ارزیابی بسته بندی با پوشش‌های ۳٪ و ۵٪ نانونقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم در رشد قارچی نان های مصرفی

حامد محمدی[a] ، سید امیرعلی انوار[b] ، پیمان قجربیگی[c] ، حامد اهری[d*]، ایرج طوماری[e]

[a] کارشناس ارشد گروه تغذیه و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[b] استادیار دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] استادیار گروه تغذیه و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[d] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[e] کارشناس آزمایشگاه مجتمع آزمایشگاهی رازی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Archive of SID

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۴/۲۴

چکیده

مقدمه: در این پژوهش با توجه به خاصیت ضد میکروبی بسته‌های محتوی نانوذرات نقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم، تاثیر این بسته ها روی فلور قارچی نان‌های مصرفی با بسته‌های پلی اتیلن رایج مورد مقایسه قرار گرفت. این مطالعه تجربی در رابطه با افزایش زمان ماندگاری نان‌های مصرفی به اجرا در آمده است.

مواد و روش ها: ابتدا بصورت تصادفی تعداد ۲۴ نمونه از هر ۶ نوع نان سنگک، بربری، تافتون، جو، باگت و تست تولیدی از ۱۲ نانوایی منطقه ۲ شهر تهران تهیه شد. نمونه‌های نان اخذ شده در پوشش‌های نانویی ۳٪ ، ۵٪ و پلی اتیلن معمولی (شاهد) قرار داده شد و در روزهای ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۸ در دو تکرار بر اساس استاندارد ملی ایران تحت کنترل و آزمایشات میکروبی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر نوع فیلم و مدت نگهداری به عنوان عوامل اصلی بر فلور قارچی نان معنی‌دار بوده است (P= ۰/۰۰۰). به طوریکه با حضور نانوذرات در پوشش بسته‌بندی، فلور قارچی کاهش داشته است و با افزایش مدت روزهای نگهداری تعداد انواع قارچ افزایش یافته است ولی این افزایش در اکثر موارد در نوع نان و نوع قارچ یکسان نبود و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشت (P= ۰/۰۰۰).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده چنین می‌توان گفت که استفاده از پوشش‌های حاوی نانوذرات نقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم برای بسته بندی نان با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و در راستای ارتقای امنیت غذایی نسبت به پوشش‌های پلی اتیلن ارجعیت دارد و استفاده از این نوع پوشش‌ها در صنایع پخت بعد از ارزیابی ایمنی پوشش بسته بندی توصیه می گردد.

واژه‌های کلیدی: *ذخیره سازی، کپک، نانو، نقره، نان*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: dr.h.ahari@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی از جمله نان امری بسیار مهم و قابل توجه است. نان از نظر کیفیت و ارزش غذایی قابل اهمیت است زیرا به تنهایی می‌تواند قسمت اعظم انرژی، پروتئین و سایر مواد مغذی بدن را تامین نماید. نان مانند انواع محصولات دیگر غلات به عنوان ارزان ترین منبع انرژی و پروتئین در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان نقش حیاتی دارد. در سال‌های اخیر کشور ایران با انبوهی از ضایعات نان مواجه هست، به طوری که گاهی تا ۳۰٪ نان، تبدیل به ضایعات می‌شود که از این ۳۰٪، ۷ تا ۸ ٪ آن به علت بسته بندی نامناسب است و با توجه به حجم بسیار بالای مصرف نان در ایران، این رقم بسیار قابل توجه می‌باشد. علل ضایعات بالای نان‌های مصرفی عمدتا به دلیل کیفیت نامناسب، ماندگاری کوتاه و بیاتی می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۵). اگر بتوان با تکیه بر امر تحقیق از ضایعات نان کاست یا حداقل از روند رو به رشد آن جلوگیری نمود، خدمتی موثر صورت گرفته و می‌توان امیدوار بود که با تعدیل ضایعات نان به یکی از اصولی‌ترین مسائل اقتصادی پاسخ داده شود.

کاهش کیفیت و ماندگاری صنایع پخت به طور معمول توسط کپک‌ها و باکتری‌ها صورت می‌گیرد که این تغییرات، بعد از تغییرات ناشی از فرآیند بیاتی آغاز می گردد. این عوامل سبب کاهش قابلیت پذیرش محصولات صنایع پخت توسط مصرف کنندگان می‌شود (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). ضمن اینکه می تواند سلامت عمومی را نیز در معرض خطر قرار دهد، زیرا بعضی از قارچ‌ها سموم خطرناکی ایجاد می‌کنند که باعث مسمومیت‌های خفیف، شدید و حتی کشنده می‌شوند در تحقیق میکائیلی آلودگی بالای نان به انواع قارچ نشان داده شده است و نتایج آن تنها در ۱۰ درصد نمونه ها منفی بود و جنس آسپرژیلوس، پنیسلیوم، موکور و رایزوپوس به ترتیب از مهم‌ترین قارچ‌های رویشی روی نان تشخیص داده شد. لذا کاهش میزان رشد و تنوع قارچی نان می تواند کمک شایانی به کاهش میزان احتمال خطر یا حل این گونه مسائل نماید (میکائیلی، ۱۳۸۲). در حال حاضر روش های متعددی برای افزایش ماندگاری مواد غذایی وجود دارد (کنسرو کردن، انجماد و...) که البته تعداد اندکی از آنها به دلیل شرایط خاص تولید، عرضه و مصرف برای نان قابلیت استفاده دارد.

