



بکارگیری فوم نشاسته حاوی اسانس روغنی دارچین برای جلوگیری از رشد کپک در نان بسته بندی شده

سمیه لطفی نیا^۱، مجید جوانمرد داخلی^{۲*} و عبدالرضا محمدی نافچی^۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۱۷

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

^۲ دانشیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

^۳ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

* مسئول مکاتبه: Email: Javanmard@irost.ir

چکیده

در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای در زمینه استفاده از مواد نگهدارنده طبیعی از جمله اسانس‌های گیاهی در غذا به وجود آمده است. این بررسی، جهت ارزیابی بکارگیری فوم نشاسته حاوی اسانس روغنی گیاهی برای جلوگیری از رشد کپک و بهبود ماندگاری نان بسته بندی شده طراحی و اجرا شد. بدین منظور، اسانس دارچین با روش تقطیر با آب استخراج و حداقل غلظت ممانعت کننده آن تعیین گردید و سپس گروه‌های ۲۵۰ گرمی نان حجیم داخل کیسه‌های پلاستیکی پلی پروپیلنی تهیه شد. به این بسته‌ها، مقادیر مختلف اسانس دارچین (۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm) همراه با ۱ گرم پودر فوم نشاسته درون کاغذ صافی استریل اضافه گردید. نمونه شاهد نیز بسته‌های حاوی نشاسته و بدون افزودن اسانس باشد. سپس نمونه‌های شاهد و تیمار را هر سه روز به مدت ۱۵ روز از نظر آلودگی قارچی و ویژگی‌های حسی با سه بار تکرار مورد ارزیابی گرفت. نتایج آزمون چند طرفه و بین گروهی حاصل از آزمون‌های مکرر نشان داد که بین گروه‌های شاهد و گروه‌های مختلف دارای اسانس دارچین از لحاظ بار میکروبی اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود دارد. در گروه‌های دارای اسانس بار میکروبی افزایش کمتری نشان داد و با افزایش غلظت اسانس دارچین، میزان رشد کپک و مخمر کاهش یافت. و نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی مشخص نمود که اثر زمان و غلظت اسانس دارچین بر مقبولیت کلی نان اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود دارد. می‌توان نتیجه گرفت که با بکارگیری فوم نشاسته حاوی اسانس روغنی-دارچین در بسته بندی نان حجیم در دمای معمولی (25°C)، روند فساد نان حجیم را از ۳ روز به ۶ روز به تعویق انداخت و به عنوان یک نگهدارنده طبیعی و ضد قارچی مناسب در بسته بندی نان حجیم مورد استفاده قرارگیرد.

واژگان کلیدی: بسته بندی فعال، اسانس دارچین، فوم نشاسته، فعالیت ضد قارچی، نان

مقدمه

امروزه مردم با توجه به اثرات مضر نگهدارنده‌های غذایی شیمیایی و سنتزی علاقه‌مند به استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی مشتق از منابع گیاهی، حیوانی هستند تا علاوه بر افزایش زمان ماندگاری غذا از اثرات مضر نگهدارنده‌های غذایی شیمیایی در امان باشند. از جمله ترکیبات طبیعی، اسانسها و عصاره‌های گیاهی می‌باشند که در سالهای اخیر مورد توجه محققان بهداشت مواد غذایی قرار گرفته‌اند و مطالعات بسیاری روی اثرات ضد میکروبی و نگهدارندگی آنها صورت گرفته است. از دهه ۱۹۸۰ صنعت نان برای کاهش تعداد افزودنیها و اصطلاحاً نگهدارنده‌های سنتتیک همچون پروپیونات کلسیم و تهیه نان طبیعی و تا حد ممکن تازه تلاش بسزایی نموده‌اند. نان یکی از محبوب‌ترین محصولات غذایی است. این محبوبیت به دلیل خصوصیات حسی و تغذیه‌ای برتر بوده که به طور روزمره مصرف می‌شود. کلاً عمر ماندگاری نان به وسیله چندین فرآیند تخریبی شامل رشد قارچی، افت رطوبت و بیات شدن محدود شده است. ۶۰ درصد فساد نان به کپک‌ها (گونه پنسیلیوم و آسپرژیلوس نایجر) نسبت داده می‌شود. مخمرها فقط ۱۵٪ فساد را تشکیل می‌دهند. علاوه بر رشد مرئی آنها، قارچ‌ها مسئول پیشرفت طعم نامطبوع، تولید مایکوتوکسین‌ها و نیز ترکیبات آلرژی‌زا می‌باشند. این ترکیبات می‌توانند حتی قبل از رشد کپک نیز قابل مشاهده باشند (نیلسن و همکاران ۲۰۰۰).

عملکردهای حفاظت‌کنندگی بسته بندی می‌تواند به دو دسته فعال و غیر فعال گروه‌بندی شود. وقتی بسته‌بندی بخشی از فرایند آماده‌سازی و سیستم نگهداری باشد، باعث حفاظت غیرفعال در مقابل نیروهای مکانیکی، آلودگی میکروبی و نیز انتقال جرم و حرارت می‌شود. از طرف دیگر وقتی بسته بندی شامل یک بخش ترکیب شده‌ای از فرآیندهای نگهداری مواد غذایی باشد به عنوان عنصری لازم‌الاجرا در نظر گرفته شود، دارای یک نقش فعال می‌باشد.

شکلی از بسته بندی فعال عبارت است از افزودن یک عامل ضد میکروبی در داخل ساختار بسته‌بندی همراه با اجازه خروج آن به داخل محصول در یک حالت کنترل شده که به توقف تکثیر میکروارگانیسم‌ها در طول نگهداری منجر می‌شود (نترامی و همکاران ۲۰۱۲). فلورس و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند بسته‌بندی فعال می‌تواند جایگزین مناسبی هم برای روش بسته‌بندی قدیمی و هم برای MAP باشد. این روش شامل بکارگیری عواملی در بسته بندی است. این عوامل هم می‌توانند مستقیماً با ارگانیسم‌های فاسد کننده و هم با محیط داخل بسته بندی وارد فعل و انفعال شوند. انواع مختلفی از بسته بندی فعال تا بحال توصیف شده‌اند. بسیاری از ادویه جات، گیاهان و میوه‌ها حاوی ترکیبات سبک ضد میکروبی هستند. این می‌تواند در بسته بندی فعال بکار برده شود.

مشاک و همکاران (۱۳۸۹) ثابت کردند که اسانس روغنی گیاه دارچین دارای خاصیت ضد میکروبی قوی بوده و به عنوان چاشنی و طعم دهنده در غذاها استفاده می‌شود. اجزای تشکیل دهنده این اسانس ها بارها مورد بررسی قرار گرفته است و نشان داده شده است که سینامالدهید موجود در دارچین از فعالیت ضد باکتریایی برخوردار می‌باشند. سینامالدهید از طریق اتصال گروه کربونیلی به پروتئین باکتری‌ها و ممانعت از دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه، خاصیت ضد میکروبی خود را اعمال می‌نمایند. تعدادی از ترکیبات این اسانس ها به وسیله هیئت اروپایی بهداشت غذا، جهت استفاده در مواد غذایی طعم دهنده ثبت شده است که هیچ گونه خطری علیه سلامتی مصرف کنندگان ندارند، از جمله کارواکول، کارون، سینامالدهید، پاراسمین و ... معمولاً این طعم دهنده ها بعد از مطالعات سم شناسی و متابولیکی تایید می‌شوند. زمان مناسب جهت جمع آوری این گیاه اواخر تابستان بوده و بهترین روش برای تهیه اسانس آن تقطیر با بخار آب است. زیرا در این روش اجزای اسانس با

درصد خلوص بالا و به صورت مرغوب تری استخراج می‌شوند. گینوت و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر ضد قارچی بیست اسانس مختلف بر علیه مهمترین قارچ‌های عامل فساد محصولات نانوائی (انواع اسپرژیلوس، ائوروتیوم و پنی سیلیوم) بررسی کردند. از بین تمام اسانس‌های مورد آزمایش فقط اسانس دارچین، رزماری، آویشن، میخک و برگ بو تاثیر ضد قارچی قابل ملاحظه ای در محیط کشت آرد گندم بر پایه آگار و بر علیه تمامی جنس‌های ذکر شده نشان دادند این فعالیت در هنگامی که از اسانس‌ها در کیک اسفنجی استفاده شد بسیار محدود گردید.

