

## بررسی امکان استفاده از اینولین در تولید کیک پری‌بیوتیک کم چرب

پرستو دامن افشان<sup>۱</sup>، مانیا صاحی فر<sup>۲</sup>، بابک غیائی طرزی<sup>۳</sup> و حسین باخدا<sup>۴</sup>

- ۱- کارشناس ارشد صنایع غذایی، کارشناس واحد تحقیقات و توسعه شرکت آذرنوش شکوفه
- ۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس
- ۳ و ۴- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

چکیده

مقدمه:

امروزه رشد چشمگیری در گسترش صنایع غذایی دنیا شاهد هستیم به گونه‌ای که محصولات تولیدی علاوه بر این که دارای ویژگی‌های تکنولوژیکی هستند، از ارزش تغذیه‌ای مناسبی نیز برخوردار می‌باشند. انواع مختلفی از ترکیبات در تولید محصولات با ارزش غذایی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک دسته از این ترکیبات اینولین بوده که به واسطه دارا بودن خواص و ویژگی‌های منحصر به فرد، به خصوص خواص پری‌بیوتیکی مورد توجه می‌باشد. (Codina & Bilan, 2006; Moscatto et al, 2006). پری‌بیوتیک‌ها اجزاء تشکیل دهنده‌ی غذایی غیرقابل هضم در دستگاه گوارش انسان‌ها می‌باشند که سبب افزایش رشد و تحریک رشد باکتری‌های مفید در روده بزرگ می‌شوند بنابراین سلامت میزبان را بهبود می‌بخشند. رژیم غذایی علاوه بر این که عامل اصلی کنترل کننده فلور میکروبی مفید روده است، در تنظیم ترکیب فلور میکروبی روده نیز نقش بسیار مهمی دارد. بطوری که یک سوبسترای پری‌بیوتیک ترکیب فلور میکروبی سالم را فراهم آورده که به موجب آن بیفیدوباکترها و یا لاکتوباسیل‌ها فلور غالب در روده بزرگ می‌شود و اثرات سلامت بخش خود را اعمال می‌کند اما در مقابل رشد

در این تحقیق بررسی تأثیر اینولین در تولید کیک پری‌بیوتیک کم چرب مورد مطالعه قرار گرفت. اینولین به عنوان جایگزین چربی در سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰٪ به عنوان متغیرهای پژوهش در نظر گرفته شد. ویژگی فیزیکی خمیر نظیر حجم مخصوص و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک از جمله رطوبت،  $a_w$ ، ارتفاع و سفتی بافت کیک‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین کیک تهیه شده با ۲۰٪ جایگزین چربی و کیک شاهد در صفات حجم مخصوص خمیر و رطوبت،  $a_w$ ، ارتفاع و سفتی بافت کیک وجود نداشت ( $P > 0/05$ ). با افزایش میزان جایگزینی چربی به میزان ۶۰٪ کاهش معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک‌های تولید شده مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

کلید واژگان: پری‌بیوتیک، اینولین، کیک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی.

کودینا و همکاران در سال ۲۰۰۶ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصله حاکی از بهبود خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌های حاوی اینولین خصوصاً در پارامتر طعم بود. هم‌چنین نتایج بررسی ماندگاری نمونه‌های مورد آزمون حاکی از افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های حاوی اینولین بود. هوسین و همکاران در سال ۲۰۱۱ بررسی تولید کیک با استفاده از کنگرفرنگی به عنوان منبعی از اینولین را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی کنگرفرنگی به میزان ۰.۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ جایگزین میزان روغن موجود در فرمولاسیون شد و خصوصیات کیفی کیک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد، نمونه‌های کیک تیمار شده با ۲۵٪ جایگزین چربی در مقایسه با نمونه شاهد از لحاظ پارامترهای کیفی از جمله درصد رطوبت، حجم، نرمی بافت و سایر ویژگی‌های کیفی بهبود یافت. ولپینی و همکاران (۲۰۱۲) اثرات ناشی از افزودن اینولین و الیگوفروکتوز را در تولید کیک پرتقالی مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی اینولین و اولیگوفروکتوز به میزان ۳ گرم به ازای هر یک عدد کیک کامل به وزن ۶۰ گرم مورد استفاده قرار گرفت. بنابر نتایج بدست آمده، در مقایسه با نمونه کیک شاهد، افزودن پری‌بیوتیک‌ها (اینولین و الیگوفروکتوز) سبب قهوه‌ای‌تر شدن پوسته کیک شد. از طرفی مشاهده شد که کیک‌های حاوی فراکتان (اینولین و الیگوفروکتوز جزء گروه فراکتان‌ها می‌باشند) در مقایسه با کیک‌های گروه شاهد قابلیت خرد شدن کمتری داشتند. نتایج ارزیابی حسی انجام شده بر روی هر سه نمونه کیک (کیک شاهد، کیک حاوی اینولین و کیک حاوی الیگوفروکتوز) نشان دهنده آن بود که مقبولیت هر سه کیک یکسان است اما ارجحیت کیک‌های حاوی پری‌بیوتیک در مقایسه با کیک‌های موجود در بازار بیشتر بوده است.