مرسوم‌ترین مواد بسته‌بندی نان کاغذ، مقوای نازک، مقوای ضخیم، آلومینیوم و مواد پلاستیکی می‌باشد (اثنی عشری و صداقت، ۱۳۹۰). پلیمرهای مختلفی در بسته‌بندی نان استفاده می‌شود که یکی از مهمترین و اصلی‌ترین این لایه‌هایی که در بسته‌بندی محصولات نانوایی به کارگرفته می‌شود پلی اتیلن است بطوریکه در سال ۱۹۷۰ بیش از ۸۰ درصد نان‌ها با پلی اتیلن با دانسیته کم (Low Density Poly Ethylene) بسته‌بندی می‌شد که نفوذپذیری آن نسبت به رطوبت متوسط بوده و یکی از ارزان قیمت ترین پلیمرهای موجود است. ضخامت‌های معمول مورد استفاده در بسته‌بندی نان ۲۵ تا ۴۰ میکرون است (مقدادیان، ۱۳۸۳). یکی از تکنولوژی‌ها جدید که امروزه برای نگهداری مواد غذایی مورد توجه محققین قرار گرفته است و برای محصولات صنایع پخت نیز قابل استفاده است، استفاده از بسته‌بندی‌های ضد میکروب می‌باشد که در ساخت آنها از موادی در مقیاس نانو استفاده می شود و در این بین نانوذرات نقره از موثرترین آنها می‌باشد (de Azeredo, 2013). نگهداری و اژدری به بررسی اثرات سمی نانوذرات پرکاربرد طلا، نقره و اکسیدروی پرداختند. نتایج این تحقیق جهت ارائه راهکارهای موثر برای خنثی کردن اثرات سمی نانومواد در صنایع مختلف قابل کاربرد است. نتایج آنها حاکی از کمترین میزان سمیت مربوط به ذرات نانونقره در بین سایر نانوذرات می باشد این در حالی است که این نانوذرات بیشترین فعالیت ضد میکروبی را از خود نشان داده است (Negahdary and Ajdary, 2014). نانو ذرات نقره نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها دارای مزایایی می باشند که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود: میکروارگانیسم‌ها به نانوذرات نقره مقاومت پیدا نمی کنند زیرا نانو ذرات نقره بر روی قسمت‌های مختلف و آنزیم‌های متعددی مؤثر هستند. نانوذرات نقره بر روی طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها مؤثر هستند. بر خلاف آنتی‌بیوتیک‌ها که پس از واکنش با سلول تغییر شکل یافته و بی اثر می شوند، نانوذرات نقره پس از اثر بر میکروب‌ها آزاد شده و بر میکروارگانیسم های دیگر تأثیر می‌گذارند (حیاتی رودباری و همکاران، ۱۳۹۲).

از فیلم‌های فوق در تحقیقات متعددی برای بسته بندی مواد غذایی استفاده شده است و نتایج آنها افزایش ماندگاری ماده غذایی را نشان داده‌اند. در تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

Emamifar و همکاران (۲۰۱۱) افزایش طول عمر آب پرتقال با استفاده از نانو ذرات نقره و روی، در تحقیق Forughi و همکاران (۲۰۱۱) افزایش عمر ماندگاری فرآورده‌های گوشتی با استفاده از نانوذرات نقره و دی اکسیدتیتانیوم، در تحقیق مردادی و بینش (۱۳۸۹) و پیروموسوی و همکاران (۱۳۹۲) افزایش طول عمر خرما بدون تغییرات نامطلوب با استفاده از نانوذرات نقره و دی اکسیدتیتانیوم و در تحقیق ولی پورمطلق و همکاران (۱۳۸۸) افزایش کیفیت و ماندگاری زرشک با استفاده از ذرات نانونقره در پوشش بسته بندی نشان داده شده است. تحقیقات دیگری اثر نانوذرات مختلف را روی انواع قارچ درون محیط های کشت در شرایط آزمایشگاهی بررسی نموده اند که نتایج آنها نیز حاکی از توقف رشد یا کاهش رشد قارچ بوده است (Naghsh Haghighi *et al*., 2011; *et al*., 2013).

در زمینه افزایش ماندگاری نان پژوهش‌هایی نیز صورت گرفته است. در تحقیق Lainez و همکاران تعداد قارچ‌های نان نگهداری شده در دمای ۱ و ۷ درجه سانتی‌گراد را شمارش کردند نتایج آنها بترتیب از عدم رشد قارچ در طی دوره ۲۸ روز و رشد قارچ از روز نهم در دماهای مزبور را نشان داد (Lainez *et al*., 2008). نتایج Leuschner و همکاران نیز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد حاکی از شروع فعالیت قارچ‌ها از روز پانزدهم بود (Leuschner *et al*., 1999). در تحقیقات نجف آبادی و همکاران نشان داده شد که استفاده از فیلم های نانویی (نانوذرات نقره و رس) درکاهش تعداد کل میکروب ها و کپک‌ها مؤثر است و سبب حفظ تازگی و افزایش طول عمر نان می‌شود (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸; ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

قارچ‌ها از مهمترین عوامل افزایش ضایعات نان در صنایع پخت و عامل ایجاد بیماری‌های خطرناک در انسان می‌باشند. بعضی قارچ‌ها حتی در میزان کم حضورشان در مواد غذایی بسیار خطرناک می‌باشد لذا نوع قارچ علاوه بر میزان رشد آن عامل تعیین کننده و مهمی در افزایش مشکلات فوق می‌باشد، بنابراین توجه به فلور قارچی نان علاوه بر میزان رشد قارچ لازم و ضروری می‌باشد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸). تحقیقات نشان داده است که بسته‌های حاوی نانوذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم سبب کاهش میزان رشد میکروبی شده است که این امر به دلیل مقاومت این بسته‌ها در مقابل نفوذ گازها از جمله اکسیژن و خاصیت قطبیت لحظه‌ای نانوذرات می‌باشد (Forughi *et al*., 2011). با توجه به اثر نانوذرات بر میکروب‌ها و متعاقبا افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و با نظر به افزایش مقاومت میکروارگانیسم‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد نگهدارنده استفاده از این تکنولوژی نوین در مواد غذایی نیز ضروری به نظر می رسد.

