بررسی اثر افزودن اینولین و میکروکریستالین سلولز در میزان جذب روغن، بافت و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ناگت مرغ پری‌بیوتیک

پریا عزیزی[a]، لیلا ناطقی[b*]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
[b] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵

چکیده

مقدمه: در سال‌های اخیر مصرف فرآورده‌های سرخ‌شده و نیمه‌سرخ شده گوشتی نظیر انواع ناگت‌ها افزایش یافته است. نگرانی‌های روز افزون پیرامون خطرات بالقوه مرتبط با مصرف غذاهای پرچرب سبب شده است تا صنعت غذا به توسعه غذاهایی با فرمولاسیون جدید و کم‌چرب روی آورد.

مواد و روش: ناگت مرغ پری‌بیوتیک حاوی میکروکریستالین سلولز در غلظت‌های (۰/۵، ۱، ۱/۵ ٪) و اینولین در غلظت‌های (۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ ٪) بصورت تکی و مخلوط (۲/۵ ٪ اینولین و ۱٪ میکروکریستالین سلولز) تولید شد. و از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافت، میزان جذب روغن و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها یکساعت پس از تولید و ۱۲۰ روز پس از تولید با نمونه شاهد مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشان داد افزودن غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز اثر معنی‌داری ($p>۰/۰۵$) بر روی شاخص‌های پروتئین، نمک و خاکستر و پوشش‌دهی نداشت. همچنین با افزایش درصد اینولین و میکروکریستالین میزان رطوبت و افت پخت افزایش و میزان جذب روغن، سختی بافت، نیروی برشی، قابلیت جویدن، فنریت (خاصیت ارتجاعی بافت)، حالت صمغیت بافت و انسجام (پیوستگی بافت) کاهش یافت. همچنین مجموع نتایج آنالیز بافت نمونه‌های ناگت حاکی از آن بود که بهترین میزان میکروکریستالین سلولز و اینولین جهت استفاده در نمونه‌های پری‌بیوتیک تیمار ترکیبی (۱٪ میکروکریستالین سلولز و ۲/۵ ٪ اینولین) می‌باشد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تیمار حاوی ۱٪ میکروکریستالین سلولز و ۲/۵ ٪ اینولین از بالاترین قابلیت پذیرش حسی برخوردار بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، تیمار حاوی ۲/۵٪ اینولین و ۱/۵٪ میکروکریستالین سلولز بدلیل داشتن بالاترین امتیاز حسی و پذیرش کلی به عنوان تیمار بهینه معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: *پری بیوتیک، مواد هیدروکلوئیدی، ناگت فراسودمند*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: leylanateghi@yahoo.com

