Archive of SID

تاثیر استفاده از برگ گیاه بامبو و اسانس پونه کوهی بر کاهش میزان اکریل‌آمید و ویژگی‌های کیفی نان سوخاری

امیر حسام عباسیان راد [a]، مانیا صالحی‌فر [b]*، تکتم مستقیم [c]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۴

چکیده

مقدمه: برگ گیاه بامبو و اسانس پونه کوهی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند و از این رو می‌توانند در کاهش میزان اکریل آمید و همچنین خواص کیفی محصولات پخت نقش بسزایی داشته باشند.

مواد و روش‌ها: این تحقیق، به بررسی اثر افزودن بر کاهش میزان ترکیب سرطانزای اکریل آمید و ویژگی‌های کیفی نان سوخاری پرداخته است. متغیرها میزان درصد برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی به ترتیب در مقادیر (۰/۱٪، ۰/۱۵٪ و ۰/۲٪) و (۰/۰۰۲٪ ، ۰/۰۰۳٪ و ۰/۰۰۴٪) جایگزین قسمتی از آرد موجود در فرمولاسیون شد، که در ۱۳ تیمار جداگانه سطوح مختلف برگ گیاه بامبو و اسانس پونه‌کوهی مورد آزمون قرار گرفت. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار Design Expert و روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی ارائه گردید. ویژگی‌های فیزیکی و رئولوژیکی خمیر از جمله دانسیته و ویسکوزیته و همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نان سوخاری از جمله رطوبت، سفتی بافت، آکریل آمید و ویژگی‌های حسی نان‌های سوخاری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی دانسیته کاهش، ویسکوزیته افزایش ، سختی بافت کاهش، رطوبت افزایش یافت. همچنین کاهش قابل توجه‌ای در میزان آکریل آمید مشاهده گردید. ارزیابی حسی بیانگر آن بود که با افزایش درصد برگ گیاه بامبو و عصاره پونه کوهی، میزان رضایت‌مندی در تمامی ویژگی‌های حسی افزایش یافت.

نتیجه گیری: با توجه به آزمون‌های انجام شده و نظرات ارزیابان حسی، نمونه نان سوخاری حاوی ۰/۰۰۴ درصد عصاره پونه کوهی و ۰/۲ درصد برگ گیاه بامبو به‌عنوان نزدیکترین نمونه به نمونه شاهد و به‌عنوان بهترین تیمار پذیرفته شد که در این میزان بهینه، میزان آکریل‌آمید از ۱۲۱ میکروگرم بر کیلوگرم در نمونه شاهد به ۶۱/۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم در تیمار بهینه کاهش پیدا کرده است. به‌طور کلی در تیمار بهینه میزان ۵۹ درصد کاهش آکریل آمید را نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: *آکریل‌آمید، برگ بامبو، پونه‌کوهی، نان سوخاری*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Salehifarmania@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آکریل‌آمید یک ترکیب شیمیایی با فرمول C_3H_5NO است. ماده‌ای سفید رنگ، بلوری جامد و بی بو است. پژوهشگران دانشگاه استکهلم و انجمن غذایی سوئد در سال ۲۰۰۲ در دماهای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد در محصولات غذایی سرخ‌شده دارای کربوهیدرات بالا به وجود یک فرآورده جانبی سرطان‌زا به‌نام اکریل‌آمید پی‌بردند. به‌سبب پلاریته و حجم مولکولی پائین اکریل‌آمی د، اکریل‌آمید به آسانی وارد اندام‌های حیوانی و انسانی شده و پخش می‌شود (Russo *et al.*, 2014). ترکیب اکریل‌آمید با گلوتاتیون و اتوکسیداسیون آن با گلایسید آمید در جگر توسط سیتوکروم P 054 یکی از مهمترین روش‌های متابولیت آن در بدن است. اکریل‌آمید و گلایسید آمید، می‌توانند با ماکرو مولکول‌هایی مانند هموگلوبین و آنزیم‌ها واکنش دهند (Hamzalıoğlu, 2019).

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 (Hussein *et al.*, 2011). اصلی‌ترین ماده پیش نیاز تشکیل اکریل‌آمید، آسپاراژین آزاد است. واکنش میلارد مکانیسم عمده تشکیل اکریل‌آمید در نان سوخاری می‌باشد. نان‌سوخاری نوعی نان خشک است که از مواد اولیه اصلی شامل آرد گندم، روغن، شکر و خمیر مایه تشکیل شده و از برشته کردن قطعات بریده‌شده قرص نان با مشخصات مخصوص حاصل می‌گردد (Li *et al.*, 2012).

بیشتر روش‌ها بر روی کاهش تشکیل واکنش مذکور، حذف پیش‌سازهای اکریل‌آمید (نظیر گلوکز، فروکتوز و آسپاراژین) و یا اصلاحات مختلف فرآیند به‌منظور جلوگیری یا کاهش شدت واکنش میلارد تمرکز شده است (Khezerolou *et al.*, 2018). با کاهش دما و زمان فرآیند پخت، میزان اکریل‌آمید به‌دلیل کاهش سرعت واکنش میلارد به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، اکریل‌آمید را در مواد غذایی کاهش می‌دهد (Khezerolou *et al.*, 2018; Zhang & Zhang., 2007). آنتی‌اکسیدان‌ها، به‌عنوان افزودنی به‌منظور پیشگیری از اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها در مواد غذایی به‌کار می‌روند. در حال حاضر، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی تقاضای زیادی دارند زیرا آنتی اکسیدان‌های مصنوعی که در مواد غذایی و دارویی استفاده می‌شوند ممکن است برای سلامتی مضر باشند. آنتی‌اکسیدان دارای مزایای سلامتی مانند پیشگیری از سرطان و بیماری‌ها، کند کردن روند پیری و ارتقاء سلامت قلب و عروق شناخته شده‌اند، از این رو بامبو یک گیاه با رشد سریع و زیست توده عظیم می‌تواند به عنوان جایگزینی برای تولید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی باشد (Nirmala *et al.*, 2018). آنتی‌اکسیدان برگ بامبو، قادر به بلوکه‌کردن زنجیرهای واکنش اتواکسیداسیون لیپید هستند. یون‌های فلزی در مرحله ناپایدار، ترکیبات نیتریت را مهار می‌کنند و واکنش مصنوعی نیتروزآمین را مسدود می‌کنند. آنتی‌اکسیدان برگ بامبو در استانداردهای ملی ثبت‌شده و به‌عنوان یک نوع آنتی‌اکسیدان غذایی اجازه اضافه‌کردن آن به فراورده های غلات، ماهی، فرآورده‌های گوشتی و روغن‌های خوراکی داده شده است. جوانه‌های گیاه بامبو منبعی سرشار از ریزمغذی‌هایی هستند که به‌علت دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش میزان اکریل‌آمید در مواد غذایی می‌شود (Mattaus *et al.*, 2004). ترکیبات فنلی به‌عنوان حذف‌کننده‌های رادیکال آزاد نقش آنتی‌اکسیدانی دارند و گیاه پونه‌کوهی به‌سبب داشتن این ترکیبات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Kotsiou, 2010؛ Li *et al.*, 2012).

