

مروری بر نقش ضد میکروبی اسانس های روغنی در فرآورده های لبنی

مهرداد مختاریان¹، فاطمه همتی^{2*}

1- دانشجوی کارشناسی علوم تغذیه، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

mhr.mhk80@gmail.com

2- استادیار، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

fhemmati88@gmail.com

خلاصه

نگهداری و افزایش طول عمر فرآورده های لبنی، به عنوان یکی از عناصر مهم رژیم غذایی افراد، سبب گردیده تا استفاده از انواع نگهدارنده های صنعتی و طبیعی مورد توجه قرار گیرد. استفاده از نگهدارنده های طبیعی به جای نگهدارنده های صنعتی، هم به جهت جلوگیری از فساد و ضرر مالی تولید کنندگان و هم به لحاظ تامین سلامت افراد جامعه و ارائه غذایی با فراوری کمتر و طبیعی تر باعث شده تا استفاده از آن در مقیاس صنعتی رو به گسترش باشد. هدف از این مطالعه، بررسی نقش ضد میکروبی برخی اسانسهای روغنی در افزایش مدت ماندگاری و طول عمر فرآورده های لبنی است. این مطالعه به تحلیل و ارزیابی تأثیرات مثبت این اسانسها بر کیفیت و ایمنی محصولات لبنی پرداخته و به دنبال ارائه راهکارهایی برای بهبود فرآیندهای نگهداری و افزایش طول عمر این محصولات میباشد. لازم به ذکر است؛ تعداد زیادی از گونه های گیاهی ذکر شده در این مطالعه بومی ایران بوده و قابلیت استفاده از آن در داخل کشور فراهم است.

کلمات کلیدی: اسانس های روغنی، فرآورده های لبنی، افزایش طول عمر محصول، خواص ضد میکروبی، ایمنی مواد غذایی

مقدمه

فرآورده های لبنی از پر مصرف ترین گروه های مواد غذایی در بین سنین مختلف هستند و در سال های اخیر میزان مصرف آنها به علت تقاضای بالا مصرف کنندگان، مورد افزایش قرار گرفته است [2,1]. گروه لبنیات منبع غنی از پروتئین، کربوهیدرات، چربی، انواع ویتامین ها و املاح مورد نیاز بدن می باشد. اما همین خواص فوق العاده سبب می شود تا زمینه برای رشد عوامل بیماری زا و مسموم کننده از جمله باکتری هایی چون لیستریا منوسیتوزنز، شیگلا، استافیلوکوکوس/رئوس، باسیلوس سرئوس، اشرشای کلاسی و غیره فراهم شود [4,3]. سلامت مواد غذایی از نظر مسمومیت های غذایی، یک نیاز ضروری برای مصرف کنندگان و تولید کنندگان می باشد. از آنجایی که بخش بزرگی از شیر های تولید شده در ایران، در

مزارع کوچک و به صورت دستی انجام می شود، احتمال آلودگی شیر خام و محصولات حاصل از آن بالا می باشد. رشد باکتری های پاتوژن در فراورده های لبنی مثل ماست یا پنیر که از شیر خام تولید می شود، خطر بزرگی برای سلامتی افراد به همراه دارد. برای همین وجود راهکاری برای کاهش بار میکروبی این دسته از محصولات ضروری به نظر می رسد [4]. با توجه به افزایش آگاهی و علاقه مصرف کنندگان نسبت به سلامتی و غذاهای سالم، مقوی و طبیعی، استفاده از نگهدارنده های طبیعی به جای مواد صنعتی می تواند اطمینان بیشتری به مصرف کنندگان بدهد و در جهت تحقق خواسته مصرف کنندگان باشد [1].