مقدمه

محصولات آماده مصرف با توجه به برآورده ساختن نیازهای مصرف‌کنندگان مانند خواص حسی مطلوب و سرعت آماده‌سازی بالا توانسته‌اند جایگاه ویژه‌ای را در سبد غذایی خانواده و جامعه بدست آورند. غذاهای آماده و نیمه‌آماده از جمله محصولات سوخاری، بخش عمده‌ای از این نوع مواد غذایی هستند که در بین آنها ناگت به علت داشتن ۷۰ ٪ گوشت، از نظر تغذیه‌ای حائز اهمیت است (Aubourg *et al*., 2002). ناگت مرغ به عنوان نوعی غذای سرخ شده محتوی مواد غذایی شامل چربی، پروتئین، ویتامین و مواد معدنی بوده و به دلیل بافت ترد و رنگ و طعم جذاب آن تمایل افراد به مصرف آن نه تنها در ایران بلکه در اغلب کشورها در حال افزایش است. مصرف ناگت دارای یک بخش درونی آبدار و یک روکش خارجی ترد و طلایی رنگ است که محبوبیت زیادی در بین مصرف‌کنندگان سراسر دنیا دارد (Fiszman and Salvador, 2003) . مرغ و گوشت سفید یکی از محبوب‌ترین محصولات در تعداد زیادی از کشورهاست که دلیل عمده محبوبیت آن، طعم و بافت مطلوب آن است. از نظر تغذیه‌ای گوشت سفید منبع غنی از پروتئین، مواد معدنی، اسیدهای چرب غیر اشباع خصوصا اسیدهای چرب دارای باند ۳- گانه و ویتامین‌ها است. با این حال انواع پروسه شده آن حاوی مقادیر بالای نمک و روغن است. بنابراین یافتن روش‌هایی در جهت کاهش خطرات ناشی از عوامل فوق و اعمال آن‌ها در جهت افزایش ماندگاری، ارزش تغذیه‌ای و مقبولیت نهایی مصرف‌کننده مفید خواهد بود. در این بین فرآیند سرخ‌کردن گوشت سفید و ماهی به دلیل ویژگی‌هایی مانند رنگ، عطر، طعم و بافت ترد و مطلوب بسیار مورد توجه می‌باشند که علاوه بر این ویژگی‌ها، ماندگاری فرآورده تولیدی نیز بیشتر از حالت خام آن می‌باشد (Alberta *et al*., 2009). استفاده از پوشش‌های خوراکی، روشی مناسب برای کاهش جذب روغن در هنگام سرخ کردن محسوب می‌شود. پوشانیدن سطح محصول سبب کاهش تخلخل آن شده و میزان نفوذ روغن به درون ماده غذایی و هم چنین سرعت خروج رطوبت از ماده تحت فرآیند را کاهش می‌دهد. از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های ترکیبات پوشش‌دهنده می‌توان به قابلیت تشکیل فیلم، پایداری حرارتی، ویژگی‌های انتقال روغن و رطوبت، کیفیت تغذیه‌ای و حسی آنها اشاره کرد (Chen *et al*., 2009). هیدروکلوئیدها به دلیل دارا بودن خاصیت تشکیل فیلم و همچنین ظرفیت نگهداری آب می‌توانند مانع جذب بیش از حد روغن توسط ماده غذایی در حال سرخ‌شدن شوند. بنابراین به منظور رسیدن به این هدف از هیدروکلوئیدها در محدوده ۰/۵ تا ۲ ٪ در فرمولاسیون لعاب استفاده می‌شود (Varela and Fiszman, 2011). پری‌بیوتیک‌ها ترکیبات قندی (الیگوساکارید) غیرقابل هضم یا با قابلیت هضم بسیار اندک هستند که پس از رسیدن به محیط روده به عنوان منبع کربن یا انرژی، به طور انتخابی رشد و یا فعالیت پروبیوتیک‌ها را تحریک می‌کنند (Kabiri and Khorshidi, 1392). در ارتباط با تاثیر ترکیبی نمک سود و هیدروکلوئیدهای مختلف به عنوان آرد زنی برکیفیت فیله ماهی قزل آلا، مجموع نتایج نشان داد از میان صمغ‌های کاراگینان، ایزوله سویا، آلژینات و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در ترکیب با نمک سود سبک ناگت ماهی قزل آلا، تنها صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز عملکرد بهتری نشان داد و بالاترین مقدار رطوبت و بیشترین میزان کاهش جذب روغن را به نمایش گذاشت. از آنجا که در مقایسه با شاهد، سایر تیمارها به جز در میزان رطوبت و خاکستر محصولات اختلاف معنی‌داری نداشتند، پیشنهاد شد بهترین ماده جهت آردزنی فیله ناگت ماهی، آرد گندم و صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز می‌باشند (Shabanipour and Jamshidi, 1392) .تاثیر افزودن بتاگلوکان و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی ناگت میگوی فراسودمند، امکان تولید صنعتی ناگت میگوی فراسودمند با استفاده از هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز در لعاب و بتاگلوکان در هسته با ویژگی‌های حسی قابل پذیرش و چربی کاهش‌یافته را تایید نمود. ناگت میگوی فراسودمند تولید شده ضمن کاهش جذب روغن و به تبع آن انرژی دریافتی، فیبر رژیمی مورد نیاز در سطح پری‌بیوتیکی را تامین می‌نماید و محصولی فراسودمند و موثر در ارتقا سلامت با پذیرش کلی قابل قبول است (Haghshenas *et al*., 1392).

هدف از این پژوهش بررسی اثر افزودن اینولین و میکروکریستالین سلولز در کاهش میزان جذب روغن، خواص فیزیکوشیمیایی، بافت سنجی و ویژگی‌های حسی

ناگت مرغ پری‌بیوتیک و مقایسه آن با نمونه شاهد بود.

مواد و روش‌ها

- مواد مصرفی

مرغ بی‌خس شده (بدون استخوان) مورد استفاده در این پژوهش از شرکت پامیر– سحر مرغ کردان، تهیه گردید. آرد سوخاری زرد و نارنجی از شرکت شیرین پارت (ایران)، نمک طعام از شرکت گلها (ایران)، آرد گندم و نشاسته گندم از شرکت گلمهر (ایران)، روغن سرخ کردنی از شرکت نازگل (ایران)، اینولین از شرکت کاسوکرای (بلژیک)، میکروکریستالین سلولز از شرکت بکا (آلمان)، تهیه گردید. و مواد شیمیایی شامل دی فسفات سدیم، اسید سولفوریک، پتاسیم، سولفات مس، اکسید سلنیوم، اسید کلریدریک، سولفات فری‌آمونیوم، نیترات نقره ۰/۱ نرمال، تیوسیانات پتاسیم ۰/۱ نرمال، از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد.