کیک یک محصول غذایی مورد علاقه مصرف‌کنندگان محسوب می‌شود. به طوری‌که تقاضا برای این محصول خصوصاً توسط کودکان بسیار فراوان می‌باشد. به دلیل مقادیر بالای چربی و شکر در فرمولاسیون انواع کیک به ویژه کیک‌های روغنی، مصرف مداوم و طولانی مدت این ماده غذایی می‌تواند سلامت مصرف

میکروارگانیسم‌های بیماری‌زایی همچون کلستری‌دیوم‌های تولیدکننده سم و یا اشرشیاکلای را افزایش نمی‌دهد (Gibson, 2000; Chen, 2005; Zafa et al, 2004). مصرف اینولین علاوه بر فواید بیفیدوژنیک و پتانسیل کاهش فاکتورهای خطر جهت بیماری‌های قلبی-عروقی و پوکی استخوان، فواید دیگری از قبیل: افزایش دسترسی بدن به عناصر معدنی، تحریک سیستم ایمنی بدن، اثر روی متابولیسم لیپید و کاهش بیماری‌های روده بزرگ را به همراه دارد (Hubner et al, 2007). مهمترین اثر تغذیه‌ای شناخته شده اینولین، عملکرد آن جهت تحریک رشد بیفیدوباکتر در روده بزرگ می‌باشد که سبب مهار رشد باکتری‌های مضر، تحریک سیستم ایمنی، کمک به جذب یون‌های خاص و سنتز ویتامین‌های گروه B می‌شود و به همین علت است که تحت عنوان پری‌بیوتیک نامیده می‌شود که هم‌چنین اثر سین‌بیوتیک نیز دارد. مصرف اینولین هم‌چنین به طور قابل ملاحظه‌ای ابتلا به سرطان روده بزرگ را کاهش می‌دهد که این اثر بیشتر مربوط به رشد باکتری‌های پروبیوتیک در روده بزرگ می‌باشد (Niness, 1991; Kaur, 2002). علاوه بر نقش تغذیه‌ای، اینولین به عنوان یک جایگزین چربی در تولید بسیاری از محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اینولین یک جایگزین بسیار عالی برای چربی، در محصولاتی که فاز پیوسته آبی دارند، می‌باشد و به خوبی در محصولات غذایی کم‌چرب قابل استفاده است. هم‌اکنون استفاده از آن بسیار رایج شده است. در واقع در مطالعات اخیر نشان داده شده است که تمایل مصرف‌کنندگان به محصولات غنی شده با اینولین بیشتر بوده است (Moris and Moris, 2012).

#### مروری بر تحقیقات انجام شده:

موسکاتو و همکاران (۲۰۰۵) اینولین را در تولید کیک شکلاتی به عنوان یکی از پرترفدارترین انواع محصولات صنایع پخت مورد استفاده قرار دادند. نتایج این پژوهش حاکی از بهبود ویژگی‌های کیفی کیک تیمار شده با اینولین در مقایسه با نمونه شاهد بود. تاثیر افزودن اینولین در فرآورده‌های نانوبی توسط

