مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ویژگی‌ها و کاربرد فیلم‌های پلی‌اتیلنی فعال حاوی تیمول و لینالول در نگهداری پنیر موزارلا

شادی چنگ[۱]، عبدالرضامحمدی نافچی[۲و۱*]، هما بقائی[۱]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تکنولوژی های صنعتی، دانشگاه علوم مالزی (USM).

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ /۰۷/۲٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۲۳

کلمات کلیدی:

افزودنی طبیعی،

خواص حسی،

خواص مکانیکی،

فیلم سنتزی،

نفوذپذیری به بخار آب.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.369

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0

* مسئول مکاتبات:

amohammadi@usm.my

چکیده

هدف از انجام این تحقیق تهیه فیلم فعال بر پایه پلی اتیلن حاوی تیمول و لینالول (۲، ۱/۵، ۱ ،۰٪) و استفاده از آن به عنوان پوشش در پنیر موزارلا بود. بدین منظور خواص مکانیکی و ممانعت کنندگی فیلم‌های پلی اتیلنی حاوی تیمول و لینالول مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از تیمول و لینالول تاثیر معنی‌داری بر کاهش نفوذپذیری اکسیژن فیلم پلی‌اتیلنی نداشت ($p> ۰/۰۵$). نفوذپذیری به بخارآب به طور معنی‌داری($p> ۰/۰۵$) به وسیله افزودن لینالول و تیمول (۲، ۱/۵ درصد) کاهش پیدا کرد. استحکام کششی و کشیدگی تا نقطه شکست در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی تیمول و لینالول در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود($p< ۰/۰۵$). نتایج نشان داد که پنیرهای موزارلا بسته بندی شده با فیلم‌های پلی‌اتیلن حاوی تیمول و لینالول بیشترین pH و کمترین اسیدیته را نسبت به نمونه کنترل داشت. نتایج تجزیه و تحلیل حسی نشان داد که پنیر پوشش داده شده با پلی‌اتیلن متشکل از لینالول (۱/۵ درصد) و تیمول(۲ درصد) در مقایسه با سایر نمونه‌ها بیشتر مورد توجه ارزیاب‌ها قرار گرفت. براساس نتایج، از آنجایی که فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی تیمول و لینالول موجب بهبود خواص شیمیایی و حسی پنیر موزارلا شد. بنابراین فیلم‌های تیمار شده با تیمول و لینالول می‌توانند به عنوان بسته بندی فعال عمل کنند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]

[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

۱-مقدمه

پنیر یکی از پر مصرف‌ترین فرآورده‌های شیری بوده و بسته به نوع آن دارای عطر و طعم ویژه و حاوی مقادیر متفاوت از ترکیبات عمده شیر از جمله پروتئین، چربی، آب، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد[۱]. در فرآیند پنیرسازی، مواد جامد شیر به صورت انتخابی تغلیظ می‌شوند تا در نهایت به صورت یک غذای خوش طعم درآید. پنیر به دلیل تغییرات میکروبیولوژیکی و بیوشیمیایی در حین تولید، رسیدن و بازاریابی، محصول فاسد شدنی است. در این زمینه، بسته بندی نقش اساسی در صنایع پنیر ایفا می‌کند [۲]. بسیاری از بیماری‌های خطرناک مانند بروسلوز, تیفوئید، پاراتیفوئید, منتژیت, مننگوانسفالیت, عفونت های دوران حاملگی (مثل عفونت ناشی از لیستریا منوسیتوژنز) و مرگ و میر کودکان ممکن است ناشی از مصرف پنیر آلوده باشند که عامل آن ممکن است باکتری‌هایی نظیر انواع سالمونلا, اشرشیاکلی, استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت و لیستریا منوسیتوژنز می‌باشند[۳]. به طور کلی ترکیب پیچیده پنیر و شرایط محیطی حاکم در طی حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی و نگهداری اغلب باعث توسعه کنترل نشده و شدید رشد باکتریایی و قارچی بر روی سطح این محصول و یا از دست‌رفتن آب آن می‌شود، که به طور قابل ملاحظه‌ای باعث افت کیفیت و کاهش عمر مفید پنیر، ایجاد خسارات اقتصادی در این صنعت و بروز مشکلات در سلامتی مصرف‌کننده می‌شود که فراهم نمودن یک پوشش مناسب، موثرترین استراتژی در راستای جلوگیری از بروز این قبیل مشکلات مذکور می‌باشد [٤]. تلاش‌های فراوانی برای کشف ترکیبات ضدمیکروبی و کاهش استفاده مستقیم از مواد نگهدارنده شیمیایی در مواد غذایی صورت گرفته است و محققان به دنبال ترکیبات و فیلم‌های فعالی هستند که ترکیبات ضدمیکروبی را به آرامی و در طول زمان به داخل بسته‌بندی‌های غذایی آزاد سازند [٥].

تیمول، با نام علمی ۲-ایزوپروپیل-٥-متیل فنول، یک ترکیب مونوترپنوئید مهم در برخی اسانس‌ها می‌باشد که دارای یک حلقه فنولی واحد در ساختار خود می‌باشد و از اتصال دو مولکول ایزوپرن و سه گروه هیدروکسیل تشکیل شده است. وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار تیمول نقش مهمی در فعالیت‌های عملکردی این ترکیب مانند فعالیت‌های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی دارد. ایمنی تیمول و استفاده از آن به عنوان افزودنی غذایی توسط سازمان دارویی فدرال (FDA) تأیید شده است[٦].

با توجه به خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی اسانس‌ها این ترکیبات به عنوان یک ترکیب افزودنی در بسته‌بندی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند به طوری که افزودن اسانس نانومولسیون دارچین برای فیلم پلی‌ساکاریدی محلول در سویا سبب شد که خاصیت نفوذ پذیری به بخار آب با افزودن ۰/٤ تا ۰/۸ نانومولسیون دارچین به طور معنی‌داری کاهش پیدا کند[۷]. همچنین افزودن اسانس مرزه خوزستانی به پروتئین آب پنیر سبب شد که استحکام کششی در نمونه فیلم شاهد بیشتر از نمونه‌های حاوی اسانس باشد به طوری که نمونه شاهد و و فیلم حاوی ۲ درصد اسانس دارای استحکام کششی برابر با MPa ۳/۹٦ و ۲/۲٥ بودند[۸].

استفاده از لینالول در فیلم پلی‌اتیلن با چگالی پایین برای پوشش‌دهی پنیر چدار مورد استفاده قرار گرفت و از نظر طعم محصول بررسی و مشخص شد که افزودن این ترکیب فعال به بسته‌بندی پنیر نگهداری شده در ٤ درجه سانتیگراد به مدت شش هفته به مانند نمونه شاهد سبب پذیرش محصول نهایی می‌شود[۹].

لینالول (٦،۲-دی‌متیل‌اکتا-۷،۲-دی‌ان-٦-ال)[1] یکی دیگر از ترکیبات مهم موجود در اسانس برخی گیاهان است متعلق به خانواده مونوترپن است. لینالول یک ترکیب معطر است که در داروسازی، عطرسازی، آرایشی و صنایع غذایی استفاده می‌شود سازمان غذا و داروی آمریکا لینالول را به عنوان یک ترکیب غذایی ایمن توصیه کرده است[٦].