- روش‌ها

- روش تولید ناگت مرغ پری‌بیوتیک

نمونه سینه مرغ بی‌خس شده از شرکت سحر مرغ کردان تهیه شد و عملیات پاکسازی شامل دورگیری سینه و گرفتن چربی اطراف بافت انجام گرفت. فرمولاسیون کیورینگ مرغ مخلوطی از ۷۰ ٪ گوشت مرغ چرخ شده، آب ۱۲ ٪، آرد سوخاری سفید ۳/۵ ٪، ۱۰ ٪ پیاز ، ۳٪ سیر چرخ شده و ۱/۱ ٪ نمک و دی فسفات سدیم ۰/۲ ٪، و ادویه (فلفل سیاه و جوز) ۰/۲ ٪ می‌باشد. این مواد پس از اختلاط کامل تا رسیدن به یک مخلوط همگن و یکنواخت در تامبلر به مدت ۳۰ دقیقه در خلا قرار گرفته و سپس پس از خروج از تامبلر ۵۰ ٪ از آن به تونل انجماد با دمای ۳۲– درجه سانتی‌گراد و بقیه آن به پیش سرد کن با دمای ۶–۲ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. این امر موجب سهولت کار در دستگاه شکل‌دهنده[1] (فرمر) بعد از ریختن خمیر در آن می‌گردد. سپس کیورینگ‌های منجمد و تازه درون چرخ گوشت ریز صفر[2] با مش ۲۰ میلی‌متر چرخ گردید و مخلوط کیورینگ چرخ شده مجددا در میکسر با سایر پرکننده‌ها شامل پودر آب پنیر ۱/۵ ٪، ادویه مرغ شامل فلفل قرمز ۰/۲ درصد، جوز هندی ۰/۱۵ درصد و فلفل سیاه ۰/۱ درصد، اینولین با درصدهای (۱/۵، ۲/۵ و ۵/ ۳ ٪) و ژل میکروکریستالین سلولز با درصدهای (۰/۵، ۱، ۱/۵ ٪) مخلوط شده و پس از اختلاط کامل تا رسیدن به یک مخلوط همگن و یکنواخت مخلوط گردید. لازم به ذکر است درصدهای اینولین و ژل میکروکریستالین سلولز توسط پیش تیمار تعیین گردید. به منظور سهولت کار در دستگاه شکل‌دهنده خمیر می‌بایست به دمای (۰ تا ۴–) درجه سانتی‌گراد برسد. سپس با استفاده از قالب دستی به شکل مکعب با ابعاد ۳ ×۳/۵ ×۴/۷ سانتی‌متر رسید. شایان ذکر است که نمونه‌های تحت تیمار ناگت مرغ پس از قالب زنی درون دستگاه آردزنی[3] (آردزنی اولیه) و سپس درون محلول خمیرآبه[4] تهیه شده قرار گرفتند. در ادامه به منظور حذف محلول اضافی، نمونه‌ها به مدت چند ثانیه از روی سینی‌های مشبک عبور داده شدند.

- آماده سازی خمیرابه (بتر) و سرخ کردن

اجزای تشکیل دهنده خمیرابه شامل آرد گندم (۹۱/۵ ٪ وزنی/ وزنی)، بکینگ پودر (۳/۱ ٪ وزنی/ وزنی)، نمک (۵/۴ ٪ وزنی/ وزنی) بود. آماده سازی خمیرابه با مخلوط کردن مواد خشک با آب با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به نسبت ۱:۱/۲ (وزنی/ وزنی) با استفاده از همزن، به مدت ۴ الی ۷ دقیقه به منظور اطمینان از اختلاط کامل صورت گرفت. نمونه‌های قالب زده شده هر یک به طور جداگانه به مدت ۱۵ ثانیه در خمیرابه غوطه‌ور شده و سپس به منظور حذف خمیرابه اضافی به مدت ۳۰ ثانیه به صورت عمودی نگهداشته شدند سپس سطح نمونه‌ها با استفاده از آرد سوخاری نارنجی پوشانیده شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در روغن با دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ثانیه سرخ شدند. روغن مایع مخصوص سرخ کردن مورد استفاده از شرکت نازگل در هر آزمون تعویض گردید. نمونه‌ها پس از خروج از سرخ کن وارد دستگاه انجماد کننده سریع تک به تک[5] شدند و به مدت ۵۰ دقیقه در دمای ۳۲– درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. نمونه‌هایی که از دستگاه انجماد کننده سریع تک به تک خارج شدند برای آزمون یکساعت پس از تولید استفاده شدند و نمونه‌های مربوط به ۱۲۰ روز پس از تولید بسته‌بندی شدند.

[1] Former [2] Autogrinder [3] Pre-dusting [4] Batter [5] Individual Quick Freezing (IQF)

- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

- اندازه گیری پروتئین کل به روش هضم و کجلدال

مقدار پروتئین به روش هضم و کجلدال مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۴، تعیین گردید (ISIRI, 1352).

- اندازه‌گیری رطوبت

مقدار رطوبت مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۵، انجام شد (ISIRI, 1382).

- اندازه‌گیری نمک

مقدار نمک به روش ولهارد مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۲۴، انجام شد (ISIRI, 1380).

- اندازه‌گیری خاکستر

مقدار خاکستر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۴، انجام شد (ISIRI, 1381).

