Osés *et al.*, 2009).

فیلم ژلاتین پوست همراه با گلیسرول و سوربیتول به عنوان پلاستیسیزرها تهیه شده است. شفافیت، حلالیت و نفوذ به بخار آب در فیلم تهیه شده مانند فیلم ژلاتینی تجاری تهیه شده از ژلاتین گربه ماهی بوده است. افزودن عصاره گل گاو زبان^{۴۸} باعث افزایش خصوصیات آنتی اکسیدانی و شفافیت و کاهش نیروی شکست شده است. خواص آنتی اکسیدانی فیلم تهیه شده با استفاده از عصاره گل گاو زبان بالاتر از آلفا توکوفرول و BHT بوده است (Gómez-Estaca *et al.*, 2009a).

فیلم ژلاتین پوست گاو و تن ماهی همراه با عصاره رزماری و پونه کوهی تولید شده است. ژلاتین تهیه شده از پوست گاو با پلی فنل‌های عصاره‌های گیاهی واکنش کمی داشته و خصوصیات این فیلم تهیه شده با فیلم کنترل (بدون افزودن عصاره گیاهی) تفاوتی نشان نداده است. ولی ژلاتین پوست ماهی با پلی فنل‌های عصاره‌های گیاهی واکنش داده و خصوصیات متفاوتی به وجود آمده از جمله اینکه دمای انتقال شیشه‌ای و حلالیت افزایش یافته و قابلیت تخریب نیز کاهش یافته است (Gómez-Estaca *et al.*, 2009b).

ویژگی‌های مکانیکی، ضد میکروبی و انتقالی ۰/۵-۰/۱ /سوسپانسیون اسانس‌های روغنی/ ترکیبات روغنی (پونه کوهی/ کارواکرول، روغن دارچین/ سینامالدهید و روغن سنبل هندی/ سیترال) علیه باکتری اشرشیا کلی O157:H7 در فیلم پوره سیب- آلژینات مورد بررسی قرار گرفته است. حضور اسانس‌های گیاهی بر نفوذ پذیری به اکسیژن و بخار آب تأثیری ندارد. کارواکرول بر رشد اشرشیاکلی بازدارندگی زیادی نشان داده است و اثر بازدارندگی بدین صورت بوده که بیشترین بازدارندگی مربوط به کارواکرول و سپس به ترتیب برای پونه کوهی، سیترال، سنبل هندی، سینامالدهید و روغن دارچین بدست آمده است (Rojas-Graü *et al.*, 2007a).

فیلم‌های خوراکی همراه با ترکیبات ضد میکروبی باعث افزایش عمر نگهداری قطعات میوه‌های تازه می‌شود. اثر سنبل هندی، پونه کوهی و وانیلین در پوشش خوراکی پوره سیب/ آلژینات بر عمر نگهداری قطعات سیب Fuji طی ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه

کرده در حالی که باکتری‌های لاکتیک اسید طی مدت زمان زیادی از نگهداری باقی مانده‌اند (Gómez-Estaca *et al.*, 2010).

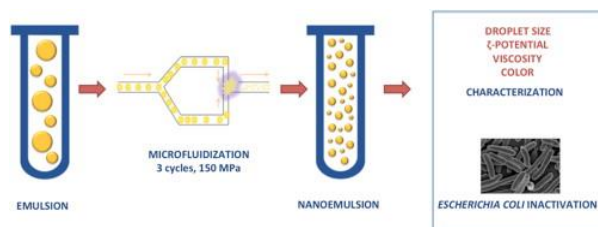
خواص ضد میکروبی و فیزیکی و مکانیکی فیلم کیتوزان همراه با اسانس زعفران (غلظت‌های ۰/۴، ۰/۸، ۱/۵ و ۲٪ حجمی/ حجمی) مورد بررسی قرار گرفته است. با استفاده از اسانس زعفران خواص ضد میکروبی فیلم کیتوزان افزایش و محتوای رطوبتی، حلالیت در آب، نفوذ پذیری به بخار آب و افزایش طول در نقطه شکست کاهش یافته است. همچنین مطالعات میکروسکوپی شبکه فیلم نشان داده است که اسانس زعفران اتصال مناسبی با فیلم نشان داده است (Ojagh *et al.*, 2010a).

بررسی اثر فیلم ضد میکروبی کیتوزان با اسانس زعفران بر کیفیت ماهی غزل آلا رنگین کمان طی ۱۶ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. فیلم ۲٪ وزنی/ حجمی کیتوزان و ۲٪ وزنی/ حجمی کیتوزان همراه با ۱/۵٪ حجمی/ حجمی اسانس زعفران استفاده شده است. نتایج نشان داده که استفاده از این فیلم ضد میکروبی باعث افزایش کیفیت ماهی و عمر نگهداری آن شده است (Ojagh *et al.*, 2010b).

اثر ضد میکروبی فیلم تهیه شده از ایزوله پروتئین آب پنیر به همراه غلظت‌های مختلف پونه کوهی (۰/۵، ۱، ۱/۵٪ وزنی/ وزنی) مورد مطالعه قرار گرفته است. جذب آب و نفوذ بخار آب تحت تأثیر افزودن پونه کوهی قرار در هیچ غلظتی قرار نگرفته است. دمای انتقال شیشه‌ای به خاطر افزودن روغن به شبکه پروتئینی ۱۰-۲۰ درجه سلسیوس کاهش یافته است. ضریب یانگ، ماکسیمم قدرت کششی و طول در نقطه شکست در غلظت ۱٪ از روغن کاهش پیدا کرده است. همچنین افزودن پونه کوهی بر رنگ قطعه‌های گوشت گاو طی ۱۲ روز نگهداری در ۴ درجه سلسیوس اثری نداشته و ماکسیمم سرعت رشد فلور میکروبی کل و تعداد سودمونات‌ها با افزودن ۱/۵٪ روغن کاهش پیدا کرده است در حالی که رشد لاکتیک اسید باکترها به طور کامل متوقف شده است (Zinoviadou 2009).

فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر همراه با کهور^{۴۷} تهیه شده است. افزودن کهور باعث بهبود انعطاف پذیری و کاهش قدرت کششی و افزایش طول در نقطه شکست می‌شود. بنابراین افزودن کهور باعث

سفتی و رنگ خربزه‌های تازه ممکن است تحت تاثیر قرار گیرند که باعث کاهش عمر فیزیوشیمیایی آن می‌شود. روغن palmarosa در غلظت ۰/۳٪ از نظر حفظ کیفیت فیزیوشیمیایی موثرتر بوده است و از رشد فلور میکروبی طبیعی و سالمونلا انتریتیدیس جلوگیری کرده است (Raybaudi-Massilia et al., 2008).

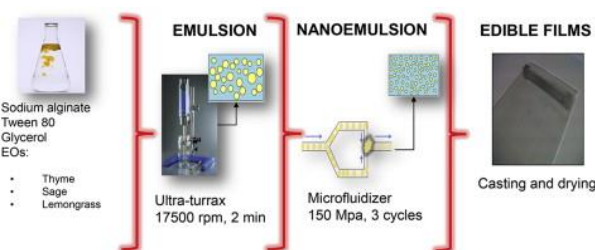


شکل ۲. تبدیل امولسیون دانه درشت اسانس‌های روغنی به نانوامولسیون و بررسی اثر ضد میکروبی آن‌ها بر اشریشیاکلی.

