نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 11، شماره 1، بهار 1394، ص. 106-100

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 1, Spring 2015, p. 100-106

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی اثرات اسید استیک و تخمیر خمیر بر میزان آکریل‌آمید نان سنگک

بهاره مهران [1]- رضا فرهوش [*2]- محمد شاهدی [3] – علی شریف [4]

تاریخ دریافت:1390/12/16
تاریخ پذیرش:1393/5/10

چکیده

بهترین PH برای انجام واکنش میلارد و تشکیل آکریل‌آمید، 7 تا 8 است. pH کمتر ، سرعت واکنش میلارد و به تبع آن تشکیل اکریل‌آمید را کاهش می دهد هدف از این پژوهش، بررسی اثرات اسید استیک با غلظت های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد و خمیرترش در افزایش اسیدیته خمیر نان و کاهش میزان آکریل آمید نان سنگک است . روش ارزیابی اکریل‌آمید در این پژوهش ، مشتق‌سازی و تزریق آن ، به دستگاه کروماتوگرافی گازی با شناساگر یونی بوده است. غلظت آکریل‌آمید در نان سنگک تهیه شده با خمیرترش و محلول های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک ، به ترتیب 73/47، 81/50 و 82/10 درصد کاهش و در نان سنگک تهیه شده با محلول های مذکور و مخمر ، به ترتیب ،90/55، 92/80 و 95/96 درصد کاهش را نشان داده است. اسیدیته در محلول های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک در نان سنگک تهیه شده با مخمر ، به ترتیب ، 0/12، 0/14 و 0/17 (نرمال) و در نان سنگک تهیه شده با خمیرترش ، و محلول های ذکر شده، به ترتیب ، 0/16، 0/18 و 0/21 (نرمال) گزارش شده است . بنابراین کاهش آکریل آمید را می توان به افزایش اسیدیته خمیر نسبت داد.

واژه‌های کلیدی اکریل‌آمید، اسید استیک، تخمیر، خمیرترش، کروماتوگرافی گازی

مقدمه

تاریخچه تولید و مصرف نان در جهان نشان داده است ابتدا نان به صورت نازک و مسطح تولید می‌گردید اما به مرورزمان به شکل حجیم و در کشورهای پیشرفته جهان کاملاً حجیم در آمده است. تولید نان های نازک و مسطح به دلیل آنکه به سرعت خشک و بیات می‌شوند وضایعات زیادی دارند، فاقدصرفه اقتصادی می‌باشند(رجب زاده، 1372). نان سنگک از جمله نان های حجیم است که به لحاظ دارا بودن فیبر و پروتئین بالا، بهترین نان سنتی ایران از دیدگاه تغذیه‌ای است (رجب زاده، 1372). نان سنگک نانی به طول 70 تا 80 سانتیمتر، عرض 35 تا 50 سانتی متر و ضخامت 4 تا 5 میلی متر با شکلی کم و بیش مثلثی است. این نان یکی از نان های سنتی پرمصرف در ایران است که به علت داشتن سبوس از درصد املاح، پروتئین و ویتامین بیشتری برخوردار بوده و به همین علت نسبت به سایر نان های لواش، تافتون و بربری حائز ارزش تغذیه‌ای بالاتری است. این نان یکی از نان های سنتی پرمصرف در ایران است که به علت داشتن سبوس از درصد املاح، پروتئین و ویتامین بیشتری برخوردار بوده و به همین علت نسبت به سایر نان های لواش، تافتون و بربری حائز ارزش تغذیه‌ای بالاتری است. قسمت اعظم نان سنگک را پوسته تشکیل می‌دهد که در سطح زیرین از فرورفتگی های تقریباً یکنواختی تشکیل شده است. پوسته رویی، قهوه‌ای تا طلایی است اما پوسته زیرین که در تماس با ریگ های داغ است، قدری تیره و یا قهوه‌ای و در اکثر موارد کمی سیاه رنگ است. مزه نان تحت تاثیر فرایند عمل‌آوری، میزان خمیرترش، مدت زمان تخمیر و میزان برشتگی پوسته قرار می‌گیرد (رجب زاده، 1372).

