

بررسی و مقایسه تاثیر عصاره چوبک (*Acanthophyllum glandulosum*) و

امولسیفایر منو و دی گلیسرید بر ویژگی های کیفی کیک روغنی

وحید کیهانی^{1*}، سید علی مرتضوی²، مهدی کریمی³، حجت کاراژیان⁴، زهرا شیخ الاسلامی³

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، خراسان رضوی
* نویسنده مسئول (pdf_keyhani@yahoo.com)

2- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

3- استادیار گروه فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

4- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، خراسان رضوی

چکیده

عصاره چوبک به علت حضور ترکیبات ساپونینی و صمغی در آن از توانایی امولسیون کنندگی برخوردار است. بر این اساس هدف این پژوهش بهره‌مندی از این توانایی عصاره چوبک به تنهایی و در ترکیب با امولسیفایر منو و دی گلیسرید (E471) در سه سطح 0، 0/5 و 1 درصد در بهبود کیفیت نوعی کیک روغنی بود. ارزیابی تأثیر این افزودنی‌ها با اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که افزودن عصاره چوبک کاهش وزن مخصوص و افزایش ویسکوزیته خمیر و در مورد کیک افزایش شاخص L^* پوسته و مغز، حجم مخصوص، تخلخل، رطوبت، امتیاز ویژگی‌های حسی بافت، قابلیت جویده شدن و کاهش سفتی را به همراه دارد، به طوری که در این ارتباط نقش مؤثرتری نسبت به E471 داشت. مشابه این نتایج در استفاده از E471 نیز حاصل شد و البته در به تأخیر انداختن پدیده بیاتی در طی زمان نگهداری بر عصاره چوبک برتری داشت. کاربرد این دو افزودنی در ترکیب با هم روند بهبود کیفیت محصول را تشدید نمود که تأییدی بر اثر سینرژیستیک امولسیفایرها بود. در عمل مخلوط امولسیفایری متشکل از 1 درصد عصاره چوبک و 0/5 درصد E471 بهترین انتخاب تشخیص داده شد.

تاریخ دریافت: 93/07/08

تاریخ پذیرش: 94/02/02

واژه‌های کلیدی

اثر سینرژیستیک

امولسیفایر

عصاره چوبک

کیک روغنی

منو و دی گلیسرید

مقدمه

قسمت‌های شرقی ایران (استان خراسان) و نواحی مجاور آن (افغانستان و ترکمنستان) شناسایی شده‌اند (Aghel et al., 2007). ریشه گیاه چوبک منبعی سرشار از ساپونین¹ می‌باشد به طوری که از مهم‌ترین و فعال‌ترین ترکیبات موجود در آن محسوب شده و بر همین اساس بسیاری از تحقیقات قبلی انجام شده با محوریت این گیاه، عمدتاً بر روی شناسایی ساختار و

چوبک گیاهی است که به خانواده میخک (*Caryophyllaceae*) و جنس آکانتافیلوم (*Acanthophyllum*) تعلق دارد. در مجموع 61 گونه از این جنس گیاهی در دنیا وجود دارد که از این تعداد 33 گونه در ایران قابلیت رشد دارند و 23 گونه نیز بومی این منطقه به حساب می‌آیند (Ghaffari, 2004). بر اساس منابع موجود بیشتر این گونه‌ها در

سطحی قابل توجه ساپونین‌های تام استخراج‌شده از ریشه گونه‌های چوبک (*Acanthophyllum glandulosum*) را گزارش نمودند. سجادی و همکاران (1379) نیز با توجه به فعالیت بین‌سطحی بالای ساپونین‌های تام استخراج شده از ریشه گونه‌ای چوبک دیگر (*Acanthophyllum squarrosum*)، استفاده از آنها را به جای سورفاکتانت‌های سنتتیک در فرمولاسیون‌های دارویی پیشنهاد نمودند. با توجه به اینکه ویژگی امولسیون‌کنندگی ساپونین‌ها به خوبی شناخته شده است (Hostettman & Marston, 1995; Yang et al., 2013) و در بسیاری از منابع از آنها به عنوان یک عامل امولسیون‌کننده یاد شده است (Gucln-Ustundag & Mazza, 2007) لذا سعی شده است از این توانایی آنها در فرآوری مواد غذایی سود برده شود. از جمله در ژاپن عصاره‌های ساپونینی گیاهان کیلایا و یوکا و همچنین ساپونین‌های لوبیای سویا در فهرست افزودنی‌های غذایی قرار داشته و استفاده از آنها به عنوان امولسیفایر، مجاز اعلام شده است (Naidu, 2000). برای مثال در آماده‌سازی رنگ‌ها و طعم دهنده‌های با ماهیت لیپوفیلیک که به برخی نوشیدنی‌های نرم، سبزیجات تخمیرشده و چاشنی‌ها اضافه می‌شوند، از عصاره ساپونینی گیاه کیلایا (نوع 2) به عنوان یک امولسیفایر استفاده می‌شود (Gucln-Ustundag & Mazza, 2007). کاربرد امولسیفایری این عصاره ساپونینی در مورد محصولات پخته نیز گزارش شده است (Eastwood, 2005). در ایران و ترکیه نیز در تهیه برخی حلوهای سنتی و صنعتی از عصاره چوبک و عصاره گیاهان ساپونینی مشابه آن مانند عصاره گیاه سوآپورت (*Gypsophila arrostii*) جهت سفیدتر شدن رنگ، جلوگیری از جدا شدن روغن از بافت، بهبود ویژگی‌های بافتی، افزایش حجم و در واقع به عنوان یک امولسیفایر استفاده می‌گردد (Celik et al., 2007). علاوه بر توانایی امولسیون‌کنندگی، تثبیت امولسیون تشکیل‌شده و بالابودن زمان ماندگاری آن نیز اهمیت زیادی دارد.

مکانیسم غالب ناپایداری امولسیون‌ها، خامه‌ای شدن در اثر جاذبه، رسیدن اسوالد⁷، فلوکوله‌شدن⁸

تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی آنها متمرکز بوده است (سجادی و همکاران، 1379؛ دستخوش و سرافراز، 1380؛ سجادی و همکاران، 1381؛ Gaidi et al., 2000; Gaidi et al., 2004; Aghel et al., 2007). علاوه بر ساپونین، پلی ساکارید و ترکیبات صمغی محلول در آب (هیدروکلئید¹) نیز از دیگر ترکیبات با اهمیت بوده که وجود آنها در ریشه گونه‌های مختلف این گیاه گزارش شده است (Kurbanova et al., 2003; Jahanbin et al., 2011; Jahanbin et al., 2012).

ساپونین‌ها گلایکوزید²هایی با وزن مولکولی بالا هستند که دارای یک یا چند زنجیره کربوهیدراتی (بخش محلول در آب) متصل به هسته آگلیکون³ (بخش محلول در چربی) تری ترپن⁴ یا استروئیدی⁵ می‌باشند (Hostettman & Marston, 1995). برای مثال هسته چربی‌دوست در ساپونین‌های گیاه یوکا (*Yucca schidigera*) دارای ساختار استروئیدی و در گیاه کیلایا (*Quillaja saponaria*) و گونه‌های آکانتافیلوم دارای ساختار تری ترپن می‌باشد (Aghel et al., 2007). ساپونین‌ها فعالیت سطحی و بین سطحی بالایی دارند که در نتیجه به عنوان عامل امولسیون‌کننده عمل می‌کنند و در آب کف پایدار تشکیل می‌دهند که این ویژگی‌ها به طبیعت دوگانه دوستی آنها مربوط می‌شود (Hostettman & Marston, 1995). افزون بر درجه آمفی‌فیلیک⁶ کافی، حلالیت مناسب نیز در کاهش قابل توجه کشش بین-سطحی و تشکیل سریع امولسیون اهمیت زیادی دارد (Dickinson, 2009) که ساپونین‌ها با برخورداری از این ویژگی‌ها در این ارتباط کارآمد بوده ضمن اینکه ماهیت فاقد نمک آنها سبب می‌شود که بر خلاف صابون‌ها و بسیاری از مواد فعال سطحی دیگر، تحت تاثیر شرایط قلیایی و اسیدی قرار نگیرند (Hostettman & Marston, 1995). در همین راستا دستخوش و سرافراز (1380) فعالیت‌سطحی و بین-

- 1- Hydrocolloide
- 2- Glycoside
- 3- Aglycone
- 4- Triterpene
- 5- Steroidal
- 6-Amphiphilic

7- Ostwald ripening
8- Flocculation

حفاظت کلونیدی باعث ایجاد فاز پراکنده پایدار و تثبیت امولسیون می‌شوند (Dickinson, 2009).

امولسیفایرها از پرکاربردترین افزودنی‌ها در تولید مواد غذایی محسوب می‌شوند. از جمله در تولید مختلف کیک از امولسیفایرهای مختلف جهت به تأخیر انداختن پدیده بیاتی، افزودن بر نرمی و تردی، بهبود فرایند هوادهی و افزایش حجم، بهبود جذب آب و حفظ رطوبت در طی زمان نگهداری، ایجاد حفرات یکنواخت در بافت، پخش یکنواخت روغن یا شورتینگ به صورت ذرات ریز، تقویت نقش تخم مرغ، امکان کاهش مصرف تخم مرغ و روغن، امکان استفاده از روش مخلوط کردن یکباره و در نتیجه کاهش زمان انجام آن، ایجاد ظاهر روشن و براق و توزیع مناسب طعم دهنده‌ها استفاده می‌گردد (ترابی زاده، 1381؛ Whitehurst, 2004; Hasenhuettl & Hartel, 2008). مشکلی که در این رابطه وجود دارد این است که این امولسیفایرها در نوع با کیفیت خود عمدتاً وارداتی و گران قیمت بوده که در نتیجه تهیه آنها هزینه‌بر است ضمن اینکه برخی از آنها ماهیت شیمیایی دارند که می‌تواند از نظر ایمنی و سلامتی مصرف کنندگان مسأله‌ساز باشد.

با توجه به حضور ترکیبات ساپونینی و صمغی در عصاره چوبک (CE)³ و در نتیجه امکان مطرح بودن آن به عنوان یک امولسیفایر گیاهی، ارزان و در دسترس و از طرفی وجود تقاضای روز افزون برای افزودنی‌های طبیعی، هدف این مطالعه استفاده از این عصاره به تنهایی و در ترکیب با یک امولسیفایر تجاری پرکاربرد بنام منو و دی‌گلیسرید⁴ (E471) به منظور بهبود کیفیت نوعی کیک روغنی (کیک یزدی) بود.