علاوه بر این، لینالول یک ترکیب واسط مهم در تولید ویتامین E می‌باشد لینالول به طور قوی‌ای از جهش‌های ژنی ایجاد شده در اثر اکسیداسیون جلوگیری می‌کند، که این امر به دلیل فعالیت مهارکنندگی رادیکال این ترکیب می‌باشد[۱۰]

لینالول یکی از ترکیبات زیست‌فعال اصلی موجود در اسانس ریحان است و دارای فعالیت‌های ضدقارچی، ضدمیکروبی و

1. 2,6-dimethylocta-2,7-dien-6-ol

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

حشره‌کش می‌باشد[۱۱].

در مطالعه حاضر اثر لینانول و تیمول بر ویژگی های مکانیکی، نفوذپذیری به بخار آب و اکسیژن فیلم پلی‌اتیلنی و خواص شیمیایی و حسی پنیر موزارلا بسته‌بندی شده در این فیلمها مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

فیلم‌های پلی‌اتیلن با ضخامت ۰/۰۶±۱۰$^{-4}$ ×۵/۵ میلی‌متر از شرکت پوشینه تهران(ایران) تهیه شدند و اسانس تیمول و لینالول با خلوص ۹۸/۵٪ ، گلیسرول، سدیم هیدروکسید، ایزواکتان و نیترات منیزیم از شرکت مرک (آلمان) خریداری شدند.

۲-۲-آماده سازی نمونه

برای تهیه نمونه‌های فیلم پلی‌اتیلنی حاوی لینالول و تیمول، ورقه‌های فیلم برپایه رزین پلی‌اتیلنی توسط یک خردکن صنعتی (CTS Plastics Machinery Pty Ltd, Australia) خرد شده و به پودر تبدیل گردید. سپس مستقیماً مطابق روش Suppakul و همکاران[۹] با سطوح مختلف عوامل ضدمیکروبی تیمول و لینالول (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) ترکیب شده و در دمای اتاق به خوبی مخلوط گردید تا به فرم یکنواخت درآمد. فیلم‌های مورد نظر توسط قالب‌زنی فشرده فرمولاسیون پلی‌اتیلن، با ضخامت ۲ میلی‌متر تهیه شدند. پس از عملیات فشرده‌سازی، فیلم‌های تولیدی فوراً در یک فویل آلومینیومی قرار داده شدند، تا از اُفت عوامل ضدمیکروبی جلوگیری به عمل آید [۱۲].

۲-۳-آماده‌سازی نمونه‌های پنیر موزارلای بسته‌بندی شده

پنیر موزارلای دارای رطوبت کم (۴۷ درصد) از کارخانه پگاه گلپایگان خریداری شده و به دسته‌های مختلف ۱۵۰ گرمی تقسیم شد، هر کدام از این قطعات پنیر با فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال تیمول و لینالول بسته‌بندی شده و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (دمای یخچال) به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. در روزهای ۰، ۷، ۱۷ و ۳۰ انبارمانی، آزمون‌های مربوطه بر روی نمونه‌های پنیر صورت گرفتند.

۲-٤-آزمون‌های فیلم پلی اتیلن حاوی ترکیبات فعال

۲-٤-۱- نفوذپذیری بخار آب

اندازه‌گیری نفوذپذیری نسبت به بخارآب بر اساس استاندارد ASTM E96 توسط دسیکاتور حاوی محلول فوق اشباع نیترات‌منیزیم انجام شد[۱۳]. روش آزمون بدین صورت بود که ویال شیشه‌ای کوچکی انتخاب شد و درون هر ویال مقدار ۳ گرم کلریدکلسیم بدون آب ریخته شد و سطح شیشه‌ها توسط فیلم‌ها و گیره پوشانده شد. به این ترتیب به علت جاذب الرطوبه بودن کلریدکلسیم بدون آب، رطوبت نسبی فضای داخلی ویال شیشه‌ای و زیر فیلم صفر درصد شد. پس از توزین اولیه تمام نمونه‌ها به طور همزمان به دسیکاتور حاوی نمک نیترات‌منیزیم که در دمای آزمایشگاه رطوبتی معادل ۵۵ درصد ایجاد می‌کند، منتقل گردید. تغییرات وزن ظروف شیشه‌ای طی زمان با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و نمودار تغییرات وزن بر حسب زمان رسم گردید و شیب خط حاصل جهت محاسبات مورد استفاده قرار گرفت. پس از محاسبه آهنگ انتقال بخارآب، میزان نفوذپذیری نسبت به بخارآب از طریق رابطه زیر به دست آمد.

$$WVP = \frac{WVTR \times X}{P \times \Delta R}$$

که در آن:

WVTR: سرعت نفوذ بخار آب بر حسب گرم بر مترمربع؛

X: ضخامت فیلم بر حسب متر؛

P: فشار بخارآب خالص در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر حسب پاسکال؛

ΔR: اختلاف رطوبت بین درون و بیرون ویال بر حسب درصد؛

WVP: نفوذپذیری به بخار آب.

۲-٤- ۲-ارزیابی خواص مکانیکی فیلم‌ها:

در ارزیابی خواص مکانیکی فیلم‌های خوراکی اندازه‌گیری مقاومت به کشش، ازدیاد طول تا نقطه شکست مورد بررسی قرار گرفت. این ویژگی‌ها براساس استاندارد ASTM-638 – 08 با استفاده آنالیز بافت (TA.XT2, Stable Micro System,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

Surrey, UK با سل بار ۱ kN و سرعت ۵۰ mm/min انجام شد. بدین منظور پنج نمونه فیلم با ابعاد ۱۵۰ mm × ۵۰ mm آنالیز گردید[۱٤]. استحکام کششی بر حسب Mpa و کشیدگی تا نقطه شکست بر حسب درصد اندازه‌گیری شد.

۲-٤-۳- نفوذپذیری نسبت به اکسیژن

اندازه‌گیری‌های نفوذپذیری به اکسیژن بر روی فیلم‌ها توسط MoconOxtran 2/21 که با نرم افزار نفوذپذیری WinpermTM که خود از روش استاندارد ASTM D3985-05به کار می‌گیرد صورت گرفت و این اندازه‌گیری‌های نفوذپذیری اکسیژن با یک سنسور کالریمتریک ثبت شد. فیلم‌ها درون یک ماسک فویل آلومینیومی با یک ناحیه ۵ سانتی‌متر مربع باز قرار داده شده مجهز شده‌اند و در سلول‌های انتشار نصب شدند. آزمون‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، فشار اتمسفری و رطوبت نسبی ۵۰ درصد که به کار گیرنده اکسیژن ۲۱ درصد به عنوان گاز آزمایش انجام گرفتند. اکسیژن انتقال داده شده به فیلم‌ها به وسیله گاز حامل (H_2/N_2) به کالریمتریک صورت گرفت. برای دست‌یابی به حالت ثابت انتقال اکسیژن، اندازه‌گیری‌های به نحو متقارب و نزدیک به هم با سرعت انجام گرفتند. ضرایب نفوذپذیری در cc-$m/(m^2\ day\ atm)$ بر پایه درجه سرعت) انتقال اکسیژن در حالت ثابت که در نظر گیرنده ضخامت فیلم‌ها است، محاسبه شدند [۱۵].