رنگ قهوه‌ای و طعم مطلوب نان، حاصل انجام واکنش میلارد در هنگام تشکیل پوسته است اما این واکنش همزمان سبب تولید ترکیبات سمی مانند آکریل‌آمید می‌گردد (Mondal *et al*, 2008). (CH_2= CH – $CONH_2$) ترکیبی کریستالی، بی‌رنگ و بی‌بو است. وزن ملکولی آن
71/08 دالتون است و دارای نقطه ذوب 84/5 درجه سانتی گراد در فشار 3/3 کیلو پاسکال است. فشار بخار اکریل‌آمید پایین است و به راحتی در آب حل می‌شود (2155 گرم در هر لیتر آب) ولی در حلال های آلی مثل هپتان و تتراکلریدکربن نا محلول است (Grisvas et al, 2002).

قهوه، فرآورده‌های سیب‌زمینی و غذاهای پخته از جمله منابع

1، 2 و 4- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*-نویسنده مسئول: Email: rfarhoosh@um.ac.ir)

عمده حاوی آکریل‌آمید محسوب می‌شوند (Claus *et al*, 2008). اکریل‌آمید به سیستم عصبی حیوانات و انسان آسیب می‌رساند و سبب بروز سرطان و جهش های ژنتیکی می‌گردد. این ترکیب سمی در حیوانات موجب ایجاد تومورهای غدد تیروئید، بیضه، سینه، کبد و خون می‌شود (Exona *et al*, 2006). آکریل‌آمید از واکنش آسپاراژین و ترکیبات کربونیل مانند قندهای احیا کننده طی واکنش میلارد تولید می‌شود. آسپاراژین بر اثر واکنشهای دکربوکسیلاسیون و دآمیناسیون سبب تولید اکریل‌آمید می‌گردد ولی حضور کربوهیدرات ها نیز در این خصوص ضروری است (Mataus *et al*, 2004).

با توجه به آثار مخرب اکریل‌آمید و مقدار بسیار بالای آن در محصولات غله‌ای، تاکنون تلاش های زیادی برای کاهش آن در این محصولات صورت گرفته است. بهترین pH برای انجام واکنش میلارد و تشکیل آکریل‌آمید، مقادیر 7 تا 8 است. کاهش pH سبب تبدیل گروههای آمینی غیرپروتونه آسپاراژین به آمینهای پروتونه شده، از تشکیل باز شیف ممانعت به عمل می‌آورد. افزایش زمان تخمیر و استفاده از خمیرترش سبب کاهش pH و به تبع آن کاهش سرعت واکنش میلارد می‌شود (Fredrixon, 2004). افزودن اسیدهای خوراکی، روشی ساده و کارآمد در کاهش اکریل‌آمید در محصولات غله‌ای است. (Rydberg, 2003). زمانی که مقدار زیادی اسید سیتریک به چیپس سیب‌زمینی اضافه می‌شود، اکریل‌آمید به دلیل به‌صورت خطی کاهش می‌یابد(Zhang *et al*, 2005). افزودن 0/5 و 1 گرم اسید سیتریک در 100 گرم خمیر نان سبب کاهش pH از 5/6 به 5 می‌شود، بنابراین قهوه‌ای شدن نان نیز کاهش می‌یابد. نان های حاوی یک گرم اسیدسیتریک در 100 گرم خمیر دارای طعمی‌اسیدی هستند و مقدارگازهای موجود در خمیرمایه[1]آنها نیز کافی کافی نیست زیرا گروه آمینی پروتونه و حجم گاز حاصل کاهش می‌یابد. پروتونه شدن گروه‌های آلفا-آمینی آسپاراژین از تشکیل ان-گلیکوزیل آمین[2] جلوگیری کرده، از این رو اکریل‌آمید و قهوه‌ای شدن نان راکاهش می‌دهد. افزودن اسیدسیتریک به نان سبب کاهش مقدار اکریل‌آمید، حجم و مزه آن می‌شود. (Amrein, 2004).

افزودن اسید سیتریک در غلظتهای 0/1 و 0/2 درصد موجب بروز آثار نامطلوب در خواص حسی محصول نمی‌شود (Graf *et al*, 2006). استفاده از اسید استیک در تهیه نان سنگک نیز روشی برای کاهش آکریل‌آمید در نان سنگک محسوب می‌شود. زیرا اسید استیک با کاهش pH محیط و کند نمودن سرعت واکنش میلارد از تشکیل اکریل‌آمید ممانعت به عمل می‌آورد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر فرایند تخمیر و نیز استفاده از اسید استیک بر کاهش میزان تولید اکریل‌آمید در نان سنگک طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد نیاز در تهیه نان سنگک

نیم کیلوگرم آرد با رطوبت 13 درصد، چربی 1/57 درصد، خاکستر 1/4 درصد و پروتئین 9/93 درصد از کارخانه آرد بهارستان اصفهان تامین شد. نمک و مخمر به میزان 1/5 درصد به خمیراضافه شدند. اسید استیک از شرکت مرک آلمان با خلوص100 درصد تهیه شد.