تهیه فوم‌های میکروسلولی نشاسته

ورمیرن و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که روغن‌های اساسی اسانس از منابع غنی ترپن‌ها و فنل‌ها هستند، و به همین دلیل، آنها دارای خواص ضد میکروبی قوی هستند. یکی دیگر از ویژگی‌های جالب توجه این است که این ترکیبات طبیعی هیچ گونه تاثیر پزشکی و زیست محیطی قابل توجهی ندارند، طوری که آنها جایگزین موثری برای عوامل ضد میکروبی هستند. بسته بندی فعال به عنوان بسته بندی تغییر تعریف شده است که وضعیت مواد غذایی بسته بندی شده را تا حدی گسترش می‌دهد که دوام آن بیشتر شود و کیفیت آن در زمان نگهداری حفظ شود و تبدیل به یک جایگزین مطلوب برای کنترل کپک‌های نامطلوب در مواد غذایی شود.

در بررسی حاضر سعی بر آن شد که اثر اسانس گیاهی برای مهار رشد کپک‌ها در نان و افزایش ماندگاری نان حجیم و بکارگیری فوم نشاسته به همراه اسانس گیاهی برای بسته بندی فعال نان که باعث آزاد شدن آهسته اسانس روغنی و تاثیر طولانی تر آن بر کپک‌های نان می‌گردد، انجام شود.

مواد و روش‌ها

استخراج اسانس دارچین

برای بدست آوردن اسانس دارچین، پوسته‌های خشک شده درخت دارچین توسط آسیاب (مدل

سوسپانسیونی از نشاسته ذرت با آمیلوز بالای اصلاح نشده تهیه شده از شرکت نشاسته البرز(مشخصات: پروتئین ۰/۷٪، رطوبت ۱۴٪، ویسکوزیته محلول ۵٪، $650 < visco < 450$ ، $7 < pH < 5$ ، خاکستر ۰/۳٪) با ۸٪ نشاسته (وزنی/وزنی) با استفاده از آب مقطر تهیه گردید. محلولهای نشاسته ذرت (۵۰۰ سی سی) در سرعت ۷۵ دور در دقیقه در یک ویسکوامیلوگراف مخلوط می‌گردد و تا تقریباً ۹۵ درجه سلسیوس با سرعت ۲ درجه سلسیوس در دقیقه حرارت داده می‌شود، دمای محلول نشاسته در ۹۵ درجه سلسیوس حفظ می‌شود در حالی که اختلاط تا زمان حصول پیک ویسکوزیته ادامه می‌یابد. نشاسته‌های ژلاتینه شده به داخل قالب‌های پلاستیکی استوانه ای ریخته می‌شود (قطر ۱/۵۶ طول ۱۱/۴ سانتیمتر) و با فویل آلومینیوم پوشش داده می‌شود و در طول شب در یخچال (۵ درجه سلسیوس) نگهداشته شدند تا آکواژل‌های محکمی تشکیل گردد. آب موجود در آکواژل‌ها توسط تعادل بچ با یک سری حمام‌های اتانول متوالی جایگزین می‌شود. زمان تعادل برای هر حمام برای نمونه‌ها ۲۴ ساعت می‌باشد، توالی حمام‌ها یکبار در اتانول ۷۰٪ (وزنی/وزنی) و سه بار در اتانول ۱۰۰٪ برای آکواژل نشاسته ذرت که ضخامتشان کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر است، می‌باشد. وقتی آب موجود در ماتریکس آکواژل با اتانول جایگزین می‌شوند، ژل‌ها

درصد خلوص بالا و به صورت مرغوب تری استخراج می‌شوند.

گینوت و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر ضد قارچی بیست اسانس مختلف بر علیه مهمترین قارچ‌های عامل فساد محصولات نانوائی (انواع اسپرژیلوس، ائوروتیوم و پنی سیلیوم) بررسی کردند. از بین تمام اسانس‌های مورد آزمایش فقط اسانس دارچین، رزماری، آویشن، میخک و برگ بو تاثیر ضد قارچی قابل ملاحظه ای در محیط کشت آرد گندم بر پایه آگار و بر علیه تمامی جنس‌های ذکر شده نشان دادند این فعالیت در هنگامی که از اسانس‌ها در کیک اسفنجی استفاده شد بسیار محدود گردید.

ورمیرن و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که روغن‌های اساسی اسانس از منابع غنی ترپن‌ها و فنل‌ها هستند، و به همین دلیل، آنها دارای خواص ضد میکروبی قوی هستند. یکی دیگر از ویژگی‌های جالب توجه این است که این ترکیبات طبیعی هیچ گونه تاثیر پزشکی و زیست محیطی قابل توجهی ندارند، طوری که آنها جایگزین موثری برای عوامل ضد میکروبی هستند. بسته بندی فعال به عنوان بسته بندی تغییر تعریف شده است که وضعیت مواد غذایی بسته بندی شده را تا حدی گسترش می‌دهد که دوام آن بیشتر شود و کیفیت آن در زمان نگهداری حفظ شود و تبدیل به یک جایگزین مطلوب برای کنترل کپک‌های نامطلوب در مواد غذایی شود.

در بررسی حاضر سعی بر آن شد که اثر اسانس گیاهی برای مهار رشد کپک‌ها در نان و افزایش ماندگاری نان حجیم و بکارگیری فوم نشاسته به همراه اسانس گیاهی برای بسته بندی فعال نان که باعث آزاد شدن آهسته اسانس روغنی و تاثیر طولانی تر آن بر کپک‌های نان می‌گردد، انجام شود.

مواد و روش‌ها

استخراج اسانس دارچین

برای بدست آوردن اسانس دارچین، پوسته‌های خشک شده درخت دارچین توسط آسیاب (مدل

نان‌ها را به واحد خنک کننده و بعد از سرد شدن محصول به واحد بسته بندی انتقال می‌دهیم.