استفاده از ترکیبات فعال زیستی می تواند یک راه مطمئن و کم هزینه باشد. یکی از این ترکیبات فعال، اسانس های روغنی که به روغن های فرار یا معطر نیز معروف هستند، می باشد. این ترکیبات از بخش های مختلف گیاهان مثل ساقه، گلبرگ، ریشه، دانه، چوب و غیره بدست می آیند. روش های مختلفی برای استخراج این مواد وجود دارد. اما رایج ترین آن که به صورت تجاری نیز استفاده می گردد، روش تقطیر بخار می باشد، که این روش برای اولین بار توسط ایرانیان استفاده شد. تصور می شود، اصطلاح اسانس های روغنی از قرن 16 میلادی در نتیجه استفاده پزشک سوئسی از ماده موثره ای به نام *Quinta essentia* گرفته شده است. این مواد زیستی با داشتن خواص دارویی، معطر بودن، افزایش ماندگاری مواد غذایی و حشره کشی باعث شده تا از هزاران سال پیش مورد استفاده بشر قرار بگیرد. اما امروزه یکی از کاربردهای رایج آن استفاده به صورت نگهدارنده در صنایع غذایی می باشد. از آن جایی که تعداد زیادی اسانس های روغنی در دسته افزودنی های بی خطر ($GRAS^1$) طبقه بندی می شوند، می توان به صورت ایمن در مواد غذایی استفاده نمود [4,5]. از این رو هدف از مطالعه حاضر مروری بر تأثیرات ضد میکروبی اسانس های روغنی بر کاهش بار میکروبی و افزایش مدت ماندگاری فراورده های لبنی می باشد.

اسانس های روغنی (Essential Oils)

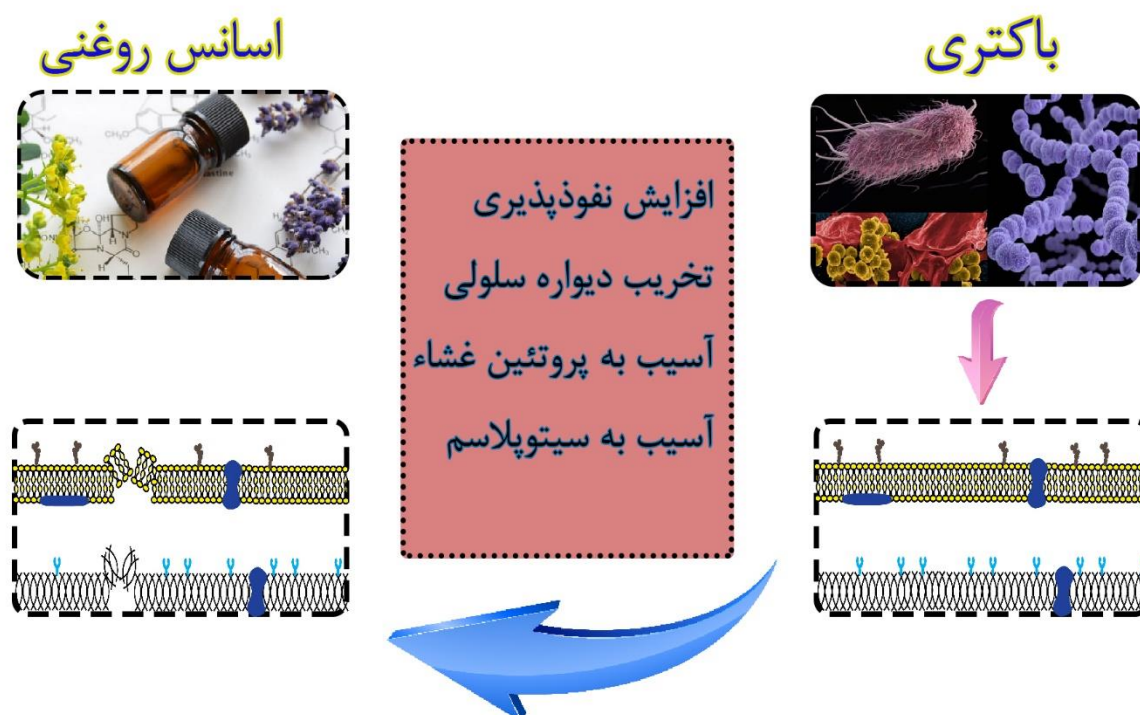
از بین حدود 3000 اسانس روغنی شناخته شده، 300 مورد آزمایش شده است و در حوزه های مختلف به عنوان طعم دهنده و نگهدارنده در مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است [3]. اسانس های روغنی (EOs) از گیاهان مختلفی مثل آویشن، مریم گلی، پونه کوهی، گشنیز، رزماری، دارچین و زیره سیاه و غیره بدست می آیند. انواع مختلفی از ترکیبات در روغن های اسانسی وجود دارد که خواص ضد میکروبی آنها ثابت شده است. عمده خواص ضد میکروبی EOs را می توان به ترکیبات فنولیک آن نسبت داد. که شامل مونوترپن های فنلی (تیمول و کارواکرول)، فیل پروپانوئیدها (اوژنول)، مونوترپن های تک حلقه ای الکلی (آلفا-ترپینول و ترپین-4-اول)، و همچنین هیدروکربن های مونوترپن دو حلقه ای آلفا-پینن و کتون ها هستند. مکانسیم های عمل EOs مشابه عملکرد ترکیبات فنولیک می باشد. که شامل اختلال در غشای سیتوپلاسمی، اختلال در نیروی محرکه پروتون (PMF)، جریان الکترون، انتقال فعال و انعقاد محتویات سلول است [1]. شناخته شده ترین مکانسیم اثر، تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی میکروارگانیسم ها از طریق برهمکنش ترکیبات چربی دوست موجود در EOs با ترکیبات چربی موجود در غشاء سلولی میکروارگانیسم ها است [3]. شکل 1