- اندازه‌گیری جذب روغن

به منظور سنجش میزان جذب روغن نمونه‌ها، محتوای چربی نمونه‌ها به روش سوکسله مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۲ با استفاده از حلال پترولیوم اتر استخراج و اندازه‌گیری شد (ISIRI, 1381). با توجه به اینکه برای تهیه ناگت، چربی‌های اطراف سینه مرغ جدا می‌شود و سایر افزودنی‌هایی که در تهیه ناگت استفاده می‌شوند نیز چربی ندارند، بنابراین اندازه‌گیری محتوای روغن نمونه‌های مورد بررسی به عنوان میزان جذب روغن نمونه‌های ناگت مرغ گزارش گردید.

- اندازه‌گیری میزان پوشش‌دهی بافت

میزان پوشش‌دهی سوخاری بافت از طریق رابطه‌ی (۱) به صورت درصد محاسبه گردید (Chen *et al*., 2008).

رابطه‌ی ۱: $\text{میزان پوشش‌دهی (٪)} = \frac{\mathbf{A-B}}{\mathbf{A}} * 100$

طبق رابطه‌ی (۱)، A وزن قطعه ناگت پوشش‌دهی شده (گرم) و B وزن اولیه قطعه ناگت بدون پوشش (گرم) می‌باشد.

- تعیین افت پخت

برای تعیین میزان افت پخت نمونه‌های ناگت مرغ ابتدا توسط ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک هزارم توزین شده و سپس به مدت ۵ دقیقه در روغن و در سرخ‌کن با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد سرخ گردیدند. پس از سرخ شدن، نمونه‌ها به مدت ۸-۵ دقیقه روی صافی قرارداده شدند تا روغن اضافی آنها حذف گردد و سپس مجددا توزین شدند. افت پخت با استفاده از رابطه‌ی (۲) محاسبه شد (Hosseini *et al*., 1390).

رابطه‌ی ۲: $\text{افت پخت (٪)} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$

- آزمون بافت سنجی

آزمون سنجش بافت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه بافت سنج اینسترون[1] انجام شد. به طوری که جهت انجام آزمون برش‌پذیری[2] نمونه‌ها، تیغه با زاویه‌ی ۶۰ درجه به صورت مماس بر روی نمونه قرار گرفت. با استفاده از برنامه نرم‌افزار دستگاه به محض شروع آزمون، تیغه با سرعت mm/min ۱۰۰ به سمت پایین شروع به حرکت کرد و نتیجه نهایی را به صورت میزان نیروی لازم جهت برش نمونه بر حسب نیوتن ثبت نمود. همچنین جهت انجام آزمون فشردگی[3] از پروب صفحه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. با اجرای برنامه دستگاه نمونه به میزان ۵۰ درصد ارتفاع اولیه فشرده شد. (با سرعت mm/min ۶۰) و بالاترین نقطه نمودار را به صورت سختی[4] گزارش داد. پس از آن پروب به سمت بالا حرکت نموده و بعد از یک استراحت ۱۰ ثانیه‌ای مجددا پروب به سمت نمونه حرکت داده شد و طبق روال قبل نمونه را فشرده کرد. از روی نمودار ثبت شده بر هر نمونه که نیرو در مقابل زمان است شاخص‌های صمغی بودن[5] قابلیت جویدن[6] فنریت[7] و انسجام[8] محاسبه شد.

در تمام حالات نمونه‌ها به صورت مکعب‌های ۲× ۳ ×۲ بریده شدند و نیز وزن[9] دستگاه ۵۰ کیلوگرم معادل ۵۰۰ نیوتن بود (Das *et al*., 2008) .

- آزمون حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های ناگت شامل رنگ، مزه، بافت، بو، آبدار بودن، قابلیت جویدن و پذیرش‌کلی با

[1] Instorn Corporation, England
[2] Warner Blatzer Test (WBT)
[3] Compression Test
[4] Hardness
[5] Gumminess
[6] Chewiness
[7] Springiness
[8] Gumminess
[9] Cell Loud

استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای به صورت (بسیار خوب، خوب، متوسط، بسیار بد، بد) توسط ۱۰ ارزیاب نیمه آموزش دیده انجام شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از طرح کاملا تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل با سه تکرار استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵ ٪ اطمینان با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب۱۶[1] استفاده شد.

یافته‌ها

- پروتئین کل

نتایج تغییرات میزان پروتئین ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۱ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود افزودن ترکیبات تحت بررسی بر روی میزان پروتئین تیمارهای موجود تاثیر معنی‌داری نداشته است ($p>۰/۰۵$). بدین ترتیب در روز ۱۲۰ام نگهداری کمترین میزان پروتئین متعلق به تیمار حاوی ۳/۵ ٪ اینولین بود و بیشترین میزان پروتئین متعلق به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند ($p\leq۰/۰۵$). اما نکته حائر اهمیت این است بعد گذشت ۱۲۰ روز از نگهداری نمونه‌ها در سردخانه میزان پروتئین تمامی تیمارها و تیمار شاهد اندکی افزایش یافت که این افزایش از نظر آمار معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$).