مواد و روش‌ها

مواد

ریشه گیاه چوبک از نواحی کوهپایه‌ای واقع در 20 کیلومتری غرب شهرستان تربت حیدریه جمع‌آوری و توسط بخش هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، مشخصات اصلی آن بدین ترتیب شناسایی گردید: خانواده میخک، جنس آکانتافیلوم،

(لخته‌شدن) و کوالسنس¹ (به‌هم‌چسبیدن) ذرات می‌باشد (Dickinson, 2009). مواد امولسیون‌کننده به روش‌های مختلف مانند تشکیل فیلم‌های محکم و نیمه محکم، حلالیت در هر دو فاز و ایجاد اتصال بین آنها و همکاری در تشکیل دو لایه باردار الکتریکی در فاز بین‌سطحی که از به‌هم‌پیوستگی ذرات جلوگیری می‌کند، منجر به تثبیت امولسیون می‌شوند (Dickinson, 2009). برخی گزارشات از وجود چنین قابلیت‌هایی در ساپونین‌ها حکایت دارد از جمله Dehghan و Noudeh و همکاران (2010) مشاهده کردند که با افزایش غلظت عصاره‌های ساپونینی بدست‌آمده از ترخون، زیره سبز و گلپر بر پایداری امولسیون‌های تشکیل‌شده توسط آنها افزوده شد. این محققین عنوان کردند که یک ویژگی بالقوه عوامل فعال‌سطحی، قابلیت آنها در تثبیت نمودن امولسیون‌ها می‌باشد. Yang و همکاران (2013) نیز ساپونین کیلایا را عامل مناسبی برای پایداری امولسیون‌های روغن در آب معرفی نمودند. این خصوصیت ساپونین‌ها را می‌توان به وزن مولکولی بالای آنها ربط داد زیرا که معمولاً پایدار کننده‌ها بیوپلیمر هستند و سورفاکتانت‌های با اندازه مولکولی کوچک جهت پایداری طولانی مدت امولسیون‌ها مؤثر نمی‌باشند (کوچکی، 1387). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ساپونین‌ها می‌توانند هر دو نقش امولسیون‌کنندگی و تثبیت امولسیون را ایفا نمایند.

صمغ‌ها، کلونیدهای آب‌دوست، هیدروکلونیدها و موسیلاژ²ها، پلیمرهای هیدروفیلی با وزن مولکولی بالا هستند. این ترکیبات امولسیفایرهای حقیقی نبوده و قادر به ایجاد اتصالات هیدروفیلی-هیدروفوبی نمی‌باشند (کوچکی، 1387). در واقع بیشتر هیدروکلونیدها قادرند به عنوان عوامل پایدار کننده امولسیون‌های روغن در آب عمل کرده و فقط تعداد کمی از آنها کارکرد امولسیفایری دارند. در عمل این ترکیبات از طریق تغلیظ و بالا بردن ویسکوزیته فاز آبی باعث ثبات امولسیون می‌شوند که در نتیجه از تحرک ذرات روغن و به‌هم‌چسبیدن آنها جلوگیری کرده و یا آن را کاهش می‌دهند. برخی دیگر از صمغ‌ها از طریق

3- Chubak Extract (CE)

4- Mono- and diglyceride (E471)

1- Coalescence

2- Mucilage

خلاء (Binder مدل VD23، آلمان) در دمای 40 درجه سانتی‌گراد خشک و در مکان مناسب نگهداری شد.

تهیه خمیر و پخت کیک روغنی

تمامی خمیرهای کیک به نحوی تهیه شدند که نسبت به آرد حاوی 68 درصد شکر، 50 درصد روغن، 45 درصد آب، 40 درصد تخم مرغ، 12 درصد شربت اینسورت، 2 درصد بکینگ پودر و 0/2 درصد وانیل بودند. سطوح مصرفی عصاره چوبک و امولسیفایر E471 نیز 0/5 و 1 درصد وزن آرد بود. در عمل جهت تهیه خمیر کیک، مواد اولیه طی سه مرحله با یکدیگر مخلوط شدند. ابتدا تخم مرغ، شکر و روغن کاملاً با هم مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا حاصل گردد. سپس آب و شربت اینسورت به کرم اضافه و عمل اختلاط ادامه یافت. در مرحله آخر ابتدا بکینگ پودر و وانیل به صورت یکنواخت درون آرد پخش و سپس با هم به کرم اضافه و مخلوط شدند. عصاره چوبک و امولسیفایر E471 نیز به ترتیب در آب و روغن حل و بدین ترتیب به مخلوط اضافه شدند. لازم به ذکر است در هر سه مرحله، فرایند مخلوط کردن توسط یک همزن دستی (Electra مدل EK-230M، ژاپن) با دور تند و برای مدت زمان 4 دقیقه انجام گرفت. بعد از آماده‌سازی، خمیر با وزن معین 55 گرم به قالب‌های مخصوص انتقال و در یک فر آزمایشگاهی گردان (Zucchelli Forni، ایتالیا) با دمای 175 درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان 20 دقیقه پخته شدند. پس از پایان فرایند پخت، کیک‌ها در دمای محیط سرد، در پوشش سلوفان بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایشات در مکان مناسب نگهداری شدند.

ارزیابی فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر

pH مطابق روش Arunpanlop و همکاران (1996) و توسط یک pH متر (Metrohm مدل 691، سوئیس) اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری وزن مخصوص ابتدا در یک درجه حرارت یکسان حجم یکسانی از خمیر و آب

گونه گلندولوزوم (*Glandulosum*). مواد شیمیایی مورد نیاز جهت عصاره‌گیری شامل پترولیوم اتر و متانول، مرک آلمان بودند. جهت تولید کیک روغنی آرد گندم 23 درصد سبوس گرفته‌شده، از کارخانه آرد کاشت و برداشت (کوشیار) تربت حیدریه تهیه و در مکان مناسب نگهداری شد. این آرد حاوی 12/9 درصد رطوبت، 0/9 درصد خاکستر، 10/1 درصد پروتئین، 1/4 درصد چربی، 29/6 درصد گلوتن مرطوب و عدد زلنی¹ آن 23/5 میلی‌لیتر بود (AACC, 2000). سایر مواد شامل شکر، روغن نباتی مایع، تخم مرغ، بکینگ پودر و وانیل از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه فنلاندی خریداری گردید. امولسیفایر E471 مورد استفاده متعلق به شرکت بلدم² بلژیک بود.

روش‌ها

تهیه عصاره چوبک

ریشه گیاه چوبک پس از جمع‌آوری ابتدا تمیز و پوسته چوبی رویی آن جداسازی شد. سپس بوسیله یک چکش به قطعات کوچک تبدیل و توسط یک آسیاب خانگی (پارس خزر، مدل P320، ایران) به حالت پودری در آمد. در ادامه با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال پترولیوم اتر در دمای 45 درجه سانتی‌گراد به مدت 4 ساعت عمل چربی‌زدایی انجام شد (Aghel *et al.*, 2007). عصاره‌گیری از پودر چربی‌زدایی شده با امواج فراصوت و به کمک یک سونیکاتور پروب³ (Dr. hielscher مدل UP 200H، آلمان) مطابق شرایط بهینه بدست آمده توسط کیهانی و همکاران (1390) صورت پذیرفت. عصاره متانولی حاصل توسط کاغذ صافی واتمن شماره 1 صاف و سپس با استفاده از یک تغلیظ‌کننده چرخان⁴ (Heidolph مدل G1B، آلمان) عمل حذف حلال و تغلیظ عصاره در دمای 40 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به مایعی نسبتاً ویسکوز و به رنگ قهوه‌ای تیره انجام گرفت. در نهایت عصاره تغلیظ شده در یک آون تحت-

1- Zeleny sedimentation value

2- Beldem

3- Probe sonicator

4- Rotary evaporator

برای آنالیز رنگ پوسته و مغز برش‌هایی با ابعاد مشخص از این دو قسمت بر روی بستر شیشه‌ای اسکنر قرار داده شدند و مطابق شرایطی که در قسمت رنگ سنجی خمیر شرح داده شد، تهیه تصویر انجام و شاخص‌های L^* ، a^* و b^* محاسبه گردید (Sun et al., 2006). این آزمون 24 ساعت پس از پخت انجام گرفت.

حجم مخصوص با بدست آوردن نسبت حجم کیک به وزن کیک طبق روش جایگزینی دانه کلزا (AACC, 2000) اندازه‌گیری شد. این آزمون یک ساعت پس از پخت انجام گرفت.

جهت محاسبه تخلخل ابتدا از قسمت مغز نمونه‌ها تصویربرداری گردید. تصاویر حاصل با بکارگیری نرم افزار Image J ابتدا به تصاویر سطح خاکستری¹⁰ و سپس به تصاویر دودویی¹¹ تبدیل شدند. در این روش با استفاده از کنتراست¹² میان دو فاز (منافذ و قسمت یکپارچه)¹³ موجود در این تصاویر و با محاسبه نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل کیک (رابطه 2)، میزان تخلخل برآورد می‌شود (شهیدی و همکاران، 2010؛ 1389). این آزمون نیز 24 ساعت پس از پخت انجام گرفت.

رابطه (2)

$$\text{Void Fraction} = \frac{\text{Sum of cell area}}{\text{Total area of slice}}$$

رطوبت نمونه‌ها توسط رطوبت‌سنج مادون قرمز (مدل mx-50، ژاپن) و پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. آزمون بافت‌سنجی با استفاده از بافت‌سنج¹⁴ (QTS مدل CNS Farnell Hertfordshire، انگلستان) انجام شد. بدین‌منظور در مورد تمامی نمونه‌ها ابتدا قطعات مکعبی با ابعاد $40 \times 40 \times 20$ میلی‌متر تهیه و سپس پوسته آنها حذف گردید. در ادامه نمونه‌ها در زیر یک پروب استوانه‌ای از جنس آلومینیوم و با قطر 25 میلی‌متر تحت آزمون فشردگی قرار گرفتند. سرعت پروب در طی این آزمون 60 میلی‌متر در دقیقه، میزان

دوبار تقطیر تهیه و وزن گردید. با تقسیم وزن بدست آمده برای خمیر به وزن بدست آمده برای آب دو بار تقطیر، این کمیت محاسبه شد (Ashwini et al., 2009).

آنالیز رنگ از طریق تعیین سه شاخص L^* (میزان روشنی)¹، a^* (میزان قرمزی)² و b^* (میزان زردی)³ صورت پذیرفت. در عمل برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا میزان مشخصی از خمیر کیک به درون یک پلیت تمیز و شفاف ریخته شد. تصویربرداری بوسیله اسکنر (HP Scanjet مدل G3010، چین) در رزولوشن⁴ 300 dpi و با انتخاب یک زمینه 40×40 میلی‌متری از قسمت مرکزی نمونه انجام گرفت. تصاویر تهیه شده با فرمت و ابعاد معین ذخیره و سپس در اختیار نرم افزار Image J (نسخه 1.40g) قرار گرفتند. با تبدیل فضای رنگی RGB به LAB، شاخص‌های فوق محاسبه شدند (Sun et al., 2006).

اندازه‌گیری ویسکوزیته و پارامترهای رئولوژیکی شاخص رفتار جریان⁵ (n) و ضریب قوام⁶ (k) خمیرها با استفاده از ویسکومتر چرخشی⁷ (Bohlin مدل Visco 88، انگلستان) به همراه اسپیندل⁸ مناسب در دمای 25 درجه سانتی‌گراد و در دامنه سرعت برش 10 تا 500 معکوس ثانیه انجام شد. در عمل پارامتر-های فوق از طریق برازش مدل قانون توان⁹ (رابطه 1) بر داده‌های آزمون تنش برش-سرعت برش تعیین گردیدند (Steffe, 1996).

