بیست و سومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران
با محوریت صنعت غذا و پژوهش‌های کاربردی
۲۰ و ۲۱ آبان ماه ۹۴

بررسی تاثیر ترکیبات کاهنده واتراکتیویته در افزایش ماندگاری کیک

بابک غیاثی طرزی[۱]، پرستو دامن افشان*[۲]

۱- دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی، مدیر تحقیقات و توسعه شرکت آذرنوش شکوفه تهران، ایران.
۲- کارشناس ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، کارشناس ارشد واحد تحقیقات و توسعه شرکت آذرنوش شکوفه، تهران، ایران.

Email: parastodamanafshan@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش بررسی تاثیر مواد کاهش دهنده فعالیت آبی بر خصوصیات کیفی خمیر و کیک روغنی مورد مطالعه قرار گرفت. جهت انجام این پژوهش گلیسیرین، پروپیلن گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات سدیم در ۵ سطح (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵٪) بر مبنای وزن خمیر مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج بدست آمده بیانگر آن بود که، کیک‌های تهیه شده با پروپیلن‌گلایکول از حجم‌مخصوص خمیر بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند ($P<۰/۰۵$). اندازه‌گیری ارتفاع نمونه‌های کیک نیز نشان از کاهش ارتفاع در نمونه‌های تیمار شده با پروپیلن گلایکول و دی‌استات سدیم داشت. با این حال گلیسیرین و لاکتات سدیم اختلاف معنی‌داری را در میزان حجم مخصوص خمیر و ارتفاع کیک ایجاد نکردند. نتایج بدست آمده از آزمون رطوبت بیانگر آن بود که تیمارهای حاوی گلیسیرین و لاکتات سدیم به ترتیب از کمترین میزان رطوبت برخوردار بودند که نقش گلیسیرین در کاهش رطوبت بیشتر بوده و بیشترین میزان رطوبت به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی پروپیلن گلایکول و دی استات بود. نتایج اندازه‌گیری فعالیت آبی نمونه‌های کیک حاکی از آن بود که، تمامی مواد به کار رفته در این پژوهش در کاهش aw نقش داشتند که تاثیر گلیسرین و پروپیلن گلایکول در کاهش فعالیت آبی بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). نتایج ماندگاری نمونه‌های کیک حاکی از آن بود که، کیک‌های حاوی گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات در مقایسه با نمونه شاهد زمان ماندگاری بالاتری داشتند. بنابراین استفاده از ترکیبات کاهش دهنده فعالیت آبی در افزایش کیفیت و افزایش زمان ماندگاری کیک توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: گلیسیرین، پروپیلن گلایکول، لاکتات سدیم، دی استات سدیم و کیک