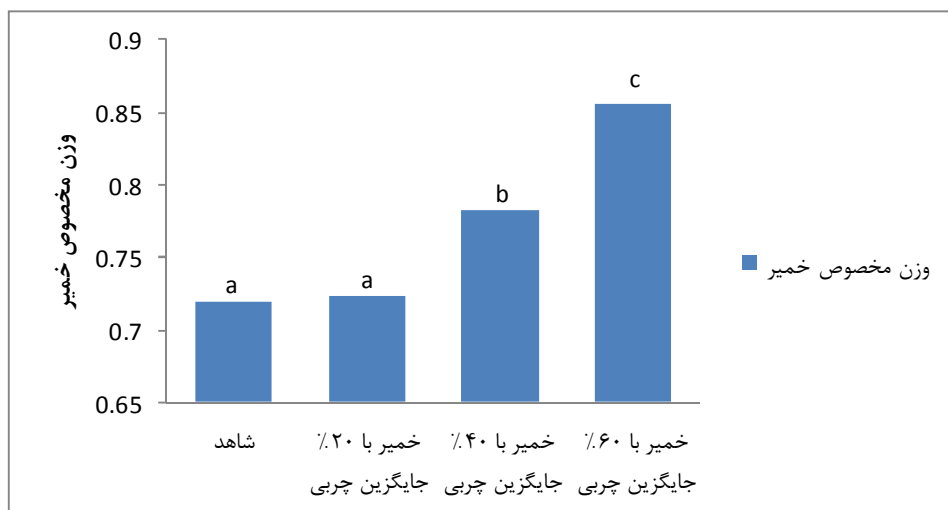
مشاهدات به دست آمده با خروج هرچه بیشتر چربی از ساختار خمیر، به دلیل سفت تر شدن بافت خمیر عمل مخلوط کردن سخت تر و نامناسب تر شده و از آن جایی که یکی از عوامل موثر در افزایش حجم نمونه‌های کیک، عوامل مکانیکی (عمل مخلوط کردن) می‌باشد بنابراین با افزایش میزان اینولین و کاهش درصد چربی از فرمولاسیون خمیر کیک، هوادهی در خمیر کیک و در نتیجه میزان هوای موجود در ساختار خمیر تحت تأثیر قرار گرفته، به همین جهت وزن مخصوص افزایش یافت. (Hussein et al, 2011).

کننده را به خطر اندازد. از این رو استفاده از اینولین به عنوان یک پری‌بیوتیک با قابلیت جایگزین شدن با چربی در فرمولاسیون کیک روغنی جهت افزایش ویژگی‌های تغذیه‌ای این محصول مورد بررسی قرار گرفت و خصوصیات کیفی خمیر و کیک مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج به دست آمده با استفاده از روش آماری کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطا ۰.۵٪ انجام شد.

#### نتایج و بحث:

##### ۱- حجم مخصوص خمیر:

نتایج مقایسه میانگین وزن مخصوص نمونه‌های خمیر حاوی درصد‌های مختلف اینولین و خمیر شاهد در نمودار ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جایگزین کردن چربی با اینولین در سطح ۶۰٪ سبب افزایش معنی‌دار وزن مخصوص نمونه خمیر شد ( $P < 0.05$ ). با این حال اختلاف معنی‌داری در وزن مخصوص نمونه خمیر شاهد و نمونه خمیر حاوی ۲۰٪ جایگزین چربی مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). وزن مخصوص خمیر کیک فاکتور مناسبی برای بررسی میزان ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری هوا در طول مخلوط کردن خمیر است. هر اندازه خمیر قابلیت بیشتری در نگهداری حباب‌های هوای ایجاد شده داشته باشد وزن مخصوص خمیر کاهش یافته و به عبارتی ویژگی‌های رئولوژیکی آن افزایش می‌یابد. با افزایش میزان اینولین بکار رفته، وزن مخصوص خمیر کیک افزایش یافت که در نهایت کاهش حجم در کیک‌های حاوی میزان اینولین بیشتر مشاهده شد. طبق



نمودار ۱- تأثیر اینولین بر وزن مخصوص خمیر کیک

## ۲- ارتفاع کیک:

نتایج مقایسه میانگین ارتفاع نمونه کیک شاهد و نمونه‌های حاوی درصد‌های مختلف اینولین در نمودار ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بین نمونه کیک شاهد، نمونه حاوی ۲۰٪ و ۴۰٪ جایگزین چربی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در صفت ارتفاع ایجاد نشد ( $P > 0.05$ ) اما در نمونه حاوی ۶۰٪ جایگزین چربی کاهش معنی‌داری از لحاظ آماری نسبت به سایر ایجاد شد.