فیلم خوراکی کیتوزان به همراه اسانس آویشن^{۵۰} Boiss (۵) و ۱۰ گرم در لیتر) و عصاره دانه انگور (۱۰ گرم در لیتر) به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر تولید شده‌است. همه فیلم‌ها به جز فیلم تهیه شده با استفاده از ۱۰ گرم در لیتر اسانس آویشن^{۵۱} Boiss و ۱۰ گرم در لیتر عصاره دانه انگور قدرت و کشش کمی نشان داده‌اند. افزودن ۱۰ گرم در لیتر اسانس آویشن^{۵۲} Boiss به عصاره دانه انگور باعث افزایش نفوذ پذیری به بخار آب فیلم کیتوزان شده است. همچنین افزودن این دو ترکیب به فیلم کیتورام باعث افزایش رطوبت پذیری سطح، ترکیبات فنلی کل و خواص آنتی‌اکسیدانی فیلم کیتوزان شده است. رنگ فیلم کیتوزان با اسانس آویشن^{۵۳} Boiss زرد روشن و رنگ فیلم با عصاره انگور خاکستری بوده است (Moradi et al., 2012).

فیلم کیتورام همراه با عصاره چای سبز (۲، ۵، ۱۰ و ۲۰٪ وزنی/حجمی) تهیه شده است. استفاده از عصاره چای سبز باعث بهبود ویژگی‌های مکانیکی و انتقال بخار آب فیلم شده و خواص آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنلیک افزایش یافته است (Siripatrawan et al., 2010).

سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. سیب‌ها با پلی پروپیلن بسته بندی شده‌اند. در فیلم‌های حاوی مقدار زیادی اسانس روغنی مقدار جذب اکسیژن و تولید دی اکسید کربن کاهش پیدا کرده است. مقدار تولید اتیلن در سیب‌های بسته بندی شده زیر $5 \mu\text{L}^{-1}$ باقی مانده است. در حالیکه در سیب‌های بدون پوشش و بدون اسانس طی زمان نگهداری افزایش داشته است. پوشش با کلسیم کلراید و N-استیل سیستئین^{۴۹} باعث افزایش سفتی سیب‌ها شده ولی در فیلم حاوی سنبل هندی نرمی بافت مشاهده شده است. وانیلین (۰/۳٪ حجمی/حجمی) از نظر کیفیت حسی محصول بعد از دو هفته موثرتر بوده است. همه اسانس‌ها بر رشد سایکروفیل-ها، کپک‌ها و مخمرها تاثیر گذاشته‌اند. سنبل هندی (۱ و ۱/۵٪ حجمی/حجمی) و پونه کوهی (۰/۵٪ حجمی/حجمی) بر رشد لیستریا اینوکلا (۴ سیکل لگاریتمی کاهش) موثرتر بوده‌اند (Rojas-Graü 2007b).



شکل ۱. تهیه فیلم خوراکی با استفاده از نانوامولسیون تهیه شده با استفاده از **Microfluidization**

اثر مالیک اسید و اسانس روغنی زعفران، palmarosa و سنبل هندی در پوشش خوراکی آلژینات بر عمر نگهداری و کیفیت خربزه "Piel de Sapo" (*Cucumis melo* L.) طی نگهداری در دمای ۵ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. خربزه با استفاده از فیلم پروپیلن بسته بندی شدند. افزودن مالیک اسید باعث بهبود کیفیت فیزیوشیمیایی تا بیش از ۱۴ روز و کیفیت میکروبی (بیش از ۹/۶ روز) نسبت به فیلم‌های بدون پوشش شده‌اند. افزودن اسانس‌ها نیز باعث بهبود عمر نگهداری میکروبی تا بیش از ۲۱ روز شده‌اند که در بعضی از نمونه‌ها به اثر سینرژیستی مالیک اسید و اسانس مربوط می‌شود. با اینحال بعضی از ویژگی‌های فیزیوشیمیایی مانند

50. *Zataria multiflora* Boiss
51. *Zataria multiflora* Boiss
52. *Zataria multiflora* Boiss
53. *Zataria multiflora* Boiss

49. N-acetylcysteine

جدول ۱. ترکیب اسانس‌های روغنی و گونه مربوط به گیاه بدست آمده از آن‌ها.

گیاه	گونه	قسمت گیاه	ترکیبات اصلی (% تقریبی) ^a	منبع
ترخون	<i>Artemisia dracunculus</i>	برگ و گل	متیل کایوکول (۹۲/۴)، ۳- متوکسی سینامالدهید (۳/۸)، β - لیمون (۱/۳)	Teixeira et al., 2013
گریپ فروت	<i>Citrus paradisi</i>	پوست میوه تازه پرس شده به روش سرد	α - لیمون (۸۴/۷)، سسکوئی ترپن اکسیژنه شده (۲/۱)- متوکسی- ۸- (۲- فرمیل- ۲- متیل پروپیل) کومارین (۱/۸)	Teixeira et al., 2013
جعفری	<i>Petroselinum sativum</i>	برگ و شاخه	متیل کایوکول (۷۷/۹)، ۲- و ۶- دی متیل- ۶- (۴- متیل- ۳- پنتنیل)- بیسکلو (۱، ۱، ۱) هیت- ۲- ان (۴/۱)، ۳- متوکسی سینامالدهید (۳/۷)، سسکوئی ترپن اکسیژنه شده (۲/۷)، متیل اؤنگول (۲/۷)،	Teixeira et al., 2013
ریحان	<i>Ocimum basilicum</i>	برگ	لینالول (۶۹/۲)، α - کادیبول (۲/۵۶)، γ - کادینن (۲/۵)، استراگول (۲/۴)، δ - گوانین (۲/۱۰)	Stajkovic et al., 2007; Beric et al., 2008
گشنیز	<i>Coriandrum sativum</i>	برگ	لینانول (۲۶)، E- ۲- دکانول (۲۰)	Delaquis et al., 2002
زعفران	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	پوست	E- سناملدهید (۶۸/۹۵)	Unlu et al., 2010
سنبل هندی	<i>Cymbopogon winterianus</i>	برگ	سیترونال (۳۰-۲۰)، سیترونلول (۱۵-۱۰)	Sinha et al., 2014
میخک	<i>Eugenia caryophyllata</i>	گل	اؤنگول (۵۸/۲-۴۸/۸۲)، کرایوفیلین (۳۶/۹۴، ۱۳/۹۹)، اؤنگول استات (۲۲/۳۴-۳/۸۹)	Guan et al., 2007
سیر	<i>Allium sativum</i>	پیاز	۲ پروپنیل تیواستونیتریل (۴۳/۲۵)، تری سولفیت متیل ۲- پروپنیل (۲۳/۴۰)، دی سولفید دی ۲- پروپنیل (۲۰/۸۷)	Kirkpinar et al., 2011
چای سبز	<i>Camellia sinensis</i>	برگ	لینالول (۵۶/۷۳)، α - ترپینولول (۹/۳۷)، p- کرسول، ۲، ۶- دی ترت- بوتیل (۱۱/۶۳)، نانالدهید (۵)، هگزانال (۴/۴۹)، ۳- متیل بوتانال (۳/۴۱)، سیترال (۵۰/۸۸)	Tontul et al., 2013
سنبل هندی	<i>Cymbopogon citratus</i>	برگ	سیترال (۵۰-۸۸)	Sinha et al., 2014
مرزنجوش	<i>Origanum majorana</i>	گل و آذین (خوشه)	آپیژنین (۳۵/۲۳)، متیل رزمارنات (۳۱/۵۸)، رزماریک اسید (۱۵/۱۵)	Roby et al., 2013
پیاز	<i>Allium cepa</i>	پیاز	پروپیونالدهید (۷۸/۴۱-۱۳/۵۶)، دی پروپیل سولفید (۷۸/۷۰)- (۱۰/۶، ۳، ۴- دی متیل تیو- فن (۱۳/۲۳- ۰/۳۵)	Colina-Coca et al., 2013
پونه کوهی	<i>Origanum compactum</i>	برگ	γ - ترپین (۲۲/۹۰)، کارواکرول (۲۲)، تیمول (۱۹/۳۶)، p- سیمین (۱۳/۲۶)، β - کاریوفینیل (۳/۴۷)، α - ترپین (۳/۲۶)، لینالول (۲/۹۱)، میرسن (۲/۵۸)، α - تیون (۱/۵۱)، α - پینن (۱/۱۵)	Mezzoug et al., 2007
پونه کوهی	<i>Origanum onites</i>	برگ	کارواکرول (۶۴/۳۰)، لینالول (۱۳/۸۰)، p- سیمین (۷/۱۰)، γ - ترپین (۳/۵۰)، میرسن (۱/۶)، تیمول (۱/۴)، α - پینن (۱)	Bostancioglu et al., 2012
Palmarosa	<i>Cymbopogon martini</i>	برگ	گرانیول (۶۵/۸۵)، گرانیل استات (۲۰- ۵)	Sinha et al., 2014