رابطه (1)

$$\tau = k\dot{\gamma}^n$$

که در این مدل τ تنش برشی (پاسکال)، $\dot{\gamma}$ سرعت برشی (معکوس ثانیه)، k ضریب قوام (پاسکال.ثانیهⁿ) و n شاخص رفتار جریان (بدون بعد) می‌باشد.

ارزیابی فیزیکی و حسی کیک روغنی

- 1- Whiteness/Darkness
- 2- Redness/Greenness
- 3- Yellowness/Blueness
- 4- Resolution
- 5- Flow behavior index
- 6- Consistency coefficient
- 7- Rotational viscometer
- 8- Spindle
- 9- Power-law model

10- Gray-level images

11- Binary images

12- Contrast

13- Pores and solid part

14- Texture analyzer

این روند کاهشی را تشدید نمود به طوری که کمترین مقدار pH مربوط به تیمار حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 بود که اختلاف معنی داری با نمونه شاهد داشت ($P < 0/05$). نقش بیشتر عصاره چوبک در کاهش pH را می توان به حضور گسترده ساپونین های نوع تری ترپنوئید در این عصاره گیاهی نسبت داد که در برخی منابع از آنها با عنوان ساپونین های اسیدی نیز یاد شده است زیرا که در نتیجه وجود گروه های کربوکسیل در بخش قندی یا بخش آگلایکون، ساپونین می تواند تا حدی خاصیت اسیدی ایجاد کند (Hostettman & Marston, 1995).

وزن مخصوص

وزن مخصوص خمیر کیک فاکتور مناسبی برای بررسی میزان ورود حباب های هوا به خمیر و میزان نگهداری هوا در طول مخلوط کردن خمیر است و معمولاً کم تر بودن آن در خمیر نشان دهنده حجم بالاتر در کیک است (Celik et al., 2007). همان گونه که در جدول 1 مشاهده می گردد افزوده شدن عصاره چوبک و همچنین E471 به تنهایی، منجر به کاهش معنی داری در وزن مخصوص خمیر شد ($P < 0/05$). کاربرد هم زمان آنها نیز سبب شد که مقادیر کمتری برای این شاخص ثبت شود به طوری که کمترین مقدار وزن مخصوص به نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 اختصاص داشت. نتایج بدست آمده در این قسمت حاکی از توانایی بالای عصاره چوبک در وارد کردن حباب های هوای بیشتر و با اندازه کوچک تر به درون بافت خمیر و در واقع بهبود عملیات هوادهی آن بود به طوری که در این ارتباط نقش مؤثرتری نسبت به E471 از خود نشان داد. کاهش وزن مخصوص در پی استفاده از E471 نیز قابل پیش بینی بود زیرا که مشتقات مونوگلیسریدها این قابلیت را دارند که با تشکیل غشاء های کریستاله آلفا در اطراف حباب های هوا، آنها را در درون بافت خمیر به دام اندازند (Henry, 1995). به طور کلی خمیر کیک یک امولسیون روغن در آب هوادهی شده است و امولسیفایرها ترکیباتی هستند که از طریق پایین آوردن کشش سطحی بین فازهای مایع و گاز باعث

(مسافت) فشرده شدن 20 میلی متر و نقطه شروع¹ 50 گرم در نظر گرفته شد. حداکثر نیروی مورد نیاز جهت اعمال این میزان فشردگی به عنوان شاخصی از میزان سفتی نمونه بر حسب گرم ثبت گردید (Ronda et al., 2005). این آزمون نیز پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری نمونه ها انجام گرفت.

خصوصیات حسی نمونه ها شامل رنگ، طعم، بو، شیرینی، بافت (سفت بودن، خمیری بودن، نرمی غیر-عادی و شکنندگی)، قابلیت جویده شدن (تردی، چسبیده شدن به دندان ها و زبان) و پذیرش کلی توسط 10 ارزیاب دوره دیده یک مرکز تحقیقاتی فراورده های نانوائی (شامل 7 زن و 3 مرد در محدوده سنی 25 تا 46 سال) با روش امتیازدهی هدونیک² پنج نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. امتیازات بین 1 (خیلی بد) و 5 (خیلی خوب) در نظر گرفته شدند (Larmond, 1970). این ارزیابی 24 ساعت پس از پخت به انجام رسید.

طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده ها

طرح آماری مورد استفاده فاکتوریل دو عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار بود که فاکتور اول عصاره چوبک در 3 سطح (0، 0/5 و 1 درصد) و فاکتور دوم امولسیفایر E471 در 3 سطح (0، 0/5 و 1 درصد) بود. در عمل نتایج حاصل از سری های پخت ابتدا توسط نرم افزار Mstat-C (نسخه 1/42، دانشگاه میشیگان) در معرض تجزیه واریانس قرار گرفتند و سپس آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین ها در سطح احتمال $P < 0/05$ انجام شد. از نرم افزار Excell 2007 جهت رسم اشکال استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر pH

همان گونه که در جدول 1 مشاهده می گردد افزوده شدن عصاره چوبک و E471 به تنهایی، منجر به کاهش pH خمیر شد که در مورد هر دو افزودنی این کاهش معنی دار نبود ($P > 0/05$). کاربرد هم زمان آنها

1- Trigger point

2- Hedonic

بودن شاخص L^* خمیر برای نمونه‌های حاوی عصاره چوبک در مقایسه با نمونه‌های فاقد آن، به توانایی سفیدکنندگی این عصاره برمی‌گردد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد یکی از موارد استفاده از عصاره چوبک در تولید انواع حلوهای سنتی و صنعتی، سفیدتر کردن رنگ محصول نهایی می‌باشد. به عنوان مثال در تولید حلوا ارده از آن جهت سفید کردن رنگ شیره شکر استفاده می‌شود (شاکر اردکانی و همکاران، 1387). تغییرات بوجود آمده در شاخص‌های a^* ، b^* را نیز می‌توان تحت تاثیر تغییر بوجود آمده در شاخص L^* دانست.

شاخص رفتار جریان (n) و ضریب قوام (k)

همان‌گونه که در جدول 1 مشاهده می‌گردد شاخص n برای خمیر تمامی نمونه‌ها در محدوده بین صفر و یک قرار داشت که بر این اساس می‌توان بیان کرد که همه آنها رفتار جریان سیالات غیرنیوتنی از نوع رقیق‌شونده با برش² یا سودوپلاستیک³ را از خود نشان دادند. افزوده شدن عصاره چوبک و E471 به تنهایی، باعث کاهش معنی‌داری در n و افزایش معنی‌داری در k گردید ($P < 0/05$). مشابه وزن مخصوص در مورد ویژگی‌های رئولوژیکی نیز، عصاره چوبک نسبت به E471 نقش بیشتری در بروز تغییرات فوق داشت. کاربرد هم‌زمان آنها روند کاهش n و افزایش k را تشدید نمود به طوری که کمترین مقدار n و بیشترین مقدار k مربوط به نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 بود. به هنگام فرآوری خمیرهای کیک با افزایش سطح مصرف عصاره چوبک و E471 بر انسجام و قوام خمیر افزوده می‌شد که این مشاهده با مقادیر محاسبه شده برای ضریب k مطابقت داشت. در مورد ویسکوزیته نیز همان‌طور که در شکل 1 مشخص است در مورد تمامی نمونه‌ها ویسکوزیته خمیر با افزایش سرعت برشی کاهش یافت. کاهش ویسکوزیته با افزایش سرعت برشی به عدم درگیری زنجیره‌های ماکرومولکولی تحت اثر میدان برشی (هم‌راستاشدن با جهت برش) و همچنین شکستن احتمالی ساختار در

کاهش میزان انرژی مورد نیاز برای ایجاد یک فضای بین‌سطحی بزرگ‌تر می‌گردند که در نتیجه به ورود هوای بیشتر به درون خمیر و افزایش سرعت همزدن آن کمک می‌کنند (Sahi & Alava, 2003). در عمل امولسیفایرها جذب سطحی قطرات کوچک امولسیون می‌شوند و با تشکیل یک پوشش حفاظتی از تراکم و توده‌ای شدن این قطرات جلوگیری کرده و بنابراین سبب تثبیت کف می‌شوند (Sakiyan *et al.*, 2004). برای مثال عنوان شده است که چنانچه در شورتینگ‌های سوپرگلیسرینه¹ از منوگلیسریدها به عنوان امولسیفایر استفاده شود، قابلیت نگهداری و احتباس حباب‌های هوا در خمیر کیک افزایش می‌یابد (ترابی زاده، 1381). در همین راستا Turabi و همکاران (2008) مشاهده کردند که اضافه شدن مخلوط امولسیفایری متشکل از E471 و لستین سویا به خمیر کیک‌های برنجی سبب می‌شود که وزن مخصوص خمیرها به طور معناداری کاهش یابد. در تحقیق Jyotsna و همکاران (2004) و Zhou (2010) نیز امولسیفایرهای مختلف عملیات هوادهی خمیر را بهبود بخشیدند و در نتیجه مقادیر کمتری برای وزن مخصوص حاصل شد.

شاخص‌های رنگ

همان‌گونه که در جدول 1 مشاهده می‌گردد افزودن عصاره چوبک و E471 به تنهایی، افزایش شاخص L^* خمیر را به همراه داشت که بر خلاف E471، افزایش پدید آمده در این شاخص در اثر افزودن عصاره چوبک معنی‌دار بود ($P < 0/05$). کاربرد هم‌زمان آنها این روند افزایشی را شدت بخشید به طوری که بیشترین مقدار شاخص L^* برای نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 ثبت شد که با نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$). عکس نتایج بدست آمده در مورد شاخص L^* ، در مورد شاخص‌های a^* ، b^* مشاهده گردید به این صورت که با افزایش سطح مصرف این دو افزودنی مقادیر کمتری برای این شاخص‌های رنگی حاصل شد که البته این کاهش شکل معنی‌داری پیدا نکرد ($P > 0/05$). بیشتر

امولسیفایرها قادرند به خوبی این نقش را ایفا نمایند. برای مثال افزودن مخلوط امولسیفایری متشکل از E471 و لستین سویا به خمیر کیک‌های برنجی با افزایش پایداری امولسیون خمیر کیک همراه بود و بهبود ویژگی‌های کیفی کیک حاصل، پیامد این افزایش ویسکوزیته دانسته شد (Turabi et al., 2008). نتایج بدست آمده توسط Krog و همکاران (1985)، Kim و Walker (1992)، Lakshminarayan و همکاران (2006) و Ashwini و همکاران (2009) نیز حاکی از توانایی امولسیفایرها در افزایش ویسکوزیته خمیر کیک و بهبود کیفیت محصول نهایی می‌باشد.