مواد مورد استفاده برای انجام آزمایش‌های شیمیایی

سولفات پتاسیم یا سدیم بدون نیتروژن و اسید بوریک 47 درصد، اسید سولفوریک غلیظ، هیدروکسید سدیم، سولفات مس، سلنیوم، پترولیوم اتر، هگزان، فری‌سیانید پتاسیم با سه ملکول آب تبلور، سولفات روی با هفت ملکول آب تبلور، سولفات سدیم بدون آب، اسید برومیدریک، برم، تیوسولفات سدیم، تری‌اتیل‌آمید، استاندارد اکریل‌آمید 99 درصد، اتیل‌استات و برومید پتاسیم از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

تهیه نان

افزودن اسیدهای خوراکی، روشی ساده و کارآمد در کاهش اکریل‌آمید در محصولات غله‌ای است. بهترین pH برای انجام واکنش میلارد و تشکیل اکریل‌آمید 8 است . pH کمتر از آن ، سرعت واکنش میلارد و به تبع آن تشکیل اکریل‌آمید را کاهش می‌دهد (Rydberg, 2003).

افزودن 0/5 و 1 گرم اسید سیتریک در 100 گرم خمیر نان سبب کاهش pH از 5/6 به 5 می‌شود و قهوه‌ای شدن نان را کاهش می‌دهد. نان های حاوی یک گرم اسیدسیتریک در 100 گرم خمیر دارای طعمی‌اسیدی هستند و مقدارگازهای موجود در خمیرمایه آنها نیز کافی نیست زیرا گروه آمینی پروتونه و حجم گاز حاصل کاهش می‌یابد. پروتونه شدن گروه‌های آلفا-آمینی آسپاراژین از تشکیل ان-گلیکوزیل آمین جلوگیری کرده، از این رو اکریل‌آمید و قهوه‌ای شدن نان راکاهش می‌دهد. افزودن اسیدسیتریک به نان ، علاوه بر اکریل‌آمید، حجم و مزه آن را کاهش می‌دهد(Amrein, 2004).

در تمام مطالعات، میزان اکریل‌آمید با افزایش مقدار اسید کاهش یافته است. از آنجایی‌که واکنش میلارد سبب ایجاد طعم و رنگ در محصولات غله‌ای می‌شود، افزودن اسید، سبب کاهش رنگ قهوه‌ای مطلوب می‌گردد و تا حدی طعم اسیدی نامطلوب در محصول ایجاد می‌کند(Claus *et al*, 2008). افزودن اسید سیتریک در غلظت های 0/1 و 0/2 درصد موجب بروز آثار نامطلوب در خواص حسی محصول نمی‌شود. آثار مشابهی هنگام استفاده از پیروفسفات سدیم، اسید لاکتیک، اسید تارتاریک، اسید سیتریک و اسید هیدروکلریک در

1- Leavening agent
2- N-glycosyl amine

بیسکویت های نیمه آماده و کراکر به دست آمد (Graf *et el*, 2006).

بنابرین با توجه به موارد ذکر شده محلول های 0/05 ، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک آماده و به خمیر نان اضافه گردید، تا اثر محلول های کمتر از 0/1 درصد و بین 0/1 و 0/2 درصد و بیشتر از 0/2 درصد اسید استیک بر کاهش آکریل آمید خمیر نان بررسی گردد.

آماده‌سازی خمیر نان سنگک

برای تهیه خمیر ابتدا حدود 400 میلی لیتر آب 20 – 10 درجه سانتی گراد (به ازای هر 100 کیلوگرم آرد) را درون تغار ریخته ، به آن کل نمک (1/5 – 0/6 درصد) و آرد را اضافه کرده و به مدت 10 دقیقه توسط دستگاه مخلوط کن می زنند. سپس خمیر را به مدت 25 – 20 دقیقه به حال استراحت قرار داده به آن حدود 25 – 15 درصد سرکش یا 1 – 0/050 درصد مخمر خشک فعال را که قبلا در آب آماده و حل شده است، می افزایند و مجددا خمیر را به مدت 8 – 7 دقیقه توسط دستگاه مخلوط کن می زنند و به حال استراحت قرار می دهند، تا خمیر کاملا ور آمده و برسد (رجب زاده ،1372). محلول های آماده شده از اسید استیک به خمیر نان اضافه گردید و خمیر دیگری بدون محلولهای ذکر شده به عنوان نمونه شاهد آماده شد.