Teixeira et al., 2012	منتون (۳۹/۵۰)، نئومنتول (۹/۲۰)، ۸- هیدورکسی- δ -(۵)۴- β - منتن-۳- وان (۲/۱۰)	برگ و خوشه	<i>Mentha pulegium</i>	پونه
Sacchetti et al., 2005	وربنون (۲۱/۷۶)، کمفور (۱۴/۶)، سافرول (۱۲/۳)، بورنتول (۱۰/۴)، ۱، ۸- سینئول (۷/۲۶)، α - پینن (۶/۶۵)، β - کاریفولین (۶/۱۷)، گرانپول (۵/۷۵)، β - سلینن (۳/۶۱)، α - سلینن (۳/۵۷)	برگ و کاسه گل	<i>Rosmarinus officinalis</i>	زرماری
Neffati et al., 2008	β - پینن (۴۱)، p- سایمن (۹/۹)، α - تریپین (۷/۹)، لیمونن (۶/۵)، مایرسن (۴/۱)، β - فلاندرن (۳/۴)، α - پینن (۳/۲)	برگ	<i>Artemisia campestris</i>	آویشن
Roby et al., 2013	سینامیک اسید (۲۸/۵۴)، آپیزین (۸/۸۸)، لوتولین ۷- ۵- روتینوز (۷/۶۵)	برگ	<i>Thymus vulgaris L.</i>	آویشن
Ibrahim et al., 2015	α - فلنדרن (۲۰/۹۷)، α - پینن (۱۷/۷۶)، δ - کارن (۱۶/۳۷)، اس-۷- کادینن (۸/۰۱)، ترانس- ۲- هیدروکسی سینمیک اسید (۶/۸۵)، β - میرسن (۴/۳۲)	برگ	<i>Aegle marmelos (L.)</i>	Correa
هندی همکاران - ۱۳۹۱	۱، ۸- سینئول (۴۷/۶)، کامفور (۳۵/۵)، کامفن (۸/۳)	سر شاخه سبز	<i>Artemisia sieberi</i>	درمنه دشتی
میرزا و باهرنیک. ۱۳۸۶	بی سیکلوجرماکرن (۳۱/۳)، α - پینن (۱۳/۲)، سابینن (۱۱/۷)، β - پینن (۱۰/۳)	سرشاخه های گلدار	<i>Salvia lachnocalyx Hedge</i>	مریم گلی

^a % تقریبی ترکیبات اصلی در عصاره اسانس‌های روغنی تحت شرایط خاص

جدول ۲. برآورد خاصیت جهش زایی و genotoxicity اسانس‌های روغنی

اسانس	ترکیبات اصلی	آزمون انجام شده	مدل آزمایشی	غلظت	نتایج	منبع
ریحان (<i>Ocimum basilicum L.</i>)	لینالول (۶۹/۲)، α - کادینول (۲/۵)، γ - کادینن (۲/۵)، استراگول (۲/۴)، δ - گوانین (۲/۱۰)	آمس تست (تست جهش زایی و ضد جهش زایی)	سویه-های سالمونلا تایفی موریم TA 98, TA 100, TA102)	۰/۵-۲ μ L/plate	اثر جهش زایی مشاهده نشده ولی اثر ضد جهش زایی بر تعدادی ترکیبات جهش زا مشاهده شده است.	Stajkovic et al., 2007
ریحان (<i>Ocimum basilicum L.</i>)	اسانس روغنی	آمس تست (تست جهش زایی و ضد جهش زایی)	سویه-های سالمونلا تایفی موریم (TA98, TA100, TA102) اشرشیاکلی (WP2, SY252, IB101)	۰-۲ μ L/plate	اثر جهش زایی مشاهده نشده است. اسانس روغنی علیه t-BOOH سلول‌های تیمار شده اثر ضد جهش زایی نشان داده است.	Beric et al., 2008
ریحان (<i>Ocimum</i>)	ایزوپینوکامفون (۳۳/۱۰)	آمس تست	سویه‌های	۹۶-۴۸۰ μ L/plate	اثر جهش زایی	De Martino et al., 2009

	مشاهده نشده است.		سالمونلا تیفی موریوم (TA 98, TA 100)		کاروون (۰/۳۹/۷۰)	<i>basilicum L.</i>
Reyes <i>et al.</i> , 2010	اثر جهش زایی در هر دو سویه استفاده شده در غلظت‌های بالا (۱/۶-۸ μg/mL) مشاهده شده است.	۰/۴-۸μL/plate	سویه‌های سالمونلا تیفی موریوم (TA 97, TA 102)	آمس تست	لینانول (۰/۷۵/۴)، ۷-ترپینین (۰/۴/۹)، α-پینین (۰/۴/۸)، گرانیل استات (۰/۳)، گرانیلول (۰/۲/۸)	گشنیز
Shoeibi <i>et al.</i> , 2009	نتایج منفی با S9 یا بدون آن مشاهده شده است.	۵۰-۲۰۰۰ μg/mL	سویه‌های سالمونلا تیفی موریوم (TA100)	آمس تست	سینامال‌دئید، سینامیک اسید، اتوگنول، لیمونن، سینامیل، الکل	زعفران
Sinha <i>et al.</i> , 2014	تخریب DNA در غلظت‌های بالا (۱۰۰۰ μg/ml و بیشتر) مشاهده شده است.	۲۰۰۰ μg/mL ۱۰۰	لنفوسیت انسانی	تست کامت Comet assay ، تست دیفوزیون DNA	سیترونلا	سنبل هندی
Liju <i>et al.</i> , 2013	اثر جهش زایی بر سالمونلا تیفی موریوم مشاهده نشده است. اثر MN و CA مشاهده نشد. اثر تخریبی DNA ارگان‌های موش مشاهده نشده است.	۳۰۰۰μL/plate ۱۰۰ ۱ mg/kg 2 weeks	سالمونلا تیفی موریوم (TA 98, TA 100, TA102, TA1535) مغز، استخوان، طحال و روده موش (oral)	آمس تست، تست میکرونوکلئوز (MN) و ناهنجاری‌های کروموزوم (CA)، کامت تست	اسانس تورمیریک اسید (TEO)	زردچوبه (<i>Curcuma longa L.</i>)
Jeena <i>et al.</i> , 2014	اثر جهش زایی با یا بدون فعالیت متابولیکی سالمونلا مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی مشاهده شده است.	۳۰۰۰μL/plate ۱۰	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100, TA102)	آمس تست	α-زینگیرن (۰/۳۱/۰۸)، آر-کرکومن (۰/۱۵/۴)، سسکوئی فلاندرن (۰/۱۴/۰۲)	اسانس زنجبیل (<i>Zingiber officinale R.</i>) (GEO)
Gupta <i>et al.</i> , 2009	اثر ضد جهش زایی بر استرهای آنابولیک مشاهده شده است.	* ۱۰ ^۴ g/mL ۱/۰۷۵ -۳/۱۵	لنفوسیت انسان	تبادل کروماتید خواهری، اندیس تکثیر (antigenotoxicity assays)	عصاره چای سبز	چای سبز (<i>Camellia sinensis</i>)