۱-۱- مقدمه

امروزه مشکل اصلی در صنعت تولید محصولات غذایی، فساد میکروبی می‌باشد که دوره ماندگاری این محصولات را کاهش می‌دهد. فساد میکروبی اغلب در اثر رشد کپک، مخمر و در برخی موارد توسط باکتری‌ها به وجود می‌آید. با این حال رشد کپک مشکل اصلی تولید کنندگان محسوب می‌شود. یکی از عوامل موثر در کپک زدگی محصولات غذایی، رطوبت موجود در ساختار طبیعی محصولات غذایی می‌باشد. رطوبت به منزله یک حلال یا یک عامل واسطه‌ای سبب تسهیل انجام بسیاری از واکنش‌های مخرب و هم چنین رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها در ماده غذایی می‌گردد. اما آنچه که در این رابطه مهم می‌باشد، آب آزاد موجود در سیستم‌های غذایی است که تحت عنوان فعالیت آبی شناخته شده است. فعالیت آبی (aw) میزان آب آزاد موجود در سیستم‌های غذایی می‌باشد که به راحتی در دسترس میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته و زمینه را برای فساد مواد غذایی محیا می‌کند. اگر فعالیت آبی از حدی پایین‌تر باشد، میکروارگانیسم‌ها دیگر قادر به رشد و تکثیر نخواهند بود. بنابراین بهترین و موثرترین روش جهت جلوگیری از فساد میکروبی و کپک زدگی، کاهش فعالیت آبی است (Guynot et al, 2003). کاهش فعالیت آبی علاوه بر جلوگیری از فساد میکروبی و کپک زدگی، از بسیاری واکنش‌های زیان آور نیز جلوگیری می‌نماید. هم اکنون در دنیا مطالعات بسیار زیادی در زمینه کاهش aw محصولات غذایی صورت پذیرفته است، که با استفاده از روش‌های علمی و فنی، توانسته‌اند واتراکتیوته محصولات را به کمتر از حد بحران کاهش دهند. با کاهش فعالیت آبی، رشد میکروبی نیز متوقف و یا به تاخیر افتاده و در نتیجه مدت زمان ماندگاری محصولات افزایش می‌یابد. یکی از این روش‌ها، استفاده از ترکیبات جذب کننده رطوبت می‌باشد. مواد جذب کننده رطوبت و یا ترکیبات جاذب‌الرطوبه موادی هستند که به دلیل وجود گروه‌های مختلف در ساختار شیمیایی خود قادر به جذب آب آزاد محیط هستند که بدین ترتیب سبب کاهش فعالیت آبی خواهند شد. از مهم‌ترین مواد کاهنده فعالیت آبی می‌توان به نمک، شکر، پلی‌ال‌ها (سوربیتول، گلیسیرین، پروپیلن گلایکول) و موارد دیگر اشاره کرد. در سال ۲۰۰۰، Cauvain و همکارش تاثیر استفاده از نمک بر افزایش زمان ماندگاری کیک را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از افزایش زمان ماندگاری کیک به ۱۲ روز در نتیجه استفاده از ۲٪ نمک در فرمولاسیون محصول بوده است. در سال ۲۰۱۳ کریمی و همکاران تاثیر مواد جاذب‌الرطوبه مختلف از قبیل سوربیتول، گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول و پلی‌سوربات ۶۰ را بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و خصوصیات کیفی نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد، پلی‌سوربات و پروپیلن‌گلایکول بیشترین اثر را بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر از جمله جذب آب و کشش پذیری خمیر داشتند. مطالعات بافت سنجی حاکی از کاهش سفتی بافت نان‌های حاوی پلی‌سوربات و پروپیلن‌گلایکول در مقایسه با سایر تیمارها بود.

بر این اساس از آنجاییکه از زمان‌های بسیار دور، انسان‌ها برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی از روش‌های مختلفی جهت کاهش بار میکروبی و جلوگیری از کپک زدگی استفاده کرده‌اند و امروزه استفاده از مواد سنتتیک شیمیایی جهت نائل آمدن به این هدف، امری مرسوم گشته، اما استفاده از مواد نگهدارنده شیمیایی جهت افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی در برخی موارد به صورت بی رویه می‌باشد و با توجه به اینکه اثرات سوء برخی از مواد نگهدارنده شیمیایی بر سلامت مصرف کنندگان خصوصاً سرطان‌زایی برخی از این مواد، کاملاً مشخص شده (Chen & Hoover, 2003)، بنابراین جایگزین کردن مواد نگهدارنده شیمیایی با مواد نگهدارنده طبیعی و یا استفاده از موادی همچون مواد جاذب الرطوبه امری لازم و ضروری می‌باشد. از این رو بررسی تاثیر مواد کاهش دهنده فعالیت آبی در جلوگیری از کپک زدگی کیک، در این مقاله مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

در این پژوهش از آرد نول، شکر، روغن مایع و تخم مرغ جهت تولید کیک‌های روغنی استفاده شد. همچنین بیکینگ پودر و کیک ژل مورد استفاده در این پژوهش از شرکت آذرنوش شکوفه تهیه شد. گلیسیرین با نام تجاری Musim Mas ساخت کشور اندونزی، پروپیلن‌گلایکول با نام تجاری SKC Network Co ساخت کشور کره، لاکتات سدیم و دی استات جهت تولید تیمارها مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- روش تولید کیک