نان پس از پخت در تنور، آسیاب شد و آکریل‌آمید آن به شیوه ذیل استخراج و سپس عصاره حاصل به دستگاه کروماتوگراف گازی با آشکارساز یونش شعله‌ای (GC/FID) تزریق شد.

استخراج آکریل‌آمید

پانزده گرم پودر نمونه در لوله سانتریفوژ به حجم 250 میلی‌لیتر ریخته شد و به آن 150 میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده اضافه گردید. مخلوط به مدت 30 ثانیه مخلوط شد. یک میلی‌لیتر اسید استیک خالص به مخلوط اضافه گردید تا pH آن به 4 تا 5 برسد. به منظور رسوب پروتئین ها به مخلوط آماده شده، 2 میلی‌لیتر محلول کارز 1 (35/8 گرم فری‌سیانید پتاسیم با سه ملکول آب تبلور به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد) و 2 میلی‌لیتر محلول کارز 2 (22/8 گرم سولفات روی با 7 ملکول آب تبلور به حجم 100 میلی لیتر رسانده شد) اضافه گردید. مخلوط به مدت 15 دقیقه با شتاب ثقل 16000 g سانتریفوژ شد و مایع رویی آن با عبور از پشم شیشه در بالن 250 میلی‌لیتری صاف گردید(Pitet *et al*, 2004).

حلالیت بالای آکریل‌آمید در آب باعث می‌شود هیچ حلال آلی نتواند آن را از آب استخراج کند. از این رو، برای کاهش قطبیت آن و افزایش تمایل آن برای استخراج با حلال آلی، مشتق سازی روی آن انجام می‌گیرد و آکریل‌آمید به 2 و 3 دی برومو پروپینامید تبدیل می‌شود. بدین منظور، 7/5 گرم برومید پتاسیم به محلول استخراج شده اضافه شد. سپس 0/5 میلی‌لیتر اسید هیدروبرومیک به آن افزوده گردید تا pH آن به 1 تا 3 برسد. ضمن همزدن،10 میلی‌لیتر محلول آب برم اشباع به آن اضافه گردید. درب ظرف با فویل آلومینیوم پوشانده و به مدت یک ساعت در حمام یخ قرار داده شد. پس از خروج از حمام یخ اجازه داده شد با محیط هم دما گردد. ضمن هم زدن بالن، قطره قطره محلول تیوسولفات سدیم یک مولار برای خنثی‌سازی برم اضافی به بالن اضافه شد تا رنگ محلول به حالت بی‌رنگ اولیه تبدیل شود (Zhang *et al*,2007 Pitet *et al*, 2005.).

محلول به دست آمده به قیف جداکننده انتقال داده شد و 50 میلی‌لیتر اتیل‌استات/ هگزان (4 اتیل استات + 1 هگزان) به آن اضافه گردید و یک دقیقه به آرامی هم زده شد. محلول حدود 10 دقیقه به حال سکون نگه داشته شد تا دو فاز شود. فاز رویی از میان 15 گرم سولفات سدیم و پشم شیشه روی کاغذ صافی (به منظور آبگیری) عبور داده شد و به بالن ته گرد منتقل گردید. قیف و پشم شیشه دو مرتبه با مخلوطی از 10 میلی‌لیتر اتیل‌استات/ هگزان شستشو داده شد و به همان بالن منتقل گردید. 2 و3 دی برومو پروپینامید با اتیل‌استات از آب استخراج شد. این ترکیب بسیار ناپایدار است و به ترکیب پایدار 2 برومو پروپینامید تبدیل می‌شود. این واکنش در ستونهای نیمه قطبی و قطبی کروماتوگرافی گازی خودبه خود اتفاق می‌افتد ولی در صورت استفاده از ستونهای غیرقطبی باید قبل از تزریق نمونه به دستگاه، در دمای اتاق به آن تری‌اتیل آمین اضاف نمود. سرانجام، بالن ته گرد به دستگاه تبخیر در خلا وصل شد و دمای 40 درجه سانتیگراد روی آن تنظیم گردید تا محلول تغلیظ شود و حجم آن با گاز ازت به 2 میلی لیتر رسانده شد (Zhang *et al*, 2007).