به دلیل پیچیدگی دیواره باکتری های گرم منفی، داشتن لایه نازک پپتیدوگلیکان و لیپوپلی ساکارید های آبدوست، تأثیر ترکیبات آبریز اسانس های روغنی کمتر بوده ولی در باکتری های گرم مثبت به علت داشتن دیواره ای با 90 تا 95 درصد پپتیدوگلیکان، اسانسها می توانند به غشای سیتوپلاسمی نفوذ کرده و اثرات ضد میکروبی و کارایی آنها افزایش می یابد.

1 Generally recognized as safe

2 Minimum inhibitory concentration

حتی شکل باکتری ها می تواند به حساسیت نسبت به ترکیبات کمک کند؛ باکتری های میله ای نسبت به کوکسی ها حساس ترند. حداقل غلظت مهاری (MIC^2) توسط اکثر محققان به عنوان معیاری برای عملکرد ضد میکروبی EOS ذکر شده است. هرچند این عدد در مطالعات آزمایشگاهی، متفاوت نشان داده شده است [5].



شکل 1: ساز و کار ضد میکروبی روغن های اسانسی

قارچ ها به طور کلی نسبت به باکتری ها از مقاومت بیشتری در برابر ترکیبات ضد میکروبی برخوردارند، زیرا بسیاری از گونه ها مقاومت ذاتی در برابر ترکیبات ضد قارچی دارند. ساز و کار عمل ضد قارچی روغن های فرار از طریق شکستن دیواره سلولی، تغییر غشاهای سلولی، انعقاد سیتوپلاسم و آسیب به اندامکهای سلولی می باشد. که منجر به نشت محتویات سلولی میشود. روش پیشنهادی دیگر در این خصوص، لیز غشای سلولی قارچ توسط تعامل بین EOS و ارگوسترول، اصلی ترین استرول موجود در قارچ و مسئول سیالیت غشا می باشد [3]. EOS اکسیداسیون لیپید را در غذاها کاهش می دهند و مانع از تشکیل بو های نامطبوع در غذا شده، که پتانسیل آن برای مصرف به عنوان افزودنی بالا میبرد. اگر چه در مطالعات آزمایشگاهی تأثیرات ضد میکروبی اسانس های روغنی به اثبات رسیده است، اما استفاده از آن در مواد غذایی، به علت ماتریکس پیچیده غذا، شرایط متفاوتی دارد. عوامل مختلفی مانند پروتئین ها، لیپیدها، نوع بسته بندی، دمای نگهداری، نوع میکروارگانیسم و پایداری افزودنی می تواند در عملکرد این ترکیبات تأثیرگذار باشند. به طور مثال، در مطالعه ای، فعالیت ضد میکروبی اسانس های روغنی حاصل از میخک و دارچین، در شیر پرچرب، کمتر از شیر کم چرب بدست آمده بود [1].