فرمولاسیون کیک روغنی در جدول ۱ نشان داده شده است. خمیر کیک با استفاده از روش یک مرحله‌ای[1] تهیه شد (Pierce and walker, 1987). عملیات همزدن به مدت ۶ دقیقه با سرعت بالای همزن انجام پذیرفت. مقدار ۳۰۰ گرم از خمیر آماده شده با روش مذکور بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب ریخته شد و به مدت ۴۵ دقیقه در فر با دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد عملیات پخت انجام پذیرفت. نمونه‌ها پس از پخت به مدت سه ساعت در دمای محیط خنک شدند. سپس نمونه‌ها در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درز بندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شدند. لازم به ذکر است جهت تهیه تیمارهای مورد آزمون، گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول، لاکتات سدیم در ۵ سطح (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵٪) برمبنای وزن خمیر مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- فرمولاسیون کیک روغنی

مواد اولیه	درصد
شکر	۲۱/۲۵
آرد	۳۵
بیکینگ پودر	۱
آب	۱۷/۵
روغن	۱۰
تخم مرغ	۱۳/۷۵
کیک ژل	۱/۵

۲-۳- آزمون خمیر

حجم‌مخصوص خمیر کیک با اندازه گیری نسبت وزن مشخصی از خمیر کیک به همان میزان وزن آب، محاسبه شد (Lee et al, 2008).

[1] All in one

۲-۴- آزمون‌های کیک

تغییرات ارتفاع به وسیله کولیس مورد ارزیابی قرار گرفت (Kocer et al, 2007). رطوبت نمونه‌های کیک به کمک دستگاه رطوبت‌سنج مادون قرمز اندازه‌گیری شد. فعالیت آبی با استفاده از دستگاه aw متر مدل Novasina ساخت کشور سوئیس، مورد آزمون قرار گرفت. عمر ماندگاری نمونه‌های کیک، بدین صورت تعیین شد که نمونه‌های کیک پس از تهیه و سرد شدن توسط چاقوی استریل برش داده شد و پس از بسته بندی در کیسه‌های پلی اتیلنی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. مدت زمان لازم جهت ظهور پرگنه‌های قارچی روی نمونه‌های کیک به عنوان عمر ماندگاری کیک در نظر گرفته شد (Gerez et al, 2009).

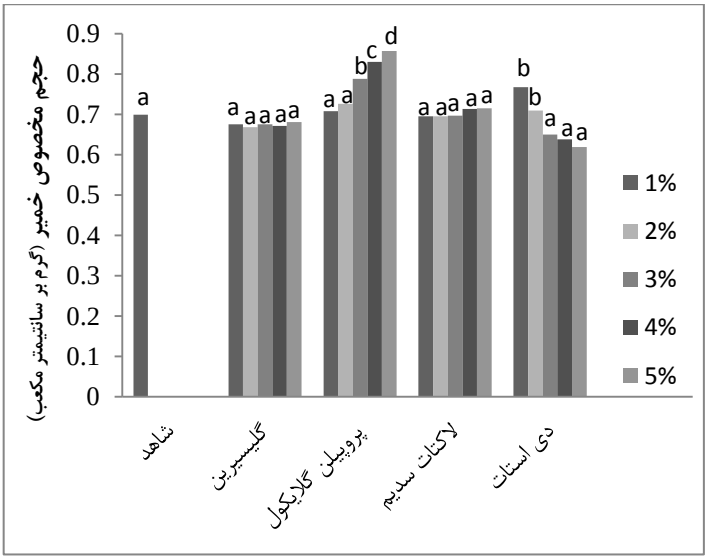
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل با استفاده از طرح آماری بلوک کامل تصادفی توسط نرم‌افزار spss نسخه ۱۹، تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطا ۵٪ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- حجم‌مخصوص خمیر

نمودار ۱ نشان دهنده نتایج مقایسه میانگین حجم‌مخصوص نمونه‌های خمیر حاوی گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات می‌باشد. بر اساس نتایج حاصله، استفاده از پروپیلن‌گلایکول سبب افزایش معنی‌دار حجم‌مخصوص نمونه‌های خمیر شد($P<۰/۰۵$). به طوریکه با افزایش تدریجی این ماده، افزایش معنی‌داری در حجم‌مخصوص تیمارهای خمیر حاوی پروپیلن‌گلایکول مشاهده شد. با این حال اختلاف معنی‌داری در حجم‌مخصوص نمونه‌های خمیر حاوی درصدهای مختلف گلیسیرین، لاکتات سدیم و دی استات سدیم حاصل نشد ($P>۰/۰۵$).