- رطوبت

نتایج تغییرات میزان رطوبت ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۲ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود محتوای رطوبت تیمارهای حاوی اینولین و میکروکریستالین سلولز در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($p\leq۰/۰۵$). افزودن ترکیبات تحت بررسی موجب افزایش معنی‌دار رطوبت نمونه‌ها می‌شود ($p\leq۰/۰۵$). بدین ترتیب در پایان دوره نگهداری کمترین میزان رطوبت بعد از تیمار شاهد متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین و بیشترین میزان رطوبت متعلق به تیمار حاوی ۱ ٪ میکروکریستالین سلولز و ۲/۵ ٪ اینولین بود. در واقع تیمار حاوی درصد بالاتر اینولین در حفظ میزان رطوبت ناگت مرغ در مقایسه با شاهد موثرتر عمل نمود.

- نمک و خاکستر

نتایج تغییرات میزان نمک و خاکستر ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول‌های ۳ و ۴ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود افزودن ترکیبات تحت بررسی هیچ گونه تاثیر معنی‌داری در نمک و خاکستر تیمارهای مورد بررسی نداشته است ($p>۰/۰۵$). بدین ترتیب در پایان دوره نگهداری کمترین میزان نمک متعلق به تیمار شاهد و کمترین میزان خاکستر متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز بود و بیشترین میزان نمک و خاکستر مربوط به تیمار حاوی ۳/۵ ٪ اینولین بود ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱- ارزیابی میانگین تغییرات پروتئین (٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۱۰/۵۵۶ ± ۰/۰۵۶^{aA}	۱۰/۵۸۰ ± ۰/۰۱۰^{abA}
۲/۵ ٪ اینولین	۱۰/۵۱۶ ± ۰/۰۳۰^{aA}	۱۰/۵۶۰ ± ۰/۰۲۶^{abA}
۳/۵ ٪ اینولین	۱۰/۴۸۶ ± ۰/۰۴۹^{aA}	۱۰/۵۰۶ ± ۰/۰۲۵^{bA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۰/۵۷۰ ± ۰/۰۳۶^{aA}	۱۰/۵۶۶ ± ۰/۰۳۰^{abA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۰/۵۴۶ ± ۰/۰۳۷^{aA}	۱۰/۵۸۳ ± ۰/۰۳۰^{aA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۰/۵۲۶ ± ۰/۰۳۰^{aA}	۱۰/۵۳۶ ± ۰/۰۲۰^{abA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۱۰/۵۰۶ ± ۰/۰۲۰^{aA}	۱۰/۵۳۶ ± ۰/۰۲۸^{abA}
شاهد	۱۰/۵۸۰ ± ۰/۰۵۵^{aA}	۱۰/۵۹۳ ± ۰/۰۳۵^{aA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیارنشان داده شده است .

حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.

حروف بزرگ یکسان نشانگر عدم اختلاف معنی دار در هرسطر می‌باشد.

[1] Minitab 16

جدول ۲- ارزیابی میانگین تغییرات رطوبت (٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۵۱/۶۰۰ ± ۰/۱۰۱^{eB}	۵۳/۳۴۳ ± ۰/۰۳۵^{eA}
۲/۵ ٪ اینولین	۵۳/۲۰۰ ± ۰/۰۳۶^{dB}	۵۴/۷۰۶ ± ۰/۰۳۵^{cdA}
۳/۵ ٪ اینولین	۵۴/۲۰۰ ± ۰/۰۶۶^{cB}	۵۵/۰۹۰ ± ۰/۰۴۶^{cA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۵۳/۳۷۰ ± ۰/۴۹۵^{dB}	۵۴/۲۳۰ ± ۰/۳۳۴^{aA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۵۵/۲۰۰ ± ۰/۰۱۷^{bB}	۵۶/۳۷۰ ± ۰/۱۲۵^{bA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۵۷/۴۰۰ ± ۰/۰۱۷^{aB}	۵۸/۲۴۰ ± ۰/۵۰۶^{aA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۵۷/۸۰۳ ± ۰/۰۲۹^{aB}	۵۸/۹۲۰ ± ۰/۱۶۸^{aA}
شاهد	۵۲/۰۰۰ ± ۰/۱۴۸^{eB}	۵۲/۸۳۰ ± ۰/۲۱۹^{eA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز
نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.
حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.
حروف بزرگ متقاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر سطر می‌باشد.