اثرات ضد میکروبی اسانس های روغنی در محصولات لبنی

بر کسی پوشیده نیست که پنیر یکی از محصولات پرطرفدار لبنی محسوب میشود. پنیر منبع غنی پروتئین، مینرال، ویتامین ها و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می باشد. در مطالعه ای که توسط سحر حمزه ای و همکاران (1400) در بسته بندی پنیر سفید ایرانی با استفاده از پوشش ایزوله خوراکی حاوی غلظت های مختلف اسانس روغن هل^۱ انجام شد، نمونه ها از نظر تغییرات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی در طی 60 روز بررسی شدند. نتایج این مطالعه نشان داد؛ نمونه های پوششی غنی شده با بالاترین غلظت اسانس های روغنی، کمترین جمعیت باکتری را داشته و در مقایسه با دو تیمار شاهد و پوشش ایزوله پروتئین آب پنیر اختلاف معنی داری را نشان دادند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش غلظت EOS در پوشش خوراکی، میزان رشد باکتری در طول دوره نگهداری کاهش می یابد. در مورد شمارش کپک ها و قارچ ها، که یکی از مشکلات عمده میکروبی در پنیرهای فرپالایش می باشد، نتایج بدست آمده نشان داد؛ کپک و قارچ، هیچ رشدی در نمونه پنیر با پوشش ایزوله با سطوح مختلف روغن اسانسی هل نداشتند [6]. در مطالعه ای دیگر که توسط گیتی کریم و مجتبی بنیادیان (1383) صورت گرفت، تاثیرات ضد میکروبی روغن های فرار از گیاهانی مثل ترخون^۲، نعنای^۳، زیره^۴، پونه^۵ و آویشن^۶ (آویشن با غلظت های 0/1 و 0/2 درصد و سایر گیاهان با غلظت های 0/3 و 0/4 درصد) در پنیر بررسی شدند. در این مطالعه ابتدا تعداد مشخصی از اشرشای کلای (10⁶/g) به طور همزمان به پنیرهای شاهد و تیمار اضافه گردید. نمونه های تیمار و شاهد در دمای 12 درجه سانتیگراد به مدت یک هفته نگهداری شدند. نتیجه این مطالعه به ما نشان داد که استفاده از روغن های فرار تعداد باکتری *E.coli* را به طور معنا داری در گروه تیمار نسبت به شاهد کاهش داده است. اسانس روغنی ناشی از آویشن قوی ترین تاثیر ضد میکروبی را حتی با غلظت های پایین تر داشت، به طوری که پس از یک هفته با غلظت 0/1 درصد، سه log و با غلظت 0/2 درصد، چهار log کاهش در تعداد باکتری های نمونه تیمار مشاهده گردید ($P < 0.05$). آویشن، نسبت به روغن های اسانسی حاصل از ترخون، پونه، زیره و نعنای که با غلظت های 0/3 درصد استفاده شدند، به ترتیب 1/6، 1، 0/7، 0/5 log کاهش بیشتری در مدت زمان مشابه، در تعداد باکتری ها داشت ($P < 0.05$) [7]. مایلام و همکاران (2017م) در مطالعه ای با استخراج اسانس های روغنی از زیره، رزماری و آویشن توانستند، اثرات ضد میکروبی این اسانس های روغنی را در پنیر نرم بررسی کنند. نتایج مطالعه نشان داد EOS از رشد سالمونلا تیفی، اشرشای کلای، استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سابتلیس، باسیلوس سرئوس و قارچ آسپرژیلوس نایجر در پنیر جلوگیری کرده و موثر واقع شدند [2]. در مطالعه دیگری سحر محمد و همکاران (2013م) اثر ضد میکروبی EOS حاصل از شوید^۷ و دانه زیره در پنیرماست، که یک فراورده لبنی محبوب در خاورمیانه می باشد، بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد، استفاده از حداقل غلظت 25 میلی لیتر در 100 میلی لیتر EOS دانه زیره سیاه و شوید اثر مهار بر رشد استافیلوکوکوس اورئوس و سالمونلا تیفی داشته اما این غلظت تاثیری بر مهار رشد اشرشای کلای *E.coli* O157:H7 و لیستریا مونوسیتوزنز نداشته است [8].