تهیه ساشه از فوم‌های نشاسته

طبق پیش آزمایش‌های انجام شده غلظت‌های مختلف از اسانس دارچین (۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ ppm) همراه با ۱ گرم پودر فوم نشاسته در بسته بندی نان از لحاظ میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفت که مشخص شد فعالیت ضد میکروبی اسانس دارچین که به صورت MIC بیان شده، به عنوان حداقل غلظت که منجر به رشد غیر قابل مشاهده‌ی میکروارگانیسم می‌گردد بر روی بسته بندی نان حجیم به اندازه ۲۵۰ گرمی ۵۰۰ ppm بوده است. مقادیر ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، و ۱۵۰۰ ppm از روغن‌های اسانسی دارچین را به ۱ گرم از پودر فوم نشاسته می‌افزاییم. سپس این پودر را در داخل کاغذ صافی استریل شده به شکل کیسه‌های کوچک در آورده و در داخل بسته بندی نان حجیم به اندازه ۲۵۰ گرمی قرار می‌دهیم. نمونه شاهد نیز بسته‌های حاوی نشاسته و بدون افزودن اسانس خواهند بود. سپس نمونه‌های شاهد و تیمار را هر سه روز به مدت ۱۵ روز از نظر آلودگی به کپک مخمر و ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

آزمون‌های انجام شده شمارش تعداد کپک و مخمر در روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ از هر بسته و در هر زمان سه نمونه برداشته شد و در مجاورت شعله نمونه نان در داخل کیسه‌های استریل بگ میکسر قرار داده سپس کیسه‌های استریل را در استوماکر گذاشته و به مدت ۴ دقیقه هموزن نمودیم. نمونه کاملاً مخلوط شده و به صورت پودر یکنواختی درآمد. از پودر حاصل مقدار ۱۰ گرم وزن کرده و در بشر استریل با ۹۰ میلیلیترمخلوط رینگر استریل مخلوط شد. به این ترتیب رقت ۱-۱۰ ساخته شد. سپس به خوبی مخلوط شده و از آن رقت‌های متوالی تهیه گردید. با استفاده از پیت مقدار ۰/۱ میلی لیتر از رقت‌های سریال تهیه شده را به سه پلیت مجزا که هر کدام محتوای محیط کشت سابروکستروز

شروع به چروکیده شدن کرده و از مختصراً نیمه شفاف به مات و سفید تغییر می‌یابند. در اثر ژلاسیون، نشاسته ساختاری فوم مانند و دارای سوراخ‌های بسیار ریزی به خود گرفته الکل موجود در سوراخ‌ها توسط حرارت ۶۰ درجه سلسیوس در آن خلا خارج شده و تبخیر می‌گردد. در این صورت فوم‌های نشاسته به صورت توده‌ها سفید رنگ در می‌آید. این توده‌ها توسط آسیاب خرد شده تا پودری سفید رنگ حاصل گردد و در مراحل بعدی این پودر مورد استفاده قرار خواهد گرفت (فریک ۱۹۸۵ و کیستلر ۱۹۳۱).

تصویربرداری میکروگراف‌های الکترونی فوم نشاسته
نمونه فوم نشاسته را در ابعاد ۱×۱ سانتیمتر برش داده و پس با پالادیوم طلاپوشیده شده و با یک میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM (مدل هیتاچی/۴۷۰۰S Scanning ساخت ژاپن) مشاهده گردید.

روش تهیه نان باگت

نان مورد استفاده در این پروژه از شرکت نان آوران تامین گردید. این نان به روش نیمه صنعتی تهیه و بسته بندی می‌گردد. فرآیند تولید این نان شامل مراحل اختلاط، استراحت اولیه، شکل دهی، استراحت نهایی، پخت و خنک شدن است. در آغاز آرد را در دستگاه میکسر به مدت ۲ دقیقه مخلوط کرده سپس مواد ترکیبی شامل نمک، شکر، مخمر، بهبود دهنده، روغن و گلوتن را درون میکسر ریخته و همراه با آرد به مدت ۲ دقیقه مخلوط می‌گردد، بعد از این مرحله اضافه کردن آب به آرد می‌باشد، تمامی مواد را با آب در دستگاه میکسر به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه مخلوط کرده سپس خمیر را به دستگاه چانه گیری منتقل کرده، چانه‌ها را به دو صورت در داخل نرده‌ها قرار می‌دهند. به صورت صاف و تخت و یا به صورت ناودانی بعد از قراردادن خمیر فرم داده شده در سینی‌های مخصوص تریلر آن‌ها را به گرمخانه منتقل کرده و به مدت ۴۵ دقیقه تا ۱ ساعت آن‌ها را در گرمخانه نگهداری کردیم سپس به اتاق فر در دمای ۲۷۰-۱۸۰°C منتقل کرده زمان پخت نان‌ها ۲۵ تا ۳۰ دقیقه می‌باشد،

دارچین به صورت تکی و تقابلی بر روی متغیرهای وابسته مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به ناپارامتری بودن داده‌ها (عدم همسانی در واریانس‌ها و معنا دار بودن تست LEVEN) از آزمون جایگزین Kruskal-Wallis به جای ANOVA استفاده شده است و آنالیزها به کمک نرم افزار IBM SPSS 19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

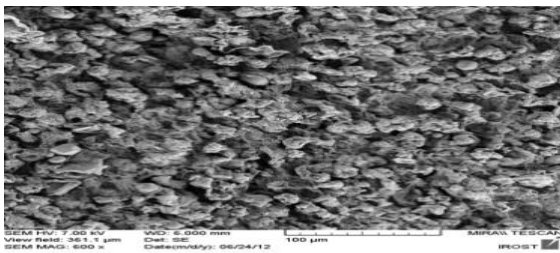
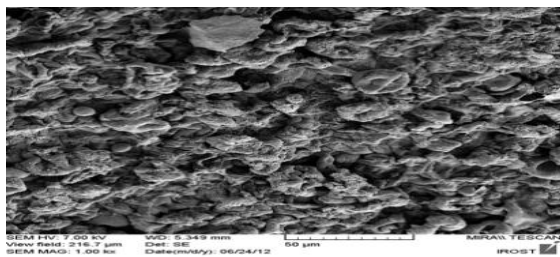
بررسی میکروگراف‌های تصویربرداری الکترونی

SEM از نشاسته ذرت با آمیلوز بالا

در شکل ۲ ساختارگرانولی میکروذرات فوم نشاسته ذرت با آمیلوز بالا با استفاده از یک میکروسکوپ الکترونی اسکن کننده در بزرگنمایی‌های مختلف همچنین ماهیت متخلخل فوم‌های نشاسته ذرت با آمیلوز بالا نمایان است.



شکل ۱- فوم‌های نشاسته ذرت با آمیلوز بالا



شکل ۲- میکروگراف‌های تصویر برداری الکترونی از نشاسته ذرت با آمیلوز بالا

آگار هستند، انتقال داده، پلیت‌های کشت داده شده را در انکوباتور در دمای 25°C به مدت ۵ روز گرمخانه گذاری کرده و بین مدت زمان دو تا پنج روز پس از گرمخانه گذاری بررسی شدند، پلیت‌های کمتر از ۱۵۰ کلنی را شمرده و در عکس رقت و عدد ۱۰ ضرب می‌کنیم (استاندارد ملی شماره ۲۳۹۵).

آزمون حسی

آزمون حسی را بر اساس آزمون ۵ هدونیک توسط ۱۰ نفر پرسنل آموزش دیده انجام گرفت (بر اساس استاندارد ملی شماره ۴۹۸۶). نان حجیم دارای حجم متوسط تا زیادی می‌باشد. حجم کوچک تاثیر منفی روی بیاتی و یا تازگی نان و مزه آن دارد. پوسته نان باید ترد و به اندازه کافی ضخیم باشد. رنگ آن باید طلایی و از تردی و پوکی کافی برخوردار بوده ولی شکننده نباشد. بافت داخلی نان باید حالت الاستیک باشد و به راحتی برش داده شود و طعم و مزه نان باید تازه و بوی ملایم و مزه خوبی داشته باشد. نمونه‌ها در دمای 25°C با آب نوشیدنی و دستمال کاغذی در برابر ارزیاب‌ها قرار گرفتند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را مصرف نموده و در فواصل آزمایش هر نمونه آب مصرف کردند تا دهان خود را بشویند تا اثر نمونه قبلی را از بین ببرند و با استفاده از روش هدونیک ۵ رقمی از ۱ تا ۵ از نظر شدت و ضعف عطر، طعم، بافت، رنگ و مقبولیت عمومی مورد بررسی قرار گرفت.