جدول ۳- ارزیابی میانگین تغییرات نمک (٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۱/۴۰۰ ± ۰/۰۱۰^{abcA}	۱/۴۲۰ ± ۰/۰۲۶^{aA}
۲/۵ ٪ اینولین	۱/۴۲۰ ± ۰/۰۲۰^{abA}	۱/۴۳۰ ± ۰/۰۷۹^{aA}
۳/۵ ٪ اینولین	۱/۴۳۰ ± ۰/۰۱۰^{aA}	۱/۴۳۲ ± ۰/۰۱۷^{aA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱/۳۴۰ ± ۰/۰۲۰^{cdA}	۱/۳۸۰ ± ۰/۰۴۵^{aA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱/۳۵۰ ± ۰/۰۲۶^{cdA}	۱/۴۲۰ ± ۰/۰۳۶^{aA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱/۳۳۰ ± ۰/۰۲۰^{dB}	۱/۴۱۰ ± ۰/۰۲۰^{aA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۱/۳۸۰ ± ۰/۰۳۶^{abcdA}	۱/۳۹۰ ± ۰/۰۱۷^{aA}
شاهد	۱/۳۶۰ ± ۰/۰۲۶^{bcdA}	۱/۳۷۰ ± ۰/۰۷۰^{aA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز
نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیارنشان داده شده است.
حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.
حروف بزرگ متقاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرسطر می‌باشد.

- جذب روغن

نتایج تغییرات میزان جدب روغن ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۵ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد. و ژل میکروکریستالین سلولز و اینولین افزوده شده به بافت ناگت با کاهش معنی‌دار جذب روغن ناگت پس از فرآیند سرخ کردن همراه بود ($p\leq$۰/۰۵). بدین ترتیب در پایان دوره نگهداری نمونه حاوی ۲/۵ ٪ اینولین + ۱ ٪ میکروکریستالین کمترین میزان جذب روغن را دارا بود که اختلاف این محتوای چربی با تیمار ۱/۵ ٪ میکرو کریستالین سلولز معنی‌دار ($p>$۰/۰۵) نبوده و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و بیشترین میزان جذب روغن در تیمار شاهد بود. پس از طی ۴ ماه از زمان نگهداری میزان چربی در محصول افزایش یافت که به نظر می‌رسد به دلیل از دست دادن آب به صورت برفک بر روی سطح محصول کلیه ماده خشک محصول افزایش می‌یابد. مشاهده شد که روند تغییر میزان جذب روغن تمامی نمونه‌ها از روز یکساعت پس از تولید تا پایان روز ۱۲۰ اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p \leq$۰/۰۵) .

- میزان پوشش‌دهی بافت

نتایج تغییرات میزان پوشش‌دهی ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۶ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، افزودن ترکیبات تحت بررسی بر روی میزان پوشش‌دهی تیمارهای موجود تاثیر معنی‌داری نداشته است ($p>۰/۰۵$). بدین ترتیب در پایان دوره نگهداری کمترین میزان پوشش‌دهی بافت متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز بود و بیشترین میزان پوشش‌دهی بافت بعد از تیمار شاهد متعلق به تیمارهای ۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز و ۳/۵ ٪ اینولین بود ($p \leq ۰/۰۵$).

نتایج تغییرات میزان افت پخت ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۷ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، افزودن ترکیبات تحت بررسی بر روی میزان افت پخت تیمارهای موجود تاثیر معنی‌داری نداشته است ($p>۰/۰۵$). با گذشت زمان تا روز ۱۲۰ ام نگهداری میزان افت پخت تیمارها افزایش یافت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌داری نبود ($p>۰/۰۵$). بدین ترتیب در پایان دوره نگهداری کمترین میزان افت پخت بعد از تیمار شاهد متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین بود و بیشترین میزان افت پخت متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز بود.

- افت پخت

جدول ٤- ارزیابی میانگین تغییرات خاکستر(٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۲/۹۸ ± ۰/۰۴۳^{abA}	۲/۹۹۰ ± ۰/۰۴۵^{abA}
۲/۵ ٪ اینولین	۳/۰۱۰ ± ۰/۰۸۸^{abA}	۳/۰۳۰ ± ۰/۱۰۵^{abA}
۳/۵ ٪ اینولین	۳/۱۶۰ ± ۰/۰۲۰^{aA}	۳/۱۶۰ ± ۰/۰۳۶^{aA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۲/۸۹۰ ± ۰/۰۲۰^{bA}	۲/۹۱۰ ± ۰/۰۷۸^{bA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۲/۸۵۰ ± ۰/۰۲۶^{bA}	۲/۸۹۰ ± ۰/۰۷۲^{bA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۲/۸۳۰ ± ۰/۰۲۰ ^{bA}	۲/۸۸۰ ± ۰/۰۳۴^{bA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۳/۰۰۰ ± ۰/۰۳۶^{abA}	۳/۰۲۰ ± ۰/۰۵۲^{abA}
شاهد	۲/۹۰۰ ± ۰/۰۲۶^{bA}	۲/۹۴۰ ± ۰/۰۷۰^{bA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد.

حروف بزرگ یکسان نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در هرسطر می‌باشد.