^۱ *Elettaria cardamomum*

^۲ *Artemisia dracunculus*

^۳ *Mentha piperita*

^۴ *Carvi carum*

^۵ *Mentha pulegium*

^۶ *Thymus vulgaris*

^۷ *Anethum graveolens*

ماست یکی از محبوبترین محصولات لبنی است که به دلیل محتوای پروتئین بالای خود ارزش غذایی زیادی دارد. اما همانند سایر محصولات لبنی میتواند در معرض فساد میکروبی قرار داشته باشد [3]. وسنا میلانوویچ و همکاران (2020م) مطالعه ای روی ماست فاسد تهیه شده از شیر گاومیش، طی دوره 25 روزه انجام دادند. در این مطالعه از گیاهانی مثل زنجبیل¹، لیموترش²، دارچین³ و علف لیمو⁴ به عنوان منابع اسانس های روغنی استفاده شد. با توجه به نتایج، روغن های فرار علف لیمو و دارچین بیشترین اثربخشی را در برابر انواع مختلف مخمر های فاسد، در مقیاس آزمایشگاهی، نشان دادند. آزمایش بر روی حداقل غلظت مهارکننده (MIC) نشان داد که اسانسهای علف لیمو و دارچین، توانایی مهار رشد تمامی گونه های منتخب را در غلظتهای بین 0/31 و 1/25 میکرولیتر بر میلی لیتر را دارند [9]. بتی آ. اوگوارو و همکاران (2021م) روی فعالیت ضد میکروبی اسانسهای فلفل سیاه⁵ (BPE) و عصاره های پوست دارچین (CE) در شیر پرچرب پاستوریزه در طول و پس از تخمیر مطالعه ای انجام دادند. شیر قبل تخمیر و بعد از آن توسط باکتری /شرشیا فرگوسونی که یک باکتری گرم منفی و میله ای شکل است، آلوده شد و نتایج حاصل از آن نشان داد که در دمای 25 درجه سانتیگراد، باکتری *E. fergusonii* در نمونه های کنترل به مقدار زیادی رشد کردند، اما در نمونه های حاوی اسانس های روغنی رشد کمتری داشتند. باکتری در نمونه های بدون اسانس در دمای 43 درجه سانتیگراد رشد کردند، اما در نمونه های حاوی اسانسها پس از چند ساعت تخمیر شناسایی نشدند. همچنین این مطالعه نشان داد، ترکیب روغن های فرار فلفل سیاه و عصاره پوست دارچین میتواند خاصیت باکتری کشی در طول دوره ذخیره سازی داشته باشند [10]. مطالعه دیگری اخیراً توسط حاصلی و همکاران (2023م) بر قابلیت استفاده از اسانس های روغنی گیاه مفراح⁶ از تیره نعنائیان، انجام شده و نتایج نشان داد اسانس نانوکپسوله شده مفراح با پکتین می تواند عمر مفید ماست را افزایش داده و نمونه دوغ حاوی 0/20 میلی گرم در میلی لیتر اسانس نانوکپسوله شده بهترین اثر مهاری را بر جمعیت باکتریهای *E. coli* و *S. aureus* داشته است [3].