ویژگی‌های فیزیکی کیک روغنی

شاخص‌های رنگ پوسته و مغز

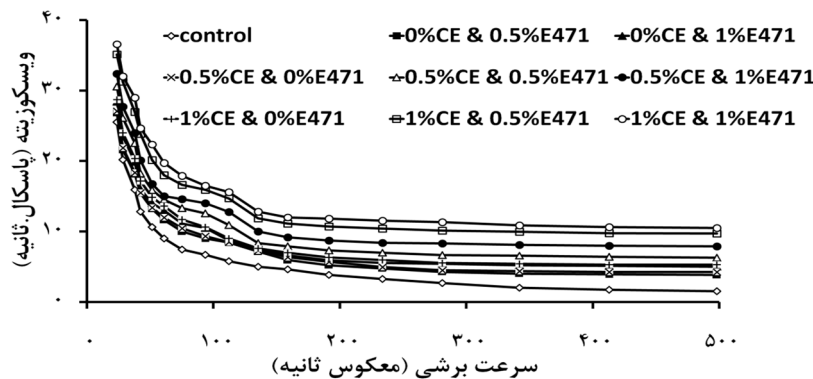
اثر افزوده‌شدن عصاره چوبک و E471 به تنهایی و در ترکیب با هم بر شاخص‌های L^* ، a^* و b^* پوسته و مغز کیک که در جدول 2 مشاهده می‌شود، مشابه اثر آنها بر شاخص‌های L^* ، a^* و b^* خمیر بود. تغییرات به وجود آمده در این شاخص‌ها بیشتر تحت تأثیر عصاره چوبک قرار داشت به طوری که افزوده‌شدن آن باعث افزایش غیرمعنی‌داری در شاخص L^* پوسته ($P > 0/05$) و افزایش معنی‌داری در شاخص L^* مغز گردید ($P < 0/05$). پس از اتمام فرایند پخت نیز نمونه‌های حاوی این عصاره در مقایسه با نمونه‌های فاقد آن تاحدی از ظاهر روشن‌تری برخوردار بودند که این مشاهده با مقادیر ثبت‌شده برای شاخص L^* همخوانی داشت. نتایج حاکی از آن بود که توانایی سفیدکنندگی عصاره چوبک اثر خود را بر پوسته و مغز کیک نیز گذاشته است. علاوه بر این ایجاد سطوح یکنواخت، منظم و صاف در پوسته انعکاس بیشتر نور و در نتیجه افزایش شاخص L^* را به همراه دارد (Purlis & Salvadori, 2009). در این ارتباط امولسیفایرها با افزایش قابلیت نگهداری آب توسط بافت محصول از بروز تغییرات نامطلوبی مانند چین‌دار شدن سطح پوسته جلوگیری کرده و سبب یکنواختی

خمیر بستگی دارد. در سرعت‌های برشی پایین با تغییر در سرعت برش، ویسکوزیته کاهش ناگهانی داشت در حالی که در سرعت‌های برشی بالاتر این کاهش ملایم‌تر بود. روان‌شدن در اثر برش به دلیل قرارگرفتن ملکول‌ها در جهت برش است. با افزایش سرعت برش، زنجیره‌های موجود در نمونه که به صورت تصادفی و بهم‌ریخته قرار دارند، به صورت ردیفی در جهت جریان قرار گرفته و باعث کاهش اتصالات زنجیره‌های جانبی با یکدیگر می‌شوند. مقدار ویسکوزیته در سرعت برش پایین مسؤل ایجاد قوام در فرآورده غذایی است (Morris et al., 1982)، در حالی که مقدار ویسکوزیته در سرعت برش بالا بیانگر ویسکوزیته فرآورده در مراحل مختلف فرایند است. از آنجا که ویسکوزیته خمیر با افزایش سرعت برشی کاهش می‌یابد، کارایی پمپ‌کردن این گونه سیالات با افزایش سرعت جریان پمپ افزایش می‌یابد (Race, 1991). نکته قابل توجه دیگر در نتایج بدست‌آمده این بود که در دامنه سرعت‌برشی، نمونه‌هایی که حاوی مقادیر بیشتری عصاره چوبک و E471 بودند از ویسکوزیته بیشتری هم برخوردار بودند (شکل 1). این یافته را می‌توان در ارتباط با خاصیت امولسیفایری این افزودنی‌ها دانست. به طور کلی در مورد خمیر کیک همانند وزن مخصوص، قوام و انسجام نیز یک ویژگی فیزیکی مهم است که بر کیفیت محصول نهایی اثرگذار بوده و میزان حفظ و از دست‌رفتن حباب‌های کوچک هوا که در زمان مخلوط‌کردن درون بافت خمیر پخش می‌شوند را نشان می‌دهد. ویسکوزیته خیلی کم خمیر سبب می‌شود که حباب‌های هوا به آسانی به سطح آمده و با ترکیده‌شدن از دست بروند ضمن اینکه این امکان وجود دارد که حباب‌های هوای به دام‌افتاده در خمیر در زمان مخلوط‌کردن آن، در هنگام پخت در بافت کیک باقی نمانند و با متلاشی‌شدن ساختار کیک در فر منجر شود (Turabi et al., 2008). حال چنانچه پخش ذرات هوا در خمیر به گونه مناسبی انجام شود بر ویسکوزیته آن افزوده شده و به ایجاد حجم و بافت بهتر در محصول نهایی منجر می‌شود (Krog et al., 1985). تحقیقات گوناگون ثابت کرده اند که

جدول 1- تاثیر مستقل و متقابل عصاره چوبک و E471 بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر*

ضریب قوام (پاسکال.ثانیه ⁿ)	شاخص رفتار جریان	وزن مخصوص	b*	a*	L*	pH	E471 (درصد)	CE (درصد)
127/108 ^c	0/393 ^a	1/073 ^a	22/016 ^a	-7/113 ^a	82/198 ^b	7/273 ^a	-	0
156/984 ^b	0/374 ^b	1/057 ^{ab}	21/965 ^a	-7/164 ^a	82/549 ^b	7/237 ^a	-	0/5
180/227 ^a	0/357 ^b	1/042 ^b	21/895 ^a	-7/216 ^a	83/997 ^a	7/213 ^a	-	1
129/942 ^b	0/390 ^a	1/069 ^a	21/973 ^a	-7/152 ^a	82/901 ^a	7/247 ^a	0	-
162/681 ^a	0/370 ^b	1/056 ^{ab}	21/956 ^a	-7/166 ^a	82/915 ^a	7/240 ^a	0/5	-
171/696 ^a	0/363 ^b	1/047 ^b	21/947 ^a	-7/175 ^a	82/927 ^a	7/227 ^a	1	-
109/830 ^c	0/405 ^a	1/085 ^a	22/036 ^a	-7/102 ^a	82/182 ^b	7/280 ^a	0	0
128/926 ^d	0/391 ^{ab}	1/074 ^{ab}	22/014 ^a	-7/111 ^a	82/197 ^b	7/280 ^a	0/5	0
142/568 ^c	0/383 ^{bcd}	1/060 ^{bcd}	21/998 ^a	-7/125 ^a	82/215 ^b	7/260 ^{ab}	1	0
130/007 ^d	0/387 ^{bc}	1/069 ^{abc}	21/976 ^a	-7/153 ^a	82/537 ^b	7/250 ^{abc}	0	0/5
167/114 ^b	0/370 ^{cd}	1/053 ^{cde}	21/963 ^a	-7/168 ^a	82/551 ^b	7/230 ^{abc}	0/5	0/5
173/832 ^b	0/366 ^{de}	1/048 ^{def}	21/955 ^a	-7/172 ^a	82/558 ^b	7/230 ^{abc}	1	0/5
149/990 ^c	0/379 ^{bcd}	1/054 ^{cde}	21/906 ^a	-7/202 ^a	83/985 ^a	7/210 ^{bc}	0	1
192/002 ^a	0/351 ^{ef}	1/041 ^{ef}	21/892 ^a	-7/219 ^a	83/998 ^a	7/210 ^{bc}	0/5	1
198/688 ^a	0/342 ^f	1/032 ^f	21/888 ^a	-7/228 ^a	84/009 ^a	7/190 ^c	1	1

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.



شکل 1- ویسکوزیته خمیر نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی سطوح مختلف عصاره چوبک و E471 در دامنه سرعت برشی

بدست آمد به طوری که بیشترین مقدار آن در تیمار حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 دیده شد. همبستگی بین این نتایج با نتایج بدست آمده در مورد وزن مخصوص و ویسکوزیته (شکل 2) مورد انتظار بود زیرا که معمولا افزایش حجم کیک رخدادی است که در نتیجه کاهش وزن مخصوص خمیر به وقوع می‌پیوندد (Celik *et al.*, 2007) و از طرفی به طور آشکاری به تغییرات ویسکوزیته وابسته است (Krog *et al.*, 1985). در توجیه این همخوانی می‌توان گفت که به طور کلی

بیشتر، بهبود رنگ پوسته و افزایش شاخص L^* آن می‌گردند (قیافه داودی و همکاران، 1393).

حجم مخصوص

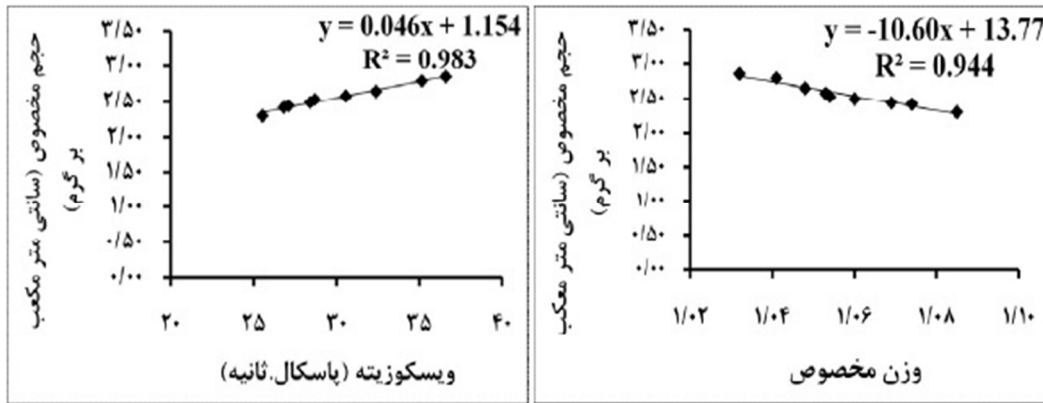
همان گونه که در جدول 2 مشاهده می‌گردد افزوده شدن عصاره چوبک و همچنین E471 به تنهایی، منجر به افزایش معنی‌داری در حجم مخصوص کیک گردید ($P < 0/05$). برتری عصاره چوبک نسبت به E471 در افزایش بیشتر این شاخص قابل ملاحظه بود. با کاربرد هم‌زمان آنها مقادیر بیشتری برای حجم مخصوص