محلول های استاندارد آکریل امید با غلظت های 1 ،5، 20، 75و 100 پی پی ام آماده و به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. ستون ارزیابی آکریلامید ZBWAX با طول 30 متر و قطر داخلی 0/25 میلیمتر و ضخامت 0/25 میکرومتر بود. حجم و دمای تزریق به ترتیب یک میکرولیتر و 260 درجه سانتیگراد بودند. گاز حامل هلیوم و سرعت خطی جریان گاز شناساگر 62 سانتیمتر بر ثانیه و نوع تزریق آن غیر انشعابی[1] تنظیم گردید.

پس از تزریق استانداردهای تهیه شده با غلظتهای ذکر شده به دستگاه ، منحنی کالیبراسیون بین سطح زیر منحنی و غلظت آکریل-آمید (پی پی ام) محلولهای استاندارد رسم گردید. سپس میزان اکریل‌آمید نمونه‌ها به کمک معادله خطی به دست آمده ($R^2 = 0.995$) بر اساس وزن خشک آنها محاسبه شد.

اندازه‌گیری اسیدیته نان سنگک

بیست گرم آرد با 200 میلی‌لیتر آب مقطر فاقد گاز کربنیک (جوشیده و سرد شده) در ارلن مایر درب دار ریخته و ضمن هم زدن

1- Splitless

به مدت یک ساعت در حمام 40 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. صد میلی‌لیتر محلول صاف شده در حضور چند قطره فنل‌فتالئین با پتاس یا سود 0/05 نرمال تا ایجاد رنگ صورتی‌کم رنگ تیتر و اسیدیته آن برحسب اسید لاکتیک محاسبه شد(AACC, 02-31).

روش آماری

نان سنگک با استفاده از غلظت های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک و بهره گیری ازدو روش تخمیر تهیه شدند و یک نمونه بدون تیمار به عنوان نمونه شاهد آماده گردید. آزمایش ها با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و نتایج به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس در سطح احتمال 0/001 به اجرا در آمدند. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شدند.

نتایج و بحث

میزان اکریل‌آمید نان سنگک تهیه شده با مخمر خشک فعال

اسید استیک در آماده‌سازی نان سنگک آماده شده با مخمر، غلظت آکریل‌آمید را کاهش داد و بین نمونه‌های حاوی اسید استیک و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 1). محلول های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک توانست میزان اکریل‌آمید نان سنگک را به ترتیب 90/55، 92/80 و 95/96 درصد کاهش دهد. اسیدیته نان سنگک در محلول ها 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک ، به ترتیب، 0/12، 0/14 و 0/17 نرمال گزرش شد . افزایش اسیدیته، سبب کاهش سرعت واکنش میلارد و به تبع آن کاهش میزان اکریل‌آمید می‌شود. این فراتر از نتایج فدراسیون صنایع غذایی آلمان بود، به طوری که اسید استیک سبب کاهش بیشتر میزان اکریل‌آمید نان سنگک شد. فدراسیون صنایع غذایی آلمان نشان داد میزان اکریل‌آمید نان مسطح با افزودن 0/5 ، 1 و 2 درصد اسید سیتریک به ترتیب 57/7 ، 70/7 و 74/2 درصد کاهش می‌یابد.

Kook و همکاران (2005) نشان دادند کاهش pH سیستم های غذایی با اسید سیتریک به 4/48 سبب 47 درصد کاهش در مقدار اکریل‌آمید می‌گردد. اما غلظت 0/05 درصد اسید استیک مورد استفاده در تحقیق حاضر موجب 90/55 درصد کاهش در میزان آکریل‌آمید شد.

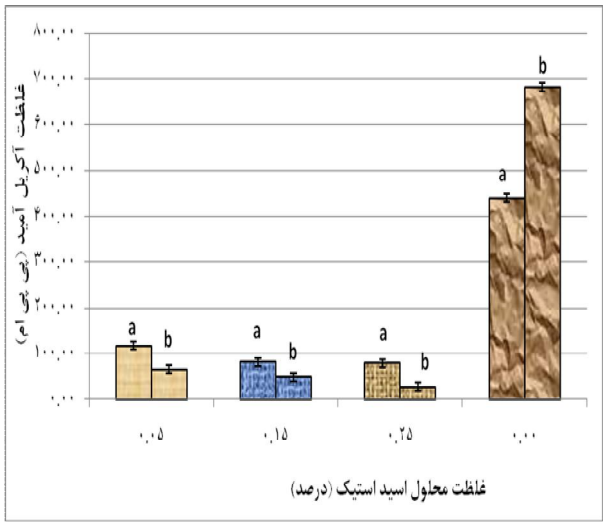
میزان اکریل‌آمید نان سنگک تهیه شده با خمیرترش