Morales و همکارن (۲۰۱۴) به ارزیابی تاثیر عصاره‌های طبیعی بر تشکیل آکریل‌امید در سیب زمینی سرخ شده پرداخته‌اند. نتایج نشان داد عصاره‌های چای سبز، دارچین و پونه‌کوهی به ترتیب ۶۲ درصد ، ۳۹ درصد و ۱۷ درصد سطح آکریل‌امید را کاهش دادند. Kotsiou و همکاران در سال ۲۰۱۰ به بررسی اثر عصاره فنلی پونه‌کوهی بر سطح آکریل امید در سیب‌زمینی تازه پرداختند، نتایج نشان داد وجود عصاره فنلی پونه‌کوهی ۴۴ سبب کاهش ۴۹٪ اکریل آمید شده است. Li و همکاران (۲۰۱۲) آنتی‌اکسیدان‌های برگ بامبو، پلی‌فنول‌های چای، ویتامین E و ترشیاری بوتیل هیدروکینون را به فرمولاسیون‌های کلوچه اضافه کرده و میزان اکریل‌آمید به‌وسیله کروماتوگرافی مایع– اسپکترومتری جرمی ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین بازدارندگی اکریل‌آمید توسط برگ گیاه بامبو با افزودن ۰/۲ گرم در کیلوگرم از آنتی‌اکسیدان‌های برگ‌های بامبو به‌دست آمد. ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

حسی نیز نشان رنگ، بافت و طعم کلوچه های فرآیند شده با ۰/۲ گرم در کیلوگرم از آنتی‌اکسیدان‌های برگ های بامبو یا ۰/۱ گرم در کیلوگرم از ویتامین E تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کلوچه‌های شاهد نداشت.

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر استفاده از برگ گیاه بامبو و اسانس پونه کوهی بر کاهش میزان اکریل آمید و ویژگی‌های کیفی نان سوخاری می باشد.

مواد و روش‌ها

- مواد

در این پژوهش بامبو از شرکت زربند و عصاره پونه‌کوهی از شرکت پایا تجارت ستاره سبز خریداری شده است. مواد مورد نیاز برای تولید نان سوخاری، کشور و شرکت خریداری‌شده هرکدام از مواد در جدول ۱ بیان شده است.

- خصوصیات کیفی آرد مصرفی

آرد مصرفی با مشخصات موجود در جدول ۲ مورد استفاده قرار گرفته است. خواص فیزیکی‌شیمیایی آرد مصرفی شامل رطوبت، پروتئین، خاکستر، گلوتن، pH، چربی، اسیدیته براساس استاندارد (AACC, 2003) اندازه‌گیری شد.

- تهیه نان سوخاری

جهت تولید نان سوخاری مواد نام‌برده در جدول ۲ به همراه مقادیر مختلف برگ گیاه بامبو (۰/۱٪، ۰/۱۵٪ و ۰/۲٪) و عصاره پونه‌کوهی در مقادیر (۰/۰۰۲ ، ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۴٪) را داخل مخلوط کن ترکیب شده و آب به مواد اضافه می‌شود (استراحت ۸–۱۰ دقیقه). مخلوط ۳ دقیقه دور کند، ۴ دقیقه دور متوسط و ۳ دقیقه دور تند ترکیب می‌شوند. خمیر تولید شده داخل دستگاه برش قرار گرفته و به اندازه چانه‌های ۸۰۰ گرمی برش داده می‌شود (استراحت میانی). چانه‌ها از دستگاه رول‌کن رد شده و داخل گرمخانه به مدت ۴۵–۶۰ دقیقه با حرارت۳۰–۳۵ درجه و رطوبت ۸۵–۹۰ درصد قرار می‌گیرد. سپس وارد دستگاه فر به مدت ۲۰–۱۵ دقیقه با حرارت ۱۸۰–۲۰۰ درجه قرار گرفته سپس سرد شده،برش داده می‌شود و مجددا داخل دستگاه فر با زمان و حرارت کمتر قرار می‌گیرد (Mottaghi *et al.*, 2011).

- تعیین اکریل‌آمید

نان خشک را جهت انجام آزمون به داخل لوله سانتریفیوژ HPLC انتقال داده، و لوله به‌منظور افزایش بازده استخراج به حمام اولتراسونیک انتقال داده شد. پس از

جدول ۱- مواد مورد استفاده در تولید نان سوخاری

ردیف	نام ماده	شرکت تولیدی	کشور سازنده
۱	آرد نول با درصد استخراج ۷۲٪	طلایی پرند	ایران
۲	شکر	ورامین	ایران
۳	مایه خمیر	رضوی	ایران
۴	شیر خشک	پگاه	ایران
۵	تخم‌مرغ	تلاونگ	ایران
۶	بهبود دهنده	سحر	ایران
۷	مارگارین	مهگل	ایران
۸	برگ گیاه بامبو	پایا تجارت ستاره سبز	ایران
۹	عصاره پونه‌کوهی	زردبند	ایران

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی آرد مصرفی

رطوبت (٪)	pH	اسیدیته (٪)	گلوتن (٪)	خاکستر (٪)	پروتئین (٪)	چربی (٪)
۱۴	۶	۱/۳	۲۷	۰/۳	۱۰/۸۸	۳/۶۵

www.SID.ir

Archive of SID

رسوب‌گیری، محلول صاف‌شده رویی جدا شده و به لوله سانتریفیوژ دیگر انتقال یافت. سپس با محلول هیدروکسید پتاسیم یک مولار تا رسیدن به pH ۰/۳ + ۸ به حجم رسانده شد. آنگاه به‌منظور انجام فرآیند مشتق‌سازی در این مرحله pH نهایی محتوی لوله بایستی به حدود ۱۰ برسد. در ادامه عمل مجدد سانتریفیوژ انجام گرفته و محلول شفاف‌روی رسوب جدا و با اسید کلریدریک ۵ مولار تا رسیدن به pH حدود ۰/۳ + ۱/۵ اسیدی شد و دوباره با شرایط فوق، سانتریفیوژ می‌گردد. سپس حلال آلی به‌منظور تزریق به دستگاه HPLC منتقل گردید، آنگاه برای تشخیص از دو طول موج ۲۳۸ و ۲۵۴ نانومتر جهت تعیین مقدار آکریل‌آمید استفاده می‌شود. (Shi *et al.*, 2010; Mottaghi *et al.*, 2011).

- تعیین بافت

تغییرات بافتی ناشی از افزودن مقادیر مختلف برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج ارزیابی گردید. جهت ارزیابی بافت نان‌های سوخاری مورد نظر از آزمون فشردن استفاده شد. جهت انجام آزمون، نمونه نان سوخاری بر روی صفحه مخصوص جای‌گیری نمونه قرار گرفت و پروب مناسب با سرعت تنظیم شده به نمونه نیرو وارد کرد. حداکثر نیروی لازم به‌عنوان شاخصی از سفتی در نظر گرفته شد. بدین معنی که نیروی کمتر به مفهوم سفتی کمتر و نیروی بیشتر به مفهوم سفتی بیشتر است. نیروی لازم جهت نفوذ یک پروب با انتهای گرد با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه و لودسل ۵۰۰ نیوتن به داخل نان سوخاری، محاسبه گردید. میزان نیروی فشاری وارد شده به‌نمونه برحسب نیوتن گزارش شد (Akesowan *et al.*, 2010).

- دانسیته خمیر

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد AACC به‌شماره ۵۵-۵۰ استفاده شد. بدین منظور ابتدا یک مزور ۱۰ میلی‌لیتری روی ترازو قرار داده شد و پس از صفر کردن ترازو، ۱۰ میلی‌لیتر از خمیر مورد نظر در داخل مزور ریخته شد و دانسیته خمیر را از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (AACC, 2003).

$$\rho = \frac{m}{v}$$

m: وزن خمیر v: حجم ظرف

- ویسکوزیته خمیر

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر نان سوخاری از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد[3] استفاده گردید. ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از اسپیندل ۶۴، ۱RPM و گشتاور ۷۳ پس از ۳۰ ثانیه زمان اندازه‌گیری شد. (Avazsufian *et al.*, 2015; Bahmani & Bolandi., 2018).