که احتمال بروز پدیده تونلینگ¹ در آن نیز کمتر خواهد بود. تونلینگ از معایب ساختاری کیک بوده و عبارت است از شکل‌گیری حفره‌ها یا کیسه‌های بزرگ از بخار هوا عمدتاً در قسمت مرکزی کیک هنگامی که کمترین مقدار از پوسته و مغز کیک بوجود آمده است (Delvecchio, 1975; Whitehurst, 2004). این پدیده بیشتر هنگامی رخ می‌دهد که رطوبت خمیر پایین باشد، دانسیته خمیر در حد قابل توجهی زیر 1 باشد، دمای پخت بسیار بالا باشد و یا قالب‌های مصرفی برای خمیر بیش از اندازه کوچک باشند (Trimbo & Miller, 1973). در این ارتباط Delvecchio (1975) نشان داد که امولسیفایرها با اثرگذاری بر اندازه سلول‌های هوا پخش شده در خمیر، قادرند تعداد تونل‌های تشکیل شده در کیک را کاهش دهند. او مشاهده کرد استفاده از امولسیفایر SSL در هر دو سطح 0/4 و 1 گرم سبب کاهش تونلینگ در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد. Trimbo و Miller (1973) اثر چندین امولسیفایر و ترکیبات اصلی مورد استفاده در تولید کیک از قبیل تخم مرغ را روی پدیده تونلینگ در کیک‌های زرد مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که مؤثرترین راه برای کاهش و یا حذف تونل‌ها در کیک بدون اینکه نقایص دیگری حاصل شود، بکارگیری بیش از 0/18 درصد امولسیفایر SSL یا امولسیفایر سدیم استئارویل فومارات (SSF) می‌باشد ضمن این که افزودن تقریباً 3 درصد زرده تخم مرغ (ترکیبی با خاصیت امولسیفایری) نیز حذف تونل‌ها را به همراه داشت. Thomas و همکاران (1966) با این استدلال که یک دلیل مهم برای بروز پدیده تونلینگ، شروع زود هنگام ژلاتینه‌شدن نشاسته می‌باشد، توانایی بالای امولسیفایر SSF در جلوگیری از ژلاتینه‌شدن نشاسته را دلیل عملکرد مثبت این امولسیفایر در کاهش تعداد تونل‌ها بیان کردند. در تحقیق ما نیز نسبت به نمونه شاهد، نمونه‌های حاوی سطوح مختلف عصاره چوبک و E471 از بافتی با حفرات ریز و متخلخل و بدون تونل برخوردار بودند (شکل 3). در تحقیق Turabi و همکاران (2008) نیز افزودن مخلوط امولسیفایری متشکل از E471 و لستین سوپا با

امولسیفایرها قابلیت نگهداری و احتباس حباب‌های هوا را در خمیر کیک افزایش می‌دهند ضمن این که پایداری این حباب‌ها را افزایش داده و از بهم‌چسبیدن و اتلاف آنها در طی همزدن خمیر و در طول فرایند پخت، تا زمانی که نشاسته متورم و ژلاتینه شده، پروتئین‌ها منعقد گردند و ساختار کیک تثبیت شود، جلوگیری می‌کنند و بدین طریق زمینه افزایش حجم کیک را فراهم می‌آورند (Sahi & Alava, 2003). علاوه بر این امولسیفایرهایی مانند منو و دی‌گلیسریدها با کاهش کشش سطحی فاز چربی و پخش یکنواخت آن به صورت ذرات ریز در خمیر باعث می‌گردند که حداکثر تعداد سلول‌های هوا در بافت کیک تشکیل شود و بر حجم آن افزوده شود (Bennion, 1990). محققین زیادی به نقش امولسیفایرهای گوناگون در افزایش حجم کیک اشاره نموده‌اند از جمله Turabi و همکاران (2008) مشاهده کردند که در حضور مخلوط امولسیفایری متشکل از E471 و لستین سوپا، بیشترین مقادیر حجم مخصوص برای کیک‌های برنجی حاصل شد. Delvecchio (1975) افزایش حجم کیک با استفاده از 0/4 گرم امولسیفایر سدیم استئارویل 2 لاکتیلات (SSL) را گزارش نمود. در تحقیق Kim و Walker (1992) با افزودن امولسیفایر پلی‌سوربات 60 بیشترین حجم برای کیک حاصل شد.

تخلخل

همان گونه که در جدول 2 مشاهده می‌گردد افزوده‌شدن عصاره چوبک و همچنین E471 به تنهایی، با افزایش معنی‌داری در تخلخل کیک همراه بود ($P < 0/05$). شایان ذکر است که در خلق این افزایش عصاره چوبک نسبت به E471 از قابلیت بیشتری برخوردار بود. کاربرد هم‌زمان آنها نیز به ثبت مقادیر بیشتر برای این شاخص انجامید به طوری که بیشترین مقدار تخلخل مربوط به تیمار حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 بود. در توجیه این رخداد می‌توان گفت که با استفاده از امولسیفایرها حباب‌های هوا به صورت ریز و همگن در تمام قسمت‌های خمیر پخش می‌شوند و در طول زمان پخت خروج هوا از این حباب‌ها به شکل یکنواخت صورت می‌گیرد که در نتیجه کیک حاصل بافتی متخلخل خواهد داشت (ترابی زاده، 1381) ضمن این

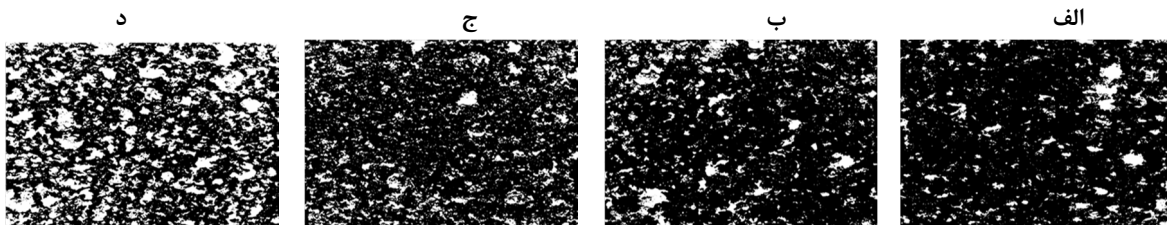


شکل 2- رابطه بین وزن مخصوص و ویسکوزیته خمیر با حجم مخصوص کیک

جدول 2- تأثیر مستقل و متقابل عصاره چوبک و E471 بر ویژگی‌های فیزیکی کیک روغنی*

تخلخل (درصد)	حجم مخصوص (سانتی متر مکعب بر گرم)	مغز			پوسته			E471 (درصد)	CE (درصد)
		b*	a*	L*	b*	a*	L*		
19/933 ^c	2/403 ^c	35/622 ^a	-6/876 ^a	94/704 ^c	45/171 ^a	16/210 ^a	46/369 ^a	-	0
22/400 ^b	2/557 ^b	35/568 ^a	-6/915 ^a	95/943 ^b	45/146 ^a	16/185 ^a	46/474 ^a	-	0/5
24/233 ^a	2/730 ^a	35/541 ^a	-6/952 ^a	97/095 ^a	45/125 ^a	16/146 ^a	46/899 ^a	-	1
20/267 ^c	2/423 ^b	35/587 ^a	-6/905 ^a	95/860 ^a	45/157 ^a	16/187 ^a	46/559 ^a	0	-
22/600 ^b	2/600 ^a	35/578 ^a	-6/913 ^a	95/885 ^a	45/147 ^a	16/180 ^a	46/586 ^a	0/5	-
23/700 ^a	2/667 ^a	35/566 ^a	-6/926 ^a	95/996 ^a	45/138 ^a	16/174 ^a	46/596 ^a	1	-
18/300 ^h	2/300 ^f	35/635 ^a	-6/868 ^a	94/691 ^c	45/176 ^a	16/214 ^a	46/360 ^a	0	0
20/300 ^g	2/420 ^e	35/622 ^a	-6/873 ^a	94/702 ^c	45/169 ^a	16/211 ^a	46/365 ^a	0/5	0
21/200 ^{ef}	2/490 ^{de}	35/609 ^a	-6/886 ^a	94/720 ^c	45/168 ^a	16/205 ^a	46/381 ^a	1	0
20/600 ^{fg}	2/440 ^e	35/574 ^a	-6/907 ^a	95/833 ^b	45/156 ^a	16/188 ^a	46/439 ^a	0	0/5
22/500 ^d	2/580 ^{bc}	35/568 ^a	-6/915 ^a	95/885 ^b	45/147 ^a	16/187 ^a	46/488 ^a	0/5	0/5
24/100 ^c	2/650 ^b	35/561 ^a	-6/924 ^a	96/110 ^b	45/134 ^a	16/181 ^a	46/495 ^a	1	0/5
21/900 ^{de}	2/530 ^{cd}	35/552 ^a	-6/939 ^a	97/005 ^a	45/138 ^a	16/160 ^a	46/878 ^a	0	1
25/000 ^b	2/800 ^a	35/544 ^a	-6/950 ^a	97/121 ^a	45/126 ^a	16/143 ^a	46/906 ^a	0/5	1
25/800 ^a	2/860 ^a	35/527 ^a	-6/968 ^a	97/158 ^a	45/112 ^a	16/135 ^a	46/912 ^a	1	1

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.



شکل 3- مقایسه تصاویر دودویی بدست‌آمده از نمونه شاهد (الف)، نمونه حاوی 1 درصد E471 (ب)، نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک (ج) و نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 (د)

زمانی بود که از هیدروکلوئیدها به تنهایی استفاده شد. Azizi و همکاران (2003) مشاهده کردند که افزودن امولسیفایرهای لستین و E471 به تنهایی و یا در ترکیب با هم به طور معنی‌داری درصد جذب آب خمیر نان تافتون را افزایش داد.

سفتی

همان گونه که در جدول 3 مشاهده می‌گردد افزودن عصاره چوبک و همچنین E471 به تنهایی، سبب کاهش معنی‌داری در سفتی نمونه‌ها پس از گذشت 1، 2 و 10 روز نگهداری شد ($P < 0/05$). کاربرد هم‌زمان آنها نیز این روند کاهشی را تشدید نمود به طوری که کمترین مقدار سفتی پس از گذشت زمان‌های نگهداری فوق مربوط به نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 بود. از مجموع نتایج بدست‌آمده در ارتباط با شاخص سفتی پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری، می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که با افزایش مدت زمان نگهداری بر میزان سفتی تمامی نمونه‌ها افزوده شد ولی نکته مهم این بود که در مقایسه با نمونه شاهد هر دو افزودنی در کندکردن سرعت این افزایش مؤثر بودند و البته در این ارتباط، E471 نسبت به عصاره چوبک عملکرد بهتری از خود نشان داد. این برتری E471 با افزایش زمان نگهداری به 2 و بویژه 10 روز، مشخص‌تر گردید. به طور کلی سفت و کهنه شدن و از دست‌دادن تردی و شکنندگی محصولاتی مانند نان و کیک در ارتباط با پدیده بیاتی می‌باشد (ترابی زاده، 1381). بیاتی یا سفت‌شدن بافت این دسته از محصولات در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی از جمله کریستالیزاسیون مجدد نشاسته ژلاتینه‌شده به خصوص آمیلوپکتین‌های کوتاه زنجیر، رتروگراداسیون¹ آمیلوز، اتصال آمیلوز و آمیلوپکتین به یکدیگر، مهاجرت رطوبت پس از کریستالیزاسیون نشاسته، جذب رطوبت خارج‌شده از نشاسته توسط گلوتن و کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی، در آن دخیل هستند (کوچکی و همکاران، 1385؛ اکبری و همکاران، 1392؛ قیافه داودی و همکاران، 1393). یکی از روش‌های مؤثر

افزایش تخلخل کیک‌های برنجی همراه بود. Azizi و همکاران (2003) و قیافه داودی و همکاران (1393) نیز توانایی امولسیفایرهای گوناگون را در بهبود تخلخل نان گزارش کردند.