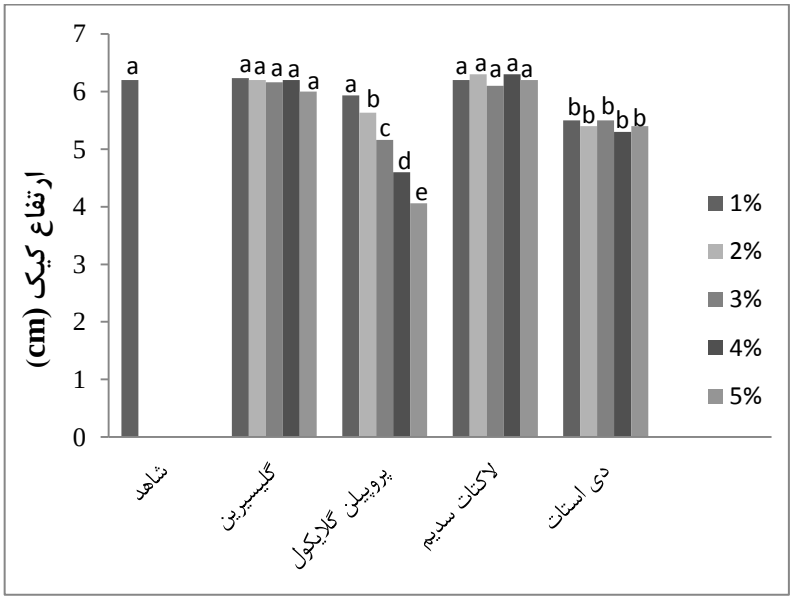
نمودار ۱- تأثیر مواد جاذب‌الرطوبه بر حجم‌مخصوص خمیر کیک

* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

حجم‌مخصوص خمیر کیک فاکتور مناسبی برای بررسی میزان ورود سلول‌های هوا در خمیر و قابلیت نگهداری هوا در مرحله مخلوط کردن خمیر می‌باشد. هر اندازه خمیر قابلیت بیشتری در نگهداری حباب‌های هوای ایجاده شده داشته باشد، حجم‌مخصوص خمیر کاهش یافته و به عبارتی ویژگی‌های کیفی خمیر بهبود می‌یابد (Desrochers et al, 2004). طبق مشاهدات صورت گرفته در این پژوهش، خمیرهای تیمار شده با پروپیلن‌گلایکول در مقایسه با سایر نمونه‌های خمیر بسیار رقیق‌تر بودند و از غلظت بسیار کمی برخوردار بودند. احتمال می‌رود پروپیلن‌گلایکول سبب تخریب پیوندهای گلوتنی در خمیر شده و در نتیجه قابلیت خمیر در نگهداری حباب‌های هوا به شدت کاهش یافته و این امر در افزایش معنی‌دار حجم‌مخصوص خمیرهای حاوی پروپیلن‌گلایکول موثر بوده است. بطوریکه بر اساس نتایج، نمونه خمیر حاوی ۵٪ پروپیلن گلایکول از بیشترین میزان حجم مخصوص برخوردار بوده است.