نمودار ۲- تاثیر اینولین بر ارتفاع نمونه‌های کیک

بنابر مطالعات انجام شده، استفاده از پری‌بیوتیک‌ها به عنوان جایگزین چربی سبب خواهند شد تا حجم محصول نسبت به نمونه شاهد کاهش یابد (Moris and Moris, 2012). با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش مشاهده می‌شود که با خروج هر چه بیشتر چربی از فرمولاسیون کیک و جایگزین کردن آن با مقادیر بالایی از اینولین، ارتفاع نمونه‌های کیک تولید شده کاهش یافت. به طوریکه تیمار با ۶۰٪ جایگزین چربی پایین‌ترین میزان ارتفاع را در مقایسه با سایر تیمارها داشته است. مهم‌ترین دلیل کاهش ارتفاع نمونه‌های کیک با مقادیر بالایی از اینولین، واکنش اینولین با شبکه پروتئینی آرد (گلوتن) می‌باشد که این عامل سبب خواهد شد تا ظرفیت نگهداری گاز در ساختار محصول کاهش یابد و کاهش حجم نمونه‌های کیک را به همراه داشته باشد که به دنبال کاهش حجم، ارتفاع کیک‌های مورد نظر نیز کاهش خواهد یافت (Beava et al, 2000).

## ۳- رطوبت کیک:

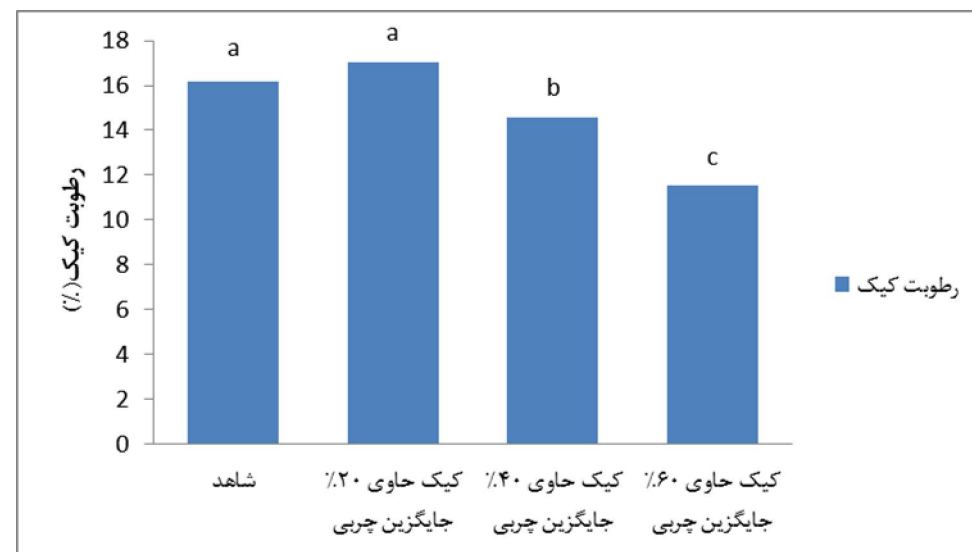
همان‌طور که از نتایج نشان داده شده در نمودار ۳ مشخص است، با افزایش میزان جایگزینی با اینولین به ویژه در نمونه تیمار شده با ۶۰٪ جایگزین چربی، یک روند کاهشی معنی‌داری در رطوبت نمونه‌ها مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). مطالعات انجام شده نشان دهنده آن است که اینولین سبب کاهش میزان رطوبت محصول نهایی می‌شود که این امر بستگی به میزان اینولین افزوده شده در ساختار محصول دارد (Moris and Moris, 2012). با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، استفاده از اینولین در مقادیر بالا سبب کاهش درصد رطوبت نمونه‌های کیک مورد نظر شد به طوریکه نمونه با ۶۰٪ جایگزین چربی پایین‌ترین میزان رطوبت را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بوده است که این نتایج با گزارشات موریس و همکارش در سال ۲۰۱۲ و کودینا و همکارش در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد. اینولین در مقایسه با سایر فیبرها به دلیل نوع ساختاری که دارد، علاوه بر جذب آب بیشتر بدلیل

رابطه با کاهش aw کیک‌های حاوی میزان اینولین بالا می‌توان به آن اشاره کرد وجود گروه‌های عاملی از جمله گروه هیدروکسیل در ساختار شیمیایی اینولین می‌باشد. احتمال می‌رود که گروه هیدروکسیل با ایجاد پیوند با آب، میزان آب قابل دسترس را کاهش داده و بنابراین کاهش در فعالیت آبی کیک‌های حاوی اینولین ایجاد شد (Zoulias et al, 2002).