رطوبت

همان گونه که در جدول 3 مشاهده می‌گردد افزودن عصاره چوبک و همچنین E471 به تنهایی، سبب افزایش معنی‌داری در رطوبت نمونه‌ها پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری آنها گردید ($P < 0/05$). کاربرد هم‌زمان آنها نیز این روند افزایشی را شدت بخشید به طوری که بیشترین مقدار رطوبت پس از گذشت زمان‌های نگهداری فوق به نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 اختصاص داشت. از مجموع نتایج بدست‌آمده در ارتباط با شاخص رطوبت پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری، می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که با افزایش مدت زمان نگهداری از میزان رطوبت تمامی نمونه‌ها کاسته شد ولی نکته مهم این بود که در مقایسه با نمونه شاهد هر دو افزودنی در کندکردن سرعت این کاهش و به عبارتی ابقای بیشتر رطوبت در محصول مؤثر بودند و البته در این ارتباط عصاره چوبک نسبت به E471 عملکرد بهتری از خود نشان داد. به طور کلی حضور گروه‌های هیدروکسیل فراوان در ساختار امولسیفایرها به این ترکیبات توانایی ایجاد پیوند با مولکول‌های آب و در نتیجه کمک به جذب بیشتر آب توسط خمیر و حفظ آن طی فرایند پخت و در طی زمان نگهداری انواع محصولات پخته مانند نان و کیک را می‌دهد (Hasenhuettl & Hartel, 2008; Whitehurst, 2004). در همین راستا Cloke و همکاران (1984) عنوان کردند که سرعت از دست‌رفتن رطوبت کیک در طی فرایند پخت به طبیعت سیستم امولسیفایری بکار رفته در آن وابسته است. Arabshirazi و همکاران (2012) و Ashwini و همکاران (2009) قابلیت امولسیفایرهای SSL و گلیسرول مونو استئارات (GMS) در افزایش جذب آب خمیر و افزایش محتوا رطوبتی کیک اسفنجی و کیک بدون تخم مرغ را نشان دادند. در تحقیق Seyhun و همکاران (2003) وقتی از هیدروکلوئیدها به همراه امولسیفایرهای مختلف مانند داتم استفاده گردید، حفظ رطوبت در کیک بهتر از

عصاره چوبک در افزایش و حفظ رطوبت در محصول عملکرد بهتری نسبت به E471 داشت لذا انتظار این بود که در کاهش سفتی نیز برتری با عصاره چوبک باشد اما در عمل E471 توانایی ضدبیاتی بیشتری از خود نشان داد. دلیل این رخداد را می‌توان به قابلیت بالای این امولسیفایر در ایجاد کمپلکس با نشاسته و اهمیت این اتفاق در به تأخیر انداختن بیاتی محصول دانست به طوری که عنوان شده است که در بین تمامی امولسیفایرها با درجه خوراکی منوگلیسریدها از کارآمدترین آنها در تشکیل این کمپلکس و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری انواع نان و کیک محسوب می‌شوند (Henry, 1993; Whitehurst, 2004). در همین ارتباط Gray و Bemiller (2003) جلوگیری از خروج مولکول‌های آمیلوز توسط منوگلیسریدها و در نتیجه کاهش رترودگراسیون و همچنین کاهش تورم گرانول را عامل تأخیر در بیاتی بیان نمودند. Krog و همکاران (1985) پیامد واکنش برخی منوگلیسریدها با نشاسته را تشکیل کمپلکس‌های آمیلوزی نامحلول، کاهش ژلاتینه شدن نشاسته و در نهایت ایجاد ساختار بهتر در کیک و بهبود تردی آن دانستند. از همین رو در اکثر نانوائی‌ها از منو یا دی‌آسیل گلیسرول‌ها برای بروز تأخیر در بیاتی فرآورده‌های خبازی استفاده می‌شود (کوچکی و همکاران، 1385). مطرح بودن E471 به عنوان یک عامل نرم کننده و ضدبیاتی مناسب در فرآوری انواع مختلف کیک و نان در تحقیق کوچکی و همکاران (1385)، قیافه داودی و همکاران (1393)، Azizi و همکاران و Turabi و همکاران (2008)، آشکار است. بروز این نقش در کیک توسط محققان زیادی برای سایر امولسیفایرها نیز گزارش شده است (Jyotsna *et al.*, 2004; Lakshminarayan *et al.*, 2006; Ashwini *et al.*, 2009; Zhou, 2010; Kumari *et al.*, 2011).

در به تأخیر انداختن بیاتی و افزایش زمان ماندگاری این محصولات استفاده از امولسیفایرهای مختلف است. تحقیقات نشان داده است که امولسیفایرها قادرند از بخش غیرقطبی مولکول خود به داخل مارپیچ زنجیره آمیلوز وارد شوند و با جلوگیری از ایجاد پیوندهای هیدروژنی بین زنجیره‌های مختلف آمیلوز با یکدیگر و در نتیجه تجمع و متراکم شدن زنجیره‌های آمیلوزی، نقش کلیدی در حفظ ژلاتینه‌بودن نشاسته و جلوگیری از بیاتی ایفا نمایند (ترابی زاده، 1381). در واقع امولسیفایرها به وسیله ایجاد این کمپلکس با نشاسته و جذب شدن روی سطح آن با کاهش خروج آب از نشاسته ژلاتینه شده، باعث به تأخیر افتادن بیاتی می‌شوند (ترابی زاده، 1381). علاوه بر موارد فوق، مزیت کاهش سفتی و به تأخیر انداختن بیاتی در کیک که عصاره چوبک و E471 در این قسمت تحقیق از خود نشان دادند را می‌توان در ارتباط با ویژگی رطوبت دانست. همان طور که در قسمت قبلی بیان شد این دو افزودنی به خوبی توانستند در افزایش رطوبت و حفظ آن در طی مدت زمان نگهداری نمونه‌ها مؤثر باشند. از طرفی وقوع پدیده بیاتی در فرآورده‌های نانوائی مانند نان و کیک در ارتباط با میزان رطوبت و عملکرد میزان آب موجود در مغز این محصولات می‌باشد (Zelezniak & Hosney, 1986) به طوری که وجود رابطه عکس بین محتوای رطوبتی نان و میزان بیاتی آن به اثبات رسیده است (Rogers *et al.*, 1988). در واقع آب می‌تواند با ایفای نقش پلاستیسایزری¹ در کاهش سفتی مغز محصول مؤثر باشد. افزون بر این با توجه به این که افزایش میزان آب در دسترس نشاسته افزایش احتمال کریستالیزاسیون آن را به همراه دارد لذا تمایل قابل توجه امولسیفایرها به جذب آب و قابلیت بالای آنها در نگهداری آب باعث می‌گردد که آب کمتری در دسترس نشاسته قرار گیرد و در نتیجه نشاسته کمتری متورم، ژلاتینه و در طی زمان نگهداری مجدداً کریستاله گردد که این فرایند در نهایت کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی محصول را به دنبال دارد (اکبری و همکاران، 1392؛ Vittadini & Vodovotz, 2003). بر اساس توضیحات فوق و با توجه به این که در این تحقیق

جدول 3 - تأثیر مستقل و متقابل عصاره چوبک و E471 بر رطوبت و سفتی کیک روغنی پس از گذشت 1، 2 و 10 روز از نگهداری*

سفتی (گرم)	رطوبت (درصد)			E471 (درصد)	CE (درصد)		
	10 روز	2 روز	1 روز				
688 ^a	464 ^a	407 ^a	16/833 ^c	19/600 ^c	21/700 ^c	-	0
627 ^b	431 ^b	382 ^b	19/133 ^b	21/200 ^b	22/811 ^b	-	0/5
589 ^c	407 ^c	362 ^c	20/667 ^a	22/667 ^a	24/200 ^a	-	1
718 ^a	480 ^a	417 ^a	17/600 ^c	20/333 ^c	22/233 ^b	0	-
627 ^b	432 ^b	382 ^b	18/767 ^b	21/067 ^b	22/811 ^b	0/5	-
557 ^c	391 ^c	351 ^c	20/267 ^a	22/067 ^a	23/667 ^a	1	-
747 ^a	501 ^a	435 ^a	15/700 ^g	18/900 ^f	21/200 ^f	0	0
686 ^c	461 ^b	404 ^b	16/500 ^f	19/400 ^f	21/600 ^{ef}	0/5	0
629 ^d	430 ^c	381 ^c	18/300 ^{de}	20/500 ^c	22/300 ^{de}	1	0
712 ^b	473 ^b	411 ^b	18/100 ^e	20/500 ^e	22/100 ^{de}	0	0/5
609 ^e	423 ^c	376 ^{cd}	19/100 ^c	21/200 ^d	22/800 ^{cd}	0/5	0/5
558 ^g	397 ^e	357 ^e	20/200 ^b	21/900 ^c	23/500 ^{bc}	1	0/5
695 ^c	464 ^b	405 ^b	19/000 ^{cd}	21/600 ^{cd}	23/400 ^{bc}	0	1
585 ^f	411 ^d	366 ^{de}	20/700 ^b	22/600 ^b	24/000 ^b	0/5	1
486 ^h	346 ^f	315 ^f	22/300 ^a	23/800 ^a	25/200 ^a	1	1

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.

بود لذا نزدیک بودن امتیاز بوی آنها به یکدیگر قابل انتظار بود.

طعم

افزوده شدن عصاره چوبک و E471 به تنهایی، منجر به کاهش امتیاز ویژگی حسی طعم شد که در مورد هر دو افزودنی این کاهش معنی دار نبود ($P > 0/05$) اما در استفاده هم زمان از آنها فقط هنگامی که بالاترین سطح مصرف اعمال شد (نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471)، کاهش بوجود آمده به اندازه ای بود که سبب بروز اختلاف معنی داری با نمونه شاهد شد ($P < 0/05$). نتایج حاکی از نقش بیشتر عصاره چوبک نسبت به E471 در این کاهش امتیاز بود. همان طور که پیش تر نیز عنوان شد عصاره چوبک سرشار از ترکیبات ساپونینی است و از طرفی یکی از ویژگی های این گروه از ترکیبات طعم تلخ آنها می باشد (Hostettman & Marston, 1995) از این رو ارزیابها به نمونه های حاوی این عصاره امتیاز طعم کمتری اختصاص دادند.