- تعیین رطوبت

جهت انجام این آزمون از آون (Memmert un30-30 litr) ساخت کشور آلمان و استاندارد (AACC۴۴-۱۱) استفاده شد.

- آزمون ارزیابی حسی[2]

ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، طعم و بافت با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای[3] توسط ۸ نفر ارزیاب آموزش دیده با تکمیل پرسش‌نامه ارزیابی، ارزیابی گردید. در این آزمون عدد ۱ نشان‌دهنده پایین‌ترین امتیاز داده شده توسط ارزیاب و عدد ۵ بالاترین امتیاز بوده است (Hussein *et al.*, 2012). نمونه‌ها پس از کدگذاری در اختیار ارزیابان قرار گرفت. برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی به صورت آماده خریداری شده است.

- تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش سطح پاسخ[4] با استفاده از طرح مرکب مرکزی[5] برای ارزیابی متغییرهای مستقل مطالعه، برگ گیاه بامبو (A)، عصاره پونه‌کوهی (B) استفاده شد پس ازانجام آزمایش‌ها، تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارDesign Expert8 و روش سطح پاسخ انجام شد.

[1] Brookfield viscometer [2] Sensory Evaluation [3] 5-Point Hedonic
[4] Response Surface Methodology (RSM) [5] CCD

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها

- اکریل آمید

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه کوهی بر مقدار آکریل آمید نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن طبق جدول (۳) مشخص گردید که بالاترین مقدار آکریل آمید (۱۲۱ میکروگرم بر کیلوگرم) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq ۰/۰۵$). تیمار T_9 دارای کمترین مقدار آکریل آمید (۶۱/۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد.

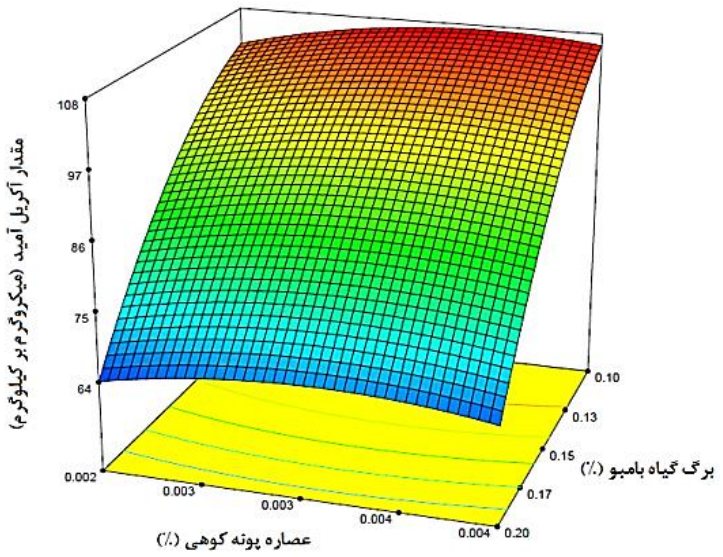
مطابق شکل ۱ رابطه معکوس و خطی بین برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی با میزان آکریل آمید وجود دارد.

بدین‌معنی که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی میزان آکریل آمید کاهش می‌یابد. این کاهش در مورد عصاره برگ گیاه بامبو نسبت به عصاره پونه کوهی مشهودتر بوده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار اکریل آمید نان سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	آکریل آمید (میکروگرم بر کیلوگرم)
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	۱۰۶/۰۰±۱/۰۰^{b}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	۱۰۱/۶۶±۰/۵۷^{b}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	۱۰٤/۶۶±۱/۵۲^{b}
T_4	۰/۱۵	۰/۰۰۲	۸۲/۰۰±۱/۰۰^{d}
T_5	۰/۱۵	۰/۰۰۳	۹۳/۵۳±۴/۵۰^{c}
T_6	۰/۱۵	۰/۰۰٤	۹٤/۶۶±۰/۵۷^{c}
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	۶۶/۰۰±۲/۰۰^{e}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	۶۷/۰۰±۳/۴۶^{e}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	۶۱/۶۶±۱/۵۲^{e}
شاهد (C)	۰	۰	۱۲۱/۰۰±۱/۰۰^{a}

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند($p>۰/۰۵$).



شکل ۱- منحنی سطح پاسخ اثر بامبو و عصاره پونه بر روی آکریل آمید

www.SID.ir

Archive of SID

- سختی بافت

با توجه به جدول ۴ نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر سختی بافت نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص گردید که بیشترین مقدار سختی بافت (۱۹/۱۶ نیوتن) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p\leq$۰/۰۵). تیمار T9 کمترین مقدارسختی بافت (۹/۱۶ نیوتن) را دارد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p\leq$۰/۰۵).

باتوجه به شکل ۲ رابطه معکوس و غیرخطی بین میزان برگ گیاه بامبو و نیز عصاره پونه‌کوهی با میزان سختی بافت وجود دارد. بدین‌معنی که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی سختی کاهش می‌یابد.

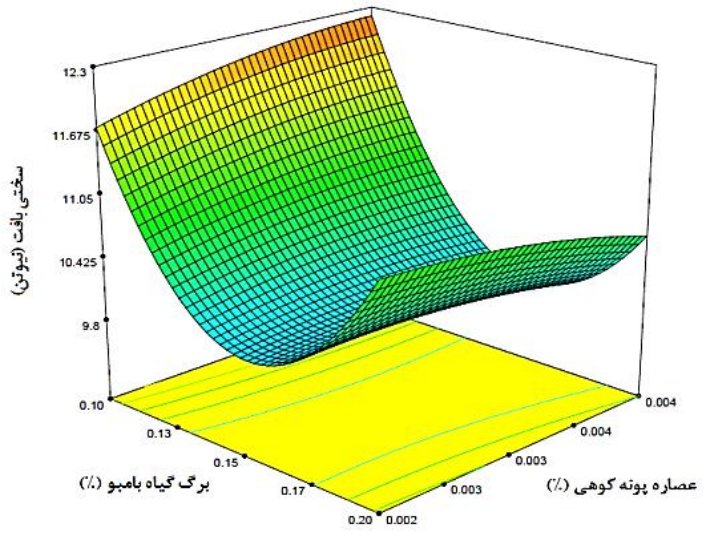
- رطوبت

مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه کوهی بر مقدار رطوبت نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن طبق جدول (۵) مشخص گردید، کمترین مقدار رطوبت (۳/۵۱ درصد) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p\leq$۰/۰۵). تیمار T9، دارای بالاترین مقدار رطوبت (۶/۰۴ درصد) است که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد ($p\leq$۰/۰۵).

جدول ٤- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار سختی بافت نان سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	سختی بافت (نیوتن)
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	۱۱/۵۵±۰/۱۰^{c}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	۱۱/۵۹±۰/۱۲^{c}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	۱۲/٦۳±۰/۰۹^{b}
T_4	۰/۱۵	۰/۰۰۲	۱۰/٤۱±۰/۴۸^{e}
T_5	۰/۱۵	۰/۰۰۳	۱۰/۱۳±۰/۱۴^{f}
T_6	۰/۱۵	۰/۰۰٤	۱۰/۸۷±۰/۰۶^{d}
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	۱۰/۸۹±۰/۰۱^{d}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	۱۰/۹۰±۰/۰۵^{d}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	۹/۱٦±۰/۱۵^{g}
شاهد (C)	۰	۰	۱۹/۱٦±۰/۱۵^{a}

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستوناختلاف معنی داری ندارند($p>$۰/۰۵).