استفاده از اسید استیک در نان تهیه شده با خمیرترش به طور معنی‌داری از میزان اکریل‌آمید کاست (جدول 1). محلول های 0/05، 0/15 و 0/25 درصد اسید استیک به 73/47، 81/50 و 82/10 درصد کاهش در میزان اکریل‌آمید نان سنگک منجر شد (جدول 1). اسیدیته خمیر ، در محلول های 0/05، 0/15 و 0/25، به ترتیب ، 0/16 ، 0/18 و 0/21 نرمال بود. بنابراین کاهش اکریل امید را می‌توان به افزایش اسیدیته خمیر و متعاقباً کند شدن واکنش میلارد و نیز کاهش تولید آکریل‌آمید نسبت داد. به رغم این نتایج Graf و همکاران (2006) دادند افزودن 0/25 درصد اسید تارتاریک به بیسکویت، غلظت اکریل‌آمید را تا 30 درصد کاهش می‌دهد. میزان اکریل‌آمید در تحقیق حاضر بالغ بر 70 درصد کاهش یافته است که می‌توان آن را حاصل وجود مقدار زیاد اکریل‌آمید در نان سنگک و نیز قوی تر بودن اسید استیک نسبت به اسید تارتاریک دانست. همان طورکه در جدول 1 نشان داده شده است، افزایش غلظت اسید استیک به 0/25 درصد موجب بروز تغییرات معنی‌داری نسبت به غلظت 0/15 آن نشد. در این خصوص می‌توان گفت در خمیرترش، مقداری اسیدهای استیک و لاکتیک وجود دارد که در صورت بالا بودن تعداد باکتریهای اسید لاکتیک، تولید اسید افزایش می‌یابد و سبب کاهش pH خمیر و نیز مهار فعالیت متابولیکی مخمرها می‌گردد (رجب زاده، 1372). به عبارت دیگر، افزایش بیش از حد میزان اسید استیک موجب مهار یا حتی توقف رشد مخمرهای موجود در خمیرترش خواهد شد (رجب زاده، 1372). بنابراین، افزایش غلظت اسید استیک به 0/25 درصد سبب توقف رشد مخمرها و بالطبع عدم تغییر میزان اکریل‌آمید می‌شود. طبق یافته‌های Hvang و همکاران (2008) مخمرها در کاهش اکریل‌آمید محصولات غله‌ای نقش بسزایی دارند زیرا آنها مقادیر زیادی از آسپاراژین را مصرف می‌کنند و سبب 60 تا 90 درصد کاهش در مقدار آسپاراژین می‌شوند.

جدول 1- بررسی اثر غلظت های متفاوت اسید استیک در کاهش آکریل‌آمید نان سنگک

میانگین آکریل آمید	کنترل	0/05 درصد	0/15 درصد	0/25 درصد	LSD
مخمر (ppm)	681/307[a]	64/371[b]	49/028[c]	27/475[d]	13/156
خمیرترش (ppm)	439/439[a]	116/549[b]	81/280[c]	78/621[c]	565/13

* میانگینهای با حروف مشترک در سطح اطمینان 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