تحلیل آماری

به دلیل ماهیت اندازه گیری داده‌ها در بازه‌های زمانی مشخص و آزمون‌های نگهداری و همچنین یکسان نبودن شرایط اولیه تیمارها از آزمون اندازه گیری‌های مکرر استفاده گردید. در این آزمون زمان به عنوان فاکتور تکرار شونده در روزهای (۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵) بین متغیر مستقل غلظت اسانس دارچین در پنج سطح (۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm) برای متغیرهای وابسته کپک مخمر و ارزیابی حسی (رنگ، بو، طعم، بافت و مقبولیت عمومی) در سطح ۵٪ احتمال مورد آزمون قرار گرفت. در این آزمون اثر متغیرهای مستقل زمان و غلظت اسانس

فوم‌های میکروسلولی، فوم‌های جامد با دانسیته پائین هستند که از یک شبکه جامد با حفرات پر شده از هوادارای ساختار متخلخل با قطر چند میکرومتر یا کوچکتر (۵۰ میکرون) تشکیل شده‌اند. میکروذرات فوم نشاسته حدود ۲۵٪ (وزنی/وزنی) مایع غیر آبی را جذب می‌کند. در حالیکه به شکل میکروذرات جاری شونده می‌مانند. فوم‌های نشاسته ذرت با آمیلوز بالا دارای اندازه حفرات بسیار کوچکتري به اندازه $1 \mu\text{m}$ می‌باشند (گلن و همکاران ۱۹۹۵). بکارگیری جاذب‌های خوراکی با حفرات میکروسکوپی همچون میکروذرات فوم نشاسته یک راهکار متفاوت برای جذب ترکیبات طعمی را فراهم می‌سازد به طوریکه سرعت تبخیر توسط جذب کاهش می‌یابد. نشاسته ذرت با آمیلوز بالا این مزیت را دارد که جذب ترکیبات فرار همچون اسانس‌های روغنی می‌تواند در شرایط نسبتاً ملایم در دمای اتاق اتفاق بیفتد (گرگوری و همکاران ۲۰۱۰). کاربرد میکروذرات فوم نشاسته برای کپسوله کردن مواد شیمیایی، مایعات و جامداتی چون ترکیبات طعم دهنده، دارویی، رایحه‌ها، آفت کش‌ها، فرمون‌ها و همچنین برای تغذیه زنبورها با روغن‌های اسانسی که دارای خصوصیات کرم کشی دارند، استفاده می‌شوند. ماتریکس میکروذرات فوم نشاسته ذرت با آمیلوز بالا شامل یک شبکه فیبری نشاسته بدون باقی مانده گرانول نشاسته قابل رویت می‌باشد (گلن و همکاران ۲۰۰۸). در این پژوهش همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود به علت وجود تخلخل فوم‌های نشاسته ذرت با آمیلوز بالا، اسانس روغنی دارچین در غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm جذب میکروذرات فوم نشاسته ذرت با آمیلوز بالا شده و متعاقباً سبب خروج فعالیت آن گردید.

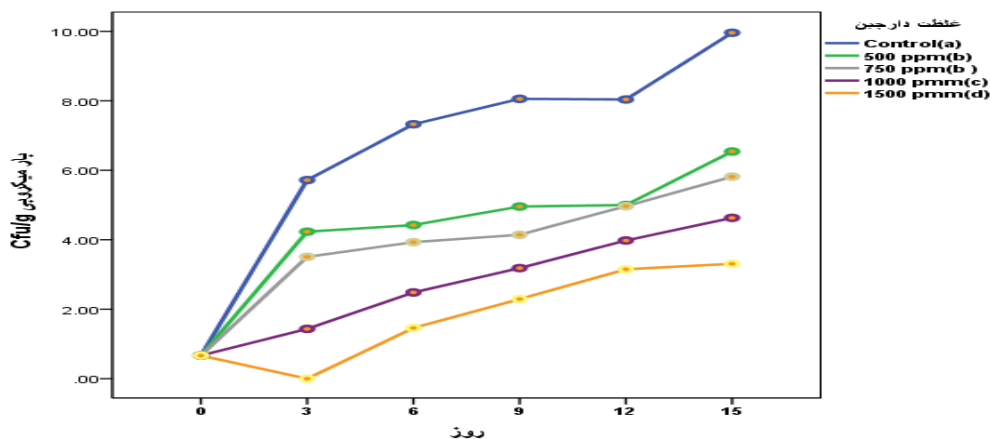
نتایج اثر غلظت اسانس دارچین بر میزان کپک و مخمر نان در طول زمان

شکل ۳ نتایج آزمون اندازه گیریهی مکرر و اثر زمان و غلظت اسانس دارچین را بر میزان رشد کپک و مخمر نان‌ها را نشان می‌دهد. بین گروه‌های شاهد و

غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ ppm اسانس دارچین کمترین تغییرات میزان کپک و مخمر را در طول زمان دارند. غلظت ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین بیشترین خواص ضد میکروبی را نسبت به تیمارهای حاوی غلظت ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ ppm اسانس دارچین دارد. بررسی تعداد کپک و مخمر نمونه‌های نان حجیم در بسته بندی ۲۵۰ گرمی و نگهداری شده در دمای محیط (25°C) با پودر فوم نشاسته حاوی غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین و نمونه شاهد در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ نشان داده شده است بیشترین میزان رشد کپک و مخمر در نمونه شاهد و کمترین میزان آن در تیمار حاوی غلظت ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین بود. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بیشترین رشد کپک و مخمر در نمونه شاهد از روز سوم به بعد می‌باشد و در غلظت ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین در روز سوم بار قارچی مشاهده نشد. می‌توان گفت در بین تیمارهای مذکور غلظت ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین بهترین تیمار برای کاهش بار قارچی می‌باشد. براساس پژوهش گندمی و همکاران در سال ۲۰۰۹ یک اسانس روغنی زمانی یک جلوگیری کننده از رشد مثبت تلقی می‌شود که شکل گیری عامل مورد نظر را تا ۵۰ درصد کاهش پیدا کند. در این پژوهش اسانس روغنی دارچین در تمام غلظت‌ها حتی در غلظت ۵۰۰ ppm توانست شکل گیری کپک و مخمر موجود در نان که یکی از اهداف اصلی این تحقیق و در عین حال هدف کاربردی در این پژوهش بود را کاهش دهد، هرچند هیچ کدام از غلظت‌ها نتوانستند به طور کامل از رشد کپک موجود در نان جلوگیری کنند. تاثیر مقادیر مختلف اسانس بر میزان رشد کپک و مخمر از نظر آماری معنی دار ($P < 0.05$) بود و این به این معنی است که با افزایش غلظت اسانس دارچین، میزان رشد کپک و مخمر نان کاهش یافت. می‌توان گفت که در غلظت‌های بالاتر از ۵۰۰ ppm کاهش بار قارچی بیش از ۵۰ درصد مشاهده

فوم نشاسته به عنوان یک عامل جاذب اسانس روغنی عمل نموده و به علت ساختار متخلخل خود اسانس روغنی دارچین را در خود نگه داشته و به مرور زمان در بسته بندی نان انتشار پیدا می کند و در روزهای پایانی باعث مهار اسانس روغنی از میکروذرات فوم نشاسته شده و اثر ضد قارچی اسانس دارچین کاهش یافت. در نتیجه در روز پانزدهم حداکثر رشد بار قارچی مشاهده گردید، اما نسبت به نمونه شاهد رشد کمتری داشته بطوریکه در غلظت ۵۰۰ ppm $\log \text{ cfu/g}$ ۴، ۷۵۰ ppm $\log \text{ cfu/g}$ ۵، ۱۰۰۰ ppm $\log \text{ cfu/g}$ ۶ و ۱۵۰۰ ppm $\log \text{ cfu/g}$ ۸ کاهش داشته است.