شکل ۲- منحنی سطح پاسخ اثر بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی سختی بافت

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق شکل ۳ رابطه مستقیم و غیرخطی بین میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی با میزان رطوبت وجود دارد. بدین‌معنی که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و نیز عصاره پونه‌کوهی رطوبت افزایش داشت.

- ویسکوزیته

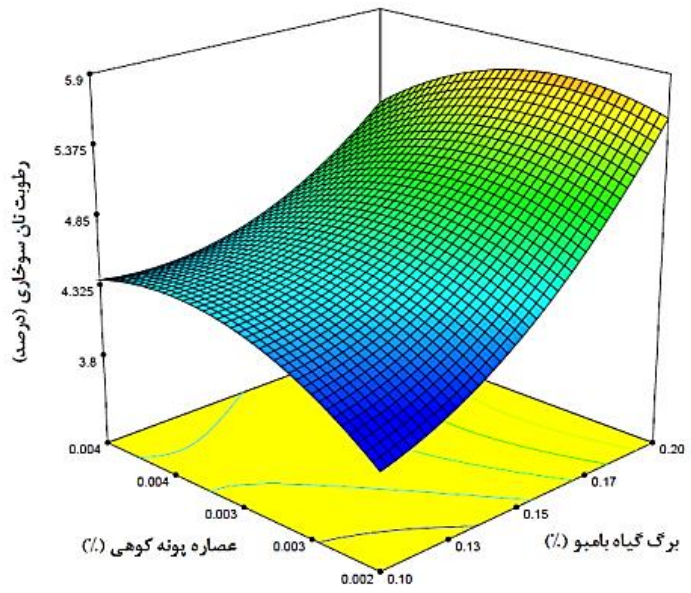
طبق جدول ۶ نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار ویسکوزیته خمیر نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن قابل مشاهده است. کمترین مقدار ویسکوزیته متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p\leq$۰/۰۵). تیمار T_9، بالاترین مقدار ویسکوزیته را دارد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت.

رابطه مستقیم و خطی بین برگ گیاه بامبو و همچنین عصاره پونه‌کوهی با ویسکوزیته مطابق شکل ۴ وجود دارد. بدین‌معنی که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی ویسکوزیته افزایش می‌یابد.

جدول ۵- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه کوهی بر مقدار رطوبت نان سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	رطوبت (٪)
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	٤/۰٥±۰/۰۸^{g}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	۳/۹۸±۰/۰۳^{g}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	٤/٦۰±۰/۱۰^{e}
T_4	۰/۱٥	۰/۰۰۲	٤/٤۰±۰/۱۰^{f}
T_5	۰/۱٥	۰/۰۰۳	٤/۷۸±۰/۰۸^{d}
T_6	۰/۱٥	۰/۰۰٤	٤/٤۰±۰/۱۰^{f}
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	٥/٤۰±۰/۱۰^{b}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	٥/۰٤±۰/۰٦^{c}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	٦/۰٤±۰/۰٦^{a}
شاهد (C)	۰	۰	۳/٥۱±۰/۱۰^{h}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند ($p>$۰/۰٥).



شکل ۳- منحنی سطح پاسخ اثر بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی رطوبت

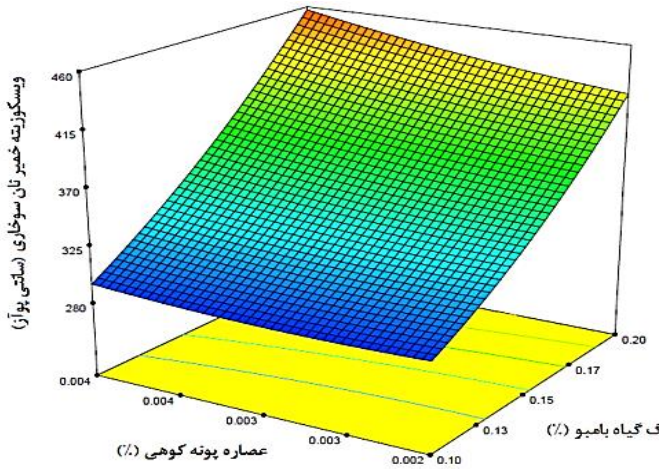
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار ویسکوزیته نان‌سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	ویسکوزیته (سانتی پوآز)
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	۲۸۱/۰۰±۱/۱۱^{f}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	۳۰۲/۰۰±۱/۲۰^{d}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	۲۹٤/۰۰±۱/۳۵^{e}
T_4	۰/۱۵	۰/۰۰۲	۳۵۲/۸۰±۱/۶۰^{c}
T_5	۰/۱۵	۰/۰۰۳	۳۵۲/۷٦±۰/۷۹^{c}
T_6	۰/۱۵	۰/۰۰٤	۳۵٤/۳۳±۲/۶۷^{c}
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	٤۲۵/۰۰±۴/۵۶^{b}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	٤۲۰/۰۰±۴/۵۵^{b}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	٤۷۰/۲۰±۳/۱۰^{a}
شاهد (C)	۰	۰	۲۰٤/۰۰±۳/۱۵^{g}

مقادیر دارای حروف مشابه در ستون (میانگین) اختلاف معنی داری ندارند($p>۰/۰۵$).



شکل ٤- منحنی سطح پاسخ اثر بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی ویسکوزیته

- دانسیته

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار دانسیته خمیر نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن طبق جدول ۷ مشخص گردید که بالاترین مقدار دانسیته (۱/۷۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($p\leq۰/۰۵$). تیمار T_9، دارای کمترین مقدار دانسیته (۰/۹۶۰ گرم بر سانتی متر مکعب) می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۵ قابل مشاهده است رابطه معکوس و خطی بین برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی با دانسیته وجود دارد. بدین معنی که با افزایش میزان بامبو و همچنین عصاره پونه‌کوهی، دانسیته کاهش می‌یابد.

- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر ارزیابی حسی طعم و مزه، بافت، رنگ و ارزیابی حسی (پذیرش کلی) نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن طبق جدول (۸) مشخص گردید.

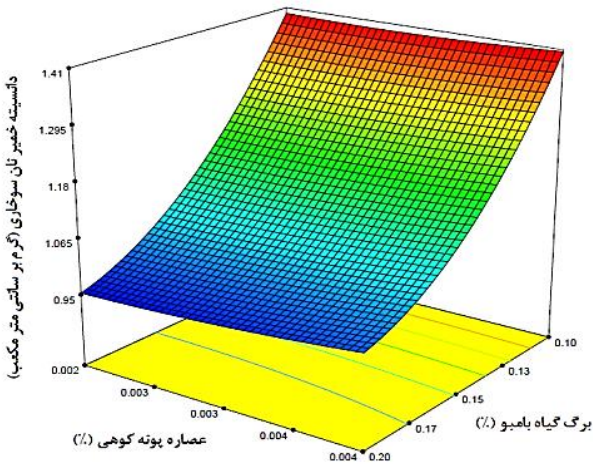
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر مقدار دانسیته نان سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	دانسیته (گرم بر سانتی متر مکعب)
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	۱/۳۰۰±۱/۰۰۰^{b}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	۱/۳۰۰±۰/۱۰۰^{b}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	۱/۳۰۰±۰/۱۰۰^{b}
T_4	۰/۱۵	۰/۰۰۲	۱/۰۸۳±۰/۰۷۶^{c}
T_5	۰/۱۵	۰/۰۰۳	۱/۰۹٦±۰/۰۶۹^{c}
T_6	۰/۱۵	۰/۰۰٤	۱/۱۳۰±۰/۰۱۰$_{c}$
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	۰/۹٦۶±۰/۰۱۰^{d}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	۰/۹٦٦±۰/۰۱۵^{d}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	۰/۹٦۰±۰/۰۱۵^{d}
شاهد (C)	۰	۰	۱/۷٦٦±۰/۰۶۱^{a}

میانگین های دارای حروف مشابه در هرستون اختلاف معنی داری ندارند (p>۰/۰۵).