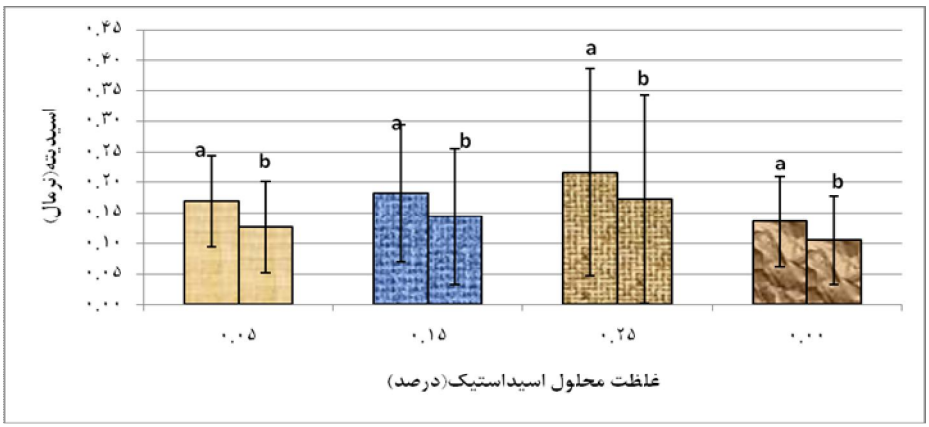


شکل 1- مقایسه اثر اسید استیک در کاهش غلظت آکریل امید نان سنگک تهیه شده با خمیرترش و نان تهیه شده با مخمر.در هر زوج، ستون سمت راست معرف مقادیر مربوط به مخمر و ستون سمت چپ معرف مقادیر مربوط به خمیرترش است و در هر زوج ستونهای هم رنگ، میانگین‌های با حروف مشترک در سطح اطمینان 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقایسه اثر اسید استیک بر کاهش میزان اکریل امید نان های سنگک تهیه شده با خمیرترش و مخمر

با توجه به شکل1 و نتایج ذکر شده در بخش های قبل می‌توان استنباط کرد غلظت اکریل‌آمید در نان سنگک تهیه شده با مخمر کمتر از نان سنگک تهیه شده با خمیرترش می‌باشد. رجب زاده (1372) نشان داد باکتری های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش سبب کاهش pH از 6 به 3/7 می‌شوند. افزایش میزان خمیرترش در تهیه نان، فعالیت لاکتوباسیل ها را افزایش داده، موجبات کاهش pH را فراهم می‌آورد. بنابراین، مخمرها که مصرف کننده آسپاراژین و کاهنده اکریل‌آمید هستند، غیرفعال می‌شوند. طبق یافته‌های Rydberg (2003) بهترین pH برای انجام واکنش میلارد و تشکیل آکریل‌آمید 7 تا 8 است. با توجه به موارد ذکر شده برداشت می‌شود کاهش pH روشی مناسب برای کاهش غلظت آکریل‌آمید است ولی اثر آن با افزایش غلظت اسید به دلیل جلوگیری از فعالیت مخمرها کاهش می‌یابد؛ همان‌طور که غلظت اکریل‌آمید نان تهیه شده با مخمر و اسید استیک کمتر از نان تهیه شده با خمیرترش است.

شکل 2 نشان می‌دهد اسیدیته نان سنگک تهیه شده با خمیرترش در کل بیشتر از نان سنگک تهیه شده با مخمر است. این در توافق با نتایج رجب زاده (1372) است زیرا باکتری های اسیدلاکتیک موجود در خمیرترش سبب افزایش اسیدیته می‌شوند.



شکل 2- بررسی اثر اسید در مقدار اسیدیته (نرمال) نان سنگک. در هر زوج، ستونهای سمت راست معرف مقادیر مربوط به مخمر و ستونهای سمت چپ معرف مقادیر مربوط به خمیرترش است و در هر زوج ستونهای هم رنگ، میانگینهای با حروف مشترک در سطح اطمینان 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

اهمیت باکتری های موجود در خمیرترش در آن است که می‌توانند کربوهیدرات های سبک موجود در آرد و نیز مالتوز و فرآورده‌های تجزیه شده پروتئینی را مصرف نموده، اسیدهای لاکتیک و استیک لازم برای شکل‌پذیری و نیز مراحل تهیه خمیر و پخت را به وجود آورند (رجب زاده، 1372).

نتیجه گیری

بر اساس بررسی های انجام شده در این تحقیق، مشخص شد که استفاده از اسید استیک در تهیه نان سنگک موجب کاهش میزان آکریل‌آمید نان می‌شود و روند نزولی آن با افزایش غلظت اسید شدت می‌یابد. طی تحقیقات انجام شده ، میزان اکریل‌آمید در نان سنگک تهیه شده با مخمر، کمتر از نان سنگک تهیه شده با خمیرترش بوده است؛ که می توان آن را به غلظت بالای اسید درنان سنگک تهیه شده با خمیرترش نسبت داد. نتایج این تحقیق نشان داد غلظت های بالای اسید در تهیه نان سنگک سبب افزایش اسیدیته آن می‌شود. ضمن آن که اسیدیته نان سنگک تهیه شده با خمیرترش بیش از اسیدیته نان سنگک تهیه شده با مخمر بوده است

منابع

رجب زاده، ن. 1372. تکنولوژی نان. چاپ پنجم انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

Amrein, T.M., Anderson, L., Manzardo, G.G., and Amado, R. 2006. Investigation on the promoting effect of ammonium hydrogencarbonate on the formation of acrylamide in model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 10523-10561.

Claus, A., Mongili, A., Weisz, G., Schieber, A. and Carle, R. 2008. Impact of formulation and technological faction the acrylamide content of wheat bread and bread rolls. *Journal of Cereal Science*, 47: 546-554.