بستنی محصول لبنی پر طرفدار دیگری می باشد که بر پایه شیر تولید می گردد و دارای عناصر تشکیل دهنده مشابه شیر و حتی 3 الی 4 برابر چربی و 12 تا 16 درصد پروتئین و قند بیشتری نسبت به شیر دارد. علاوه بر موارد یاد شده، افزودن مواد دیگر مثل میوه ها، آجیل ها و غیره آن را از شیر غنی تر میکند [11]. بستنی با داشتن pH بین 6 تا 7، توانایی نگه داری برای مدت طولانی تری را دارد. آلودگی میکروبی معمولاً در طول مراحل پاستوریزاسیون قابل کنترل است، اما در برخی موارد شناسایی خطرات میکروبیولوژیکی در محصول نهایی، پس از پاستوریزه، می تواند بخاطر افزودن مواد آلوده یا روش های حمل نادرست باشد. مطالعه ای با هدف بررسی عملکرد ضد میکروبی اسانس های روغنی از گونه پسته⁷ و مرکبات⁸ و همچنین بررسی ظرفیت تجاری سازی این اسانسها در صنعت غذایی صورت گرفت. خواص ضد میکروبی این اسانسها ابتدا مورد آزمایش قرار گرفت و مقادیر حداقل غلظت مهاری، غیر مهاری و کشنده در برابر *Listeria*، *E.coli*، *Pseudomonas fragi*، *monocytogenes* و *Aspergillus niger* تعیین شد. در ابتدا به طور جداگانه میزان 4 log CFU /g باکتری به صورت عمدی به بستنی اضافه شد. اثرات ضد میکروبی اسانس روغنی پسته و پورنج، به ترتیب، در غلظت های درصد وزنی 0/2٪ و 0/006٪ (w/w) دارای اثرات ضد میکروبی بودند. به

1 *Zingiber officinale*2 *Citrus aurantifolia*3 *Cinnamomum zeylanicum*4 *Cymbopogon citratus*5 *Piper nigrum*6 *Nepeta crispa Willd*7 *Pistacia lentiscus*8 *Fortunella margarita*

طوری که با گذشت 7 هفته نگهداری، کاهش تعداد باکتری حدود $3 \log \text{CFU/g}$ در مقایسه با گروه کنترل؛ مشاهده گردید ($P < 0/05$). قابل ذکر است که هیچ گونه میکروبی دیگر به جز سویه های تلقیح شده شناسایی نشد [12]. مطالعه دیگری به بررسی برخی از ویژگیهای فیزیکیوشیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی بستنی تولید شده با اسانسهای پوست لیمو (L)، نارنگی (M) و پرتقال (P) در نسبتهای مختلف (0/1٪، 0/3٪، 0/5٪) میپردازد؛ بیشترین میزان آلودگی بوسیله باکتریهای هوازی کل و باکتریهای سایکروفیلیک به ترتیب با 5/12 و 4/94 $\log \text{CFU/g}$ در نمونه کنترل ($P < 0.05$) و کمترین تعداد باکتریهای هوازی کل و باکتریهای سایکروفیلیک (به ترتیب 3/80 و 4/01 $\log \text{CFU/g}$) در نمونه های تولید شده با افزودن 5٪ اسانس پوست لیمو بود ($P < 0/05$) [11]. در صنعت غذایی، روغن اسانسی اسطوخودوس (LEO) میتواند به عنوان یک عامل طعم دهنده طبیعی در نوشیدنی ها، بستنی، محصولات نانوائی و آدامس مورد استفاده قرار بگیرد. در مطالعه ای که بایرام اورکک و همکاران (2024م) انجام دادند؛ شیر خام گاو را به مایه بستنی تبدیل کرده و مخلوط را به چهار نمونه کنترل (C)؛ LI1 حاوی 0/02 درصد؛ LI2 حاوی 0/05 درصد و LI3 حاوی 0/1 درصد اسانس اسطوخودوس دسته بندی کردند. تمام نمونه های یخ زده، در ابتدا یک شب در دمای منفی 22 درجه سانتی گراد و سپس تا روز آنالیز در دمای منفی 18 درجه سانتی گراد نگه داری شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که؛ نمونه های حاوی LEO نرخ ذوب کمتر داشته و مهار رشد دو گونه استافیلوکوکوس ارئوس ATCC 29213 و لیستریا مونوسیتوزنز ATCC 7644 صورت گرفته است ($P < 0/05$) [13].

نتیجه گیری

اسانس های روغنی در کاهش بار میکروبی نامطلوب فراورده های لبنی موثر بوده و می تواند طول عمر و مدت نگهداری فراورده های لبنی عنوان شده در مطالعه را افزایش دهد. این مطالعه با تمرکز بر جنبه ضد میکروبی اسانس های روغنی بر تعداد محدودی از فراورده های لبنی نگارش شده است. همچنین نتایج مطالعات نشان داد اسانس های روغنی علاوه بر تاثیرات ضد میکروبی در بهبود ویژگی های ارگانولپتیک، نداشتن تاثیر منفی بر خواص فیزیکیوشیمیایی و حسی نقش داشتند و می توان نتیجه گیری کرد که اسانس های روغنی از جهات مختلف، ظرفیت استفاده در انواع محصولات لبنی را در مقیاس صنعتی دارد.