شکل ۵- منحنی سطح پاسخ اثر بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی دانسیته

جدول ۸- مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر ارزیابی حسی نان سوخاری

تیمار	بامبو (٪)	عصاره پونه کوهی (٪)	ارزیابی حسی طعم و مزه	ارزیابی حسی بافت	ارزیابی حسی رنگ	ارزیابی حسی پذیرش کلی
T_1	۰/۱	۰/۰۰۲	٤/۱۰±۰/۶۰^{g}	۳/٦۰±۰/۶۰^{d}	٤/۰۰±۰/۰۰^{e}	٤/۰٦±۰/۸۵^{e}
T_2	۰/۱	۰/۰۰۳	٤/٤٦±۰/۵۵^{c}	۳/٦۰±۰/۶۰^{d}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}
T_3	۰/۱	۰/۰۰٤	٤/۵۰±۰/۰۵^{b}	۳/٦۰±۰/۶۰^{d}	٤/۳۰±۰/۰۹^{c}	٤/۳۰±۰/۳۳^{c}
T_4	۰/۱۵	۰/۰۰۲	٤/٤۰±۰/۲۲^{d}	٤/۰۰±۰/۰۰^{c}	٤/۰۰±۰/۰۰^{e}	٤/۳۰±۰/۳۳^{c}
T_5	۰/۱۵	۰/۰۰۳	٤/۳۰±۰/۳۵^{e}	٤/۲۰±۰/۸۰^{b}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}
T_6	۰/۱۵	۰/۰۰٤	٤/۰۰±۰/۰۰^{h}	٤/۰۰±۰/۰۰^{c}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}
T_7	۰/۲	۰/۰۰۲	۳/۸۰±۰/۳۸^{i}	٤/۰۰±۰/۰۰^{c}	٤/۵۰±۰/۵۵^{b}	٤/٤٦±۰/۸۹^{b}
T_8	۰/۲	۰/۰۰۳	٤/۲۰±۰/٤۳^{f}	٤/۰۰±۰/۰۰^{c}	٤/۲۰±۰/۸۰^{d}	٤/۲۳±۰/۳۳^{d}
T_9	۰/۲	۰/۰۰٤	٤/۷۰±۰/۱۰^{a}	٤/۵۰±۰/۳۳^{a}	٤/۸۰±۰/۲۲^{a}	٤/۵۳±۰/۲۵^{a}
شاهد (C)	۰	۰	۳/۵۰±۰/۸۳^{j}	۳/۲۰±۰/۱۱^{e}	۳/۵٦±۰/۸۵^{f}	۳/٤۷±۰/۱۱^{f}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در مطالعه حاضر، اثر افزودن برگ گیاه بامبو و اسانس پونه کوهی بر کاهش میزان اکریل آمید و ویژگی‌های کیفی در نان سوخاری مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج مربوط به آکریل‌امید در جدول ۳ و شکل ۱، شرایط نان سوخاری با کمترین آکریل آمید به میزان ۶۱/۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم با درصد بامبو ۰/۲ و عصاره پونه‌کوهی ۰/۰۰۴ درصد تعیین گردید. مقدار R^2، این مدل برابر ۰/۹۱ بود که مقدار R^2 بالاتر از ۰/۹ قدرت بالای مدل را تایید می‌کند. با افزایش درصد عصاره پونه‌کوهی و بامبو میزان آکریل آمید کاهش یافت. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در گیاهان دارویی توانایی بلوکه‌کردن واکنش‌های زنجیرهای اتواکسیداسیون چربی‌ها، رادیکال‌های آزاد و شلاته‌کردن فلزات موثر در اکسیداسیون چربی‌ها را دارا می‌باشند. ترکیبات فنلی موجود در گیاهان دارویی قادر به متوقف‌کردن فرایند اکسیداسیون آکرولئین و در نتیجه کاهش ایجاد آکریل‌آمید می‌باشند. قابل ذکر است که تولید آکرولئین از تجزیه لیپیدها آغاز گشته و اکسیداسیون اسیدهای چرب را توسعه می‌دهد. این ترکیبات با ترکیبات نیتریتی واکنش داده و موجب بلوکه‌کردن آن‌ها و جلوگیری از شرکت آن‌ها در فرآیندهای منجر به تشکیل آکریل‌آمید یا ترکیبات واسطه موثر می‌گردند (Keshavarz *et al.*, 2017). نتایج بدست آمده با تحقیقات حاصل از پژوهش Morales و همکارن (۲۰۱۴) مطابقت دارد که به ارزیابی تاثیر عصاره‌های طبیعی بر تشکیل آکریلامید در سیب زمینی سرخ شده پرداخته‌اند. نتایج نشان داد عصاره‌های چای سبز، دارچین و پونه‌کوهی به ترتیب ۶۲ درصد، ۳۹ درصد و ۱۷ درصد سطح آکریل‌امید را کاهش دادند. همچنین یافته‌های به‌دست آمده با نتایج Kotsiou و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت دارد.

سختی بافت، بیات شدن تغییرات فیزیکوشیمیایی را شامل می‌شود که باعث کاهش کیفیت نان و تغییر ویژگی‌ها و خصوصیات آن می‌گردد. هنگامی که نان سوخاری بیات می‌شود عطر و طعم، قابلیت جویدن و بافت محصول تغییر می‌کند. خصوصیات بافتی نان سوخاری با کمک دستگاه بافت‌سنج انجام پذیرفت (Keshavarz *et al.*, 2018). مطابق جدول ۴ مربوط به سختی بافت، مقدار R^2، این مدل برابر ۰/۸۷ بود. نتایج فرایند بهینه‌سازی نشان داد؛ شرایط نان سوخاری با کمترین سختی بافت به میزان ۹/۱۶ نیوتن با درصد بامبو ۰/۲ و عصاره پونه ۰/۰۰۴ درصد تعیین گردید. با توجه به نتایج مشخص گردید که افزودن برگ گیاه بامبو در کاهش میزان سفتی مغز نان‌های حاوی بامبو نسبت به تیمار شاهد مؤثر بوده است.

نتایج فرایند بهینه‌سازی، نشان داد؛ شرایط نان سوخاری با بیشترین رطوبت به میزان ۶/۰۴ درصد با درصد بامبو ۰/۲ و عصاره پونه ۰/۰۰۴ درصد تعیین گردید مقدار R^2، این مدل برابر ۰/۹۱ بود. رطوبت، مقدار آب آزاد و پیوسته در بافت ماده‌غذایی را شامل گردیده، به‌طوری‌که این شاخص در مواد غذایی نقش مهمی در تردی و مدت زمان نگهداری محصولات دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص گردید با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و نیز عصاره پونه‌کوهی درصد رطوبت افزایش پیدا نمود. برگ گیاه بامبو به‌دلیل وجود رطوبت در ساختار شیمیایی خود و نیز افزایش حضور ترکیبات جاذب‌الرطوبه مانند فیبر باعث جذب آب و افزایش میزان رطوبت می‌شود (Esmaili *et al.*, 2017). همچنین Zhu در سال ۲۰۱۹ نشان داد با افزایش آرد سیب‌زمینی شیرین به نان بخارپز چینی رطوبت افزایش یافته است. نتایج محققین نشان داد که که افزایش سطح مالت ارزن سبب افزایش مقدار پارامترهای رطوبت ۱۶/۹به ۱۸/۴۵، در کیک فنجانی شده است (Tabrizi *et al.*, 2017).