با توجه به موارد فوق در این تحقیق کوشیده شد تا در یک دوره نگهداری یک ماه، میزان رشد و چگونگی توزیع انواع قارچ در نان‌های بسته بندی شده با فیلم‌های حاوی نانوذرات نقره ۳ و ۵ درصد پوشش داده شده بر روی دی اکسید تیتانیوم و فیلم‌های پلی اتیلن معمولی بررسی شود و سپس تاثیر این فیلم‌ها در ماندگاری انواع نان با یکدیگر مقایسه و مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین اثر مدت نگهداری، نوع نان و تفاوت نوع قارچ در میزان رشد و توزیع قارچی روی انواع نان بررسی شد. هدف این تحقیق، بکارگیری بسته‌های پلیمری حاوی نانو ذرات نقره بر پایه دی اکسیدتیتانیوم به عنوان روشی نوین، جهت افزایش زمان ماندگاری نان‌های مصرفی رایج بود. در ضمن، تحقیق مشابه خارجی یا داخلی در زمینه اثر فیلم‌های نانویی به کار رفته در این پژوهش بر فلور قارچی در انواع نان انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی دو نوع پوشش بسته‌بندی نانویی توسط اکسترودر در شرایط آزمایشگاه شیمی به صورت غیر شفاف ساخته شد و نتایج با فیلم پلی اتیلن معمولی (فاقد ذرات نانو) مقایسه شد. ابتدا تعداد ۲۴ نمونه از هر ۶ نوع نان سنگک، بربری، تافتون، جو، باگت و تست که رایج ترین نان های مصرفی در ایران می‌باشد، از نانوایی‌های منطقه ۲ شهر تهران به صورت تصادفی تهیه و توسط دستگاه دوخت الکتریکی بسته بندی شد (نیکوزاده، ۱۳۸۶) .

نان‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های نانویی و پلی اتیلن با توجه به تحقیقات گذشته در روزهای ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۸ در دمای۲۵ درجه سانتی گراد آزمایشگاه میکروبی مواد غذایی نگهداری و مورد ارزیابی قرار گرفت(Leuschner *et al*., 1999; Lainez *et al*., 2008). همانگونه که جدول ۱

Archive of SID
www.SID.ir

ساختار فیلم‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد، محدوده استفاده از ذرات نانو نقره از ۳٪ تا ۱۰٪ بود. در تیمارهای نانویی، ذرات نانو نقره در هنگام تولید به روش اکسترودر، به ترکیب فیلم‌ها اضافه شد و از نایلون معمولی LDPE (Low Density Poly Ethylene) نیز به عنوان فیلم شاهد استفاده گردید.

جدول ۱- اصول نام‌گذاری نوع فیلم‌های بکار رفته در پژوهش

شماره	نماد تیمار	ترکیب و درصد
۱	PE	شاهد (فاقد ذرات نانو)
۲	NS3	۳٪ نانونقره
۳	NS5	۵٪ نانونقره

شناسایی قارچ‌ها در مرحله اول از روش رنگ‌آمیزی و میکروسکوپی صورت گرفت و در مرحله دوم از آزمون استاندارد (۱۰۵۵۱) واکنش زنجیره پلی‌مراز چندگانه‌ای (Multiplex PCR) استفاده گردید (بی‌نام، ۱۳۸۶). برای این منظور ابتدا از روش استاندارد اسلاید کالچر استفاده شد (بی‌نام، ۱۳۸۷)، با استفاده از پیپت سترون مقدار یک دهم میلی‌لیتر از سوسپانسیون‌های تهیه شده به پلیت‌های حاوی محیط‌کشت دیکلران- رزبنگال کلرامفنیکل آگار (DRBC) انتقال داده شد، پلیت‌های کشت داده شده به مدت ۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. در نهایت کلنی‌های قارچی ایجاد شده روی محیط مذکور جهت مشاهده ساختمان میکروسکوپی قارچ به روش ذیل مورد بررسی قرار گرفت؛ توسط سوزن سر کج پلاتینی قسمت کوچکی از پرگنه قارچ برداشته شد و روی لام حاوی یک قطره محلول لاکتوفنول کاتن بلو قرار گرفت و با لامل سطح آن پوشانده شد سپس قارچ در زیر میکروسکوپ با عدسی با بزرگنمایی ۴۰X مورد بررسی قرار گرفت. در همین حال از آزمون مولتی پلکس PCR جهت شناسایی قارچ نیز جهت اطمینان بیشتر استفاده گردید. پلیت‌ها و پیپت‌ها پیش از انجام کشت میکروبی در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت سترون شدند. برای سترون سازی محیط های کشت از اتوکلاو (دمای ۱۲۱°C به مدت ۲۰ دقیقه) استفاده شد. در این پژوهش بار کل میکروبی و قارچی ملاک اثر نیست بلکه میانگین تعداد نوع قارچ های رشد یافته (فلور قارچی) به عنوان ملاک اثر ذرات نانونقره، مد نظر قرار گرفته است.

داده‌ها با استفاده از آزمون‌های Chi-square و One-Way ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از آزمون تعقیبی Tukey (Post Hoc) برای مقایسه‌های دوتایی استفاده شد.

یافته‌ها

- تاثیر نوع فیلم روی فلور قارچی نان

با توجه به جدول ۲ و نمودار ۱، رشد انواع قارچ در بسته‌های نانویی نسبت به پلی اتیلن در طول دوره ذخیره‌سازی افزایش کمتری داشته است به طوریکه اختلاف معنی‌داری در میزان رشد انواع قارچ در کلیه روزهای نگهداری به جزء روز اول (P= ۰/۹۳۶) در نان‌های بسته بندی شده با بسته‌های نانویی با پلی اتیلن وجود دارد (P=۰/۰۰۰) ولی این اختلاف در پوشش‌های نانوکامپوزیت ۳ درصد و ۵ درصد معنی دار نیست (P=۰/۳۷۱).