نمودار ۴- تاثیر اینولین بر aw نمونه‌های کیک

حلالیت در آب، در مرحله پخت میزان آب بیشتری نیز از دست می‌دهد و این عامل سبب خواهد شد تا میزان رطوبت و aw محصول نهایی کاهش یابد (Codina & Bilan, 2006).



نمودار ۳- تاثیر اینولین بر رطوبت نمونه‌های کیک

aw - کیک:

نتایج بدست آمده در این پژوهش حاکی از آن بود که، با کاهش درصد رطوبت نمونه‌های کیک، میزان aw نمونه‌های مورد نظر نیز کاهش یافت. به طوریکه با جایگزین کردن چربی با اینولین به میزان ۴۰ و ۶۰٪ به تدریج کاهش معنی‌داری در aw تیمارهای مورد نظر ایجاد شد ( $P < 0.05$ ). از دلایلی که در

### ۵- بافت کیک:



نمودار ۵- تاثیر اینولین بر بافت کیک

### ۶- نتیجه گیری:

نتایج به دست آمده در این پژوهش حاکی از آن بود که با افزایش میزان اینولین، حجم مخصوص خمیر کیک افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). اما در مقابل در خمیر تیمار شده با ۲۰٪ جایگزین چربی اختلاف معنی‌داری از لحاظ صفت حجم مخصوص در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک بیانگر آن بود که، جایگزین کردن چربی با اینولین به میزان ۲۰٪ اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت،  $a_w$ ، ارتفاع و سفتی بافت در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نکرد ( $P > 0.05$ ) اما با افزایش سطح اینولین و کاهش هرچه بیشتر چربی از

تمامی مطالعات انجام شده حاکی از آن است که افزایش میزان اینولین بکار رفته در ساختار محصول سبب افزایش میزان سفتی نمونه‌ها خواهد شد. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، با افزایش میزان اینولین و کاهش میزان چربی موجود در فرمولاسیون تهیه کیک، انرژی مورد نیاز جهت وارد نمودن نیرو که معیاری از سفتی بافت کیک می‌باشد، افزایش یافت. به طوریکه نمونه با ۶۰٪ جایگزین چربی در مقایسه با سایر تیمارها از سفتی بافت بیشتری برخوردار بوده است ( $P < 0.05$ ) که این نتایج با گزارشات ارائه شده توسط ولپینی و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطابقت داشت. سفت شدن بافت کیک در اثر افزودن اینولین دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد. یکی از دلایلی که می‌توان به آن اشاره کرد، تأثیر اینولین بر روی حباب‌های خمیر کیک است به طوریکه با افزایش میزان اینولین و کاهش چربی به کار رفته در ساختار خمیر اندازه حباب‌های خمیر کیک بیش از حد کوچک شده (علاوه بر نقش محافظتی چربی بر حباب‌های هوا، کاهش چربی بر اندازه حباب‌های هوا نیز اثرگذار است) و در نتیجه هوای موجود در خمیر کیک آماده پخت کمتر از حد لازم شده و همین امر سبب خواهد شد تا بافت کیک سفت تر و از میزان نرمی آن کاسته شود (Kocer et al, 2007; Volpini et al, 2012).

نتیجه با کاهش اندازه حباب‌های هوای موجود در بافت کیک، سفت تر شدن بافت کیک حاصل می‌شود (Kocer et al, 2007). همچنین ارتباط مستقیمی بین میزان رطوبت و سفتی بافت وجود دارد. جذب آب و در نتیجه میزان رطوبت تأثیر مستقیمی بر ویژگی‌های بافتی فرآورده‌های نانویی خواهد داشت (Moris & Moris, 2012). از آنجایی که چربی در نرمی و پوکی بافت محصول نقش بسیار مهمی دارد بنابراین با کاهش چربی از ساختار محصول از میزان نرمی بافت کاسته شده و بر میزان سفتی بافت آن افزوده می‌شود (Hussein et al, 2011).