۲-۵-آزمون‌های شیمیایی وحسی پنیر موزارلا

۲-۵-۱- اندازه گیری اسیدیته و pH پنیر:

برای انجام این آزمون، ۲۰ گرم نمونه پنیر را به حجم ۲۵۰ میلی-لیتر رسانده و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده را با استفاده از سدیم هیدورکسید ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر شد [۱٦].

پنج گرم نمونه پنیر در داخل بشر با ۲۵ میلی لیتر آب مقطر همگن گردید و توسط pH متر(Jenway, 3510, UK) که قبلا با بافر ٤ و ۷ کالیبره شده بود، pH نمونه‌ها اندازه گیری گردید[۱٦].

۲-۵-۲- خواص حسی پنیر موزارلا:

نمونه‌های مختلف پنیر موزارلا، توسط ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده که پنج نفر مرد و پنج زن بین سنین ۳۵-۲۵ سال بودند بدین منظور استفاده شد. در این روش نمونه‌ها کد گذاری شدند و در ظروف مشابهی در روزهای ۱، ۷ و ۱۷ در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا به ارزیابی ویژگی‌های طعم، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های پنیر موزارلای کم رطوبت بپردازند. نمونه‌های پنیر در اختیار ارزیاب‌های قرار گرفتند و از آن‌ها خواسته شد که بر اساس آزمون ۷ نقطه‌ای هدونیک به ویژگی‌های مختلف نمونه‌ها امتیاز دهند، به طوری که عدد ۷: عالی، عدد ٦: خیلی خوب، عدد ۵: خوب، عدد ٤: متوسط، عدد ۳: نسبتاً بد، عدد ۲: بد و عدد ۱: خیلی بد بود [۱۷].

۲-٦- آنالیز آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. از آزمون‌های ANOVA یک طرفه و توکی برای ویژگی‌های فیزکو شیمایی و پارامترهای مختلف در میان انواع مختلف نمونه در سطح معنی‌دار ٪۵ استفاده شد. اندازه گیری های اسیدیته و pH پنیر در سه تکرار و با استفاده از آزمون Repeated Measure در سطح احتمال ۹۵٪ انجام شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از SPSS0/17 برای windows استفاده شد (SPSS Inc. Chicago, IL).

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نفوذپذیری به بخارآب نمونه‌های فیلم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار نوع افزودنی و غلظت بر میزان نفوذپذیری به بخارآب فیلم‌های پلی‌اتیلنی بود ($p< ۰/۰۵$). همانطوری که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان نفوذپذیری به بخارآب در نمونه شاهد نشان داده شد (۱۲/۹۲ g/m.s.Pa)، ولی بین این نمونه و نمونه حاوی ۱ درصد تیمول اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با افزودن لینالول و افزایش غلظت آن در فیلم پلی‌اتیلن، میزان نفوذپذیری به بخارآب به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p< ۰/۰۵$). افزایش غلظت تیمول نیز سبب کاهش میزان نفوذپذیری به بخارآب گردید، ولی بین غلظت ۱/۵ و ۲ درصد تیمول از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

میزان نفوذپذیری به بخارآب مربوط به فیلم حاوی ۲ درصد لینالول بود (۱۱/۳۰ g/m.s.Pa). کاهش میزان نفوذپذیری به بخارآب فیلم‌ها در اثر افزودن ترکیبات فعال لینالول و تیمول، احتمالاً به این دلیل است که نفوذ آب در فیلم از طریق بخش‌های آب‌دوست آن‌ها صورت می‌گیرد، در حالی که اسانس‌ها دارای طبیعت آب‌گریز بوده و در غلظت‌های بالاتر، از طریق افزایش نسبت نواحی آب‌گریز به آب‌دوست می‌توانند میزان نفوذپذیری به بخارآب را کاهش دهند [۱۸،۱۹]. در تأیید این نتایج گزارش شده است که افزودن منوگلیسرید به فرمولاسیون محلول فیلم خوراکی اثر معنی‌داری بر روی نفوذ پذیری نسبت به بخار آب دارد. به طور کلی علت جلوگیری از نفوذ بخار آب را می‌توان اثر دفع کننده ترکیبات غیر قطبی موجود در اسانس‌ها دانست که موجب ایجاد تغییراتی در ساختار ملکولی می‌شود[۲۰].

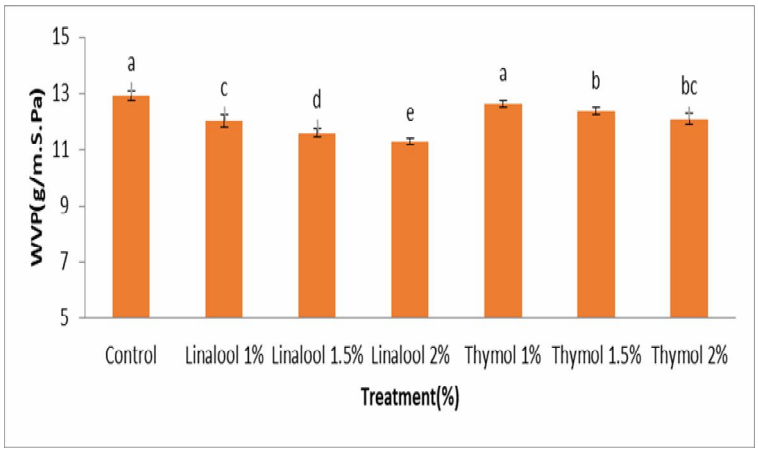

Fig 1 Effects of linalool and thymol content on WVP of PE films. Bars show the mean ± Standard Deviation. Different small letters on concetration shows significant difference at 95% level of confidence among PE films.

۳-۲- خواص مکانیکی فیلم‌های پلی اتیلنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار نوع افزودنی و غلظت بر میزان استحکام کششی و میزان کشیدگی تا نقطه شکست فیلم‌های پلی‌اتیلنی بود ($p<$ ۰/۰۵). همانطوری که در شکل ۲مشاهده می‌شود، بیشترین میزان استحکام کششی و میزان کشیدگی تا نقطه شکست در نمونه شاهد حاصل آمد (۲۷/۳۱ MPa ، ۲۲/۲۲ درصد) و با افزودن سطوح مختلف ترکیبات مؤثره لینالول و تیمول در فیلم پلی‌اتیلن، میزان این دو کمیت به طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($p<$ ۰/۰۵).افزایش غلظت تیمول اثر معنی‌داری بر میزان استحکام کششی فیلم‌ها نداشت. در فیلم‌های حاوی لینالول نیز افزایش سطح این ترکیب از ۱ تا ۱/۵ درصد تغییر معنی‌داری در میزان استحکام کششی فیلم‌ها ایجاد نکرد، ولی افزودن ۲ درصد لینالول از لحاظ آماری معنی‌دار بود. فیلم حاوی ۲ درصد لینالول کمترین میزان استحکام کششی را داشت (۲٤/٦٦ MPa). کمترین میزان کشیدگی تا نقطه شکست در فیلم حاوی ۲ درصد لینالول به دست آمد (۲۰/۵٦ درصد)، ولی بین این نمونه و فیلم حاوی ۱/۵ درصد لینالول از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت($p>$ ۰/۰۵). ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌های بسته‌بندی، تحت تأثیر چند عامل از جمله برهمکنش‌های بین ترکیبات فیلم، شرایط دمایی، فیزیکی و شیمیایی است[۲۱]. در مورد کاهش استحکام کششی فیلم‌های فعال می‌توان گفت که افزودن سطوح بالای ترکیبات فعال اسانس‌های آویشن و ریحان (لینالول و تیمول) به شبکه پلیمری فیلم‌های بسته بندی سبب برهم خوردن نظم ساختاری پلیمر و تشکیل ماتریکسی ناهمگن، ناپیوسته و ضعیف شده و در نتیجه تغییرات خواص کیفی مختلف فیلم‌های تولیدی از جمله استحکام کششی، تضعیف می‌شود[۲۲]. در بررسی خواص فیلم‌های تولید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