ویژگی های حسی کیک های روغنی

تأثیر افزودن عصاره چوبک و E471 بر ویژگی های حسی رنگ، بو، طعم، بافت، قابلیت جویده شدن و پذیرش کلی در جدول 4 نشان داده شده است.

رنگ

افزوده شدن عصاره چوبک و E471 به تنهایی و در ترکیب با هم، افزایش امتیاز ویژگی حسی رنگ را به همراه داشت که البته سبب بروز اختلاف معنی داری با نمونه شاهد نشد ($P > 0/05$). علت این افزایش، ظاهر براق و یکنواختی بود که این دو افزودنی به محصول بخشیده بودند.

بو

افزودن عصاره چوبک و E471 به تنهایی و در ترکیب با هم، کاهش اندکی در امتیاز ویژگی حسی بو بوجود آورد که معنی دار نبود ($P > 0/05$). معمولاً قضاوت در مورد بوی انواع کیک بر اساس میزان احساس شدن بوی نامطلوب تخم مرغ صورت می گیرد و از آن جایی که در تمامی نمونه ها مقدار استفاده از این ماده اولیه یکسان

بافت

افزوده شدن عصاره چوبک و E471 در ترکیب با هم سبب افزایش معنی داری در امتیاز ویژگی حسی بافت شد ($P < 0/05$). در قسمت‌های قبلی ثابت شد که این دو افزودنی قادر هستند در بهبود بسیاری از ویژگی‌های کیفی کیک مانند حجم، تخلخل، سفتی و رطوبت مؤثر باشند و بافتی یکنواخت و نرم‌تر به محصول بدهند. لذا این بهبود کیفیت توسط ارزیاب‌ها تشخیص داده شد و امتیاز بافت بیشتری به نمونه‌های حاوی این افزودنی‌ها اختصاص دادند. نقش امولسیفایرهای مختلف در افزایش امتیاز ویژگی حسی بافت انواع کیک و نان در نتایج سایر محققان نیز قابل مشاهده است (Azizi et al., 2003; Ashwini et al., 2009). نکته بسیار مهم در نتایج این قسمت امتیاز بافت پایین نمونه حاوی 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد E471 بود که بر خلاف انتظار بود زیرا که در مورد بسیاری از ویژگی‌های کیفی فوق، بهترین وضعیت را داشت. ارزیاب‌ها علت امتیازدهی کم به این نمونه را نرم شدن بیش از حد و نداشتن استحکام ساختاری کافی و در نتیجه احتمال بالای نرم و پودری شدن آن طی حمل و نقل و نگهداری عنوان کردند. در واقع مشخص شد که بکارگیری این دو افزودنی در بالاترین سطح، کیک را دچار نوعی نرم شدن غیرعادی می‌کند که پدیده‌ای نامطلوب برای این محصول تلقی می‌گردد. طی آزمون بافت‌سنجی با دستگاه بافت‌سنج نیز این نمونه در زیر پروب دستگاه به راحتی دچار از هم پاشیدگی شدید می‌شد که این مشاهده با استدلال ارزیاب‌ها مطابقت داشت. این یافته اهمیت بکارگیری امولسیفایرها به مقدار لازم و در سطح بهینه را نمایان ساخت.

قابلیت جویده شدن

افزوده شدن عصاره چوبک و E471 در ترکیب با هم سبب افزایش معنی داری در امتیاز ویژگی حسی قابلیت جویده شدن شد ($P < 0/05$). کارایی این افزودنی‌ها در ایجاد بافتی نرم‌تر با تردی، حجم و تخلخل مناسب منجر به احساس دهانی بهتری در ارزیاب‌ها به هنگام جویدن گردید و در نتیجه نمونه‌های حاوی آنها امتیاز قابلیت جویده شدن بیشتری را کسب کردند.

پذیرش کلی

افزوده شدن عصاره چوبک و E471 در ترکیب با هم سبب افزایش معنی داری در امتیاز پذیرش کلی شد ($P < 0/05$). به طور کلی در میان ویژگی‌های حسی مختلف تغییرات پذیرش کلی وابستگی بیشتری به ویژگی‌های طعم، بافت و قابلیت جویده شدن داشت. بر این اساس نمونه‌هایی که از نظر امتیاز ویژگی‌های حسی فوق وضعیت مناسبی داشتند از امتیاز پذیرش کلی بیشتری هم برخوردار بودند. در تحقیق کوچکی و همکاران (1385) نیز پس از گذشت مدت زمان‌های مختلف از پخت نان، مؤلفه‌های طعم، قابلیت جویدن و سفتی بافت سهم قابل توجهی در کنترل تغییرات پذیرش کلی داشتند.

نکته بسیار مهمی که در این تحقیق وجود داشت این بود که در مورد بیشتر ویژگی‌های کیفی استفاده از عصاره چوبک و E471 در ترکیب با هم نسبت به استفاده از آنها به طور مجزا، نتایج بهتری را پدید آورد. در توجیه این رخداد بایستی به اثر سینرژیستیک¹ امولسیفایرها اشاره نمود. توضیح بیشتر این که به طور کلی امولسیفایرها در خمیر کیک در سطوح حد فاصل بین دو فاز روغن و آب به شکل یک غشاء تک‌لایه‌ای به فرم آلفا کریستاله می‌شوند. افزودن یک امولسیفایر ثانویه موجب تشدید شکل‌گیری لایه نازک تولید شده و در نتیجه تقویت اثر امولسیفایری می‌گردد (ترابی زاده، 1381).

نتیجه‌گیری

کاربرد عصاره چوبک در فرمولاسیون کیک روغنی در مورد خمیر با کاهش وزن مخصوص، افزایش شاخص^{*}L و ویسکوزیته و در مورد کیک با افزایش حجم مخصوص، تخلخل، رطوبت، نرمی مغز و امتیاز ویژگی‌های حسی بافت، قابلیت جویده شدن و پذیرش کلی همراه بود. این یافته‌ها به روشنی از امکان مطرح بودن این عصاره گیاهی به عنوان یک امولسیفایر طبیعی، ارزان و در دسترس حکایت می‌کرد. در استفاده از امولسیفایر E471 نیز مشابه نتایج فوق حاصل شد که البته در این میان نقش

جدول 4- تأثیر مستقل و متقابل عصاره چوبک و E471 بر ویژگی‌های حسی کیک روغنی*

پذیرش کلی	قابلیت جویده شدن	بافت	طعم	بو	رنگ	E471 (درصد)	CE (درصد)
3/767 ^a	4/033 ^a	3/733 ^a	4/067 ^a	3/733 ^a	4/267 ^a	-	0
4/233 ^a	4/400 ^a	4/167 ^a	3/767 ^a	3/667 ^a	4/533 ^a	-	0/5
4/000 ^a	4/633 ^a	4/133 ^a	3/367 ^a	3/333 ^a	4/733 ^a	-	1
3/700 ^a	4/100 ^a	3/733 ^a	3/900 ^a	3/700 ^a	4/467 ^a	0	-
4/267 ^a	4/433 ^a	4/233 ^a	3/800 ^a	3/667 ^a	4/467 ^a	0/5	-
4/033 ^a	4/533 ^a	4/067 ^a	3/500 ^a	3/533 ^a	4/600 ^a	1	-
3/500 ^c	3/900 ^b	3/400 ^d	4/100 ^a	3/700 ^a	4/300 ^a	0	0
3/800 ^{bc}	4/000 ^b	3/800 ^{bcd}	4/200 ^a	3/800 ^a	4/200 ^a	0/5	0
4/000 ^{abc}	4/200 ^{ab}	4/000 ^{abcd}	3/900 ^a	3/700 ^a	4/300 ^a	1	0
3/700 ^{bc}	4/100 ^{ab}	3/700 ^{cd}	3/900 ^a	3/600 ^a	4/400 ^a	0	0/5
4/400 ^{ab}	4/500 ^{ab}	4/300 ^{abc}	3/800 ^a	3/600 ^a	4/500 ^a	0/5	0/5
4/600 ^a	4/600 ^{ab}	4/500 ^{ab}	3/600 ^{ab}	3/500 ^a	4/700 ^a	1	0/5
3/900 ^{abc}	4/300 ^{ab}	4/100 ^{abcd}	3/700 ^{ab}	3/600 ^a	4/700 ^a	0	1
4/600 ^a	4/800 ^a	4/600 ^a	3/400 ^{ab}	3/600 ^a	4/700 ^a	0/5	1
3/500 ^c	4/800 ^a	3/700 ^{cd}	3/000 ^b	3/500 ^a	4/800 ^a	1	1

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

E471 بدست آمد اما از آن جا که اعمال این سطح مصرف، نرم‌شدن غیرعادی کیک و کاهش معنی‌دار امتیاز طعم را در پی داشت، بنابراین مخلوط امولسیفایری متشکل از 1 درصد عصاره چوبک و 0/5 درصد E471 بهترین انتخاب تشخیص داده شد.

این امولسیفایر در کاهش سفتی بافت و به تأخیر انداختن بیاتی در طی مدت زمان نگهداری اهمیت بیشتری داشت. در عمل در مورد بسیاری از ویژگی‌های کیفی بهترین نتایج از بکارگیری 1 درصد عصاره چوبک و 1 درصد

منابع

- 1- اکبری، ن.، محمدزاده میلانی، ج. و علاءالدینی، ب. 1392. تأثیر افزودن پوره سیب زمینی بر کاهش بیاتی نان بربری. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، 2 (4): 339-350.
- 2- ترابی زاده، ه. 1381. امولسیون‌های غذایی و امولسیفایرها. انتشارات آبیژ، تهران، چاپ اول، صفحات 63-76.
- 3- دستخوش، ز. و سرافراز، س. 1380. استخراج و خالص سازی ساپونین گونه‌ای چوبک و تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و همولیتیک آن. خلاصه مقالات هشتمین سمینار سراسری دانشجویان داروسازی کشور، کرمان، 22-24 اسفند، صفحات 108-107.
- 4- سجادی، ا.، حسین زاده، ح. و مهاجری، ا. 1381. اثر جذب‌افزایی ساپونین تام چوبک بر جذب انسولین از راه بینی و تأثیر آن بر قند خون در رت. مجله دیابت و لیپید ایران، 2 (1): 17-24.
- 5- سجادی، ا.، رضائی، م. و مقیمی پور، ا. 1379. استخراج و بررسی فعالیت بین سطحی ساپونین گیاه آکانتافیلیوم اسکواروزوم. خلاصه مقالات هفتمین همایش علوم دارویی ایران، مشهد، 5-7 شهریور، صفحه 33.
- 6- شاکر اردکانی، ا.، شاهی، م. و کبیر، غ. 1387. بررسی و مقایسه وضعیت تولید حلوا ارده سنتی و صنعتی در ایران. خلاصه مقالات هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مشهد، 24-25 مهر، صفحه 54.