Bhatt <i>et al.</i> , 2010	از تخریب DNA توسط H ₂ O ₂ محافظت نمی کند.	۱۰ mg/mL	سلول های جورکات	کامت تست	عصاره چای سبز	چای سبز (Camellia sinensis)
Sinha <i>et al.</i> , 2014	تخریب DNA در غلظت های ۱۰۰ و بالاتر µg/mL	۰-۸۰۰ µg/mL	لنفوسیت انسان	تست کامت، تست دیفوزیون DNA	سیترال (۵۰-۸۸٪)، لینالول، میرسن، گرانیول، گرانیل استات، کامفن	سنبل هندی (Cymbopogon citratus)
Shon <i>et al.</i> , 2004	انواع پیازها اثر ضد جهش زایی نشان داده اند. عصاره نیز اثر ضد جهش زایی مشابه با توجه به نوع جهش زا و دوز استفاده شده نشان داده است.	۰-۳۰۰۰ µL/plate	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)	آمس تست	عصاره اتیل استات	پیاز (پیاز قرمز)
Ipek <i>et al.</i> , 2005	اثر جهش زایی در روغن مشاهده نشده است با یا بدون ترکیب EO.S9 از جهش زایی ایجاد شده بوسیله ۴-NPD و ۲-AF جلوگیری می کند.	۰/۵ µL/plate ۰/۰۱	سالمونلا تایفی موریوم (TA98, TA100)	آمس تست	کارواکرول (۷۴٪)، لینالول تیمول (۷/۲٪)، p-سیمن (۳٪)، β-بیسابولون (۱/۴٪)، کاریوفیلن اکسید (۱/۳٪)	پونه کوهی (Origanum onites)
De Martino <i>et al.</i> , 2009	اثر جهش زایی در هیچ غلظتی از اسانس مشاهده نشده است	۹۳-۴۶۷ µg	سالونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)	آمس تست	O-سیمن (۴۱/۹۰٪)، کارواکرول (۴۴/۱۰٪)	پونه کوهی (Origanum vulgare L.)
Hamedo & Abdelmigid, 2009	کاهش در فعالیت میتوزی، کروموزومی و بی نظمی هسته ای	۰/۱-۱٪	باقلا ماشک	اندیس میتوزی CA	عصاره اسانس روغنی	پونه کوهی (Origanum vulgare)
Martinez-Rocha, 2008	ضد جهش زایی بر باکتری های استفاده شده مشاهده نشده و اثر ضد جهش زایی در غلظت های ۲۰۰ µg اسید گالیک مشاهده شده است.	۰/۰۱ mL عصاره یا ۲۰۰ µg گالیک اسید در میلی لیتر	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)	آمس تست	محتوای فنلی کل: ۲۷۰-۲۱۱ mg عصاره خشک شده	پونه کوهی (Lippia graveolens Kunth)
Sinha <i>et al.</i> , 2014	جهش زایی در غلظت های ۱۰۰ و بالاتر مشاهده شده	۲۰۰۰ µg/mL ۱۰۰	لنفوسیت انسان	کامت تست دیفوزیون DNA		Palmarosa (Cymbopogon martini)
Neffati <i>et al.</i> , 2009	هیچ کدام از دوزهای	۳۰-۱۰۰ µL/plate	سالمونلا	آمس تست	اسانس های روغنی گابس،	Pituranthos chloranthus

						(Coss. Et Dur.)
	استفاده شده اثر جهش زایی نشان نداده‌اند. همچنین از جهش زایی BaP و SA هم جلوگیری می‌کند.	عصاره اسانس روغنی	تیفی موریوم (TA98, TA100, TA1535)	مدین و بنگردان (GEO, MEO, BEO) تیمول و کارواکرول موموتینوئیدهای غالب بوده‌اند.		
Minnuni et al., 1992	عصاره رزماری از جهش ایجاد شده توسط t-BOOH جلوگیری می‌کند (به مقدار دوز استفاده شده بستگی دارد)	۰-۰/۸ mg/mL	سالمونلا تیفی موریوم (TA102)	آمس تست	۱۰-۱۲٪ کارنوسیک اسید (۰/۸۸)، کارنوزول (۰/۱۲)	رزماری (<i>Rosmarinus officinalis</i>)
Zegura et al., 2011	اثر جهش زایی در حضور S9 یا عدم حضور آن مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی برای جهش زایی IQ هر دو عصاره اثر محافظتی برای سلول‌های HepG2 در برابر استرس ایجاد شده توسط t-BOOH و جهش زایی غیر مستقیم ایجاد شده توسط CA و BaP نشان داده است.	-۲ mg/plate ۰/۰۵ ۰/۰۵-۵ µg/mL	سالمونلا تیفی موریوم (TA98) سلول‌های HepG2	آمس تست کامت تست	عصاره AquaROX® محلول در آب و VivOX® محلول در روغن	رزماری (<i>Rosmarinus officinalis</i>)
Hamedo & Abdelmigid, 2009	کاهش در فعالیت میتوزی، کروموزومی و بی‌نظمی هسته‌ای	٪۰/۱-۱	باقلا ماشک	اندیس میتوزی CA	عصاره اسانس روغنی	رزماری (<i>Rosmarinus officinalis</i>)
Sghaier et al., 2010	جهش زایی برای سه سویه استفاده شده در هیچ مقداری مشاهده نشده است. ضد جهش در برابر SA، AFB1، BaP و NP4 مشاهده شده	۰-۲۵۰ µg/plate	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100, TA1535)	آمس تست	اسانس روغنی	<i>Teucrium ramosissimum</i>
Neffati et al., 2008	اثر جهش زایی	۱۰-۱۰۰ µg/mL	سالمونلا	آمس تست	β-پینین (۴۱)، p-سایمن	آویشن

مشاهده نشده است. اثر ضد جهش زایی برای BaP مشاهده شده است.	تیفی موریوم TA97, TA98)	α- (۹/۹)، ترپینین (۷/۹)، لیمونن (۶/۵)، مایرسن (۴/۱)، β- فلاندرن (۳/۴)، α- پینن (۳/۲)	(<i>Artemisia campestris</i>)
De Martino <i>et al.</i> , 2009	اثر جهش زایی مشاهده نشده است.	۹۳-۴۶۳ μg/plate	آمش تست سیمن (۵۶/۲۰٪)، کاراکرول (۲۴/۴۴٪)، تیمول (۸/۷۵٪)
	سالمونلا تیفی موریوم (TA98, TA100)		آویشن

AFB₁: آفاتوکسین B₁, AF-۲: ۲ آمینوفلورن، ۴-NADP: ۴ نیترو-۵- فنیلن دی آمین، IQ: ۲-آمینو-۳-متیل-۳H-ایمیدازو [۴، ۵، F] کوئینولین، BaP: بنزو (α) پیرن، PhIP: ۲-آمینو-۱-متیل-۶-فنیل ایمیدازو (۴، ۵-b) پیریدین، SA: سدیم آزید، t-BOOH: t- بوتیل-هیدروکسی پراکسید، HepG-۲: سلول هیپاتوسلولار سرطانی انسان، Jurkat: سلول لنفوبلاست حاد T سلولهای سرطان خونی انسان.

فیلم کیتوزان- پلی وینیل الکل همراه با عصاره نعنا و عصاره پوست انار تولید شده است. فیلم تهیه شده با این عصاره-ها باعث افزایش محافظت در برابر اشعه UV می شود. همچنین باعث افزایش قدرت کششی شده و بر نیروی پانچ تأثیری ندارد. همچنین افزودن عصاره‌ها باعث خواص آنتی اکسیدانی در فیلم شده ولی نفوذپذیری فیلم‌ها تحت تأثیر قرار نگرفته است. همچنین دارای اثر ضد میکروبی علیه استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سرئوس بوده است (Kanatt *et al.*, 2012).