۳-۲- ارتفاع کیک

نتایج مقایسه میانگین ارتفاع نمونه‌های کیک حاوی پروپیلن‌گلایکول، گلیسیرین، لاکتات سدیم و دی استات در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، پروپیلن‌گلایکول و دی استات سدیم، در مقایسه با سایر ترکیبات به کار رفته در این پژوهش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را در ارتفاع نمونه‌های کیک مورد آزمون ایجاد کردند ($P<0/05$). اما در مقابل اختلاف معنی‌داری در ارتفاع نمونه‌های کیک حاوی گلیسیرین و لاکتات سدیم ایجاد نشد ($P>0/05$). لازم به ذکر است که افزایش تدریجی پروپیلن گلایکول در کاهش هر چه بیشتر ارتفاع نمونه‌های کیک نقش داشته است که این روند کاهشی در نمونه‌های حاوی دی استات سدیم کمتر بوده است. تغییرات حجم‌مخصوص خمیر تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر ارتفاع کیک خواهد داشت. به‌طوریکه یک رابطه معکوسی بین ارتفاع کیک و حجم مخصوص خمیر مشاهده گردید. بنابراین افزایش هر چه بیشتر حجم‌مخصوص خمیر می‌تواند نقش موثری در کاهش ارتفاع کیک داشته باشد. همان‌طور که انتظار می‌رفت، تاثیر پروپیلن‌گلایکول بر خصوصیات فیزیکی خمیر و افزایش معنی‌دار حجم‌مخصوص خمیر عاملی بسیار موثر در کاهش چشمگیر ارتفاع نمونه‌های کیک تیمار شده با پروپیلن‌گلایکول در مقایسه با سایر تیمارها بوده است.



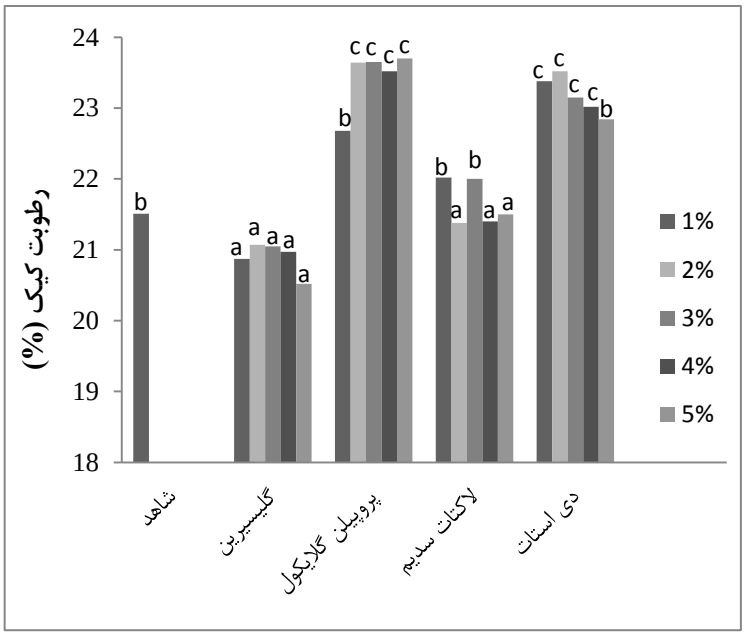
نمودار ۲- تأثیر مواد جاذب‌الرطوبه بر ارتفاع کیک

* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

در رابطه با دی استات سدیم همانطور که مشاهده می‌شود، ارتفاع تیمارهای کیک در مقایسه با نمونه شاهد مقداری کاهش یافت که علت آن می‌تواند به دلیل خاصیت اسیدی این ترکیب باشد که در مرحله پخت عاملی در جهت کاهش ظرفیت نگهداری گاز در نمونه‌های حاوی دی استات و در نتیجه کاهش ارتفاع تیمارها بوده است.

۳-۳- رطوبت کیک

نمودار ۳ نتایج تاثیر گلیسیرین، پروپیلن گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات را بر رطوبت نمونه‌های کیک مورد آزمون نشان می‌دهد. بررسی نتایج رطوبت کیک بیانگر آن بود که، بین تمامی تیمارهای مورد آزمون در این پژوهش اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت نمونه‌ها حاصل گردید ($P<۰/۰۵$). به‌طوریکه کیک‌های حاوی گلیسیرین و پس از آن تیمارهای حاوی لاکتات سدیم از کمترین میزان رطوبت برخوردار بودند و در مقابل نمونه‌های کیک تیمار شده با پروپیلن‌گلایکول و پس از آن نمونه‌های تیمار شده با دی استات سدیم بیشترین سطح رطوبت را دارا بودند. بنابر گزارشات اعلام شده توسط Casper و همکاران در سال ۲۰۰۷، مواد جاذب‌الرطوبه نقش موثری در میزان رطوبت مواد غذایی دارند. این ترکیبات به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروفیلیک نظیر گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل تاثیر قابل ملاحظه‌ای در جذب رطوبت مواد غذایی دارند (Casper et al, 2007). گلیسیرین در مقایسه با سایر پلی ال‌ها هیگروسکوپیک‌تر است بنابراین قابلیت بیشتری در جذب و نگهداری رطوبت مواد غذایی دارد که این گزارش با نتایج به دست آمده در این مطالعه مطابقت داشت (Mellan, 1962).