- 7- شهیدی، ف.، محبی، م. و احتیاطی، ا. 1389. تحلیل تصاویر رقمی مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، 6 (4): 253-247
- 8- قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب.، نقی پور، ف.، کریمی، م. و شیخ الاسلامی، ز. 1393. بررسی اثر امولسیفایرهای (E471، داتم و سیترم) و زمان تخمیر نهایی بر کاهش بیاتی و بهبود خواص فیزیکی نان بربری ترکیبی (گندم-سیب زمینی). فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 42 (11): 93-81
- 9- کوچکی، ا. 1387. بررسی خواص رئولوژیکی و کارکردی صمغ قدومه شیرازی و تاثیر آن بر کیفیت نان. پایان نامه دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 10- کوچکی، ا.، مرتضوی، س.ع.، نصیری محلاتی، م. و کریمی، م. 1385. اثر سه نوع امولسیفایر و آنزیم آلفا- آمیلاز قارچی بر کاهش بیاتی نان تافتون. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 10 (3 الف): 246-233
- 11- کیهانی، و.، مرتضوی، س.ع.، کریمی، م.، کاراژیان، ح. و شیخ الاسلامی، ز. 1390. بهینه‌سازی استخراج امولسیفایر خوراکی گیاه چوبک با امواج فراصوت. چکیده مقالات نخستین همایش فراملی بهینه‌سازی زنجیره تولید، توزیع و مصرف در صنایع غذایی، گرگان، 20-21 اردیبهشت، صفحه 139
- 12- AACC. 2000. Approved methods of the American association of cereal chemists. 10th ed., Vol II., St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- 13- Aghel, N., Moghimipour, E., & Raiesdana, A. 2007. Formulation of a herbal shampoo using total saponins of *Acanthophyllum squarrosom*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 6 (3): 167-172.
- 14- Arabshirazi, S., Movahhed, S., & Nematti, N. 2012. Evaluation of addition of xanthan and hydroxyl propyl methyl cellulose gums on chemical and rheological properties of sponge cakes. Annals of Biological Research, 3 (1): 589-594.
- 15- Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D., & Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. Food Science. 61 (5): 1085-1093.
- 16- Ashwini, A., Jyotsna, R., & Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloids, 23: 700-707.
- 17- Azizi, M.H., Rajabzadeh, N., & Riahi, E. 2003. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 36: 189-193.
- 18- Bennion, M. 1990. Batters and Doughs. P. 449-451. In J. Alexander & H. Mcinnis, Introductory Foods. Chapter 23. Macmillan Publishing Co., New York.
- 19- Celik, I., Yilmaz, Y., Isik, F., & Ustun, O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry, 101: 907-911.
- 20- Cloke, J.D., Davis, E.A., & Gordon, J. 1984. Relationship of heat transfer and water loss rates to crumb-structure development as influenced by monoglycerides. Cereal Chemistry, 61 (4): 363-371.
- 21- Dehghan Noudeh, G., Sharififar, F., Khatib, M., Behravan, E., & Ahmadi Afzadi, M. 2010. Study of aqueous extract of three medicinal plants on cell membrane-permeabilizing and their surface properties. African Journal of Biotechnology, 9 (1): 110-116.
- 22- DelVecchio., A.J. 1975. Emulsifiers and their use in soft wheat products. Baker's Digest, 49 (4): 28-36.
- 23- Dickinson, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. Food Hydrocolloids, 23: 1473-1482.

- 24- Eastwood, J., Vavasour, E., & Baines, J. (First draft) 2005. WHO Food Additives Series: 48 Safety evaluation of certain food additives and contaminants quillaia extracts. Available at <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je03.htm>. (Visited in September 2014).
- 25- Gaidi, G., Miyamoto, T., Ramezani, M., & Lacaille-Dubois, M.A. 2004. Glandulosides A-D, triterpene saponins from *Acanthophyllum glandulosum*. Natural Products, 67: 1114-1118.
- 26- Gaidi, G., Miyamoto, T., Ramezani, M., & Lacaille-Dubois, M.A. 2000. Two new biologically active triterpene saponins from *Acanthophyllum squarrosom*. Natural Products, 63 (11): 1497-1502.
- 27- Ghaffari, S.M. 2004. Cytotaxonomy of some species of *Acanthophyllum* (*Caryophyllaceae*) from Iran. Biologia Bratislava, 59: 53-60.
- 28- Gray, J., & Bemiller, J. 2003. Bread staling: molecular basis and control. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2: 1-21.
- 29- Gucln-Ustundag, O., & Mazza, G. 2007. Saponins: properties, applications and processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47 (3): 231-258.
- 30- Hasenhuettl, G.L. & Hartel, R.W. 2008. Applications of emulsifiers in baked foods. P. 263 283. In F. Orthofer, Food emulsifiers and their applications. Chapter 9. Springer Science+Business Media, LLC, New York.
- 31- Henry, C. 1995. Monoglycerides: the universal emulsifer. Cereal Foods World, 40 (10): 734-738.
- 32- Hostettman, K., & Marston, A. 1995. Chemistry and pharmacology of natural products: Saponins. University Press, UK.
- 33- Jahanbin, K., Gohari, A.R., Moini, S., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2012. Isolation, purification and characterization of a new gum from *Acanthophyllum bracteatum* roots. Food Hydrocolloids, 27: 14-21.
- 34- Jahanbin, K., Gohari, A.R., Moini, S., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2011. Isolation, structural characterization and antioxidant activity of a new water-soluble polysaccharide from *Acanthophyllum bracteatum* roots. International Journal of Biological Macromolecules, 49: 567-572.
- 35- Jyotsna, R., Prabhasankar, P., Indrani, D., & Venkateswara, G. 2004. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier Gels. Journa of Food Scienc, 69 (1): 16-19.
- 36- Kim, C.S., & Walker, C.E. 1992. Interactions between starches, sugars, and emulsifiers in high-ratio cake model systems. Cereal Chemistry, 69 (2): 206-212.
- 37- Krog, N., Risom, T.H., & Larsson, K. 1985. Applications in the food industry. P. 321-362. In P. Becher, Encyclopedia of emulsion stability. Chapter 5. Marcel Dekker, Inc., New York.
- 38- Kumari, R., Jeyrani, T., Soumya, C., & Indrani, D. 2011. Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloides on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake. Journal of Texture Studies, 42 (5): 377-386.
- 39- Kurbanova, A.D., Arifkhodzhaev, A.O., Rakhimov, D.A., & Shashkov, A.S. 2003. Polysaccharides of saponin-bearing plants. xv. Structure of glucoarabinogalactan from *Acantophyllum borszczowii* roots. Chemistry of Natural Compounds. 5: 361-364.
- 40- Lakshminarayan, S.M., Rathinam, V., & Krishnaran, L. 2006. Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86 (5): 706-712.
- 41- Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm, Ottawa, Canada, Department of Agriculture Publication, 1284: 27-30.

- 42- Morris, E.R., & Taylor, L.J. 1982. Oral perception of fluid viscosity. *Progress in Food and Nutrition Science*, 6: 285-296.
- 43- Naidu, A.S. 2000. Saponins. P. 314-315. In W.A. Oleszek. *Natural food antimicrobial systems*. Chapter 11. CRC Press, LLC, Boca Raton.
- 44- Purlis, E., & Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- 45- Race, S.W. 1991. Improved product quality through viscosity measurement. *Food Technology*, 45 (7): 86-88.
- 46- Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S., & Hosney, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*, 65: 398-401.
- 47- Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A., & Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90: 549-555.
- 48- Sahi, S.S., & Alava, J.M. 2003. Functionality of emulsifiers in sponge cake production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (11): 1419-1429.
- 49- Sakiyan, O., Sumnu, G., Sahin, S., & Bayram, G. 2004. Influence of fat content and emulsifier type on the rheological properties of cake batter. *European Food Research Technology*, 219: 635-638.
- 50- Seyhun, N., Sumnu, G., & Sahin, S. 2003. Effects of different emulsifier types, fat contents and gum types on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Food / Nahrung*, 47 (4): 248-251.
- 51- Steffe, J.F. 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering*. 2nd ed. Freeman Press, East Lansing, Michigan.
- 52- Sun, D.W., Zheng, C., & Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17: 642-655.
- 53- Thomas, P.D., Geminder, J.J., & Hetzel, C.P. 1966. Sodium stearoyl fumarate effect on starch and starch-containing foods. *Cereal Science Today*, 11 (2): 46-85.
- 54- Trimbo, H.B., & Miller, B.S. 1973. The development of tunnels in cakes. *Baker's Digest*, 1: 24-71.
- 55- Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24: 755-762.
- 56- Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312.
- 57- Vittadini, E., & Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Food Engineering and Physical Properties*, 68: 2022-2027.
- 58- Whitehurst, R.J. 2004. *Emulsifiers in food technology*. Blackwell publishing, Northampton.
- 59- Yang, Y., Leser, M.E., Sher, A.A., & McClements, D.J. 2013. Formation and stability of emulsions using a natural small molecule surfactant: Quillaja saponin (Q-Naturale). *Food Hydrocolloids*, 30: 589-596.
- 60- Zeleznak, K.J., & Hosney, R.C. 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chemistry*, 63 (5): 407-411.
- 61- Zhou, J. 2010. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. MSc. Thesis, Department of grain science and industry, college of agriculture, Kansas State University, Manhattan, Kansas.

Investigation and comparison of the effect of Chubak (*Acanthophyllum glandulosum*) extract and mono- and diglyceride on quality of muffin cake

Vahid Keyhani^{1*}, Seyed Ali Mortazavi², Mahdi Karimi³, Hojjat Karazhiyan⁴, Zahra Sheikholeslami³

1- MSc. Graduated student, Department of Food Science & Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Razavi Khorasan, Iran

*Corresponding autor (pdf_keyhani@yahoo.com)

2- Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3- Assistant Professor, Department of Engineering, Agricultural Researchs and Natural Resources Centre of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran

4- Department of Food Science & Technology, Torbat-e-Heydariyeh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e-Heydariyeh, Razavi Khorasan, Iran

Abstract

Chubak extract having emulsification ability because of the presence of saponin and hydrocolloid components. The purpose of the current research is utilizing this extract ability to improve the quality of a kind of cake using Chubak alone and in combination with mono and diglyceride (E471) emulsifiers at three levels including 0, 0.5 and 1%. The effect of these additives was carried out by evaluating physiochemical and rheological properties of batter, and physical and sensorial properties of the cake. The results revealed that extract addition led to a decrease in specific gravity and increase in batter viscosity, and also an increase in L* index of crust and crumb, specific volume, porosity, moisture content, sensory characteristic score of texture and chewiness of cake and a decrease in cake firmness as it had a more effective role than E471. The similar results were obtained in utilizing E471 but it was preferred to Chubak extract in staling retardation during storage. Applying these two additives, in combination with each other enhanced the product quality which confirmed synergistic effect of emulsifiers. Practically, emulsifier mixture containing 1% chubak extract and 0.5% E471 was recognized as the best choice.

Keywords: Chubak extract; Emulsifier; Mono- and diglyceride; Muffin cake; Synergistic effect