- Chen KN. (2005). Optimization of incorporated periotics as coating materials for probiotic micro encapsulation. International Journal of food Science and Technology.
- Codina G, Bilan E. (2006). Using Inulin in bakery products. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.
- DesRochers IL, Seitz K D, Walker C E, Wrigley C, Colin W. (2004) . Encyclopedia of Grain Scienc, Elsevier. London.edia of Grain Scienc, Elsevier. London.
- Gibson GR. (2000). Prebiotics, new development in functional foods. Chandos publishing (oxford) limited.
- Huebner j, wehling RL, Hutkikins, RW. (2007). Functional activity of commercial prebiotics. International Dairy Journal.
- Hussein EA, El-Beltagy AE, Gaafor AM. (2011). Production and Quality Evaluation of Low Calorie cake. American Journal of Food Technology
- Kaur N. (2002). Application of Inulin and oligofructose in health and nutrition. Journal of Bioscience,
- Kocer D, Hicsasmaz Z, Bayindirli A, Katnas S. (2007) .Bubble and Pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar – and fat – replacer. Journal of Food Engineering.
- Lee C C, Wang H F, Lin S D. (2008). Effect of isomaltooligosaccharide Syrup on quality characteristics of sponge cake, Cereal Chemistry.

فرمولاسیون اختلاف معنی‌داری در نتایج به دست آمده از آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌های کیک مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) به طوری که با افزایش میزان جایگزینی در سطح ۶۰٪ پایین‌ترین سطح رطوبت، aw و ارتفاع در تیمار مورد نظر حاصل گردید. بنابراین همین امر سبب کاهش کیفیت نمونه‌های با ۶۰٪ جایگزین چربی شد. نتایج آزمون تعیین بافت که به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف اینولین بر بافت نمونه‌های کیک، مورد ارزیابی قرار گرفت حاکی از آن بود که با افزایش هرچه بیشتر اینولین به کار رفته در ساختار محصول و در مقابل با کاهش میزان چربی، سفتی بافت نمونه‌های کیک افزایش یافت به طوری که تیمار تهیه شده با ۶۰٪ جایگزین چربی از بیشترین سفتی بافت در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بود. از این رو از آنجایی که مصرف انواع کیک از جمله کیک‌های روغنی با استقبال مصرف‌کنندگان روبروست به دلیل بالا بودن میزان چربی موجود در فرمولاسیون این محصول، کاربرد اینولین به عنوان یک فیبر رژیمی با دارا بودن خواص پری‌بیوتیک در تولید کیک‌های روغنی به منظور بالا بردن خواص تغذیه‌ای و تکنولوژیکی و جلوگیری از اثرات سوء مصرف چربی بر سلامتی افراد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

#### فهرست منابع:

- AACC. Approved method the American Association of cereal chemists. St. Paul: American Accociation of cereal chemists, Ins.
- Aragon – Alegro L.C, Alarcon Alegro J.H, and Cardarelli H.R, Chiu M.C and Isay saad S.M. (2006). Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. j. LWT, doi.
- Baeva MR, Panchev IN, Terzieva VV.(2000). Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes, Die Nahrung.

**1<sup>st</sup> Conference & Exhibition on  
Methods to Increase the Shelf-Life of Food Products**

3-4 March 2015, Razi Intl. Conference Center, Tehran, Iran



(بندون مواد افزودنی)

اولین همایش و نمایشگاه تخصصی  
روش‌های افزایش ماندگاری فرآورده‌های غذایی

۱۲ و ۱۳ اسفندماه ۱۳۹۲، تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی رازی

- Morris C, Morris GA. (2012). The effect of Inulin and fructo - oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. Food chemistry.
- Moscatto J, Borsato D, Bona E, Sergio A, Haully M.(2006) .The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. International Journal of Food Science and Technology.
- Niness K R. (1991) . Inulin and Oligofructose: What Are They? The Journal of Nutrition.
- Slavin JL.(2008) . Position of the American dietetic association: Health Implications of dietary fiber. JAM diet assoc.
- Volpini-Rapina LF, sokei FR, conti-silva AC. (2012) . Sensory profile and preference mapping of orang cake with addition of prebiotics Inulin and oligofructose. LWT-Food Science and Technology.
- Zafa TA, weaver CM, Zhao y, Martin B R, wastne M E. ( 2004 ). Nondigestible oligosaccharides increase calcium absorption and suppress bone resorption in ovariectomized rats. American society for Nutritional Science. 399 – 402.
- Zoulias EI, Oreopoulou V, Tzia C.(2002) . Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate-or protein-based fat replacers. Journal of Food Engineering, 55: 337-342.