- تاثیر مدت نگهداری بر فلور قارچی نان

همانگونه که نمودار۲ و جدول ۳ نشان می دهد اختلاف معنی داری بین روزهای نگهداری در ارتباط با میزان رشد انواع قارچ وجود دارد (P= ۰/۰۰۰) که با توجه به جدول ۴ اختلاف بین میزان رشد انواع قارچ در کلیه روز های تعیین شده معنی‌دار می‌باشد (P= ۰/۰۰۰) و تنها در بین روزهای چهاردهم و بیست و هشتم این اختلاف معنی دار نیست (P= ۰/۷۱۸).

- تاثیر نوع نان بر فلور قارچی

با توجه به نمودار ۳ و جدول ۵، بطور کل نوع نان در تعیین فلور قارچی نان موثر است (P= ۰/۰۰۰)، البته همانطور که جدول ۶ نشان می دهد این اختلاف بین نان تست با تافتون (P= ۰/۹۸۳)، نان باگت با جو (P= ۰/۳۴۶) و سنگک با بربری (P= ۰/۳۷۰) معنی دار نیست

طبق جدول ۷ اثر نوع نان در انتخاب فلور قارچی برای همه گونه‌های قارچی رشد یافته معنی‌دار شده است (P= ۰/۰۰۰). با توجه به جدول ۸ در سطح ۰/۹۵، این اثر روی کپک آسپرژیلوس بین نان‌های سنگک با باگت و بربری، تافتون با تست معنی‌دار نشده است. کپک کلادوسپوریوم بیشتر روی نان باگت رشد یافته است و اختلاف آن با سایر نان‌ها معنی‌دار نیز می باشد. رشد کپک

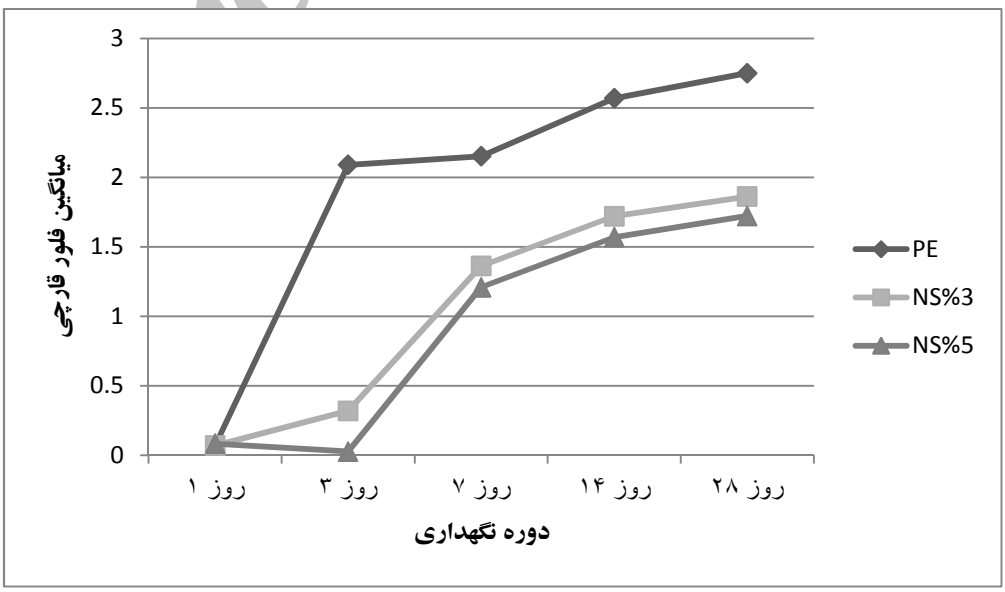
Archive of SID

www.SID.ir

پنیسلیوم بین نان‌های تافتون با تست و تست با باگت و جو با سنگگ تقریبا یکسان است. اختلاف رشد کپک رایزوپوس نیز روی نان‌های جو، تست و تافتون معنی‌دار نیست و کپک کلادوفیالوفورا تقریبا تنها روی نان جو مشاهده شد و رشد آن اختلاف معنی‌داری با سایر نان‌ها دارد. کپک آلترناریا در نان‌های تافتون و تست مشاهده نگردید و اختلاف میزان رشد مخمر کاندیدا تنها در نان‌های سنگگ و بربری حائز اهمیت می باشد که میزان رشد در هر دو تقریبا یکسان است. میزان رشد کپک کرایزوسپوریوم رامی توان در دو گروه با رشد تقریبا یکسان تقسیم نمود: گروه اول سنگگ، بربری و جو و گروه دوم تست، تافتون و باگت. کپک فوزاریوم مانند کلادوفیالوفورا تنها در یک نوع نان بربری مشاهده گردید که اختلاف رشد آن نیز با سایر نان‌ها معنی‌دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین رشد انواع قارچ در طول دوره نگهداری بر حسب پوشش بسته بندی

زمان (روز)	نوع پوشش	میانگین	انحراف معیار	آزمونANOVA
۱	PE	۰/۰۶۹۴	۰/۲۵۵۹۹	df=۲۱۳,۲
	NS3	۰/۰۶۹۴	۰/۲۵۵۹۹	F=۰/۸۳۲
	NS5	۰/۰۸۳۳	۰/۲۷۸۳۲	P-Value=۰/۹۳۶
۳	PE	۲/۰۹۷۲	۱/۷۰۴۶۷	df=۲۱۳,۲
	NS3	۰/۳۱۹۴	۰/۹۳۱۸۵	F=۷۱/۲۸۹
	NS5	۰/۰۲۷۸	۰/۱۶۵۴۹	P-Value=۰/۰۰۰
۷	PE	۲/۰۹۷۲	۱/۷۱۲۹۱	df=۲۱۳,۲
	NS3	۱/۳۶۱۱	۱/۴۹۴۶۴	F=۷/۰۵۸
	NS5	۱/۲۰۸۳	۱/۳۲۰۸۸	P-Value=۰/۰۰۱
۱۴	PE	۲/۵۶۹۴	۱/۲۷۶۲۹	df=۲۱۳,۲
	NS3	۱/۷۲۲۲	۱/۳۵۵۴۵	F=۱۲/۱۰۱
	NS5	۱/۵۶۹۴	۱/۳۰۸۹۸	P-Value=۰/۰۰۰
۲۸	PE	۲/۷۵۰۰	۱/۲۰۷۳۷	df=۲۱۳,۲
	NS3	۱/۸۶۱۱	۱/۴۵۶۴۶	F=۱۲/۵۹۷
	NS5	۱/۷۲۲۲	۱/۳۲۳۹۱	P-Value=۰/۰۰۰
کل	PE	۱/۹۱۶۷	۱/۶۴۳۳۴	df=۱۰۷۷,۲
	NS3	۱/۰۶۶۷	۱/۳۹۶۷۷	F=۵۰/۰۲۴
	NS5	۰/۹۲۲۲	۱/۲۵۷۶۵	P-Value=۰/۰۰۰