شده از کیتوزان حاوی اسانس‌های آویشن و میخک گزارش گردید که با افزایش غلظت اسانس، استحکام کششی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد[۲۳]. Pires و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر اسانس‌های مختلف بر خواص اساسی فیلم پروتئینی مشاهده کردند همه اسانس‌ها به جز اسانس سنبل هندی، سبب کاهش استحکام کششی شده و اسانس آویشن شیرازی موجب کاهش درصد کشیدگی تا نقطه شکست گردید[۲٤].

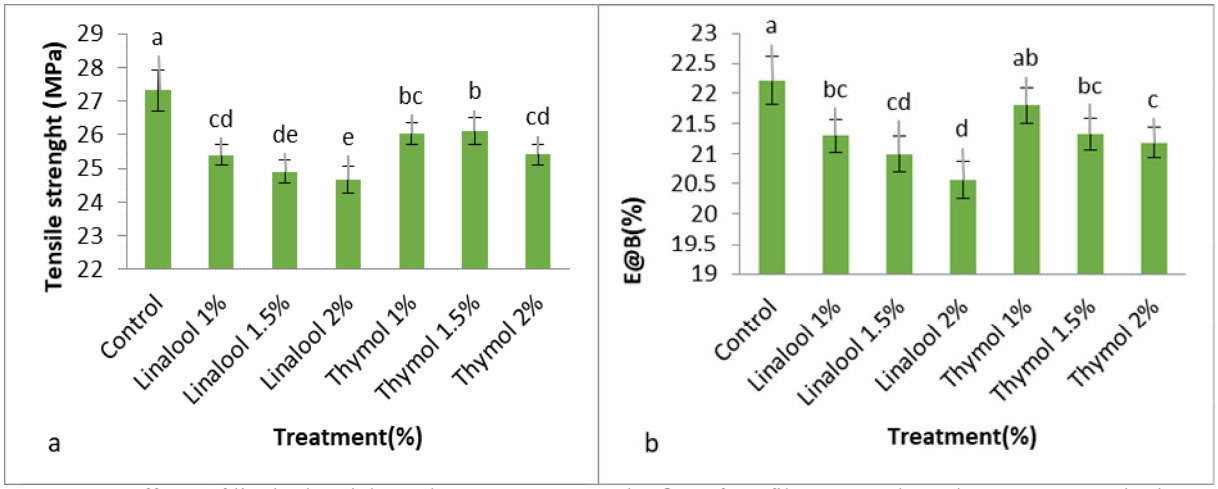

Fig 2 Effects of linalool and thymol content on TS and E@B of PE films. Bars show the mean ± Standard Deviation. Different small letters on concetration shows significant difference at 95% level of confidence among PE films

۳-۳- نفوذپذیری نسبت به اکسیژن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی بر میزان نفوذپذیری به اکسیژن فیلم‌های پلی‌اتیلنی بود ($p<$ ۰/۰۵). همانطوری که در شکل ۳ نشان داده شده است، کمترین میزان نفوذپذیری به اکسیژن در نمونه شاهد به دست آمد (۲۲۱۱/۳ cc-mil/m^2.day)، ولی بین این نمونه و فیلم‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد لینالول و ۱ درصد تیمول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. استفاده از سایر غلظت‌های لینالول و تیمول به داخل فیلم پلی‌اتیلن، منجر به افزایش معنی‌داری میزان نفوذپذیری به اکسیژن گردید($p<$ ۰/۰۵). بیشترین میزان نفوذپذیری به اکسیژن مربوط به فیلم حاوی ۲ درصد لینالول بود (۲۳۱۵ g/m.s.Pa)، ولی بین این نمونه و فیلم‌های حاوی ۱، ۱/۵ و ۲ درصد تیمول و ۱/۵ درصد لینالول تفاوت معنی‌داری یافت نشد($p>$ ۰/۰۵).

افزایش در این کمیت می‌تواند به دلیل تغییرات در ساختمان فیلم که باعث ایجاد ماتریکس متخلخل می‌شود باشد به طوری که افزودن اسانس آویشن در غلظت‌های ۰، ۰/۲، ۰/٤، ...، ۱/۲ به فیلم کیتوزان باعث افزایش غلظت نفوذپذیری به اکسیژن شد. به طوری که کمترین نفوذپذیری به اکسیژن به نمونه شاهد اختصاص داده شد و نمونه فیلم حاوی ۱/۲ اسانس آویشن دارای نفوذپذیری برابر با (cc/m^2 /day) ٤/٦١ بود[۲۵]. همچنین در تحقیق دیگر تیمول و نانورس (D43B) با استفاده از تکنیک قالب‌گیری فشاری توسط Ramos و همکاران(۲۰۱٤) در فیلم های PLA گنجانده شدند. فیلم‌های تولید شده با ضخامت ۲۱۰ میکرومتر از نظر نفوذپذیری اکسیژن مورد آزمایش قرار گرفتند و نتایج نشان داد که تیمول باعث افزایش کمی در میزان انتقال اکسیژن در حدود ٤٪ شد. افزایش سرعت انتقال اکسیژن ناشی از توانایی تیمول در افزایش تحرک مولکول‌ها و زنجیره‌های پلیمری است که به نوبه خود جهت پلیمر را در داخل فیلم کاهش می‌دهد ، بنابراین، سرعت انتقال اکسیژن افزایش می‌یابد[۲٦].

همچنین در تحقیق دیگر نشان داده شد که افزودن آویشن به فیلم پلی‌لاکتیک‌اسید سبب می‌شود که این کمیت از ۸٦۵ برای نمونه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

شاهد به $(cc/m^2\ day\ atm)$ ۸۷۰ افزایش پیدا کند[۲۷].