گردید. در مجموع روند کاهش بار قارچی از غلظت ۵۰۰ ppm تا ۱۵۰۰ ppm به ترتیب از ۳۴٪ به ۷۵٪ رسیده است. پس می توان گفت که فوم نشاسته حاوی اسانس روغنی دارچین در مورد کاهش بار قارچی به عنوان عامل ضد میکروبی در غلظت های بیش از ۵۰۰ ppm یک جلوگیری کننده از رشد مثبت تلقی می شود. تغییرات کپک و مخمر نمونه نان های بسته بندی شده در ۱ گرم پودر فوم نشاسته حاوی غلظت های مختلف از اسانس دارچین در مدت نگهداری ۱۵ روز در دمای محیط نشان می دهد که در تیمارهای حاوی ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین، با گذشت زمان اثر ضد قارچی اسانس کاهش می یابد. احتمالاً به این علت است که میکروذرات



شکل ۳- تغییرات کپک و مخمر به صورت تابعی از زمان و غلظت اسانس دارچین

جدول ۱- نتایج اثر غلظت اسانس دارچین (ppm) بر میزان کپک و مخمر نان در طول زمان بر حسب $\log \text{ cfu/g}$

| | | زمان نگهداری (روز) | | | | | |
|--|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | ۱۵ | ۱۲ | ۹ | ۶ | ۳ | ۰ |
| | شاهد | $9/96 \pm 0/04 \text{ aA}$ | $8/04 \pm 0/07 \text{ abA}$ | $8/06 \pm 0/19 \text{ bA}$ | $7/33 \pm 0/16 \text{ cA}$ | $5/72 \pm 0/20 \text{ dA}$ | $0/66 \pm 1/10 \text{ eA}$ |
| | ۵۰۰ | $6/04 \pm 0/47 \text{ aAB}$ | $5 \pm 0/00 \text{ abAB}$ | $4/96 \pm 0/11 \text{ bAB}$ | $4/42 \pm 0/11 \text{ bcAB}$ | $4/23 \pm 0/14 \text{ cAB}$ | $0/66 \pm 1/10 \text{ dA}$ |
| | ۷۵۰ تیمار | $5/82 \pm 0/11 \text{ aBC}$ | $4/97 \pm 0/02 \text{ abBC}$ | $4/14 \pm 0/05 \text{ bBC}$ | $3/93 \pm 0/03 \text{ bcB}$ | $3/51 \pm 0/08 \text{ cBC}$ | $0/66 \pm 1/10 \text{ dA}$ |
| | ۱۰۰۰ | $4/63 \pm 0/06 \text{ aC}$ | $3/98 \pm 0/02 \text{ abC}$ | $3/18 \pm 0/13 \text{ bcC}$ | $2/48 \pm 0/44 \text{ bcB}$ | $1/43 \pm 1/20 \text{ cC}$ | $0/66 \pm 1/10 \text{ dA}$ |
| | ۱۵۰۰ | $3/31 \pm 1/13 \text{ aC}$ | $3/10 \pm 0/09 \text{ aC}$ | $2/29 \pm 0/26 \text{ abD}$ | $1/46 \pm 0/15 \text{ bB}$ | $0 \pm 0/00 \text{ bC}$ | $0/66 \pm 1/10 \text{ bA}$ |

جدول ۲- نتایج اثر زمان و غلظت اسانس دارچین (ppm) بر میزان ارزیابی حسی (بو، طعم، رنگ، بافت و مقبولیت کلی) نان

حجیم

| زمان نگهداری (روز) | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| ۱۵ | ۱۲ | ۹ | ۶ | ۳ | ۰ | |
| ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cD} | ۳/۸۵±۱/۲۶ ^{bA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | شاهد |
| ۳/۱۰±۰/۷۱ ^{bA} | ۲/۷۰±۱/۱۲ ^{bA} | ۲/۷۰±۰/۷۹ ^{bA} | ۲/۷۰±۰/۹۲ ^{cA} | ۲/۵۲±۰/۸۶ ^{dB} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۵۰۰ |
| ۲/۵۰±۰/۹۴ ^{bB} | ۲/۱۰±۱/۰۶ ^{cB} | ۲/۴۰±۱/۱۳ ^{bB} | ۲/۰۰±۰/۹۱ ^{cB} | ۱/۸۸±۰/۷۸ ^{dC} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۷۵۰ مقبولیت بو |
| ۲/۳۰±۱/۰۲ ^{bC} | ۱/۸۰±۰/۷۶ ^{cC} | ۱/۶۰±۰/۵۰ ^{cC} | ۱/۹۰±۰/۹۶ ^{cB} | ۱/۸۰±۱/۰۶ ^{cD} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۰۰۰ |
| ۱/۹۰±۰/۸۴ ^{bD} | ۱/۴۰±۰/۵۰ ^{dD} | ۱/۳۰±۰/۴۷ ^{dD} | ۱/۷۰±۰/۷۹ ^{cC} | ۱/۳۳±۰/۷۰ ^{dE} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۵۰۰ |
| ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dD} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dD} | ۱/۲۰±۰/۶۱ ^{cD} | ۳/۸۰±۰/۹۲ ^{bA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | شاهد |
| ۲/۵۰±۰/۶۸ ^{cA} | ۲/۴۰±۱/۱۳ ^{cA} | ۲/۳۰±۰/۷۹ ^{cA} | ۲/۷۰±۱/۱۲ ^{cA} | ۲/۶۵±۰/۷۲ ^{bB} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۵۰۰ |
| ۱/۹۰±۰/۷۱ ^{dB} | ۱/۷۰±۰/۷۹ ^{dB} | ۲/۲۰±۰/۶۱ ^{cA} | ۲/۵۰±۰/۸۲ ^{bA} | ۲/۴۰±۰/۵۵ ^{bC} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۷۵۰ مقبولیت طعم |
| ۱/۶۵±۰/۷۲ ^{dC} | ۱/۴۰±۰/۸۱ ^{dC} | ۱/۹۰±۰/۹۶ ^{cB} | ۲/۲۰±۱/۰۰ ^{bB} | ۱/۸۰±۱/۱۹ ^{cD} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۰۰۰ |
| ۱/۵۰±۰/۵۱ ^{cD} | ۱/۲۰±۰/۴۱ ^{dC} | ۱/۶۰±۰/۹۳ ^{cC} | ۲/۰۰±۰/۶۴ ^{bC} | ۱/۳۰±۰/۶۵ ^{dE} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۵۰۰ |
| ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cC} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cC} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cB} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cC} | ۳/۷۰±۱/۳۹ ^{bA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | شاهد |
| ۳/۹۰±۰/۳۱ ^{cB} | ۴/۰۰±۰/۶۴ ^{bA} | ۳/۷۰±۰/۴۷ ^{dA} | ۳/۳۰±۰/۴۷ ^{eA} | ۳/۵۰±۰/۹۳ ^{dA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۵۰۰ |
| ۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bA} | ۴/۰۰±۰/۶۴ ^{bA} | ۳/۷۰±۰/۴۷ ^{cA} | ۳/۲۰±۱/۰۰ ^{eA} | ۳/۴۳±۱/۰۲ ^{dB} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۷۵۰ مقبولیت رنگ |
| ۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bA} | ۳/۷۰±۰/۷۹ ^{cB} | ۳/۷۰±۰/۴۷ ^{cA} | ۳/۴۰±۰/۶۷ ^{dA} | ۲/۸۳±۰/۹۸ ^{eC} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۰۰۰ |
| ۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bA} | ۳/۹۰±۰/۵۵ ^{cB} | ۳/۶۰±۰/۵۰ ^{dA} | ۲/۸۰±۰/۴۱ ^{eB} | ۲/۸۷±۰/۵۶ ^{eC} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۵۰۰ |
| ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dD} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dC} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{dC} | ۱/۳۰±۰/۹۲ ^{cD} | ۳/۳۲±۱/۱۰ ^{bA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | شاهد |
| ۲/۸۵±۰/۵۶ ^{dC} | ۳/۲۰±۰/۶۱ ^{cB} | ۳/۷۰±۰/۶۵ ^{bA} | ۲/۸۰±۰/۶۱ ^{dA} | ۲/۹۵±۱/۰۹ ^{cA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۵۰۰ |
| ۳/۳۰±۰/۴۷ ^{cB} | ۳/۴۰±۰/۶۷ ^{bA} | ۳/۶۰±۰/۶۷ ^{bA} | ۲/۷۰±۰/۹۲ ^{cB} | ۳/۰۸±۰/۹۴ ^{dA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۷۵۰ مقبولیت بافت |
| ۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bA} | ۳/۵۰±۰/۶۸ ^{cA} | ۳/۴۰±۰/۸۱ ^{cB} | ۲/۸۰±۱/۱۹ ^{dB} | ۳/۲۳±۱/۱۹ ^{cA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۰۰۰ |
| ۴/۴۰±۰/۵۰ ^{bA} | ۳/۵۰±۰/۶۸ ^{cA} | ۳/۶۰±۰/۶۷ ^{cA} | ۲/۶۰±۰/۹۳ ^{dC} | ۳/۷۳±۰/۸۹ ^{cA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۵۰۰ |
| ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cE} | ۱/۰۰±۰/۰۰ ^{cB} | ۴/۰۲±۰/۹۴ ^{bA} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | شاهد |
| ۲/۸۰±۰/۴۱ ^{cA} | ۲/۸۰±۰/۸۹ ^{cA} | ۲/۷۰±۰/۹۲ ^{cA} | ۲/۶۰±۰/۸۱ ^{dA} | ۲/۹۵±۰/۶۶ ^{bB} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۵۰۰ |
| ۲/۶۰±۰/۵۰ ^{cB} | ۲/۳۰±۰/۷۹ ^{cB} | ۲/۵۰±۰/۸۲ ^{cB} | ۲/۵۰±۰/۶۸ ^{cA} | ۲/۷۰±۰/۴۷ ^{bC} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۷۵۰ پذیرش کلی |
| ۲/۳۵±۰/۷۲ ^{cC} | ۱/۹۰±۰/۷۱ ^{dC} | ۲/۳۰±۰/۷۹ ^{cC} | ۲/۷۰±۰/۹۲ ^{bA} | ۲/۰۰±۰/۷۹ ^{dD} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۰۰۰ |
| ۲/۲۰±۰/۵۷ ^{cD} | ۱/۶۰±۰/۵۰ ^{dD} | ۱/۸۰±۰/۸۹ ^{dD} | ۲/۶۰±۰/۶۷ ^{bA} | ۱/۸۵±۰/۸۵ ^{dD} | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^{aA} | ۱۵۰۰ |