نمودار ۱- مقایسه میزان رشد انواع قارچ در پوشش‌های مختلف در کل دوره نگهداری و به تفکیک روز

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مقایسه میانگین رشد انواع قارچ در طول دوره نگهداری

زمان (روز)	میانگین	انحراف معیار	آزمونANOVA
۱	۰/۰۷۴۱	۰/۲۶۲۵۰	df=۱۰۷۵, ۴
۳	۰/۸۱۴۸	۱/۴۴۷۶۸	F=۹۲/۰۵۹
۷	۱/۵۵۵۶	۱/۵۶۰۱۶	P-Value=۰/۰۰۰
۱۴	۱/۹۵۳۷	۱/۳۸۰۱۵	
۲۸	۲/۱۱۱۱	۱/۴۰۳۲۱	

جدول ٤- نتایج آزمون‌های تعقیبی (Post Hoc):

زمان	فاصله زمانی			
کل دوره نگهداری	روز ۱	روز ۳	روز ۷	روز۱۴
				روز ۲۸

نمودار ۲- مقایسه کلی میانگین فلور قارچی در مدت نگهداری

جدول ۵- مقایسه میانگین فلور قارچی در انواع نان

نوع نان	میانگین	انحراف معیار	آزمونANOVA
سنگک	۲/۰۲۷۸	۱/۹۸۱۵۶	
بربری	۲/۲۹۴۴	۱/۶۶۶۹۶	df=۱۰۷۴, ۵
تافتون	۰/۳۵۰۰	۰/۶۹۶۹۶	F=۷۷/۱۱۳
باگت	۱/۵۷۷۸	۱/۰۹۳۱۸	P-Value= ۰/۰۰۰
تست	۰/۲۵۵۶	۰/۵۷۰۴۳	
جو	۱/۳۰۵۶	۱/۱۵۸۳۹	

جدول ٦- نتایج آزمون های تعقیبی(Post Hoc)

زمان	نوع نان	
کل دوره نگهداری	تست	جو	سنگک
	تافتون	باگت	بربری

www.SID.ir

جدول ۷- مقایسه میانگین رشد هر یک از انواع قارچ رشد یافته در انواع نان

نوع قارچ	نوع نان	میانگین	انحراف معیار	آزمون ANOVA
آسپرژیلوس	سنگک	۰/۶۰۰۰	۰/۴۹۱۲۶	df=۱۰۷۴, ۵
	بربری	۰/۶۹۴۴	۰/۴۶۱۹۳	F=۵۴/۶۶۲
	تافتون	۰/۱۶۶۷	۰/۳۷۳۷۲	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۵۵۰۰	۰/۴۹۸۸۸	
	تست	۰/۰۹۴۴	۰/۲۹۳۲۶	
	جو	۰/۳۸۸۹	۰/۴۸۸۸۶	
کلادوسپوریوم	سنگک	۰/۰۳	۰/۱۶۵	df=۱۰۷۴, ۵
	بربری	۰/۰۱	۰/۱۰۵	F=۲۲/۹۱۱
	تافتون	۰/۰۱	۰/۰۷۵	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۱۹	۰/۳۹۷	
	تست	۰	۰	
	جو	۰/۰۶	۰/۲۴۰	
پنیسلیوم	سنگک	۰/۴۴	۰/۴۹۸	df=۱۰۷۴, ۵
	بربری	۰/۵۶	۰/۴۹۸	F=۳۱/۶۱۷
	تافتون	۰/۰۹	۰/۲۸۵	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۲۷	۰/۴۴۳	
	تست	۰/۱۴	۰/۳۴۷	
	جو	۰/۴۰	۰/۴۹۱	
رایزوپوس	سنگک	۰/۲۵	۰/۴۳۴	df=۱۰۷۴, ۵
	بربری	۰/۴۷	۰/۵۰۱	F=۵۸/۲۰۸
	تافتون	۰/۰۸	۰/۲۷۷	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۴۵	۰/۴۹۹	
	تست	۰/۰۲	۰/۱۲۸	
	جو	۰/۰۲	۰/۱۴۸	
کلادوفیالوفورا	سنگک	۰/۰۱	۰/۰۷۵	df=۱۰۵۴, ۵
	بربری	۰/۰۱	۰/۰۷۵	F=۱۵/۷۶۹
	تافتون	۰/۰۱	۰/۰۷۵	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰	۰	
	تست	۰	۰	
	جو	۰/۱۰	۰/۳۰۱	
آلترناریا	سنگک	۰/۴۳	۰/۴۹۷	df=۱۰۵۴, ۵
	بربری	۰/۲۲	۰/۴۱۳	F=۴۲/۴۱۹
	تافتون	۰	۰	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۱۱	۰/۳۱۵	
	تست	۰	۰	
	جو	۰/۲۰	۰/۴۰۱	
کاندیدا	سنگک	۰/۱۳	۰/۳۴۱	df=۱۰۵۴, ۵
	بربری	۰/۱۰	۰/۳۰۱	F=۱۸/۶۲۰
	تافتون	۰	۰	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰/۰۱	۰/۰۷۵	
	تست	۰	۰	
	جو	۰	۰	
کرایزوسپوریوم	سنگک	۰/۱۳	۰/۳۴۱	df=۱۰۵۴, ۵
	بربری	۰/۱۱	۰/۳۰۸	F=۱۴۸۸۶/۰۷۸
	تافتون	۰	۰	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰	۰	
	تست	۰/۰۱	۰/۰۷۵	
	جو	۰/۱۳	۰/۳۴۱	
فوزاریوم	سنگک	۰	۰	df=۱۰۷۴, ۵
	بربری	۰/۳۴۱	۰/۳۴۱	F=۲۷/۵۳۸
	تافتون	۰	۰	P-Value=۰/۰۰۰
	باگت	۰	۰	
	تست	۰	۰	
	جو	۰	۰	