Claus, A., Carle, A. and Shieber, A. 2008. Acrylamide in cereal products : A review. *Journal of Cereal Science*, 47: 118-133.

Cook , D.J and Taylor, A.J. 2005. On line MS/MS monitoring of acrylamide generation in potato and cereal based system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 8926-8933.

Exona, J.H. 2006. A review of the Toxicology of acrylamide. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 9:397-412.

Freidriksson, H.,Tallving, J., Rose, N.J.A. and Man, P. 2004. Fermentation reduces free asparagines in dough and acrylamide content in bread. *Journal of Cereal Chemistry*, 81: 650-653.

Graf, M., Amrein, T.M., Graf, S., Szalay, R., Escher, F. and Amado, R. 2006. Reducing the acrylamide content of a semi-finished biscuit on industrisl scale. *Food Science and Technology*, 39: 724-728.

Grisvas,S., Jagerstad, M., Linget, H., skogand, K. and Tornqvist., M. 2002. Acrylamide in food – mechanisms of formation and influencing factors during heating of food. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 50: 233-302.

Huang, W., Yu, Sh., Zou, Q. and Tilley, M. 2008. Effect of frying conditions and yeast fermentation an the acrylamide content in you-tiao, a traditional Chinese, fried, twisted dough- roll. *Food Research International*, 41: 918-923.

Mattaus, B., Hasse, N.U. and Vosmann, K. 2004. Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes. *Journal of Lipid Science*, 106: 793-801.

Mondal, A., and Datta, A.K. 2008. Bread baking-Areview. Journal of Food Engineering, 86:465-474.

pittet, A., Perisset, A. and Oberson, J.M. 2004. Trace level determination of acrylamide in cereal- based foods by gas chromatography – mass spectrometery. *Journal of Chromatography A*, 1035: 123-130.

Research association of the german food industry. 2005. Development of new technologies to minimize acrylamide in food. Druck Center Meckenheim GmbH & co.KG.

Rydberg, P., Eriksson, S., Tareke, E., Karlsson, P., Ehrenberg, L., and Tornqvist, M. 2003. Investigation of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 7012-7018.

Zhang, Y., Zhang, G., and Zhang, Y. 2005. Occurrence and analytical methods of acrylamide in heat- treated foods review and recent development. *Journal of Chromatography A*, 1075: 1-21.

Zhang, Y., Ren, Y. and Zhao, H. 2007. Determination of acrylamide in Chinese traditional carbohydrate – rich foods using gas chromatography combined with electrospray ionization tandem mass spectrometery. *Journal of Analytical Chemistry. Acta*, 584: 322-332.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 1, Spring 2015, p. 100-106

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 11، شماره 1، بهار 1394، ص. 106-100

Brief Report
Effects of acetic acid and dough fermentation on the acrylamid content of Sangak bread

B. Mehran[1]- R.Farhoosh*[2]– M. Shahedi[3]- A. Sharif[4]

Received:06-03-2012
Accepted:01-08-2014

Abstract

The best PH for starting the Millard reaction and Acrylamide formation ranges 7 to 8. PH below this range slows the reaction speed down and the resultant Acrylamide formation delayed. This research assess how Acetic Acid in 0.05, 0.15, 0.25% concentrations together with sourdough may promote acidity in bread dough and how they can cause a reduction of acrylamide content in Sangak bread [an Iranian traditional bread]. Here the acrylamide is assessed after it was derived and then transferring it to gaseous chromatography with ion indicator. The concentration of acrylamide in Sangak breads made of sourdough with 0.05, 0.15 and 0.25% of acid acetic showed a decrease of 73.47, 81.50 and 82.10% and also a 90.55, 92.80 and 95.96 % decrease when the bread has been made of the same compounds and yeast. The acidity of compounds with acidity rate of 0.05, 0.15 and 0.25% in Sangak bread made of yeast equates to 0.12, 0.14 and 0.17% (normal) respectively; while these values for Sangak breads made of sourdough stand at 0.16, 0.18 and 0.21% (normal). Therefore, decreased acrylamide can be attributed to increased acidity of dough.

Keywords: Aceticacid, Acrylamide, Fermentation, , Gas chromatography, Sourdough.

1, 2 and 4-Former MSc Student, Professor And Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively.
3- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfehan university, Isfehan, Iran.
(*-Corresponding Author Email: rfarhoosh@um.ac.ir)