ویسکوزیته، خاصیت مقاومت سیال در برابر نیروهای وارد بـر آن و ایجاد تنش برشی است. ویسکوزیته خمیر تعیین‌کننده سرعت حرکت حباب‌های هوا به سطح است (Bahmani & Bolandi, 2018). نتایج حاصل از ویسکوزیته طبق جدول ۶ نشان داده شده است؛ شرایط نان سوخاری با بیشترین ویسکوزیته به میزان ۴۷۰/۲۰ سانتی پوآز با درصد بامبو ۰/۲ و عصاره پونه ۰/۰۰۴ درصد تعیین گردید. مقدار R^2، این مدل برابر ۰/۹۶ بود که مقدار R^2 بالاتر از ۰/۹ قدرت بالای مدل را تایید می‌کند. افزودن مقادیر بالایی از برگ گیاه‌بامبو در ساختار خمیر سبب خواهد شد تا زمان انبساط خمیر به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد که این امر ناشی از واکنش گیاه بامبو با شبکه پروتئینی آرد می‌باشد که در نتیجه با تغییر ویژگی‌های الاستیسیته خمیر و کاهش ظرفیت نگهداری گاز، افزایش قوام خمیر را در پی خواهد داشت. این بدین مفهوم است که

www.SID.ir

Archive of SID

خمیر سفت‌تر شده و یا به‌عبارت دیگر ویسکوزیته آن افزایش می‌یابد. هم‌چنین برگ گیاه بامبو به‌عنوان یک فیبر محلول در آب، ظرفیت نگهداری آب بسیار بالایی دارد به طوری‌که در هنگام انحلال بامبو در آب میکروکریستال‌هایی تشکیل می‌شود که با قرار گرفتن آب در داخل شبکه‌های آن کاهش رطوبت از ساختار محصول را در پی خواهد داشت بنابراین استفاده از بامبو در مقادیر بالا سبب خواهد شد تا میزان رطوبت باقی‌مانده در ساختار خمیر کاهش یابد و بنابراین ویسکوزیته خمیر افزایش پیدا کند.

همان‌گونه که در جدول ۷ و شکل ۵ قابل مشاهده است، با افزایش درصد پودر برگ گیاه بامبو، دانسیته خمیر کاهش یافت. با توجه به ساختار اسفنجی فیبرهای موجود در برگ گیاه بامبو و توانایی آنها در تشکیل پیوندهای هیدروژنی متعدد با آب موجود در خمیر نان و استحکام بخشیدن به دیواره حباب‌های هوا، این نان‌ها دارای حجم بیشتر و بافت مستحکم‌تری نسبت به نمونه شاهد بودند. اگرچه فیبرهای موجود در برگ گیاه بامبو باعث رقیق شدن گلوتن می‌گردند اما به‌دلیل تاثیر بر پایداری حباب‌های هوا در حین شکل‌گیری و پس از آن در طی نگهداری باعث حجم بیشتر خمیر می‌شوند. همچنین مشاهده گردید با افزایش غلظت عصاره پونه کوهی، نیز دانسیته کاهش یافت. توانایی بالای عصاره در وارد کردن حباب‌های هوای بیشتر و با اندازه کوچکتر به درون بافت خمیر و در واقع بهبود عملیات هوادهی آن بود. نتایج فرایند بهینه‌سازی نشان داد؛ شرایط نان سوخاری با کمترین دانسیته به میزان ۰/۹۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب با درصد بامبو ۰/۲ و عصاره پونه ۰/۰۰۴ درصد تعیین گردید. مقدار R^2، این مدل برابر ۰/۹۴ بود که مقدار R^2 بالاتر از ۰/۹ قدرت بالای مدل را تایید می‌کند (Mokhtari *et al.*, 2018). بر اساس جدول ۸ مربوط به ارزیابی حسی نان سوخاری، کمترین امتیاز ارزیابی حسی طعم و مزه (۳/۵) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). تیمار T9بیشترین امتیاز ارزیابی حسی طعم و مزه (۴/۷) را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد ($P\leq$۰/۰۵). نتایج حاکی از آن بود که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی، میزان رضایت‌مندی از نظر طعم و مزه افزایش یافت.

همچنین کمترین امتیاز ارزیابی حسی بافت (۳/۲۰) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). تیمار T9 دارای بیشترین امتیاز ارزیابی حسی بافت (۴/۵۰) را دارد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). این مقدار بیانگر صحت مدل پیش‌بینی شده برای داده‌ها است (جدول ۸). همانطور که آنالیز پارامترهای بافتی نشان داد بین تیمارها از لحاظ سفتی نان سوخاری اختلاف معنی‌دار وجود داشت به‌طوری‌که با افزودن برگ گیاه بامبو سفتی بافت به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. با توجه به نتایج مشخص گردید که افزودن برگ گیاه بامبو در کاهش میزان سفتی مغز نان‌های حاوی بامبو نسبت به تیمار شاهد مؤثر بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی شاخص ارزیابی حسی بافت مشخص شد که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی میزان رضایت‌مندی از لحاظ بافت نمونه‌های نان سوخاری افزایش یافت.

نتایج ارزیابی حسی رنگ نشان داد کمترین امتیاز (۳/۵۶) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). تیمار T9 بیشترین امتیاز ارزیابی حسی رنگ (۴/۸) را دارد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). مدل دارای ضریب تبیین خوب (R^2 = ۰/۹۹۸) برای برازش داده‌ها دارد. این مقدار بیانگر صحت مدل پیش‌بینی‌شده برای داده‌ها است (جدول ۸). با توجه به نتایج به‌دست آمده از اثر برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی شاخص رنگ مشخص شد که با افزایش میزان این دو فاکتور میزان رضایت‌مندی از لحاظ رنگ نمونه‌های نان سوخاری افزایش یافت.

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر درصد بامبو و عصاره پونه کوهی بر ارزیابی حسی پذیرش کلی نان سوخاری و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص گردید که کمترین امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی (۳/۴۷) متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). تیمار T9 بیشترین امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی(۴/۵۳) را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی دار دارد ($P\leq$۰/۰۵). مدل دارای ضریب تبیین خوب (R^2 =۰/۹۸۸) برای برازش داده‌ها دارد (جدول ۷). این مقدار بیانگر صحت مدل

www.SID.ir

Archive of SID

پیش‌بینی شده برای داده‌ها است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از اثر برگ گیاه‌بامبو و عصاره پونه‌کوهی بر روی پذیرش کلی نمونه‌های نان سوخاری مشخص شد که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی پذیرش کلی افزایش یافت.

تمام آزمون‌های مربوط به ارزیابی حسی با حضور ارزیاب آموزش‌دیده با تکمیل پرسش‌نامه ارزیابی انجام شده است.