Archive of SID
www.SID.ir

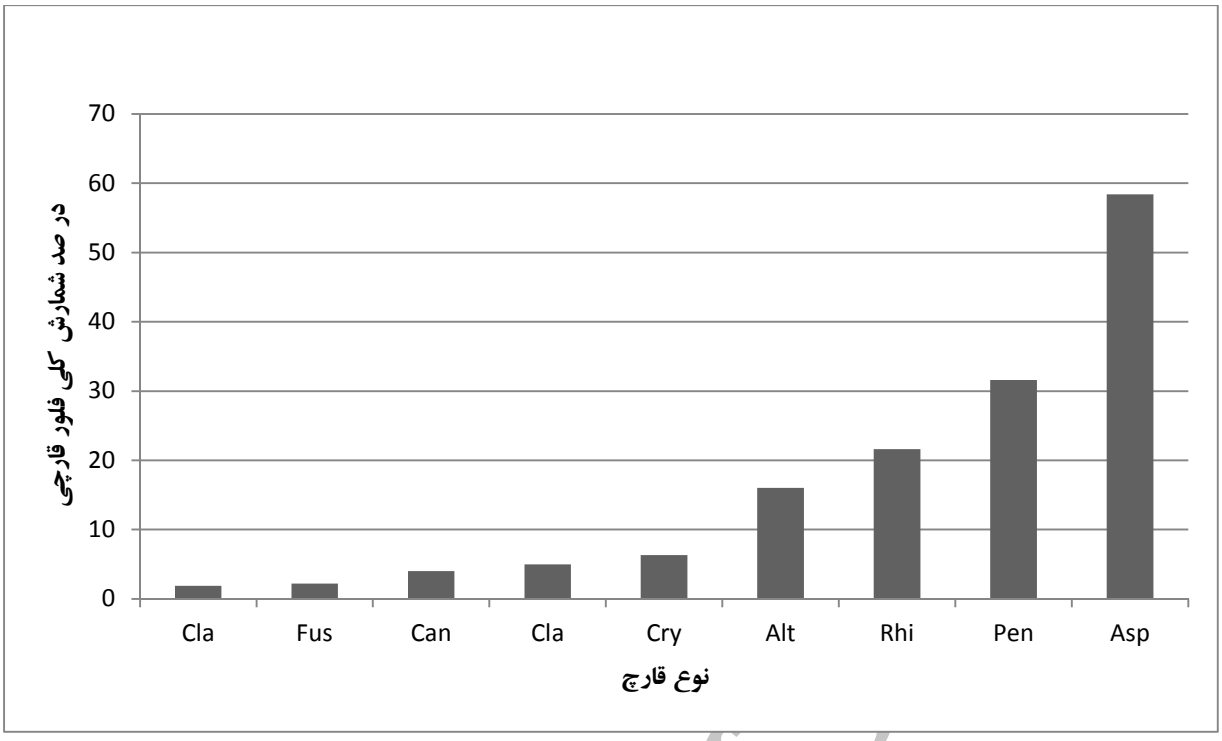
نمودار ۳- مقایسه تاثیر نوع نان بر میانگین فلور قارچی

جدول ۸- نتایج آزمون های تعقیبی(Post Hoc)

نوع قارچ	نوع نان			
آسپرژیلوس	تست تافتون	جو	باگت سنگک	سنگک بربری
کلادوسپوریوم	تست تافتون سنگک بربری	تافتون سنگک بربری جو	باگت	
پنیسلیوم	تافتون تست	تست باگت	جو سنگگ	سنگگ بربری
رایزوپوس	جو تست تافتون	سنگک	باگت بربری	
کلادوفیالوفورا	تست بربری تافتون باگت سنگک	جو		
آلترناریا	تافتون تست	باگت جو	جو بربری	سنگک
کاندیدا	تست جو تافتون باگت	بربری سنگک		
کرایزوسپوریوم	تافتون باگت تست	بربری سنگک جو		
فوزاریوم	سنگک تافتون باگت تست جو	بربری		

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ٤- میزان رشد انواع قارچ در کل دوره نگهداری

- تاثیر نوع قارچ بر میزان رشد

با توجه به نمودار ۴ میزان رشد کپک پنیسلیوم۳۱/۶ درصد، رایزوپوس ۲۱/۶ درصد، آلترناریا ۱۶ درصد، کرایزوسپوریوم ۶/۳ درصد، کلادوسپوریوم ۵ درصد، کاندیدا ۴ درصد و فوزاریوم ۲/۲ درصد می باشد و کپک های آسپرژیلوس با ۵۸/۴ درصد و کلادو فیالوفورا با ۱/۹ درصد با رشد در روی انواع نان ها به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند.