جدول ٥- ارزیابی میانگین تغییرات جذب روغن (٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۱۸/۷۴۰ ± ۰/۱۲۵^{bA}	۱۸/۹۰۶ ± ۰/۰۳۲^{bA}
۲/۵ ٪ اینولین	۱۸/۲۰۳ ± ۰/۰۴۱^{cA}	۱۸/۲۳۳ ± ۰/۰۴۱^{cA}
۳/۵ ٪ اینولین	۱۷/۵۶۳ ± ۰/۰۲۰^{dB}	۱۷/۶۹۰ ± ۰/۰۴۰^{dA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۶/۷۸۶ ± ۰/۰۴۷^{eB}	۱۷/۱۲۳ ± ۰/۰۱۱^{eA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۵/۹۰۳ ± ۰/۰۶۰^{fB}	۱۶/۴۰۰ ± ۰/۰۲۶^{fA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۴/۷۰۰ ± ۰/۰۲۶^{gB}	۱۵/۳۰۶ ± ۰/۰۳۰^{gA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۱۴/۴۸۳ ± ۰/۰۶۰^{gB}	۱۴/۷۰۰ ± ۰/۰۲۰^{hA}
شاهد	۲۱/۳۶۳ ± ۰/۱۴۹^{aB}	۲۱/۸۰۳ ± ۰/۰۴۷^{aA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

حروف بزرگ متقاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر سطر می‌باشد.

جدول ٦- ارزیابی میانگین تغییرات پوشش‌دهی (٪) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[1] طی ۱۲۰روز نگهداری

نمونه	یکساعت پس از تولید	روز ۱۲۰
۱/۵ ٪ اینولین	۱۲/۷۳۰ ± ۰/۰۳۶^{bA}	۱۲/۷۱۰ ± ۰/۰۲۶^{abA}
۲/۵ ٪ اینولین	۱۲/۷۰۰ ± ۰/۰۲۶^{bA}	۱۲/۷۰۰ ± ۰/۰۴۳^{bA}
۳/۵ ٪ اینولین	۱۲/۷۸۰ ± ۰/۰۳۶^{abA}	۱۲/۷۵۰ ± ۰/۰۲۶^{abA}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۲/۷۱۰ ± ۰/۰۱۷^{bA}	۱۲/۶۸۰ ± ۰/۰۵۵^{bA}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۲/۷۱۰ ± ۰/۰۲۶^{bA}	۱۲/۷۰۰ ± ۰/۰۶۰^{bA}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۱۲/۶۹۰ ± ۰/۰۴۵^{bA}	۱۲/۶۴۰ ± ۰/۰۳۶^{bA}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۱۲/۷۵۰ ± ۰/۰۴۳^{abA}	۱۲/۷۵۰ ± ۰/۰۱۷^{abA}
شاهد	۱۲/۸۴۰ ± ۰/۰۳۰^{aA}	۱۲/۸۱۶ ± ۰/۰۲۰^{aA}

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز
نتایج به صورت میانگین± انحراف معیارنشان داده شده است .
حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.
حروف بزرگ یکسان نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در هر سطر می‌باشد.

- بافت سنجی

نتایج تغییرات بافت سنجی ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۸ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، یافته‌های مربوط به شاخص‌های بافت سنجی بیانگر وجود تاثیر معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). بدین ترتیب در مورد شاخص انسجام[1] با افزایش میزان استفاده از ژل میکروکریستالین سلولز انسجام بافت محصول کاهش می‌یابد و بیشترین میزان انسجام بافت در نمونه شاهد و کمترین میزان در نمونه حاوی ۱٪ میکرو کریستالین سلولز و ۲/۵٪ اینولین مشاهده گردید. بیشترین میزان نیروی برشی[2] متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین و کمترین میزان نیروی برشی متعلق به تیمار حاوی ۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز بود. از طرفی بیشترین شاخص سختی متعلق به تیمار شاهد و

کمترین میزان شاخص سختی[3] متعلق به نمونه حاوی ۱/۵ ٪ میکرو کریستالین سلولز بود. در رابطه با فنریت بیشترین میزان فنریت[4] متعلق به تیمار حاوی ۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز و کمترین میزان متعلق به تیمار حاوی ۳/۵ ٪ اینولین بود.

و کمترین میزان نیروی برشی مربوط به نمونه حاوی ۱٪ میکرو کریستالین سلولز و ۲/۵ ٪ اینولین بود که نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq$۰/۰۵).

بالاترین قابلیت جویدن[5] مربوط به تیمار ترکیبی و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود که با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند ($p \leq$۰/۰۵). بیشترین میزان صمغیت بعد از تیمار شاهد متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین و کمترین میزان صمغیت متعلق به تیمار حاوی ۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز بود. در نهایت بیشترین قابلیت جویدن متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین و کمترین قابلیت جویدن متعلق به تیمار حاوی ۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز بود.