با توجه به آن‌که مقدار حداکثر دوز مجاز توصیه شده برای آکریل‌امید ۲ می‌باشد. میزان آکریل امید در نان سوخاری ۱۲۱ µg/kg می‌باشد با توجه به آنکه میزان دریافت آکریل‌امید از مواد غذایی بسته به نوع رژیم غذایی دارد، به‌طوری‌که غلظت آکریل‌امید در نان‌ها، کیک و بیسکوئیت‌ها و غلات صبحانه به ترتیب ۴۴۶، ۳۵۰ و ۹۶ میکروگرم در کیلوگرم ماده غذایی و در سیب‌زمینی سرخ‌کرده و چیپس سیب‌زمینی به ترتیب ۳۳۴ و ۷۵۲ میکروگرم در کیلوگرم ماده غذایی گزارش شده است .باتوجه به آنکه مردم در طول شبانه‌روز علاوه بر نان از مواد غذایی دیگر مانند بیسکویت، کیک و غلات صبحانه و غیره استفاده می‌کنند، اگر میزان آکریل‌آمید در انواع نان مانند نان سوخاری کاهش پیدا نکند، باعث افزایش میزان آکریل آمید از مقدار حداکثر دوز در افراد می‌شود.

با توجه به توضیحات زیر کنترل تکنولوژی و تهیه تجهیزات مورد نیاز، نیازمند هزینه و نیروی کار بالا می‌باشد. برای کاهش آکریل‌آمید در مراحل کشاورزی و انتخاب گونه و میزان استخراج همانطور که گفته شد نیازمند تجهیزات گران‌قیمت و افراد آموزش‌دیده می‌باشد، که مقرون به‌صرفه نیست. همچنین در فرایند تولید نان سوخاری به دلیل محدود بودن زمان، حجم تولید و صرفه‌جویی در زمان فرایندهایی از جمله تخمیر، افزایش زمان جهت کاهش دما و قندهای احیاکننده دیگر، نیازمند فرصت‌دادن به مخمرها می‌باشد، که باتوجه به تولید انبوه مقرون به‌صرفه نمی‌باشد.

طبق بررسی‌های انجام‌شده استفاده از برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی به‌دلیل در دسترس بودن، از جمله روش‌های کم‌هزینه تغییر فرمولاسیون برای کاهش آکریل‌امید همراه با مطلوب بودن ارزیابی حسی می‌باشد. تغییر فرمولاسیون روشی است که سازمان‌های نظارتی می‌توانند کنترل کنند و با گرفتن نمونه می‌توان بررسی کرد که ایا تغییرات و موادی که گفته شده است باعث کاهش اکریل‌آمید شده است یا نه؟ براین اساس با شیوه اضافه کردن دو ماده آنتی‌اکسیدان باعث شد فقط ۱۰٪ تغییر در قیمت نان سوخاری ایجاد شود.

برای براورد هزینه اقتصادی طرح به بررسی هزینه ماده اولیه پرداخته شده است. طبق مطالعه انجام شده، تیمار T9 دارای اثرگذاری بیشتر بر روی خواص نان سوخاری بوده است. تیمار T9 شامل ۰٫۲٪ برگ گیاه بامبو و ۰٫۰۰۴٪ عصاره پونه‌کوهی می‌باشد. یک بسته ۲۵۰ گرمی نان سوخاری ۶۰۰۰ تومان می‌باشد. در ابتدا لازم است بدانیم چند گرم از این مواد برای یک بسته ۲۵۰ گرمی نان سوخاری لازم است؟

برگ گیاه بامبو ۰٫۲٪ × ۲۵۰=۰٫۵

عصاره پونه‌کوهی ۰٫۰۴٪ × ۰٫۰۱ ۲۵۰=

قیمت هر گرم از ماده:

برگ گیاه بامبو ۱۰۰۰۰ (تومان) ÷۱۰۰=۱۰۰

عصاره پونه‌کوهی ۳۰۰۰۰ (تومان) ÷۲۰=۱۵۰۰

هزینه ماده:

برگ گیاه بامبو ۰٫۵ × ۱۰۰=۵۰

عصاره پونه‌کوهی ۰٫۰۱× ۱۵ ۱۵۰۰=

ماده مورد استفاده برای یک بسته ۲۵۰ گرمی نان سوخاری ۶۰۰۰ تومانی، باعث افزایش میزان مصرف ماده به مقدار ۶۵ تومان می‌باشد.

حاشیه سود نان سوخاری در بازار ۲۰٪ است.

۶۵ × ۱٫۲+ ۶۰۰۰ =۶۰۷۸

قیمت تمام شده نان سوخاری با اضافه کردن برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی۶۰۷۸ می‌شود.

اگر قیمت اضافه‌شده مواد را بر قیمت نان سوخاری تقسیم کنیم، میزان ۱۰ درصد به قیمت نان سوخاری اضافه می‌شود.

۶۰۷۸÷ ۶۰۰۰ = ۰٫۰۱۳

با توجه به آنکه پژوهش با فرایند پیچیده‌ای صورت نگرفته است و مواد از تولیدات ملی خریداری شده است، نیروی انسانی اضافه‌ای مورد نیاز نیست. همچنین به موجب کم بودن نیروی انسانی و قیمت اضافه شده، از سربار

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان صرف‌نظر کرد. با توجه به آنکه تغییر کمی در قیمت نان سوخاری ایجاد شده است، این طرح می‌تواند روش مناسبی برای کاهش آکریل آمید در نان سوخاری باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیّت خطرات ناشی از مصرف مداوم اکریل‌آمید در رژیم‌های روزانه و با در نظر گرفتن مصرف بالای فرآورده‌ها بر پایه غلات از جمله نان‌سوخاری کاهش میزان این ماده در مواد غذایی با استفاده از منابع طبیعی و بی‌ضرر نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها و افزودنی‌های گیاهی به جای منابع سنتزی و خطرساز حائز اهمیّت است. بدین ترتیب، ارزیابی توانایی ترکیبات گیاهی، عصاره و اسانس گیاهان دارویی مانند پونه‌کوهی و اجزائی نظیر برگ گیاه بامبو به‌عنوان یکی از منابع آنتی‌اکسیدان می‌تواند راه را برای ارزیابی‌های دقیق‌تر و گسترده‌تر در رابطه با کاهش سطوح اکریل‌آمید هموار نماید. بدین ترتیب می‌توان یک نوع نان سوخاری با اکریل‌آمید کمتر و اثرات سلامت بخش تولید نمود. استفاده از برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی به‌عنوان دو آنتی‌اکسیدان تاثیر مثبتی بر ارزش تغذیه‌ای و کاهش آکریل آمید محصول نهایی خواهد داشت. نتایج نشان داد با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی میزان آکریل آمید در محصول نهایی به‌طور چشمگیری کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی، میزان رضایت‌مندی از نظر تمامی فاکتورهای ارزیابی حسی افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش حاکی از آن بود که با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی دانستیه کاهش و ویسکوزیته افزایش یافت. در بررسی بافت نمونه‌های نان سوخاری مشخص شد با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و عصاره پونه‌کوهی سفتی بافت کاهش یافت. در بررسی تغییرات رطوبت در نمونه‌های نان سوخاری با افزایش میزان برگ گیاه بامبو و میزان عصاره پونه‌کوهی مقدار رطوبت افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، استفاده از مخلوط برگ گیاه بامبو و عصاره پونه کوهی جهت کاهش آکریل آمید در فرآورده‌های غذایی که با دمای بالا پخت می‌گردند توصیه می‌شود. با توجه به آزمون‌های انجام‌شده ، نمونه نان سوخاری حاوی ۰/۰۰۴ درصد عصاره پونه‌کوهی و ۰/۲ درصد برگ گیاه بامبو به‌عنوان بهترین تیمار پذیرفته شد. که در این میزان بهینه، میزان آکریل آمید از ۱۲۱ میکروگرم بر کیلوگرم در نمونه شاهد به ۶۱/۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم در تیمار بهینه کاهش پیدا کرده است. بطور کلی در تیمار بهینه میزان ۵۹ درصد کاهش آکریل آمید را نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد.