بحث

اثر عوامل مختلف (نوع فیلم و مدت نگهداری) بر میزان رشد انواع قارچ نان بسته بندی شده به این ترتیب است:

همانطور که انتظار می‌رفت تاثیر ذرات نانو نقره به خوبی قابل مشاهده است. و بیشترین شمارش کلی فلور قارچی مربوط به پوشش پلی اتیلن است و با افزایش درصد نانو نقره تا ۵ درصد شمارش انواع قارچ کاهش یافته است. و همانطور که پیروموسوی و همکاران و Forughi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند بسته بندی‌های حاوی نانوذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم به ترتیب باعث افزایش زمان ماندگاری رطب مضافتی و فرآورده‌های گوشتی می‌گردد، یافته‌های این پژوهش نیز حاکی از اثر مثبت این نوع نانوکامپوزیت‌ها در افزایش زمان ماندگاری نان می باشد و با توجه به اینکه بین فیلم ۳ درصد و ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نیست می‌توان به جهت هزینه ساخت کمتر از نمونه‌ای با درصد پایین تر استفاده نمود (Forughi *et al*., 2011). Emamifar و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند میزان زمان ماندگاری آب پرتقال در بسته‌های حاوی نانوذرات نقره و اکسید روی به ۲۸ روز افزایش می‌یابد (Emamifar *et al*., 2011). در این تحقیق نیز نشان داده شد با بسته‌بندی نانوی ۳ درصد و ۵ درصد می توان میزان رشد فلور قارچی نان را حداقل تا روز سوم مانند روز اول ثابت نگه داشت این نشان می‌دهد که کیفیت نان از جهت میزان رشد انواع قارچ تقریبا در روز سوم برای دو پوشش نانویی ۳ درصد و ۵ درصد همانند روز اول است ولی در روزهای بعدی (۷ ،۱۴و۲۸) تنها میزان رشد فلور قارچی را کا هش می‌دهد، این مطلب نیز بیانگر این است که نان‌ها نمی‌توانند کیفیت روز اول را داشته باشند.

نوع نان نیز در تعیین فلور قارچی موثر واقع شد و نشان داده شد که که بعضی نان‌ها شرایط تقریبا یکسان و بعضی شرایط کاملا متفاوتی را جهت رشد انواع قارچ دارا می‌باشند و بعضی از قارچها نیز نشان دادند که با کوچک‌ترین تغییرات محیطی تفاوت چشمگیری در میزان رشد آنها

Archive of SID

www.SID.ir

ایجاد می‌گردد. درکل از این مطالب می‌توان نتیجه گرفت که هنگام انتخاب فیلم مناسب باید به نوع نان نیز توجه ویژه‌ای شود که نیاز به بررسی بیشتر در این زمینه جهت تعیین پوشش بسته بندی مناسب می باشد.

ضمنا سرعت رشد انواع قارچ از روز اول تا چهاردهم بیشتر می‌باشد و از آن به بعد کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند به دلیل فراهم بودن شرایط زیستی مناسب یا عدم تراکم میزان قارچ در ابتدای دوره نگهداری باشد.

نتایج این پژوهش همانند تحقیق نجف آبادی و همکاران مؤید اثر مثبت ذرات نانو نقره روی قارچ‌های رویشی نان می‌باشد اما این پژهش نشان داد میزان این اثر روی انواع قارچ و انواع نان متفاوت است (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸).

همانطور که میکائیلی گزارش کرده است، قارچ‌های آسپرژیلوس و پنیسلیوم از مهم‌ترین گونه‌های قارچی رویشی در نان می‌باشند در اینجا نیز مشاهده شد که این دو گونه درصد بالاتری را نسبت به سایر گونه‌های قارچی به خود اختصاص داده‌اند که مطالب فوق می‌تواند تائید کننده قارچ‌های آسپرژیلوس، پنیسلیوم و به عنوان مهمترین قارچ‌های صنایع غذایی به خصوص نان باشد (میکائیلی، ۱۳۸۲).

در مجموع، در سایر تحقیقاتی که در این زمینه در مورد نان و سایر مواد غذایی انجام شده است و به آنها اشاره شد، تنها اثر مثبت ذرات نانونقره و سایر نانوذرات به کار رفته در پوشش بسته‌بندی در کاهش بار کلی میکروبی و قارچی مواد غذایی نشان داده شده است ولی اثر این نانوذرات روی فلور قارچی و میکروبی مشخص نگردیده همچنین در معدود تحقیقات انجام شده در زمینه نان تنها از نوع پوشش استفاده شده در این پژوهش به عنوان شاهد استفاده گردیده است لذا با توجه به اهمیت نوع قارچ و نوع باکتری و نوع پوشش بسته‌بندی در صنایع مواد غذایی، بررسی‌های بیشتری برای هر یک از مواد غذایی جهت تعیین اثر ذرات نانونقره و سایر نانوذرات روی فلور قارچی و میکروبی در پوشش‌های مختلف رایج را می‌طلبد تا بتوان برنامه‌ریزی‌های بعدی و تکمیلی را برای افزایش کارایی این تکنولوژی جدید جهت افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی انجام داد و آن را کامل تر از پیش نمود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق بعد از بسته‌بندی انواع نان با دو درصد متفاوت از نانو ذرات نقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم و ذخیره سازی در دمای محیط به مدت ۲۸ روز مشخص شد فیلم‌های نانویی به دلیل کاهش میزان فلور قارچی نان نسبت به پوسشش‌های پلی اتیلن معمولی مناسب تر هستند، در این بین فیلم‌های نانویی ۵ درصد به جهت اثر گذاری بیشتر و فیلم‌های نانویی ۳ درصد به جهت میزان هزینه ساخت کمتر و میزان اثرگذاری مناسب، بهتر شناخته شدند. در نهایت با توجه به کلیه نتایج حاصل از این پژوهش استفاده از پوشش‌های بسته‌بندی حاوی ذرات نانونقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم برای بسته‌بندی انواع نان بعد از ارزیابی ایمنی پوشش بسته‌بندی به لحاظ عدم مهاجرت نانوذرات به ماده غذایی مورد توصیه است.