ذرات نانورس مونت موریلونیت در فیلم کیتوزان همراه با اسانس رزماری (۰/۵٪، ۱ و ۱/۵) استفاده شد. استفاده از این ترکیبات در فیلم کیتوزان باعث بهبود حفظ آب، نفوذ پذیری به بخار آب و حلالیت فیلم تا ۵۰٪ می شوند. همچنین باعث افزایش قدرت کششی و طول فیلم شده‌اند. افزودن رزماری (۱/۵٪ حجمی/حجمی) باعث بهبود خواص ضد میکروبی فیلم نیز شده است (Abdollahi *et al.*, 2012).

تکنیک‌های ترکیبی

اسانس‌ها (Eos)^{۵۷} دارای خاصیت ضد میکروبی علیه پاتوژن‌ها می‌باشند اما حلالیت کم آن‌ها در آب باعث محدودیت استفاده از آن‌ها در مواد غذایی شده است. به منظور بهبود حلالیت و محافظت آن‌ها از تخریب و از بین رفتن نانو امولسیون‌ها^{۵۸} به عنوان یک راهکار احتمالی مطرح شدند. نانو امولسیون‌ها حاوی اسانس‌ها به

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سه فیلم تهیه شده کارواکرول، عصاره دانه انگور و کیتوزان مورد بررسی قرار گرفته است. نسبت این ترکیبات در فیلم‌های مختلف بدین صورت بوده است، فیلم ۱: (۹/۶ ppm، ۶۰ ppm و ۶۸۴ ppm w/v و ۱/۱۲/۵)، فیلم ۲: (۶۰ ppm w/v و ۴۰۰ ppm w/v و ۱/۱/۲) و در فیلم ۳: (۹۰ ppm، ۱۶۰ ppm و ۱/۱/۲۴). در فیلم ۳ نفوذ پذیری به بخار آب و دی اکسید کربن کاهش یافته است در حالیکه در فیلم ۱ بیشترین محتوای رطوبتی و کم‌ترین درجه کریستال شدن، نفوذ پذیری به دی اکسید کربن، قدرت کششی مشاهده شده است. نتایج نشان داده که کارواکرول و عصاره دانه انگور بر خصوصیات فیلم و خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها به دلیل خاصیت هیدروفیلیک (عصاره دانه انگور) و هیدروفوب (کارواکرول) موثر بوده‌اند (Rubilar *et al.*, 2013).

اسانس سینامون^{۵۴} قرن‌هاست که به منظور جلوگیری از فساد میکروبی مواد غذایی مورد استفاده قرار دارد و در سال‌های اخیر به عنوان یک ماده ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. فیلم پلی اتیلن تترافتالات^{۵۵} همراه سینامون برای بررسی اثر ضد میکروبی آن بر اسپرژیلوس فلاووس^{۵۶} استفاده شده است. فیلم ضد میکروبی در غلظت ۲٪ بدست آمده و در غلظت ۴٪ به طور کامل بازدارندگی نشان داده است. در این پژوهش از SEM و FTIR برای بررسی اثر این ماده بر دیواره سلولی میکروارگانیسم استفاده شده است (Manso *et al.*, 2013).

57. Essential oils
58. Nanoemulsions

54. Cinnamon
55. Polyethylene terephthalate
56. *Aspergillus flavus*

microfluidization در حد نانو کاهش پیدا کرد. پتانسیل زتا در این امولسیون‌ها از ۳۰- میلی ولت کم‌تر بوده است که نشان‌دهنده دافعه شدید الکترواستاتیکی بین ذرات در محلول بوده است. ویسکوزیته امولسیون‌ها بعد از microfluidization کاهش شدیدی (۳۰٪ کاهش نسبت به مقدار اولیه) نشان داده است. اندیس سفیدی امولسیون‌ها نیز کاهش پیدا کرده است. در واقع نانوامولسیون‌های حاوی اسانس درخت چای، شمعدانی و مرزنجوش بعد از microfluidization کاملاً شفاف شدند. بیشترین خاصیت ضد میکروبی مربوط به نانوامولسیون‌های تهیه شده با استفاده از اسانس‌های سنبل هندی، میخک، آویشن و palmarosa بوده است که تعداد اشرشیاکلی بعد از ۳۰ دقیقه به ترتیب برای هر کدام از اسانس‌ها به ترتیب ۴/۱، ۳/۶، ۲/۸ و ۳/۹ سیکل لگاریتمی کاهش نشان داده است. بیشترین سرعت غیرفعال‌سازی مربوط به نانوامولسیون‌های تهیه شده با استفاده از اسانس‌های سنبل هندی و میخک بوده است. بنابراین محققان بیان داشتند که از نانوامولسیون‌ها می‌توان به عنوان طعم‌دهنده و نگهدارنده در صنعت غذا استفاده کرد. اسانس‌های روغنی تعیین‌کننده ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نانوامولسیون‌ها می‌باشند و ویژگی ضد میکروبی بیشتر تحت تاثیر نوع اسانس بوده تا اندازه ذرات. (Salvia-Trujillo et al., 2015)

اثر ضد میکروبی فاز بخار اسانس‌های مختلف (آویشن-۱، پونه کوهی-۱، روغن سنبل هندی-۱ و سنبل هندی-۲) در کلم مورد بررسی قرار گرفته است. این اسانس‌ها دارای اثر ضد میکروبی زیادی بوده‌اند. بسته‌بندی MAP نشان داده که بسته بندی ۱۰۰٪ دی اکسید کربن باعث کاهش مزوفیل‌ها شده است و همچنین اثر سینرژیستی فاز بخار اسانس‌ها در بسته بندی MAP مشاهده شده است (کم‌تر از ۱ log CFU/g) این نتایج نشان داده که می‌توان با استفاده از تازگی و عمر نگهداری محصولات غذایی را افزایش داد (Hyun et al., 2015).

اثر ضد میکروبی فیلم کیتوزان حاوی ذرات نانوامولسیون اسانس‌های روغنی، اشعه گاما و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر اشرشیاکلی O157:H7 و سالمونلا تیفی موریوم در لوبیاسبز مورد بررسی قرار گرفته است. از بین نانوامولسیون‌ها (اسانس کارواکرول، نارنگی، لیمو و ترنج) کارواکرول اثر ضد میکروبی بیشتری نشان داده بنابراین در

همراه ترکیبات پلی‌ساکاریدی می‌باشند که می‌توانند به عنوان یک فیلم خوراکی با خواص عملکردی استفاده مورد استفاده قرار بگیرند. در این پژوهش آویشن^{۵۹}، مریم‌گلی^{۶۰} و سنبل هندی^{۶۱} به عنوان فاز پراکنده و محلول سدیم آلژینات به عنوان فاز پیوسته استفاده شد. نتایج در این پژوهش حلالیت نانوامولسیون‌ها همراه با مواد فعال برای تهیه فیلم خوراکی با ویژگی‌ها و خصوصیات عملکردی متفاوت نشان داده است. پتانسیل زتا^{۶۲} با توجه به نوع اسانس بین ۴۱- تا ۷۰ میلی ولت بوده است. کم‌ترین و بیشترین میزان اندیس سفیدی به ترتیب مربوط به مریم‌گلی و آویشن بوده است. فیلم‌های تهیه شده با استفاده از مریم‌گلی دارای شفافیت، مقاومت به بخار آب و انعطاف پذیری بیشتری نسبت به فیلم‌های تهیه شده با استفاده از آویشن و سنبل هندی بوده‌اند. همچنین فیلم‌های تهیه شده با استفاده از آویشن بیشترین خاصیت ضد میکروبی علیه اشرشیا کلی^{۶۳} نشان داده‌اند. همچنین این محققان بیان داشتند که بار و اندازه قطرات بر ویژگی‌های فیلم خوراکی موثر بوده با اینحال نوع اسانس بر خاصیت ضد میکروبی آن موثرتر از اندازه ذرات بوده است (Acevedo-Fani et al, 2015).