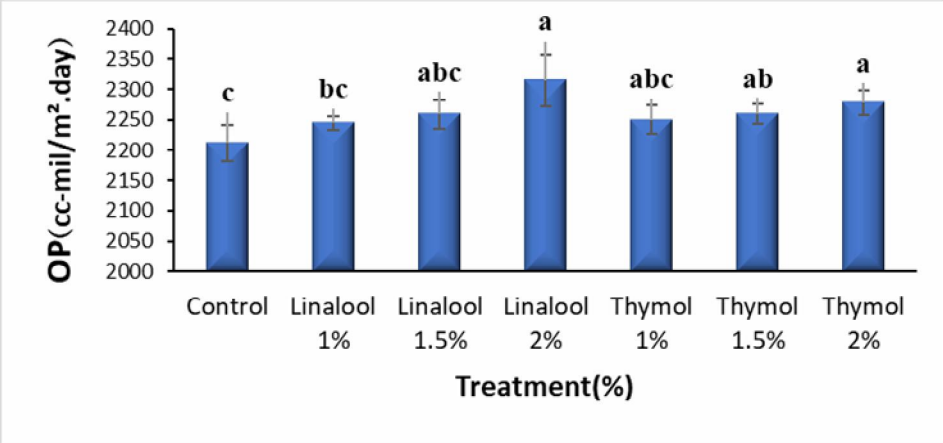

Fig 3 Effects of linalool and thymol content on OP of PE films. Bars show the mean ± Standard Deviation. Different small letters on concetration shows significant difference at 95% level of confidence among PE films

۳-٤- میـزان pH و اسـیدیته نمونـه‌هـای پنیـر موزارلا

شکل(a) ٤ اثـر غلظـت‌هـای مختلـف از ترکیـب فعـال تیمـول و لینالول را بر روی pH پنیر نشان می‌دهد. نتایج آنالیز آماری نـشان داد که با گذشت زمان این کمیـت کـاهش پیـدا مـی‌کنـد و شـیب کاهش نمودار در نمونه شاهد بیـشتر از نمونـه‌هـای دیگـر بـود. و زمـان نگهـداری اثـر معنـی‌داری بـر روی ایـن شـاخص داشـت (p< ۰/۰۵). همچنین مـشخص گردیـد کـه بـین نمونـه شـاهد و نمونه ۱، ۱/۵ درصد لینالول و ۱ درصد تیمول اختلاف معنی‌داری وجود نداشت(p> ۰/۰۵). همچنین اثـر متقابـل غلظـت و زمـان معنی‌دار نبود(p> ۰/۰۵). اسیدیته یکی دیگر از کمیت‌های مـورد آزمایش بود که نتایج آن نشان داد که با گذشـت زمـان در تمـامی نمونه‌ها افزایش پیدا می‌کند و این افزایش در نمونه شاهد در طـی زمان نگهداری بیشتر بود(b) ٤. و زمان نگهـداری اثـر معنـی‌داری بر روی این شاخص داشت(p< ۰/۰۵). کمتـرین میـزان اسـیدیته در پایان روز نگهداری مربوط به تیمول ۲ درصد بود که با نمونـه-های ۱/۵ درصد تیمول ۲ و ۱/۵ درصد لینالول اختلاف معنی‌داری نداشت(p> ۰/۰۵). همچنین اثر متقابل غلظـت و زمـان معنـی‌دار بود(p< ۰/۰۵).

بر طبق سازمان ملی استاندارد ایـران شـماره ٤٦٥٨، میـزان pH و اسیدیته پنیر موزارلای کم رطوبت باید در بـه ترتیـب درمحـدوده ۵/۸-۵/٦ و ۰/۸ (درصد بر اساس اسید لاکتیک) باشد [۲۸]. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان pH همه تیمارهای مورد بررسی در کلیـه روزهـای مـورد مطالعـه در محـدوده تعیـین شـده توسـط استاندارد قرار دارد، به استثنای نمونـه شـاهد کـه در روز آخـر بـه کمتر از این حد رسید. همچنین نتایج نشان داد که میـزان اسـیدیته تیمـار شـاهد در روز هفـدهم و سـی‌ام و میـزان اسـیدیته نمونـه بسته‌بندی شده در فـیلم حـاوی ۱ درصـد لینـالول در روز سـی‌ام بیشتر از حد بیان شده توسط استاندارد می‌باشد، سایر تیمارهـا تـا روز آخر انبارمانی در محدوده تعیین شده قرار دارند.

افزایش میزان اسیدیته در طی دوره نگهـداری پنیـر، در ارتبـاط بـا تولید اسید لاکتیک توسـط فلـور میکروبـی پنیـر مـی‌باشـد [۲۹]. تجزیه لاکتوز، مقدمه تمـام تبـدیل‌هـا، تولیـد اسـید و تنظیم pH مناسب در پنیر است، که این امـر در هنگـام رسـیدن طبیعـی پنیـر باعث هدایت پروتئولیز در مسیر صحیح و مانع فساد آن مـی‌شـود. میـزان اسـیدیته و pH محـیط لختـه، روی میـزان خـروج آب در مرحله تولید، فعالیت فلور میکروبی و آنزیم‌های مختلف در طـول تولید و دوره رسیدن، قوام و طعم پنیر تـأثیر دارد. بـه طـور کلـی، تجزیـه کربوهیـدرات‌هـا، یکـی از واکـنش‌هـای مهـم در تمـامی روش‌های پنیرسازی است [۳۰].

کاواس و همکاران (۲۰۱٦) به بررسی تـأثیر فـیلم ایزولـه پـروتئین آب‌پنیر حاوی اسانس زنجبیل بر خواص کیفی پنیر کاشار پرداخته و بیان کردنـد کـه در طـی زمـان نگهـداری ۳۰ روزه، میـزان pH نمونه شاهد و نمونه‌های پوشش‌دهـی شـده کـاهش یافـت، ولـی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

سرعت کاهش آن در نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه پوشش‌دهی شده بود[۳۱].

کاواس و کاواس (۲۰۱٤) مشاهده کردند که میزان اسیدیته پنیر شاهد به طور معنی‌داری بالاتر از پنیرهای پوشش‌دهی شده با فیلم پروتئین آب‌پنیر حاوی سطوح مختلف اسانس نعناع بود. در طی دوره نگهداری، میزان اسیدیته همه نمونه‌های پنیر به تدریج افزایش یافت، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت[۳۲].

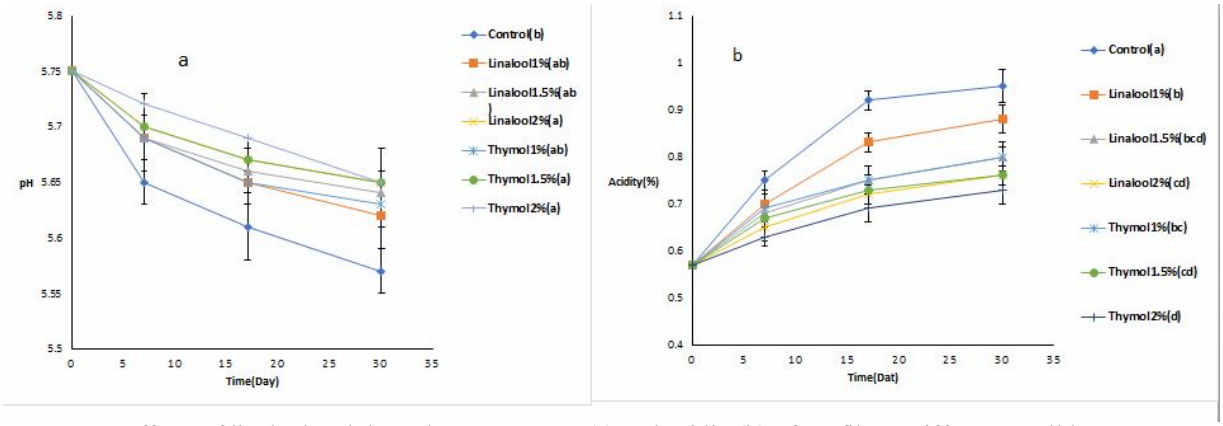

Fig 4 Effects of linalool and thymol content on pH(a) and acidity(b) of PE films. Different small letters on concetration shows significant difference at 95% level of confidence among PE films

۳-۵- ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر موزارلا

۳-۵-۱- امتیاز طعم نمونه‌های پنیر

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی و زمان نگهداری بر امتیاز طعم پنیر موزارلای کم‌رطوبت بود ($p< ۰/۰۵$). تغییرات میانگین امتیازات طعم نمونه شاهد و پنیرهای بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال لینالول و تیمول، در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطوری که در نمودار مشاهده می‌شود، در اولین روز، همه نمونه‌ها امتیاز کامل را کسب کردند. با گذشت زمان، امتیاز طعم همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت، ولی سرعت کاهش آن در نمونه شاهد بیشتر از سایر نمونه‌های پنیر بود. هم در روز هفتم و هم در روز هفدهم، بیشترین امتیاز طعم مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های حاوی بالاترین سطوح (۱/۵ و ۲ درصد) لینالول و تیمول بود.