سپاسگزاری

نویسندگان این تحقیق از همکاری مجتمع آزمایشگاهی رازی و پلی‌کلینیک تخصصی دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات کمال سپاس و امتنان را دارند.

منابع

اثنی عشری، م. و صداقت، ن. (۱۳۹۰). کاهش ضایعات با تکنیک های جدید بسته بندی نان و محصولات صنایع پخت. همایش صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

بی نام. (۱۳۸۶). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام–ردیابی عوامل بیماری‌زای منتقل شده از غذا به روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۵۵۱، چاپ اول.

بی نام. (۱۳۸۷). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام–روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۸۹۹، چاپ اول.

پیروموسوی، ف.، حیدری نسب، ا.، هاشمی پور رفسنجانی، ح. و رجبعلی پور چشمه گز، ع. (۱۳۹۲). بررسی اثر فیلم‌های حاوی نانو ذرات نقره بر زمان ماندگاری رطب

Archive of SID

www.SID.ir

مضافتی. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال دهم، شماره ۴، صفحات ۷۲-۶۵.

حیاتی رودباری، ن.، امیری نیا، س.، پریور، ک. و سیدعلیان، ر. (۱۳۹۲). جایگزینی آنتی بیوتیک با نانو ذرات نقره در رقیق کننده‌های اسپرم گاو. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی. سال سوم، شماره ۱۰، صفحات ۶۵-۵۹.

ستاری نجف آبادی، م.، مینایی، س.، شریفی نسب، ه.، افشاری ح. و ستاری نجف آبادی، ف. (۱۳۹۰). تاثیر بسته‌بندی با فیلم های نانویی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی و میکروبی نان. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۴۲، صفحات ۱۴۹-۱۴۱.

ستاری نجف آبادی، م.، مینایی، س.، عزیزی، م،ح. و افشاری ح. (۱۳۸۸). تاثیر بسته بندی با فیلم های نانویی بر ویژگی های ارگانولپتیکی و میکروبی نان. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال چهارم، شماره ۴، صفحات ۷۴-۶۵.

کریمی، م. (۱۳۸۵). بررسی اثر سطوح مختلف سدیم استئاروئیل لاکتیلات بر خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان تافتون. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم وصنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی.

مرادی، ا. و بینش، م. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر استفاده از نانو ذرات نقره و دی اکسیدتیتانیوم در بسته بندی پلی اتیلنی مورد استفاده در نگهداری خرمای مضافتی بر روی تغییرات میکروبی آن طی ۶ ماه. مجله زیست فناوری میکروبی دانشگاه آزاد اسلامی، سال دوم، شماره ۴، صفحات ۵۲-۴۵.

مرتضوی، ع.، کاشانی نژاد، م، و ضیاءالحق، ح. (۱۳۸۸). میکروبیولوژی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۶۰-۳۰.

مقدادیان، ن.، شاهدی، م. و کبیر، غ. (۱۳۸۳). بررسی روش‌های بسته‌بندی نان تافتون. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۱۵۷-۱۶۹.

میکائیلی، ع. (۱۳۸۲). بررسی گونه‌های قارچی آفلاتوکسینوژن آرد و نان خشک شهر کرمانشاه. نهمین کنگره سراسری تغذیه ایران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز.

نیکوزاده، ح. (۱۳۸۶). تاثیر افزودن سبوس جودوسر و پوسته اسفرزه بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت و ماندگاری نان سنگک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم وصنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی.

ولی پور مطلق، ن.، حامد موسویان، م،ت، و مرتضوی، ع. (۱۳۸۸). تاثیر بسته‌های محتوی نانو ذرا نقره بر مشخصه‌های میکروبی و ظاهری زرشک در مقایسه با بسته‌های پلی اتیلن معمولی. مجله پژوهش های صنایع غذایی ایران، جلد ۵، شماره ۲، صفحات ۸۷-۷۵.

De Azeredo, H. M. C. (2013). Antimicrobial nanostructures in food packaging. *Trends in Food Science & Technology,* 30**,** 56-69.

Emamifar, A., Kadivar, M., Shahed, M. & Solimalianzadeh, S. (2011). Effects of nanocomposite packaging containing silver and zinc oxide on the shelf-life of fresh orange juice. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology,* 6**,** 57-67.

Forughi, S., Dabbaghmoghaddam, A., Ahari, H., Akbarein, H., Anvar, A. A., Aghazadeh meshki, M. & Ghanbari Sagharlou, N. (2011). A Survey on the Shelf life Extension of Foods with Nanofilms. *Army University of Medical Sciences,* 9**,** 81-86.

Haghighi, F., Rodbar Mohammadi, S., Mohammadi, P. & Eskandari, M. (2011). The Evaluation of Antifungal Activity of Titanium Dioxide Nanoparticles and Ethylene Diamine Tetra Acetic Asid on Growth Inhibition of Standard Strain of Candida albicans. *Armaghane Danesh,* 15.

Lainez, E., Vergara, F. & Bárecenas, M. E. (2008). Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage. *Journal of Food Engineering,* 89**,** 414-418.

Leuschner, R., O'callaghan, M. & Arendt, E. (1999). Moisture distribution and microbial quality of part baked breads as related to storage and rebaking conditions. *Journal of food science,* 64, 543-546.

Naghsh, N., Doudi, M., Soleimani, S. & Torkan, S. (2013). The synergic effect of

Archive of SID

www.SID.ir

alcholic eucalyptus and nanosilver on colony count of Aspergilus. *Gorgan University of Medical Sciences,* 14.

Negahdari, M. & Ajdari, M. (2014). The Toxicity of Gold, Silver, and Zinc Oxide Nanoparticles on LDH Enzyme in Male Mice. *Annual Review & Research in Biology,* 4. 1346-1352.

Archive of SID

www.SID.ir