امولسیون دانه درشت^{۶۴} حاوی اسانس‌های روغنی (سنبل هندی، چای درختی، میخک^{۶۵}، آویشن، شمعدانی^{۶۶}، مرزنجوش^{۶۷}، palmarosa، چوب بلسان بنفش^{۶۸}، مریم‌گلی یا نعنای^{۶۹}) که توسط توئین ۸۰ و سدیم آلژینات پایدار شده و توسط هموزنی‌زاسیون با برش^{۷۱} بالا تولید شده است. نانوامولسیون‌ها (کم‌تر از ۲۰ نانومتر) با استفاده از microfluidization امولسیون دانه درشت تهیه شده است. متوسط اندازه ذرات امولسیون دانه درشت به جز palmarosa و چوب بلسان بنفش (اندازه ذرات آن‌ها قبل از microfluidization در حد نانو بوده است) با استفاده از

-
59. Thyme
 60. Sage
 61. Lemongrass
 62. ζ-potentials
 63. *Escherichia coli*
 64. Coarse emulsions
 65. Clove
 66. Geranium
 67. Marjoram
 68. Rosewood
 69. Mint
 70. Tween 80
 71. Shear

بود، عمر نگهداری بیشتری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند (Skandamis & Nychas, 2002)

۲. نتیجه گیری

اگرچه روش‌های قدیمی نگهداری مانند خشک کردن، گرم کردن، منجمد کردن، شور کردن و تخمیر باعث افزایش زمان نگهداری مواد غذایی می‌شود ولی به طور کامل باعث جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن نمی‌شوند. بسته بندی ضد میکروبی به عنوان یک روش جدید است که در آن ترکیبات ضد میکروبی در فیلم‌های پلیمری استفاده می‌شود. با اینحال این تکنیک به عنوان یک تکنیک قابل بحث بوده و محصولات کمی در سطح تجاری با این روش تولید شده‌اند. اسانس‌ها و ترکیبات تولید شده با استفاده از آن‌ها برای استفاده از در صنعت غذا و افزایش عمر نگهداری مواد فسادپذیر معرفی شده‌اند. برخلاف مطالعات زیاد انجام شده به روی اسانس‌ها و ترکیبات آن‌ها استفاده از این ترکیبات در صنعت محدود می‌باشد به دلیل آنکه لیست مجاز این ترکیبات هنوز منتشر نشده است و از تاثیرات این ترکیبات بر سلامت باید بیشتر آگاه شد. ولی طبق مطالعات انجام شده بیشتر این ترکیبات خواص ضد جهش دارند ولی اثر ضد جهش این ترکیبات به نوع مدل استفاده شده و غلظت بستگی دارد. بنابراین مطالعات علاوه بر شرایط آزمایشگاهی باید در بدن نیز انجام شود. اسانس‌ها سالیان زیادی است که برای افزایش عمر نگهداری مواد غذایی به دلیل خواص آنتی میکروبی و ضد قارچی و خواص آنتی اکسیدانی استفاده می‌شوند. در حال حاضر به دلیل اینکه برای سلامت انسان مضر نمی‌باشند و همچنین به دلیل ویژگی‌های این ترکیبات و مقبولیت آن‌ها برای مصرف کنندگان در صنعت بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر استفاده از اسانس‌ها در تولید بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر در تولید بسته بندی مواد غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات ضد میکروبی برای بسته بندی ماده غذایی علاوه بر اینکه از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند و اثرات دیگری مانند خواص آنتی اکسیدانی و ضد جهش دارند نباید ویژگی‌های ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی محصول تاثیر منفی بگذارد.

۳. منابع

فیلم کیتوزان برای تهیه فیلم فعال استفاده شده است. استفاده از فیلم کیتوزان همراه با کارواکرول بدون بسته بندی MAP باعث افزایش حساسیت به اشعه گاما شده است و با استفاده از روش MAP اثر سینرژیستی نسبت به حساسیت به اشعه نیز مشاهده شده است. ترکیبات ضد میکروبی و اشعه گاما در جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها موثرتر بوده‌اند و ترکیب این سه روش باعث کاهش اشرفیا کلی به سطح غیر قابل تشخیص تا ۷ روز نگهداری و تا انتهای زمان نگهداری (۱۳ روز) برای سالمونلا تیفی موریوم شده است (Severino et al., 2015).

اثر ضد میکروبی فیلم کیتوزان با ۰/۰۵٪ از نانوامولسیون نارنج در ترکیب با اشعه گاما، UV و آب ozonated بر لیستریا اینوکولا مورد بررسی قرار گرفته است. بیشترین اثر ضد میکروبی مربوط به ترکیب اشعه گاما با نانوامولسیون‌ها بوده است که جمعیت لیستریا $\log CFU/g$ ۳/۳ کاهش داشته است. استفاده از UV و فیلم ضد میکروبی جمعیت اولیه لیستریا را سه سیکل لگاریتمی کاهش داده و از کاهش سفتی و تغییرات رنگ نمونه نیز جلوگیری کرده است. استفاده ترکیبی فیلم و آب ozonated اثر سینرژیستی بر کنترل جمعیت باکتری نداشته ولی بر سفتی موثر بوده است پس به طور کلی استفاده ترکیبی از فیلم ضد میکروبی با اشعه گاما و UV رشد لیستریا مونوسایتوژن را در سبزی‌ها دارای اثر سینرژیستی می‌باشد (Severino et al., 2014).

در تحقیقات دیگری، کاربرد مواد ضد میکروبی طبیعی مانند عصاره یا روغن اسانسی پونه کوهی به همراه سیستم‌های بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته (MAP) در نگهداری گوشت تازه گاو در دمای ۵ تا ۱۵ درجه سانتی گراد صورت گرفت و تأثیر آن بر خواص حسی، میکروبی و فیزیکوشیمیایی گوشت بررسی شد. در تحقیقات مذکور کاغذهای آغشته به عصاره پونه کوهی در بسته های حاوی گوشت تازه گاو که در فضای بسته بندی آن، انواع مختلف از اتمسفر تغییر یافته (MAP) از جمله ۴۰٪ کربن دی اکسید + ۳۰٪ اکسیژن + ۳۰٪ درصد ازت، ۸۰ درصد کربن دی اکسید + ۲۰٪ اکسیژن، ۱۰۰٪ کربن دی اکسید و سیستم بسته بندی تحت خلأ بکار رفته بود با نمونه های شاهد (حاوی هوای معمولی) مقایسه گردید. نتایج نشان داد که انواع بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته، حاوی پونه کوهی بخصوص نوعی که ۱۰۰٪ کربن دی اکسید در فضای بسته بندی آن