مراجع

1. Abd El-Aziz M, Salama HH, Sayed RS. Plant extracts and essential oils in the dairy industry :A review. Foods and Raw Materials. 2023;11(2):321–337. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-579>
2. Abhay Prakash Mishra et al. (2020), “ Combination of essential oils in dairy products: A review of their functions and potential benefits ”
3. Souza, H.F.d.; Santos, F.R.d.; Cunha, J.S.; Pacheco, F.C.; Pacheco, A.F.C.; Soutelino, M.E.M.; Martins, C.C.N.; Andressa, I.; Rocha, R.d.S.; Cruz, A.G.d.; et al. Microencapsulation to Harness the Antimicrobial Potential of Essential Oils and Their

- Applicability in Dairy Products: A Comprehensive Review of the Literature. *Foods* 2024, 13, 2197. <https://doi.org/10.3390/foods13142197>
4. نوشین شیروانی و هادی فصیحی (1397)، "روغنهای اسانسی به عنوان نگهدارنده های طبیعی در افزایش ماندگاری محصولات لبنی" نهمین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار
 5. S. Burt / *International Journal of Food Microbiology* 94 (2004) 223–253, "Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review,"
 6. سحر حمزه‌ای ، آرزو خضولو ، علی احسانی (1400)، "تاثیر پوشش ایزوله پروتئین آب پنیر و اسانس روغنی هل بر ماندگاری پنیر سفید"، *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، شماره 127 ، دوره 19 ، شهریور 1401
 7. گیتی کریم و مجتبی بنیادیان (1383)، "مطالعه تاثیر ضد میکروبی روغن های فرار برخی گیاهان بر باکتری *E.coli* در پنیر سفید ایرانی"، *فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره 1، شماره 1، تابستان 1383
 8. Sahar H.S. Mohamed, Wafaa M. Zaky, Jihan M. Kassem, Hayam M. Abbas, M.M.E. Salem and H.A.H. Said-Al Ahl (2013) *World Applied Sciences Journal* 27 (4): 497-507, 2013, "Corresponding Author: Impact of Antimicrobial Properties of Some Essential Oils on Cheese Yoghurt Quality,"
 9. Vesna Milanović, Riccardo Sabbatini, Cristiana Garofalo , Federica Cardinali, Marina Pasquini, Lucia Aquilanti, Andrea Osimani (2020), *International Journal of Food Microbiology* 341 (2021) 109048, " Evaluation of the inhibitory activity of essential oils against spoilage yeasts and their potential application in yogurt ,"
 10. Ogwaro, B.A.; O’Gara, E.A.; Hill, D.J.; Gibson, H. A Study of the Antimicrobial Activity of Combined Black Pepper and Cinnamon Essential Oils against *Escherichia fergusonii* in Traditional African Yoghurt. *Foods* 2021, 10, 2847. <https://doi.org/10.3390/foods10112847>
 11. Tomar O. Akarca G. Effects of Ice Cream Produced with Lemon, Mandarin, and Orange Peel Essential Oils on Some Physicochemical, Microbiological and Sensorial Properties. *Kocatepe Vet J.* (2019) 12(1):62-70
 12. Mitropoulou, G.; Bardouki, H.; Vamvakias, M.; Panas, P.; Paraskevas, P.; Kourkoutas, Y. Assessment of Antimicrobial Efficiency of *Pistacia lentiscus* and *Fortunella margarita* Essential Oils against Spoilage and Pathogenic Microbes in Ice Cream and Fruit Juices. *Microbiol. Res.* 2022, 13, 667–680. <https://doi.org/10.3390/microbiolres13030048>
 13. Ürkek et al. / *Ovidius University Annals of Chemistry* 35 (2024) 91-97, "Physicochemical, sensory and antimicrobial properties of the ice cream containing lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil " Volume 35, Number 2, pp. 91 - 97, 2024