اختلاف در حروف لاتین کوچک در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها در طول زمان در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد. اختلاف در حروف لاتین بزرگ در ستون‌ها برای هر خاصیت بیانگر اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها در غلظت‌های مختلف در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

نتایج خواص ارگانولپتیک

نتایج آزمون چند طرفه و بین گروهی حاصل از آزمون‌های مکرر در جدول ۲ نشان داد که اثر زمان بر خواص ارگانولپتیک (بو، طعم، رنگ، بافت و مقبولیت کلی) نان‌های مختلف معنی دار ($P < 0.05$) است و اثر تقابلی غلظت اسانس دارچین در طول زمان نگهداری نیز معنی دار ($P < 0.05$) می‌باشد.

نتایج ارزیابی حسی (جدول ۳) نشان داد اثر زمان بر میزان مقبولیت بوی نان تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) داشته است. و غلظت اسانس دارچین در طول مدت

نگهداری نیز معنی دار ($P < 0.05$) می‌باشد. امتیاز مقبولیت بو با گذشت زمان برای گروه شاهد در روز ششم بشدت کاهش پیدا کرده و سپس ثابت گردید. به این علت بود که نمونه شاهد از روز سوم به بعد رشد کپک و مخمر نمایان شد و بوی کپک زدگی را داشتند و قابل ارزیابی حسی نبودند. با افزایش غلظت اسانس دارچین بر امتیاز مقبولیت بوی نان کاهش می‌یابد. در بین تیمارهای ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm غلظت اسانس دارچین به ترتیب از روز سوم تا روز پانزدهم بر میزان مقبولیت بوی نان افزایش یافت که احتمالاً به علت مهار

۱۰۰۰ و ppm۱۵۰۰ اسانس دارچین تغییرات چندانی نداشتند.

محققین مطالعات مختلفی نیز بر روی اثر ضد میکروبی اسانس دارچین انجام داده‌اند که به نمونه‌هایی از این مطالعات اشاره شده است: در پژوهشی که توسط جوانمرد، گل محمدی و همکاران (۱۳۷۸) اثر ضد میکروبی عصاره دارچین در بسته بندی‌های گوشت انجام شد. در این بررسی ابتدا عصاره دارچین استخراج و حداقل غلظت ممانعت کننده آن تعیین گردید و سپس گروه‌های ۵۰ گرمی گوشت چرخ کرده داخل کیسه‌های پلیاستیکی استریل تهیه شد. به این بسته‌ها مقادیر مختلف عصاره دارچین (۰، ۳۰، ۴۰، ۲۰ lit/grm) اضافه گردید. بار میکروبی اولیه بسته‌ها تعیین و با میزان مشخصی از باکتری سالمونلا تیفی موریوم تلقیح گردید. همچنین گروه‌های شاهد شامل شاهد الکل و شاهد بدون عصاره نیز در نظر گرفته شد. کلیه گروه‌ها در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ مورد ارزیابی و آزمون میکروبی قرار گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که: در هفته اول بین گروه‌های شاهد و گروه‌های مختلف دارای عصاره از لحاظ بار کلی میکروبی اختلاف آماری معنی دار وجود داشت ($P < 0/05$) و در گروه‌های دارای عصاره بار میکروبی افزایش کمتری نشان داد. ولی از هفته دوم به بعد این اختلاف معنی دار نبود و همچنین در هفته اول بین گروه شاهد بدون عصاره و گروه‌های دارای عصاره از لحاظ میزان سالمونلا اختلاف آماری معنی‌داری بوده است ($P < 0/05$)، ولی از هفته دوم به بعد اختلاف آماری معنی‌داری نبود. بدین ترتیب بنظر می‌رسد عصاره دارچین به مدت یک هفته می‌تواند اثر ضد میکروبی مناسبی روی رشد بار کلی میکروبی و رشد باکتری سالمونلا در بسته بندی گوشت چرخ کرده داشته است. نیلسن و ریوز در سال ۲۰۰۰، اثر اسانس‌های گیاهی مختلف دارویی قارچ‌هایی که عموماً روی نان یافت می‌شوند بررسی کردند. اسانس خردل تنها ترکیبی است که به اندازه کافی قوی بود و توانست رشد تمام میکروارگانیسم‌ها را به

شدن اسانس روغنی دارچین از میکروذرات فوم نشاسته بوده است که در روز پانزدهم میزان بوی اسانس دارچین در بسته بندی نان کاهش یافت.