- review. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review. Res, 3, 6-9.
- Bostancioglu, R. B., Kürkcüoglu, M., Can Baser, K. H. & Koparal, A. T. (2012). Assessment of anti-angiogenic and anti-tumoral potentials of *Origanum onites* L. essential oil. Food and Chemical Toxicology, 50, 2002-2008.
- Colina-Coca, C., González-Peña, D., Vega, E., de Ancos, B. & Sánchez-Moreno, C. (2013). Novel approach for the determination of volatile compounds in processed onion by head space gas chromatography-mass spectrometry (HSGC-MS). Talanta, 13, 137-144.
- Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B. & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. International Journal of Food Microbiology, 74, 101-109.
- De Martino, L., De Feo, V. and Nazzaro, F. 2009. Chemical composition and *in vitro* antimicrobial and mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. Molecules, 14, 4213-4230.
- Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K. & Candoğan, K. (2010). Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. Meat Science, 86, 283-288.
- Evandri, M. G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P., Mazzanti, G. 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial 873 reverse mutation assay. Food and Chemical Toxicology, 43, 1381-1387.
- Franz, C. & Novak, J. (2010). Sources of essential oils. In: Bas, er, K. H. C., Buchbauer, G. (Eds.), Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 39-82.
- Gómez-Estaca, J., Giménez, B., Montero, P. & Gómez-Guillén, M.C. (2009a). Incorporation of antioxidant borage extract into edible films based on sole skin gelatin or a commercial fish gelatin. Journal of Food Engineering, 92, 78-85.
- Gómez-Estaca, J., Montero, P., Fernández-Martín, F., Alemán, A. & Gómez-Guillén, M. C. (2009b). Physical and chemical properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films with added aqueous oregano and rosemary extracts. Food Hydrocolloids, 23, 1334-1341.
- Abdollahi, M., Rezaei, M. & Farzi, G. A. (2012). A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan. Journal of Food Engineering, 111, 343-350.
- Acevedo-Fani, A., Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, M. A. & Martín-Belloso, O. (2015). Edible films from essential-oil-loaded nanoemulsions: Physicochemical characterization and antimicrobial properties. Food Hydrocolloids, 47, 168-177.
- Amorati, R., Foti, M. C. & Valgimigli, L. (2013). Antioxidant activity of essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 10835-10847.
- An, D. S., Kim, Y. M., Lee, S. B., Paik, H. D. & Lee, D. S. (2000). Antimicrobial low Ground Beef Following Treatments with Nisin in Calcium Alginate Gels. Food Microbiology, 14, 425-430.
- Appendini, M. S. & Hotchkiss, H. J. (2006). Development of immobilized Isozyme based active film. Journal of Food Engineering, In press paper.
- Bahram, S., Rezaei, M., Soltani, M., Kamali, A., Ojagh, S.M. & Abdollahi, M. (2012). Whey protein concentrate edible film activated with cinnamon essential oil. Journal of Food Processing and Technology, 38, 1251-1258.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils – a review. Food and Chemical Toxicology, 46, 446-475.
- Bajpai, V. K., Baek, K. H. & Kang, S. C. (2012). Control of *Salmonella* in foods by using essential oils: A review. Food Research International, 45, 722-734.
- Bakri, I. M. & Douglas, C. W. I. (2005). Inhibitory effects of garlic extract on oral bacteria. Archives of Oral Biology, 50, 645-651.
- Buchbauer, G. (2010). Biological activities of essential oils. In: Bas, er, K.H.C., Buchbauer, G. (Eds.), Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 235-280.
- Beric, T., Nikolic, B., Stanojevic, J., Vukovic-Gacic, B. & Knezevic-Vukcevic, J. (2008). Protective effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) against oxidative DNA damage and mutagenesis. Food and Chemical Toxicology, 46, 724-732.
- Bhatt, P. R., Pandya, K. B. & Sheth, N. R. (2010). *Camellia sinensis* (L): the medical beverage: a

- growing in Egypt. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5 (2), 1-5.
- Ipek, E., Zeytinoglu, H., Okay, S., Tuylu, B. A., Kurkcuoglu, M. & Can Baser, K. H. (2005). Genotoxicity and antigenotoxicity of *Origanum* oil and carvacrol evaluated by Ames *Salmonella*/microsomal test. *Food Chemistry*, 93, 551-556.
- Jordan, M. J., Martinez, R. M., Goodner, K. L., Baldwin, E. A. and Sotomayor, J. A. (2006). Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crops and Products*, 24, 253-263.
- Jeena, K., Liju, V.B., Viswanathan, R. and Kuttan, R. (2014). Antimutagenic potential and modulation of carcinogen-metabolizing enzymes by ginger essential oil. *Phytotherapy Research*, 28, 849-855.
- Kirkpinar, F., Bora Unlu, H. and Ozdemir, G. (2011). Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science - Journal*, 137, 219-225.
- Lei, J., Yang, L., Zhan, Y., Wang, Y., Ye, T., Yan Li, Hongbing Deng, Bin Li. M.C. Cruz-Romero, T. Murphy, M. Morris, E. Cummins, J.P. Kerry. (2013). Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilisates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications. *Food Control*. 34: 393-397.
- Liju, V. B., Jeena, K. & Kuttan, R. (2013). Acute and subchronic toxicity as well as mutagenic evaluation of essential oil from turmeric (*Curcuma longa* L.). *Food and Chemical Toxicology*, 53, 52-61.
- Martinez-Rocha, A., Puga, R., Hernández-Sandoval, L., Loarca-Piña, G. & Mendoza, S. (2008). Antioxidant and antimutagenic activities of Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth). *Plant Foods for Human Nutrition*, 63, 1-5.
- Manso, S., Cacho-Nerin, F., Becerril, R. & Nerín, C. (2013). Combined analytical and microbiological tools to study the effect on *Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging. *Food Control*, 30, 370-378.
- Mejri, J., Abderrabba, M. & Mejri, M. (2010). Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* L: influence of drying, hydro-
Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C. & Montero, P. (2010). Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, 27, 889-896.
- Guan, W., Li, S., Yan, R., Tang, S. & Quan, C. (2007). Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 101, 1558-1564.
- Gupta, J., Siddique, Y. H., Beg, T., Ara, G. & Afzal, M. (2009). Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. *Experimental Biology and Medicine*, 1, 87-99.
- Han, J. H. (2000). Antimicrobial Food Packaging. *Food Technology*, 54(3), 56-65.
- Han, C., Wang, J., Li, Y., Lu, F. and Cui, Y. (2014). Antimicrobial-coated polypropylene films with polyvinyl alcohol in packaging of fresh beef. *Meat Science*, 96, 901-907.
- Hamedo, H. and Abdelmigid, H. M. (2009). Use of antimicrobial and genotoxicity potentially for evaluation of essential oils as food preservative. *The Open Biotechnology Journal*, 3, 50-56.
- Hersch-Martinez, P., Leaños-Miranda, B. E. and Solorzano-Santos, F. (2005). Antibacterial effects of commercial essential oils over locally prevalent pathogenic strains in Mexico. *Fitoterapia*, 76, 453-457.
- Holley, R. A. & Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22, 273-292.
- Hyldgaard, M., Mygind, T. & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interaction with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3, 12.
- Hyun, J. E., Bae, Y. M., Yoon, J. H. and Lee, S. Y. (2015). Preservative effectiveness of essential oils in vapor phase combined with modified atmosphere packaging against spoilage bacteria on fresh cabbage. *Food Control*, 51: 307-313.
- Ibrahim, N. A., El-Sakhawy, F. S., Mohammed, M. M. D., Farid, M. A., Abdel-Wahed, N. A. M. and Deabes, D. A. H. (2015). Chemical composition, antimicrobial and antifungal activities of essential oils of the leaves of *Aegle marmelos* (L.) Correa