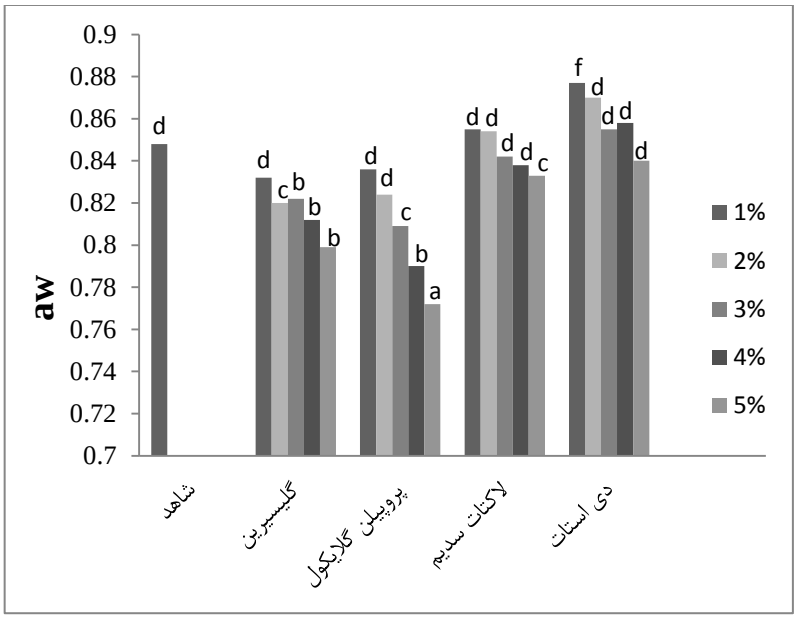


نمودار ۳- تأثیر مواد جاذب‌الرطوبه بر رطوبت کیک

* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

۳-۴- aw کیک

نتایج اندازه‌گیری فعالیت آبی نمونه‌های کیک مورد آزمون در نمودار ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج آماری، تیمار تهیه شده با گلیسیرین دارای فعالیت آبی مشابه و بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار حاوی پروپیلن‌گلایکول بود ($P>0/05$). بررسی تاثیر سطوح مختلف پروپیلن گلایکول و گلیسیرین بر aw نمونه‌های کیک مورد آزمون نشان داد، با افزایش میزان پروپیلن‌گلایکول و گلیسیرین کاهش معنی‌داری در aw تیمارهای کیک ایجاد شد به طوریکه نمونه کیک حاوی ۵٪ پروپیلن گلایکول کمترین میزان فعالیت آبی را در مقایسه با نمونه شاهد و سایر تیمارها داشته است. طبق نتایج به دست آمده، افزایش میزان گلیسیرین و پروپیلن‌گلایکول به بیش از ۳٪ در فرمولاسیون کیک روغنی، فعالیت آبی نمونه‌های مورد آزمون را به طور معنی‌داری کاهش داد. لازم به ذکر است که طبق نتایج حاصله در این پژوهش، دی استات و لاکتات سدیم نیز در کاهش فعالیت آبی نمونه‌های کیک نقش داشته‌اند و کاهش aw با افزایش تدریجی این دو ترکیب مشاهده شده است اما گلیسیرین و پروپیلن گلایکول در کاهش فعالیت آبی اثرگذارتر بوده‌اند.