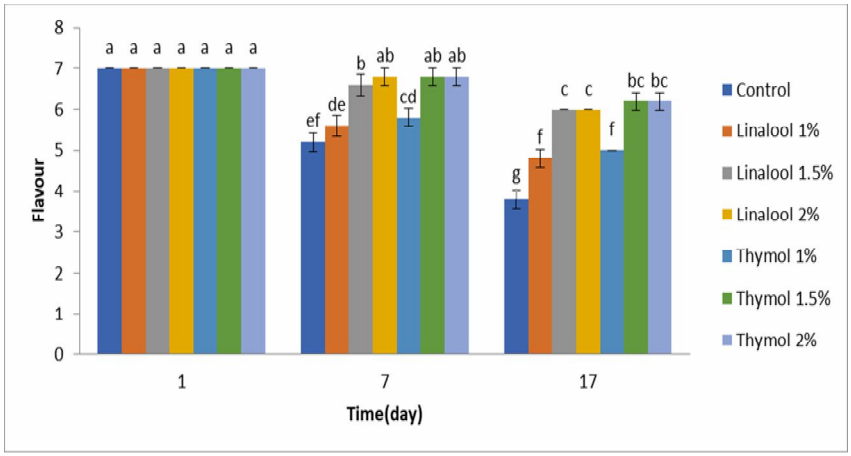

Fig 5 Flavour score results of packaged mozzarella cheese. Different letters show significant difference at $p<0.05$.

۳-۵-۲- امتیاز بافت نمونه‌های پنیر

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی و زمان نگهداری بر امتیاز بافت پنیر موزارلای کم‌رطوبت بود ($p< ۰/۰۵$). تغییرات میانگین امتیازات بافت نمونه شاهد و پنیرهای بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال لینالول و تیمول، در شکل ٦ نشان داده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

شده است. همانطوری که در نمودار مشاهده می‌شود، در اولین روز، همه نمونه‌ها امتیاز کامل بافت را کسب کردند. با گذشت زمان، امتیاز بافت همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت و این کاهش در اکثر نمونه‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$). ولی سرعت کاهش امتیاز بافت در نمونه شاهد بیشتر از سایر نمونه‌های پنیر مشاهده گردید. هم در روز هفتم و هم در روز هفدهم، بیشترین امتیاز بافت مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های حاوی بالاترین سطوح (۱/۵ و ۲ درصد) لینالول و تیمول بود.

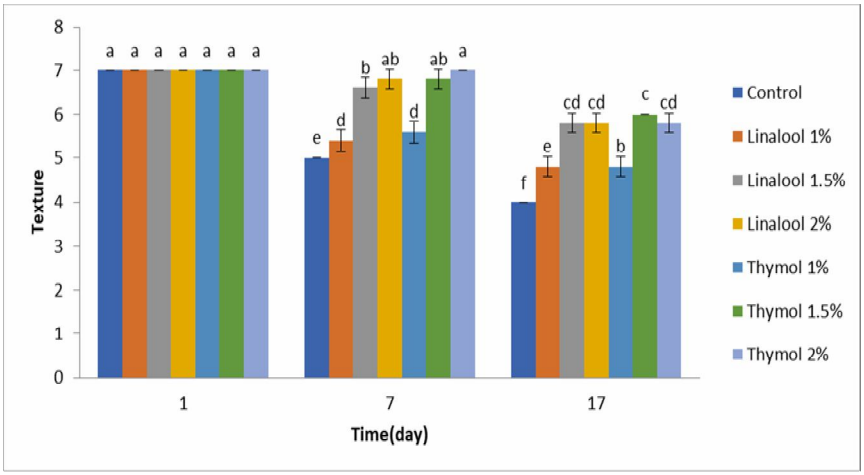

Fig 6 Texture score results of packaged mozzarella cheese. Different letters show significant difference at $p<0.05$.

۳-۵-۳- امتیاز رنگ نمونه‌های پنیر

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی و زمان نگهداری بر امتیاز رنگ پنیر موزارلای کم‌رطوبت بود ($p< ۰/۰۵$). تغییرات میانگین امتیازات رنگ نمونه شاهد و پنیرهای بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال لینالول و تیمول، در شکل ۷ نشان داده شده است. در اولین روز، بین امتیاز رنگ نمونه‌های مختلف پنیر تفاوتی وجود نداشت. با گذشت زمان، امتیاز رنگ همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت، ولی سرعت کاهش آن در نمونه شاهد و به دنبال آن در نمونه‌های حاوی کمترین سطح ترکیبات فعال بیشتر از سایر نمونه‌های پنیر بود. هم در روز هفتم و هم در روز هفدهم، بیشترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های حاوی بالاترین سطوح (۱/۵ و ۲ درصد) لینالول و تیمول بود.

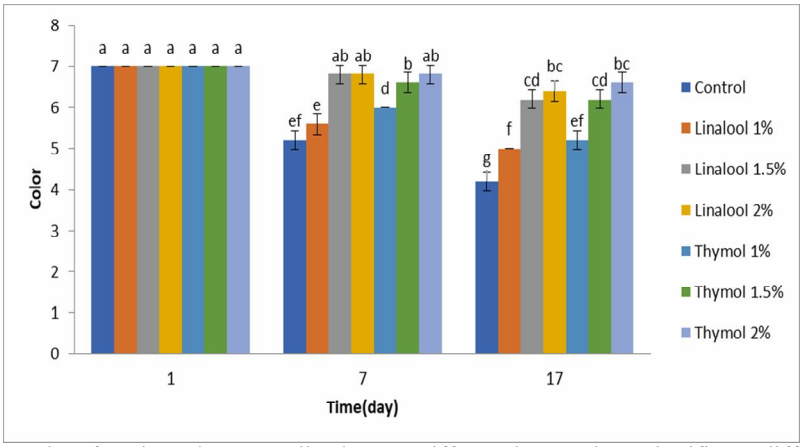

Fig 7 color score results of packaged mozzarella cheese. Different letters show significant difference at $p<0.05$.