- Osés, J., Fabregat-Vázquez, M., Pedroza-Islas, R., Tomás, S. A., Cruz-Orea, A. & Maté, J. I. (2009). Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. *Journal of Food Engineering*, 92: 56-62.
- Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J. & Martín-Belloso, O. (2008). Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, 121: 313-327.
- Reyes, M. R., Reyes-Esparza, J., Ángeles, O. T. and Rodríguez-Fragoso, L. (2010). Mutagenicity and safety evaluation of water extract of *Coriander sativum* leaves. *Toxicology and Chemical Food Safety in the Journal of Food*, 75, 1086 6-12.
- Roby, M. H. H., Sarhana, M. A., Selima, K.A.H. and Khalela, K. I. (2013). Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Industrial Crops and Products*, 43, 827-831.
- Rodríguez, A., Batlle, R. & Nerín, C. (2007). The use of natural essential oils as antimicrobial solutions in paper packaging. Part II. *Progress in Organic Coatings*, 60, 33-38.
- Rojas-Graü, M. A., Avena-Bustillos, R. J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P. R., Martín-Belloso, O., Pan, Z. & McHugh, T. H. (2007b). Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. *Journal of Food Engineering*. 81, 634-641.
- Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H. & Martín-Belloso, O. (2007b). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 254-264.
- Ruberto, G. & Baratta, M. T. (2000). Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. *Food Chemistry*, 69: 167-174.
- Rubilar, J. F., Cruz, R. M.S., Silva, H. D., Vicente, A. A., Khmelinskii, I. & Vieira, M. C. (2013). Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract. *Journal of Food Engineering*, 115, 466-474.
- distillation duration and plant parts. *Industrial Crops and Products*, 32, 671-673.
- Mezzoug, N., Elhadri, A., Dallouh, A., Amkiss, S., Skali, N.S., Abrini, J., Zhiri, A., Baudoux, D., Diallo, B., El Jaziri, M. & Idaomar, M. (2007). Investigation of the mutagenic and antimutagenic effects of *Origanum compactum* essential oil and some of its constituents. *Mutation Research*, 629, 100-110.
- Moradi, M., Tajik, H., Razavi Rohani, S. M., Oromiehie, A. R., Malekinejad, H., Aliakbarlu, J. & Hadian, M. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. *Food Science and Technology*, 46, 477-484.
- Muriel-Galet, V., Cran, M. J., Bigger, S. W., Hernández-Muñoz, P. & Gavara, R. (2015). Antioxidant and antimicrobial properties of ethylene vinyl alcohol copolymer films based on the release of oregano essential oil and green tea extract components. *Journal of Food Engineering*, 149, 9-16.
- Neffati, A., Skandrani, I., Ben Sghaier, M., Bouhleb, I., Kilani, S., Ghedira, K., Neffati, M., Chraief, I., Hammami, M. & Chekir-Ghedira, L. (2008). Chemical composition, mutagenic and antimutagenic activities of essential oils from (tunisian) *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba*. *Journal of Essential Oil Research*, 20, 471-477.
- Neffati, A., Limem, I., Kilani, S., Bouhleb, I., Skandrani, I., Bhourri, W., Sghaier, M.B., Boubaker, J. Ledauphin, J., Barillier, D., Ghedira, L. C. & Ghedira, K. (2009). A comparative evaluation of mutagenic, antimutagenic radical scavenging and antibacterial activities of essential oils of *Pituranthos chloranthus* (Coss. Et Dur.). *Drug and Chemical Toxicology*, 32, 372-380.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. & Hosseini, S. M. H. (2010a). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*. 122, 161-166.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. H. (2010b). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120, 193-198.

- Shoeibi, Sh., Rahimifard, N., Pirouz, B., Yalfani, R., Pakzad, S.R., Mirab Samiee, S. & Pirali Hamedani, M. (2009). Mutagenicity of four natural flavors: clove, cinnamon, thyme and *Zataria multiflora* Boiss. *Journal of Medicinal Plants Research*, 8, 89-96.
- Shon, M. Y., Choi, S. D., Kahng, G. G., Nam, S. H. & Sung, N. J. (2004). Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethylacetate extracts from white, yellow and red onions. *Food Chemistry Toxicol*, 42, 659-666.
- Sinha, S., Jothiramajayam, M., Ghosh, M. & Mukherjee, A. (2014). Evaluation of toxicity of essential oils palmarosa, citronella, lemongrass and vetiver in human lymphocytes. *Food and Chemical Toxicology*, 68, 71-77.
- Siripatrawan, U. & Harte, B. R. (2010). Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*, 24, 770-775.
- Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V. & Tadini, C. C. (2012). Cassava starch biodegradable films: influence of glycerol and clay nanoparticles contents on tensile and barrier properties and glass transition temperature. *LWT- Food Science and Technology*, 46, 110-117.
- Souza, A. C., Ditchfield, C. & Tadini, C. C. (2010). Biodegradable films based on biopolymers for food industries. In M. L. Passos, and C. P. Ribeiro (Eds.), *Innovation in food engineering: New techniques and products* (pp. 511-537). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Souza, A. C., Goto, G. E. O., Mainardi, J. A., Coelho, A. C. V. & Tadini, C. C. (2013). Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties. *Food Science and Technology*, 54, 346-352.
- Stajkovic, O., Beric-Bjedov, T., Mitic-Culafic, D., Stankovic, S., Vukovic-Gacic, B., Simic, D. & Knezevic-Vukcevic, J. (2007). Antimutagenic Properties of basil (*Ocimum basilicum* L.) in *Salmonella typhimurium* TA100. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 213-217.
- Sung, S., Sin, L. T., Tee, T., Bee, S. & Rahmat, A. R. (2014a). Effects of *Allium sativum* essence oil as antimicrobial agent for food packaging plastic film. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 406-414.
- Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. and Fernández-López, J. (2013). *In vitro* antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils. *Food Control*. 30, 386-392.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. & Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91, 621-632.
- Sanches-Silva, A., Costa, D., Albuquerque, T.G., Buonocore, T.G., Ramos, F., Castilho, M.C., Machado, A. V. & Costa, H. S. (2014). Trend in the use of natural antioxidants in active food packaging: a review. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 31, 374-395.
- Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, A., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O. (2015). Physicochemical characterization and antimicrobial activity of food-grade emulsions and nanoemulsions incorporating essential oils. *Food Hydrocolloids*, 43, 547-556.
- Seydim, A. C. & Sarikus, G. (2006). Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*, 39, 639-644.
- Severino, R., Ferrari, G., Vu, K. D., Donsì, F., Salmieri, S. & Lacroix, M. (2015). Antimicrobial effects of modified chitosan based coating containing nanoemulsion of essential oils, modified atmosphere packaging and gamma irradiation against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium* on green beans, 50, 215-222.
- Severino, R., Vu, K. D., Donsì, F., Salmieri, S., Ferrari, G. & Lacroix, M. (2014). Antibacterial and physical effects of modified chitosan based-coating containing nanoemulsion of mandarin essential oil and three non-thermal treatments against *Listeria innocua* in green beans. *International Journal of Food Microbiology*, 191, 82-88.
- Sghaier N. B., Boubaker, J., Neffati, A., Limem, I., Skandrani, I., Bhour, W., Bouhlel, I., Kilani, S., Chekir-Ghedira, L. & Ghedira, K. (2010). Antimutagenic and antioxidant potentials of *Teucrium ramosissimum* essential oil. *Chemistry and Biodiversity*, 7: 1754-1763.

protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*, 82, 338-345.

- Sung, S., Sin, L. T., Tee, T., Bee, S., Rahmat, A.R. & Rahman, W. A. W. A. (2014b). Control of bacteria growth on ready-to-eat beef loaves by antimicrobial plastic packaging incorporated with garlic oil. *Food Control*, 39, 214-221.
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Batista, I., Serrano, C., Matos, O., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A. & Nunes, M. L. (2012). European pennyroyal (*Mentha pulegium*) from Portugal: chemical composition of essential oil and antioxidant and antimicrobial properties of extracts and essential oil arbara. *Industrial Crops and Products*, 36, 81-87.
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A. & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43: 587-595.
- Tontul, I., Torun, M., Dincer, C., Sahin-Nadeem, H., Topuz, A., Turna, T. and Ozdemir, F. (2013). Comparative study on volatile compounds in Turkish green tea powder: Impact of tea clone, shading level and shooting period. *Food Research International*, 53, 744-750.
- Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G. V., Zeytinoglu, H. S. and Vural, N. (2010). Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3274-3280.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N. & Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of food. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 77-86.
- Viljoen, A. M., Subramoney, S., Vuuren, S. F. V., Bas, er, K. H. C. & Demirci, B. (2005). The composition, geographical variation and antimicrobial activity of *Lippia javanica* (Verbenaceae) leaf essential oils. *Journal of Ethnopharmacology*, 96, 271-277.
- Yu, L., Dean, K. & Li, L. (2006). Polymer blends and composites from renewable resources. *Progress in Polymer Science*, 31(6), 576-02.
- Zegura, B., Dobnik, D., Niderl, M. H. & Filipic, M. (2011). Antioxidant and antigenotoxic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in *Salmonella typhimurium* TA98 and HepG2 cells. *Environ. Toxicol Pharmacol*, 32, 296-305.
- Zinoviadou, K. G., Koutsoumanis, P. K. & Biliaderis, C. G. 2009. Physico-chemical properties of whey