در مورد طعم و مزه بین نمونه شاهد و تیمارهای حاوی غلظت ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ppm ۱۵۰۰ تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. زمان صفر بالاترین امتیاز مقبولیت طعم و مزه را داشته و بعد از آن شاهد روز سوم بیشترین امتیاز طعم را داشت. و در روز ششم بشدت کاهش یافته که به علت رشد کپک و مخمر موجود در نان در نمونه شاهد بوده است. بطور کلی با افزایش غلظت اسانس دارچین امتیاز مقبولیت طعم کاهش یافت. گزارش‌های بدست آمده از هیئت داوران طعم تند، تیز و شیرین بوده است. امتیازات داده شده به بافت در مورد تیمارهای مختلف به جز نمونه شاهد تقریباً یکسان بود. بین نمونه شاهد و غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm برای نمونه‌های آزمودنی با گذشت زمان اختلاف آماری مشاهده می‌گردد. با گذشت زمان مقبولیت بافت نان برای گروه شاهد در روز ششم کاهش پیدا کرده و به صورت ثابت در می‌آید و پایین‌ترین امتیاز را داشته است. همانگونه که از نتایج پیداست با گذشت زمان مقبولیت رنگ برای گروه شاهد در روز ششم بشدت کاهش پیدا کرده و به صورت ثابت در می‌آید. تغییرات آماری بین نمونه شاهد و فوم نشاسته حاوی غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ppm ۱۵۰۰ برای نمونه‌های آزمودنی با گذشت زمان وجود دارد.

اثر زمان بر مقبولیت کلی نان معنی دار ($P < 0/05$) بوده است. همچنین اثر متقابل غلظت اسانس دارچین در طول مدت زمان نگهداری نان نیز معنی‌دار ($P < 0/05$) می‌باشد. در نمونه شاهد از روز سوم به بعد بر میزان مقبولیت کلی نان کاهش یافته و در روز ششم به شدت افت داشت. در این پژوهش در نمونه شاهد از روز سوم به بعد رشد کپک در نان مشاهده شد و به همین علت پائین‌ترین امتیاز را کسب نمودند. در روز ششم در غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰،

مدت ۷ روز مهار کند. و بعد از آن دارچین، سیر مهار کننده بودند. وانیل به هیچ عنوان نتوانست خاصیت مهار کنندگی از خود نشان دهد. حداقل غلظت مهار کنندگی اسانس خردل ۰/۵ میلی لیتر تمام کپک و مخمرها بین ۶۷ و ۱۰۰ درصد مهار شد، در حالیکه در ۱ میلی لیتر اسانس خردل رشد همه ارگانیسیم‌ها را به مدت بیش از ۲ هفته متوقف کرد. اسانس دارچین و سیر نیز برای جلوگیری از رشد همه قارچ‌ها به طور کامل نیاز به غلظت‌های کمی بیشتر داشت. در بررسی انجام شده توسط رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۱ به مطالعه اثر ضد باکتریایی اسانس پوست دارچین در شرایط آزمایشگاهی در برابر پنج باکتری عامل فساد غذایی انجام شد. در این بررسی فعالیت آنتی باکتریایی (حداقل غلظت بازداری) اسانس پوست دارچین در مقابل ۵ باکتری بیماریزا و فسادزا در مواد غذایی شامل لیستریا مونوسایتوژنس، اشرشیا کلی، پseudomonas فلورسانس، لاکتوباسیلوس پلاننارم و لاکتوباسیلوس ساکی ارزیابی شدند. حداقل غلظت بازداری اسانس دارچین در مقابل لاکتوباسیلوس ساکی $250 \mu\text{g/ml}$ و برای سایر باکتری ها برابر $500 \mu\text{g/ml}$ مشاهده شد. اثرات بازداری اسانس پوست دارچین بر باکتری‌های بیماری زا و فسادزای گوشت تحت شرایط ویژه و کنترل شده بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد اسانس دارچین و ترکیبات ضد باکتریایی اصلی آن پتانسیل بالایی جهت استفاده به عنوان نگهدارنده طبیعی مواد غذایی دارند. سلیمان و بداعی در سال ۲۰۰۲، بازداری اسانس ۱۲ گیاه دارویی را در برابر آسپرژیلوس فلاووس بررسی کردند. اسانس‌های آویشن و دارچین ($\leq 500 \text{ ppm}$)، جعفری ($\leq 2000 \text{ ppm}$)، نعنا و ریحان در 3000 ppm به طور کامل از رشد فوزاریوم مونیلیفورم و آسپرژیلوس اکراسئوس بازداری کرد. در ادامه این دو پژوهشگر مشخص کردند، اسانس‌های دارچین، آویشن و نعنا در بازداری از رشد قارچ و به دنبال آن تولید مایکوتوکسین در دانه‌های گندم موثرتر از سایر اسانس‌ها بودند. در پژوهشی دیگر

توسط نوری و همکاران در سال ۱۳۸۸، بررسی اثر نگهدارندگی اسانس دارچین و درجه حرارت نگهداری بر روی میزان رشد E. coli در همبرگر انجام شد که در این مطالعه بررسی رشد باکتری E. coli در همبرگر متأثر از غلظت‌های مختلف اسانس دارچین (صفر، ۰/۰۰۵، ۰/۱۵ و ۰/۰۳ درصد) در درجه حرارت‌های ۸ و ۲۵ درجه سانتیگراد در مدت ۲۱ روز انجام شد و نتایج آماری، اختلاف معنی داری بین مقادیر مختلف اسانس با میزان رشد باکتری را نشان داد ($P < 0.01$) که با افزایش غلظت اسانس، میزان رشد باکتری در شرایط یکسان کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اسانس دارچین می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی و ضد باکتریایی مناسب در فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد. پاتکار و دیویدی و همکاران در سال ۱۹۹۳ دریافتند که آسپرژیلوس فلاووس، یکی از سمی ترین قارچ‌های تحمل کننده ماده غذایی که می‌تواند آرد مصرفی برای تولید محصولات نانی را آلوده کند، این قارچ می‌تواند توسط برخی از این مشتقات گیاهی متوقف شوند. مطالعه فعالیت ضدقارچی روغن اسانسی گیاه گل دار در مقابل گونه‌های آسپرژیلوس یک اثر مهم متوقف کننده قارچ روغن اسانسی دانه‌ای در غلظت‌های نسبتاً پایین ($\leq 500 \text{ ppm}$) را یافتند. که 500 ppm اسانس دارچین، رشد گونه آفلاتوکسیژنیک آسپرژیلوس فلاووس در عصاره مخمر براو و آگار را به مدت ۷ روز کاملاً متوقف می‌کند. نتایج تحقیقات انجام شده با نتایج حاصل در این پژوهش مطابقت داشت.