۳-۵-۴- امتیاز بو نمونه‌های پنیر

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی و زمان نگهداری بر امتیاز بوی پنیر موزارلای کم‌رطوبت بود ($p< ۰/۰۵$). تغییرات میانگین امتیازات بوی نمونه شاهد و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

پنیرهای بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال لینالول و تیمول، در شکل ۸ نشان داده شده است. در روز اول، بین امتیاز بوی نمونه‌های مختلف پنیر تفاوتی مشاهده نشد. با افزایش دوره نگهداری، امتیاز بوی همه نمونه‌ها کاهش یافت، ولی سرعت کاهش آن در نمونه شاهد و به دنبال آن در نمونه‌های حاوی کمترین سطح ترکیبات فعال (سطح ۱ درصد) بیشتر از سایر نمونه‌های پنیر بود. هم در روز هفتم و هم در روز هفدهم، بیشترین امتیاز بو مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های حاوی بالاترین سطوح (۱/۵ و ۲ درصد) لینالول و تیمول بود و بین این نمونه‌ها از لحاظ اماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت($p> ۰/۰۵$).

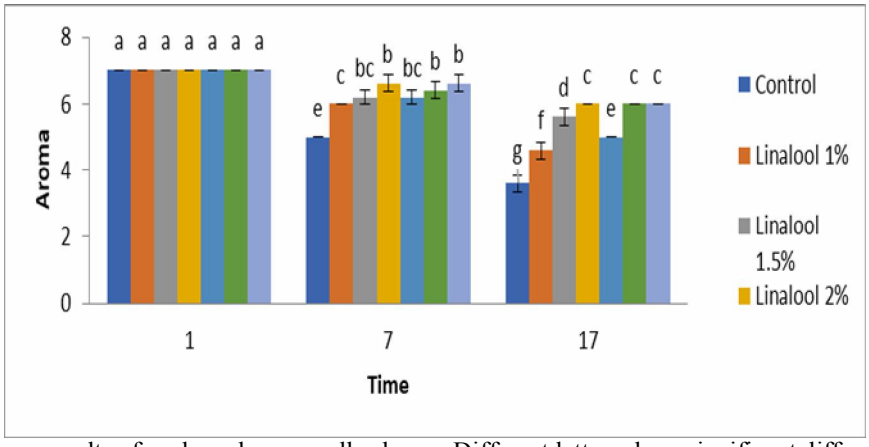

Fig 8 Aroma score results of packaged mozzarella cheese. Different letters show significant difference at $p<0.05$.

۳-۵-۵- امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های پنیر

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت افزودنی و زمان نگهداری بر امتیاز پذیرش کلی پنیر موزارلای کم‌رطوبت بود ($p< ۰/۰۵$) . تغییرات میانگین امتیازات پذیرش کلی نمونه شاهد و پنیرهای بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی سطوح مختلف ترکیبات فعال لینالول و تیمول، در شکل ۹ نشان داده شده است. در روز اول، همه نمونه‌ها امتیاز کامل پذیرش کلی را کسب کردند. با افزایش دوره نگهداری، امتیاز پذیرش کلی همه نمونه‌ها کاهش یافت، ولی سرعت کاهش آن در نمونه شاهد بیشتر از سایر نمونه‌های پنیر بود. هم در روز هفتم و هم در روز هفدهم، بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فیلم‌های حاوی بالاترین سطوح (۱/۵ و ۲ درصد) لینالول و تیمول بود.

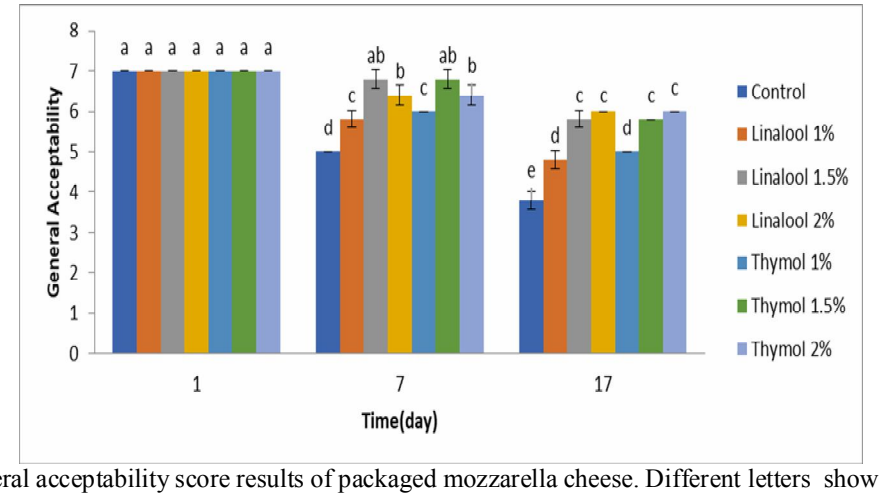

Fig 9 General acceptability score results of packaged mozzarella cheese. Different letters show significant difference at $p<0.05$.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

۵-نتیجه گیری کلی

افزودن ترکیبات فعال تیمول و لینالول به فیلم پلی‌اتیلن سبب ایجاد تغییراتی در ویژگی‌های ممانعت کنندگی، مکانیکی فیلم و خواص شیمیایی و حسی پنیر موزارلا گردید که نتایج حاصله نشان داد که این نوع پوشش را می‌توان مورد استفاده قرار داد. از آنجایی که استفاده از فیلم‌های پلی‌اتیلنی حاوی تیمول موجب بهبود خواص حسی، کاهش اسیدیته و افزایش pH نمونه پنیر موزارلا شد و از طرفی نفوذپذیری به بخار آب کاهش و اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد از نظر نفوذپذیری به اکسیژن نداشت. لذا استفاده از این ترکیب فعال به جای مواد نگهدارنده مصنوعی که اثرات سوء آن‌ها مشخص شده است یک امر مفید و موثر به نظر می‌رسد.

۶-منابع

[1] Roshani, s., Gohari-Ardebili, A., Aryanfar, A., 2014. Antimicrobial effects of thyme essential oil on mold and yeast growth in mozzarella cheese stored in freezer temperature. The first national congress on meals. Mashad, Iran [in Persian].

[2] Jafarzadeh, S., Salehabadi, A., Nafchi, A. M., Oladzadabbasabadi, N., & Jafari, S. M. 2021. Cheese packaging by edible coatings and biodegradable nanocomposites; improvement in shelf life, physicochemical and sensory properties. Trends in Food Science & Technology.

[3]Vaziri, S., Naghshbani, N. 2011. Investigation of the contamination of local Liqvan Tabriz cheeses with coliforms and Escherichia coli in Maragheh city. Iranian Journal of Medical Microbiology, 5(4), 23-28[in Persian].

[4] Ramos, O.L., Pereira, J.O., Silva, S.I., Fernandes, J.C., Franco, M.I., Lopes-da-silva, J.A., Pintado, M.E. & Malcata, F.X. 2012. Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. American Dairy Science Association, 95 (11): 6282-6292.

[5] Mohammad, M., Marvizadeh, A. M., & Maryam, J. 2016. Obtaining and characterization of bionanocomposite film based on tapioca starch/bovine gelatin/nanorod zinc oxide. In Congress on Food Structure & Design.

[6] Chang, S., Mohammadi Nafchi, A., & Baghaie, H. 2021. Development of an active packaging based on polyethylene containing linalool or thymol for mozzarella cheese. Food Science & Nutrition.

[7] Ghani, S., Barzegar, H., Noshad, M., & Hojjati, M. 2018. The preparation, characterization and in vitro application evaluation of soluble soybean polysaccharide films incorporated with cinnamon essential oil nanoemulsions. International journal of biological macromolecules, 112, 197-202..