نمودار ۴- تأثیر مواد جاذب الرطوبه بر aw کیک

* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

فساد میکروبی از جمله کپک زدگی مشکل اصلی صنایع مختلف از جمله صنعت تولید کیک و کلوچه می‌باشد. کپک زدگی عمدتاً در نتیجه میزان آب آزاد موجود در محیط که می‌تواند به راحتی در دسترس میکروارگانیسم‌ها قرار گیرد، حاصل می‌شود که در نتیجه چنین امری بار میکروبی افزایش یافته و زمان ماندگاری محصولات محدود می‌شود (smith et al., 1995). عوامل مختلفی در ثبات رشد میکروبی نقش دارند که pH و aw در میان سایر متغیرها، رایج‌ترین عوامل مورد نیاز جهت ثبات میکروبی مواد غذایی به شمار می‌روند. کاهش هر چه بیشتر میزان aw، علاوه بر اینکه سبب خواهد شد تا رشد میکروبی متوقف شده و زمان ماندگاری افزایش یابد، از طرفی از انجام بسیاری از واکنش‌های مختلف جلوگیری به عمل

می‌آورد. ترکیبات جاذب‌الرطوبه، موادی هستند که با جذب رطوبت مواد غذایی سبب کاهش aw، و در نتیجه کاهش رشد میکروبی و افزایش زمان ماندگاری محصول خواهند شد. در رابطه با کاهش فعالیت آبی تیمارهای حاوی گلیسیرین و پروپیلن‌گلایکول در مقایسه با سایر تیمارها، Suhendro و همکاران (۱۹۹۵) اعلام کردند، پروپیلن‌گلایکول و گلیسیرین در مقایسه با سایر پلی‌ال‌ها در کاهش فعالیت آبی تاثیر بیشتری دارند. گلیسیرین و پروپیلن‌گلایکول به دلیل آن‌که وزن مولکولی کمتری در مقایسه با سوربیتول دارند بدین ترتیب در افزایش فشار اسمزی و کاهش فعالیت آبی موثرتر می‌باشند (Suhendro et al, 1995).

۳-۵- بررسی زمان ماندگاری کیک های حاو ی ترکیبات جاذب‌الرطوبه

همانطور که در نتایج به دست آمده از فعالیت آبی نمونه‌های کیک مشاهده شد، کاهش aw نمونه‌های کیک تیمار شده با گلیسیرین، پروپیلن گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات، منجر به افزایش عمر ماندگاری و به تاخیر افتادن کپک‌زدگی شد. به‌طوریکه در مدت زمان ۲ ماه نگهداری، بررسی نتایج نشان داد، نمونه‌های کیک شاهد حاوی پرگنه‌های قارچی بودند در حالیکه نمونه‌های کیک حاوی گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات هیچ‌گونه رشد قارچی در آن‌ها مشاهده نشد. گلیسیرین و پروپیلن گلایکول به عنوان مهم‌ترین مواد جاذب‌الرطوبه با قابلیت جذب رطوبت و کاهش فعالیت آبی، رشد میکروبی را به تاخیر انداخته و در افزایش زمان ماندگاری محصول اثر گذار می‌باشند. در رابطه با دی استات سدیم نیز، اسید استیک موجود در ساختار دی استات، از قدرت نفوذ بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. این ماده قادر است از طریق دیواره سلولی وارد سلول میکروارگانیسم‌ها شده و بدین ترتیب از طریق اختلال در عملکرد، فعالیت حیاتی سلول را از بین برده و بنابراین از رشد باکتری‌ها و کپک زدگی جلوگیری به عمل می‌آورد (اختری، ۱۳۸۸). لاکتات سدیم نیز به عنوان یک ماده بازدارنده رشد میکروبی با قابلیت تنظیم pH، کاهش aw، و با خاصیت ضد میکروبی در صنعت تولید غذا مطرح می‌باشد (Naidu, 2000). بنابراین قدرت نفوذ دی استات و لاکتات سدیم به دیواره سلولی و اختلال در عملکرد میکروارگانیسم‌ها از عوامل موثر در توقف رشد میکروبی و جلوگیری از کپک زدگی نمونه‌های کیک در مدت زمان ماندگاری بوده است.