نتیجه گیری کلی

بررسی حاضر نشان داد که با افزایش غلظت اسانس دارچین رشد کپک و مخمر نان حجیم کاهش یافت. بعد از گذشت پانزده روز بار قارچی در غلظت 1500 ppm اسانس دارچین نسبت به نمونه شاهد میزان $\log \text{ cfu/g}$ ۸ کاهش داشته است. لازم به ذکر است که بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۹۵ حد مجاز رشد کپک

میکروبی آن بالاتر از حد مجاز مصرف خواهد رفت و روند فساد نان عملاً دیده شده، می‌توان اینطور نتیجه گرفت که با بکارگیری فوم نشاسته حاوی اسانس روغنی دارچین در بسته بندی فعال، روند فساد نان حجیم را از ۳ روز به ۶ روز به تعویق انداخت. استفاده از اسانس روغنی دارچین در مقیاس صنعتی و حفظ کیفیت آنها از طریق انتقال نتایج مطالعات آزمایشگاهی راه را برای ایجاد فناوری نوین در مقیاس تجاری فراهم خواهد ساخت.

تشکر و قدردانی

در خاتمه از سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ایران و کارخانه نان آوران به خاطر همکاری هایشان در اجرای این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را می‌نمائیم.

و مخمر نان 10^2 cfu/g است. در این پژوهش پودر فوم نشاسته حاوی غلظتهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm اسانس روغنی دارچین در بسته بندی نان حجیم، طبق استاندارد ملی ایران توانستند رشد میکروارگانیسم‌ها را به مدت ۶ روز مهار کنند. و با توجه به اینکه در پذیرش کلی ارزیابی حسی نان در غلظتهای ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm اسانس دارچین در روز ششم اختلاف چندانی نداشتند، می‌توان پودر فوم نشاسته حاوی غلظت ۱۰۰۰ ppm اسانس دارچین را به عنوان بهترین غلظت برای مهار رشد کپک‌ها در نان و افزایش ماندگاری آن که از اهداف اصلی این تحقیق و در عین حال هدف کاربردی در این پژوهش بود را، در نظر گرفت. در نهایت می‌توان گفت با توجه به اینکه نگهداری نان حجیم در دمای معمولی (25°C) حداکثر ۳ روز می‌باشد و پس از این مدت بار

منابع مورد استفاده

- بی نام، ۱۳۷۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۲۳۹۵. میکروبیولوژی مواد غذایی- روش جامع برای شمارش کپک ها و مخمرها.
- بی نام، ۱۳۸۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۴۹۸۶، روش‌های آزمون حسی.
- جایمند ک، رضایی م، ۱۳۸۵. دستگاه‌های تقطیر، روش‌های آزمون و شاخص‌های بازداری در تجزیه اسانس، چاپ اول، انجمن گیاهان دارویی، تهران، ایران، صفحه ۱۸: ۱۰۷-۱۰۵.
- جوانمرد م، گل محمدی ح، ۱۳۸۷. مطالعه اثر ضد میکروبی عصاره دارچین در بسته بندی‌های گوشت. پایان نامه دکتری حرفه ای، دانشکده دامپزشکی دانشگاه کرج.
- رضائیم، اجاق م، رضوی ح، حسینی م، ۱۳۹۱. مطالعه اثر ضد باکتریایی اسانس پوست دارچین در شرایط آزمایشگاهی در برابر پنج باکتری عامل فساد غذایی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ۳۵: ۷۶-۶۷.
- مشاک ز، مرادی ب. ۱۳۸۹. اثر ترکیبی اسانس دارچین و آویشن شیرازی بر رشد باسیلوس سرئوس در یک مدل غذایی. فصلنامه گیاهان دارویی ۴۲: ۷۳-۶۲.
- نوری ن، تویان ف، رکنی ن، آخوندزاده ا، میثاقی ع، ۱۳۸۸. بررسی اثر نگهدارندگی اسانس دارچین و درجه حرارت نگهداری بر روی میزان رشد E. Coli O157: H7 در همبرگر با استفاده از تکنولوژی ترکیبی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ۴: ۴۲-۳۵.
- Dwivedi SK, Dubey NK, 1993. Potential use of the essential oil of *Trachyspermum ammi* against seedborne fungi of Guar, Mycopathology 121 :101-104.
- Fricke J, 1985. Aerogels-a Fascinating Class of High-Performance Porous Solids, Aerogels, Ed. J. Fricke, Springer- Verlag, New York, pp 1-19.
- Floros JD, Dock LL, Han JH, 1997. Active packaging technologies and applications. Food Cosmetical. Drug Packag 20, 10-17.
- Gandomi H, Misaghi A, Akondzadeh A, Bokaei S, Khosravi A, Abbasifar A, Jabelli javan A. 2009. Effect of ZatariamultifloraBolss, Essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. Journal of Food and Chemical Toxicology 47: 2397- 2400.

- Guynot M, Ramson A, Purroy P, Sanchis V, Marins. 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *Journal of Applied Microbiology* 94: 893- 899.
- Gregory M, Glenn, 2010. Encapsulation of plant oils in porous starch microspheres. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:4180-4104.
- Glenn, Gregory M, 2008. Temperature Related Structural Changes in Wheat and Corn Starch Granules and Their Effects on Gles and Dry Foam, *Department of Agriculture* 60:476-484.
- Glenn et al., 1995. Starch Based Microcellular Foams, *Cereal chem* pp155 -161.
- Kistler S S, 1931. Coherent Expanded Aerogels and Jellies, *Nature* 127:741.
- Nielsen P V R, 2000. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard oil. *International Journal of Food Microbiology* 60:219-229.
- Netramai S, Rubino M, Taklim L, 2012. Gas Based Antimicrobials in active packaging. *Department of Food Science* 459-469.
- Patkar K L, Usha C M, Shetty N S, Paster N, Lacey J, 1993. Effect of spice essential oils on growth and aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus*. *Letters in Applied Microbiology* 17:49-61.
- Soliman K M, Badaeaa R I, 2002. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology* 40:1669- 167°.
- Vermeiren L, Deylieghere F, Van Beest M, de Kruijf, N, Debevere J. 1999. Developments in the active packaging of foods. *Trends Food Science Technology* 10, 77-86.

Application of starch foams containing cinnamon essential oils to prevent mold growth and improve shelf life of packaged bread

S Lotfinia¹, M JavanmardDakheli^{2*} and A MohammadiNafchi³

Received: May 16, 2013

Accepted: April 06, 2014

¹Graduated MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Dameghan, Dameghan, Iran

²Associate Professor, Department of Food Technologies, Iranian Research Organization for Science & Technology, Tehran, Iran

³Assistant Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Dameghan, Dameghan, Iran

*Corresponding author: Email: Javanmard@irost.ir

Abstract

In recent years, considerable attention has been allocated in the area of using natural preservatives such as essential oils in foods. This study was designed to evaluate the use of starch foam containing essential oil to prevent mold growth and improve packaged bread Shelf life. For this purpose, first cinnamon essential oil was extracted with water by distillation method and its minimum inhibitory concentration was determined, then 250 grams samples of bread within polypropylene plastic bags was prepared. Various amounts of cinnamon essential oil (500, 750, 1000 and 1500 ppm) with 1g of starch foam powder inside sterilized filter paper were placed in these packages. The control samples also were parcels containing starch and without adding essential oil. Then control and treated samples were evaluated three times each three days for 15 days form old contamination, and sensory characteristics. The obtained results of multi way and intergroup repeated tests indicated that significant difference ($P < 0/05$) exists between the control groups and various groups containing cinnamon essential oil in terms of microbial content. In the samples containing essential oils, less increase was observed for microbial load content and with increasing concentrations of cinnamon essential oil. It can be concluded that by using starch foam containing cinnamon essential oil in bulky bread packing at normal temperature (25 °C), the corruption process of bread can be postponed of 3 day to 6 days and it can be used as an appropriate natural and antifungal preservative in packaging of bread.

Keywords: Active packaging, Antifungal activity, Bread, Cinnamon bark oil, Starch foam