[8] Kouravand, F., Jooyandeh, H., Barzegar, H., & Hojjati, M. 2018. Characterization of cross□linked whey protein isolate□based films containing Satureja Khuzistanica Jamzad essential oil. Journal of Food Processing and Preservation, 42(3), e13557.

[9] Suppakul, P., Sonneveld, K., Bigger, S. W., & Miltz, J. 2008. Efficacy of polyethylene-based antimicrobial films containing principal constituents of basil. LWT-Food Science and Technology, 41(5), 779-788.

[10] Ziaei, M., Sharifi, M., Naghdi Badi, H., Tahsili, J., Ghorbani Nohooji, M., 2014. A Review on Ocimum basilicum L. Medicinal Plant with a Focus on the most Important Secondary Compounds and its Medicinal and Agronomic Properties. Journal of Medicinal Plants, 13(4):26-41.

[11] Mitić-Ćulafić, D., Žegura, B., Nikolić, B., Vuković-Gačić, B., Knežević-Vukčević, J., & Filipič, M. 2009. Protective effect of linalool, myrcene and eucalyptol against t-butyl hydroperoxide induced genotoxicity in bacteria and cultured human cells. Food and Chemical Toxicology, 47(1), 260-266.

[12] Mistry, Y. 2006. Development of LDPE-based Antimicrobial Films for Food Packaging. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the Award of Master's Degree, Packaging and Polymer Research Unit School of Molecular Sciences Faculty of Health, Engineering and Science Victoria University, 101 pp.

[13] ASTM. Standard test methods for water vapor transmission of materials. Annual book of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing & Materials; 2002.

[14]. ASTM. Standard test methods for tensile properties of plastics. Annual book of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing & Materials; 2008.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

[15] Ekramian, S., Abbaspour, H., Roudi, B., Amjad, L., & Nafchi, A. M. 2021. An experimental study on characteristics of sago starch film treated with methanol extract from Artemisia sieberi Besser. Journal of Food Measurement and Characterization, 1-9.
[16] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and milk products determination of titrable acidity and value pH-test method. ISIRI no 2852. Karaj: ISIRI; 2006. [in Persian]
[17] Etezazian, S., Palahang, N., 2014. Combined effect of different coating and packaging methods in the modified atmosphere on the yield of edible coatings of mozzarella cheese and prolonging its shelf life. The first national congress on meals. Mashad, Iran [in Persian].
[18] Marvizadeh, M. M., Tajik, A., Moosavian, V., Oladzadabbasabadi, N., & Mohammadi Nafchi, A. 2021. Fabrication of Cassava Starch/Mentha piperita Essential Oil Biodegradable Film with Enhanced Antibacterial Properties. Journal of Chemical Health Risks, 11(1), 23-29.
[19] Moosavian, V., Marvizadeh, M. M., Mohammadi Nafchi, A. 2017. Biodegradable films based on cassava starch/mentha piperita essence: fabrication, characterization and properties. Journal of Chemical Health Risks, 7(3), 239-245.
[20] Hettiarachchy, N. S., & Satchithanandam, E. 2007. U.S. Patent No. 7,160,580. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
[21] Sánchez-González, L., Chiralt, A., González-Martínez, C. Cháfer, M. 2011. Effect of essential oils on properties of film forming emulsions and films based on hydroxypropylmethylcellulose and chitosan. Journal of Food Engineering, 105(2): 246-253.
[22] Hosseini S.M.H., Razavi, S.H., Mousavi, S.M.A. 2009. Studies on physical, mechanical, antibacterial and microstructural properties of chitosan edible films containing thyme and cinnamon essential oils. Electronic Journal of Food Processing and Preservation, 1 (2): 47-68.
[23] Hosseini, M.H., Razavi, S.H. & Mousavi, M.A. 2009. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. Journal of Food Process and Preservation, 33(6): 727-743.
[24] Pires, C., Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I. Nunes, M.L.A.M. 2013. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties Food Hydrocolloid, 30(1): 224-231.
[25] Altiok, D., Altiok, E. & Tihminlioglu, F. 2010. Physical, antibacterial and antioxidant properties of chitosan films incorporated with thyme oil for potential wound healing applications. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 21(7): 2227-2236.
[26] Ramos, M., Jiménez, A., Peltzer, M., Garrigós, M.C. 2014. "Development of novel nano-biocomposite antioxidant films based on poly (lactic acid) and thymol for active packaging." Food Chemistry 162(0): 149-155.
[27] Zeid, A. M. 2015. Preparation and evaluation of poly lactic acid antioxidant packaging films containing thyme, rosemary and oregano essential oils.
[28] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and milk products- mozzarella cheese (pizza cheese)-specification and test method. ISIRI no 4685. Karaj: ISIRI; 2012. [in Persian].
[29] Kafili, T., Razavi, S. H., Emam Djomeh, Z., Naghavi, M. R., Alvarez-Martin, P. Mayo, B. 2009. Microbial Characterization of Iranian Traditional Lighvan Cheese over Manufacturing and Ripening via Culturing and PCR-DGGE Analysis: Identification and Typing of Dominant Lactobacilli. European Food Research and Technology, 229(1): 83-92.
[30] Kristensen, J. B. 1999. Cheese technology: a Northern European approach. International Dairy Books.
[31] Kavasa, N., Kavas, J. Saygili, D. 2016. Use of ginger essential oil-fortified edible coatings in Kashar cheese and its effects on Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. CyTA-Journal of Food, 14(2): 317-323.
[32] Kavas, G. Kavas, N. 2014. The effects of mint (Mentha spicata) essential oil fortified edible films on the physical, chemical and microbiological characteristics of lor cheese. Journal of Food, Agriculture & Environment, 12 (3 & 4): 40-45.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Characterization and application of active polyethylene films incorporated with thymol and linalool on mozzarella cheese preservation

Chang, Sh. [1], Mohammadi Nafchi, A. [2,1,*], Baghaei, H. [1]

1. Food Science & Technology Department, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran.
2. Green Biopolymer Coating and Packaging Centre, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, 11800 USM, Penang, Malaysia.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2020/ 10/ 15
Accepted 2021/ 09/ 14

Keywords:

Natural additive,
Sensory properties,
Mechanical properties,
Synthetic film,
Water vapour permeability.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.369

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0

*Corresponding Author E-Mail:
amohammadi@usm.my

ABSTRACT

The aim of this study was to prepare an active film based on polyethylene containing thymol and linalool (%0, 1, 1.5, 2) and use it as packaging in mozzarella cheese. For this purpose, the mechanical and barrier properties of the polyethylene films containing thymol and linalool were analyzed. The results showed that the use of thymol and linalool did not significantly reduce the oxygen permeability of the polyethylene film ($p<0.05$). Water vapour permeability was significantly decreased by incorporating linalool and thymol (1.5, 2%). Tensile strength and elongation at break were significantly lower ($p < 0.05$) in polyethylene films containing thymol and linalool than in the control sample. Results show that mozzarella packed with polyethylene films containing thymol and linalool had higher pH and lower acidity than the control sample. The sensory analysis results revealed that coated cheese with polyethylene composed of linalool (1.5%) and thymol 2% was the most attention by panelists compared with others. Based on the results, films containing thymol and linalool improved the chemical and sensory properties of mozzarella cheese. Therefore, films treated with thymol and linalool can act as active packaging.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.5.0]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.369]