۴-نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از بررسی تاثیر ترکیبات کاهش دهنده aw از جمله گلیسیرین، پروپیلن‌گلایکول، لاکتات سدیم و دی استات سدیم بر حجم مخصوص خمیر و خصوصیات کیک مورد حاکی از آن بود که، پروپیلن‌گلایکول به دلیل افزایش حجم‌مخصوص خمیر، در کاهش معنی‌دار ارتفاع نمونه‌های کیک نقش داشته است. این در حالی بود که گلیسیرین و لاکتات سدیم اختلاف معنی‌داری را در حجم مخصوص خمیر و ارتفاع نمونه‌های کیک ایجاد نکردند. همچنین استفاده از دی استات در کاهش ارتفاع نمونه‌های کیک نقش داشته است. کاهش رطوبت نمونه‌های کیک حاوی گلیسیرین به دلیل خاصیت هیگروسکوپیک آن در مقایسه با سایر تیمارها کاملاً مشهود بود. و افزایش سطح رطوبت در نمونه‌های حاوی پروپیلن گلایکول و دی استات مشاهده گردید. افزایش زمان ماندگاری و تاخیر در کپک‌زدگی کیک‌های حاوی پروپیلن‌گلایکول، گلیسیرین، دی استات و لاکتات سدیم در نتیجه کاهش فعالیت آبی، از مهمترین دستاوردهای این پژوهش بود. بنابراین با توجه به این که امروزه اثرات سوء برخی از مواد نگهدارنده شیمیایی بر سلامت مصرف کنندگان مشخص شده است در نتیجه استفاده از ترکیبات جاذب‌الرطوبه به جهت افزایش زمان ماندگاری و ایمنی میکروبی فرآورده‌های نانوایی ازجمله صنعت تولید کیک و کلوچه پیشنهاد می‌گردد.

۵- منابع

- اختری، ص (۱۳۸۸) .ارزیابی شاخص میکروبی در سس مایونز با تغییر دو عامل موثر زمان و ماده نگهدارنده بنزوات سدیم و دی استات سدیم. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته میکروبیولوژی. دانشکده علوم پایه، واحد تهران شمال.

- Casper, J.L., Oppenheimer, A.A, Erickson, B. (2007). Dough compositions having a moisture barrier and related methods. United States patent no 0275128 (in American).

- Cauvain, S., Young, L. Bakery food manufacture and Quality, Water Control and Effects.2000

- Chen, H. & Hoover, D. G. (2003). Bacteriocins and their food applications. Institute of Food Technologists. Available at http: // www. IFT. Org / publications /CRFS.

- DesRochers, I.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C., Colin, W.(2004). Encyclopedia of Grain Scienc, Elsevier. London.

- Gerez, C. L., Torino, M. I., Rollan, G. and Font de Veldez G. (2009). Preventation of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. Food control, Pages 144–148.

- Guynot, M.E., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J. (2003). Modified Atmosphere Packaging for Prevention of Mold Spoilage of Bakery Products with Different pH and Water Activity Levels. Journal of Food Protection, Vol. 66, No. 10, 2003, Pages 1864–1872.

- Karimi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, F., Sheikholeslam, Z., Ghiafeh Davoodi, M. (2013). Functional effects of different humectants on dough rheology and flat bread (Barbari) quality. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 1209-1213.

- Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., Katnas, S.(2007).Bubble and Pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat – replacer. Journal of Food Engineering,78, 953-964.

- Lee C. C., Wang H. F., Lin S. D.(2008). Effect of isomaltooligosaccharide Syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal Chemistry, 85(4): 515-521.

- Naidu, A. S. (2000). Natural Food Antimicrobial System. CRC Press, London, pp. 617-633,665-673.

- Mellan, I. (1962). Polyhydric Alcohols. McGregor and Werner: Washington, DC.

- Pierce, M., walker,E. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cake.(1987). American Association of cereal chemists, Inc.

- Smith, J. P., and B. K. Simpson. (1995). Modified atmosphere packaging of bakery and pasta products, p. 207–242. In K. L. Dodds and J. Faber (ed.), Principles of modified atmosphere and sous vide product packaging. Technomic Publishing Company, Lancaster, Pa.

- Suhendro, E.L.,Waniska, R. D., Rooney, L. W., Gomez, M. H. (1995). Effects of Polyols on the Processing and Qualities of Wheat Tortillas. American Association of Cereal Chemists, Inc.