منابع

AACC. (2000). Approved method the American Association of cereal chemists. St. Paul: American Accociation of Cereal Chemists, Ins.

AACC. (2003). Approved methods of analysis of the American association of Cereal Chemists, St. Paul.MN US.

Abedi, M., Keramat, J. & Hojatoleslami, M. (2018). Effects of cross linked starch on acryl amid reduction on Sangak bread. Journal of Food Science and Technology, 71(14), 1-9 [In Persian].

Avazsufian, A., Alami, M., Sadeghi Mahvnk, A., ghorbani, M. & Ziayifar, A. (2015). Sweet almond meal and xanthan gum in the production of gluten-free cake. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 3(2), 196-185.

Akesowan, A. (2010). Quality of reduced fat chiffon cakes prepared with erthritolsucralose as replacement for sugar. Pakistan Journal of Nutrition, 8(9), 1383-1386.

Bahmani, A. & Bolandi, M. (2018). Evaluation potassium sorbet alternatine with polyols and effects on physiochemical and microbial properties of Muffin. Journal of Food Science and Nutrition, 75(15),113-121 [In Persian].

Esmaili, M., Shojaii, S., Abadi, E. & Mirmoghtadaii, L. (2016). Improvemennt the quality and texture characteristics of fat free sponge cake with alovera gell powder. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology, 12(4), 111-119 [In Persian].

Hussein, E. A., El-Beltagy, A. E. & Gaafor, A. M. (2012). Production and Quality Evaluation of Low Calorie cake. American Journal of Food Technology, 6(9), 827-834.

Hamzalıoğlu, A., Mogol, B. A. & Gökmen, V. (2019). Acrylamide: An Overview of the Chemistry and Occurrence in Foods.

www.SID.ir

Archive of SID

Khezerolou, A., Alizadeh-Sani, M., Zolfaghari Firouzsalari, N. & Ehsani, A. (2018). Formation, Properties, and Reduction Methods of Acrylamide in Foods: A Review Study. Journal of Nutrition, Fasting and Health, 6, 52-59.

Kotsiou, K., Tasioula-Margari, M., Kukurová, K. & Ciesarová, Z. (2010). Impact of oregano and virgin olive oil phenolic compounds on acrylamide content in a model system and fresh potatoes. Food Chemistry, 123(4), 1149-1155.

Kamkar, A., Jebelli, J. A., Asadi, F .& Kamalinejad, M. (2010). The antioxidative effect of Iranian Mentha Pulegium extracts and essential oil in sunflower oil. Food and Chemical Toxicology, 48, 1796-1800.

Keshavarz, Z., Niazmand, R. & Aryanfar, A. (2017). Effect of sesame oil and unsaponifiable materials on reduction of acrylamide in fried potato slices. Journal of Food Science and Technology, 7(1), 1-12 [In Persian].

Li, D., Chen, Y., Zhang, Y., Lu, B., Jin, C., Wu, X. & Zhang, Y. (2012). Study on Mitigation of Acrylamide Formation in Cookies by 5 Antioxidants. Journal of Food Science, 1144-1149.

Mokhtari, Z., Ziaiifar, A., Kashaninejad, M. & Aghajanzadeh, S. (2018). Study on physiochemical and rheological properties of dough with oak flour and Inulin. Journal of Food Science and Technology, 84(15), 23-38.

Mottaghi, M., Seyedein Ardebili, M., Honarvar, M. & Baghizadeh, M. (2011). Study oneffects of Salvia rosmarinus on reduction of acrylamide in traditional flat breads of Kerman. Journal of Food Science and Nutrition, 4(4),1-16.

Morales, G., Jimenez, M., Garcia, O., Mendoza, M. R. & Beristain, C. I. (2014). Effect of natural extracts on the formation of acrylamide in fried potatoes. LWT-Food Science and Technology, 58(2), 587-593.

Nirmala, C., Bisht, M. S., Bajwa, H. K. & Santosh, O. (2018). Bamboo: A rich source of natural antioxidants and its applications in the food and pharmaceutical industry. Trends in Food Science & Technology, 77, 91-99.

Russo, M. V., Avino, P., Centola, A., Notardonato, I. & Cinelli, G. (2014). Rapid and simple determination of acrylamide in conventional cereal-based foods and potato chips through conversion to 3-[bis (trifluoroethanoyl) amino]-3-oxopropyl trifluoroacetate by gas chromatography coupled with electron capture and ion trap mass spectrometry detectors. Food Chemistry, 146, 204-211.

Shi, Z., Zhang, H. & Zhao, X. (2010). Ultrasonic-assisted precolumn derivatization-HPLC determination of acrylamide formed in Radix Asparagi during heating process. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 49(4), 1045-1047.

Sahraiyan, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M. & Soleimani, M. (2013). The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8(3), 229-240.

Tabrizi, H., Maghsoodloo, Y. & Ziaifar, A. (2017). Physiochemical characteristics of gluten free cup cakewith rice flour and millet. Food Science and Technology, 15(9), 249-260 [In Persian].

Zhang, Y. & Zhang, Y. (2007). Study on reduction of acrylamide in fried bread sticks by addition of antioxidant of bamboo leaves and extract of green tea. Asia- Pacific Journal of Chemical Engineering, 16(1), 131–136.

Zhu, F. & Sun, J. (2019). Physicochemical and sensory properties of steamed bread fortified with purple sweet potato flour. Food Bioscience, 30(1), 235-242.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of using the bamboo leaf and *Oregano (Mentha logifolia L.)* essential oil on acrylamide content and qualitative characteristics in Zwieback

A. H. Abasian Rad [a], M. Salehifar [b*], T. Mostaghim [c]

[a] M. Sc. Student of the Department of Food science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Associate Professor of the Department of Food science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Assistant Professor of the Department of Food science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 10 June 2019 Accepted: 13 May 2020

Abstract

Introduction: Zwieback is a form of rusk eaten in Poland, German, Scandinavia and many other countries. It is a type of crisped, sweetened bread made with eggs and baked twice. Bamboo leaf and oregano essential oil are natural antioxidant which can reduced the acrylamide content in Zwieback and have major effects on the quality characteristics of baked products.

Materials and Methods: In this work investigation were performed by adding Bamboo leaf and Oregano essential oil to reduce the amount of acrylamide in Zwieback bread. The variables were the percentage of Bamboo leaves and Oregano extract in concentrations of 0.1%, 0.15% and 0.2% and 0.002%, 0.003 % and 0.004%, respectively. Statistical analysis using software Design Expert and RSM method and central composite design (CCD) were performed. Physical and rheological characteristics such as density and viscosity as well as the physicochemical characteristics of rusks including moisture, firmness, acrylamide concentration, and sensory characteristics were evaluated according to the national standards.

Results: The results showed significant differences in the density and viscosity of the paste characteristics, moisture content, firmness, acrylamide concentration and sensory evaluation. According to the tests carried out and the comments of panelists, Zwieback containing oregano essential oil (0.004%) and 0.2 % Bamboo leaf was the closest to the control and was accepted as the best treatment.

Conclusion: The best treatment reduced the acrylamide concentration considerably as compared to control was containing 0.004 oregano essential oil and 0.2 % Bamboo leaf. This treatment reduced the acrylamide concentration by 59% as compared to the control.

***Keywords*:** *Acrylamide, Bamboo leaves, Bregano extract, Zwieback.*

* Corresponding Author: Salehifarmania@yahoo.com

www.SID.ir