- ویژگی‌های حسی

نتایج تغییرات حاصل از ارزیابی حسی ناگت مرغ پری‌بیوتیک طی ۱۲۰ روز نگهداری در جدول ۹ گزارش شده است. به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی فاکتورهای رنگ، مزه، بافت، بو، آبدار بودن، قابلیت جویدن و پذیرش کلی مورد سنجش قرار گرفتند. یافته‌های مربوط به مولفه‌های رنگ، بافت و بو بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p>$۰/۰۵). در فاکتور مزه بیشترین امتیاز متعلق به تیمار حاوی ۰/۵ و ۱٪ میکروکریستالین سلولز و کمترین امتیاز مزه متعلق به تیمار حاوی ۳/۵ ٪ اینولین بود که این اختلاف معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). از طرفی بیشترین امتیاز آبدار بودن متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز و کمترین امتیاز

[1] Cohesiveness [2] Shear force [3] Hardness [4] Springiness [5] Chewiness

متعلق به تیمار حاوی ۲/۵ ٪ اینولین بود. بیشترین امتیاز قابلیت جویدن متعلق به تیمار حاوی ۲/۵ ٪ اینولین و ۳/۵ ٪ اینولین و کمترین امتیاز قابلیت جویدن متعلق به تیمار حاوی ۱/۵٪ میکروکریستالین سلولز بود که اختلاف آنها با سایر نمونه ها معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). در نهایت بیشترین امتیاز پذیرش کلی بعد از تیمار شاهد متعلق به تیمار ترکیبی (حاوی ۱/۵٪ اینولین+۱٪ میکرو کریستالین سلولز بوده و کمترین امتیاز پذیرش کلی متعلق به تیمار حاوی ۱/۵ ٪ اینولین و همچنین تیمار حاوی ۱٪ میکرو کریستالین سلولز بود.

بحث

در این تحقیق تاثیر افزودن اینولین و میکروکریستالین سلولز در میزان جذب روغن، بافت و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ناگت مرغ پری بیوتیک بررسی گردید. بررسی تغییرات پروتئین نشان داد که افزودن اینولین و میکروکریستالین سلولز بر روی میزان پروتئین تیمارهای موجود تاثیر معنی‌داری نداشته است ($p>$۰/۰۵). اما نکته حائر اهمیت این است بعد از گذشت ۴ ماه از نگهداری نمونه‌ها در سردخانه میزان پروتئین محصول افزایش یافت که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>$۰/۰۵).

و این به دلیل از دست دادن بخشی از آب میان بافتی و آزاد اضافه شده به محصول به صورت برفک بود که در روی محصول ظاهر می‌گردید و باعث می‌شد که مقدار ماده خشک محصول به دلیل از دست رفتن آب محصول افزایش یابد. بنابر مطالعات انجام شده توسط Afshin Pajooh و همکاران در سال(۱۳۹۱)، نیز در رابطه با تاثیر

جدول ۸- ارزیابی میانگین تغییرات بافت ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[۱] یک روز پس از تولید

نمونه	انسجام (N/m2)	نیروی برشی (N/m2)	سختی (N/m2)	فنریت (N/m2)	صمغیت (N/m2)	قابلیت جویدن (N/m2)
۱/۵ ٪ اینولین	۰/۷۷۰ ± ۰/۰۴۵a	۴/۸۳۰ ± ۰/۰۲۰^{b}	۷/۹۲۰ ± ۰/۰۳۶^{b}	۱/۲۲۰ ± ۰/۰۷۹^{d}	۶/۰۹۰ ± ۰/۰۳۶^{b}	۷/۴۳۰ ± ۰/۰۴۰^{c}
۲/۵ ٪ اینولین	۰/۷۳۰ ± ۰/۰۴۳a	۴/۷۶۰ ± ۰/۰۳۰^{b}	۷/۶۱۰ ± ۰/۰۳۰^{cd}	۱/۱۸۰ ± ۰/۰۴۵^{bcd}	۵/۵۵۰ ± ۰/۰۶۵^{c}	۶/۵۵۰ ± ۰/۰۳۶^{b}
۳/۵ ٪ اینولین	۰/۷۰۰ ± ۰/۰۲۰^{ab}	۴/۵۹۰ ± ۰/۰۲۶^{c}	۷/۴۳۰ ± ۰/۰۷۲^{d}	۱/۱۹ ± ۰/۰۳۰^{cd}	۵/۲۰۰ ± ۰/۰۲۶^{c}	۶/۱۸۰ ± ۰/۰۸۸^{d}
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۰/۶۶۰ ± ۰/۱۰۴^{abc}	۴/۴۵۰ ± ۰/۰۷۵^{cd}	۷/۷۶۰ ± ۰/۰۳۰^{bc}	۱/۲۹۰ ± ۰/۰۷۹^{b}	۴/۴۶۰ ± ۰/۳۷۵^{d}	۵/۷۵۰ ± ۰/۰۸۸^{d}
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۰/۵۶۰ ± ۰/۰۴۵^{bc}	۴/۳۱۰ ± ۰/۰۳۴^{de}	۶/۵۳۰ ± ۰/۰۶۳^{e}	۱/۲۸۰ ± ۰/۰۳۶^{b}	۳/۶۵۰ ± ۰/۲۱۱^{e}	۴/۶۷۰ ± ۰/۰۷۲^{f}
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۰/۵۵۰ ± ۰/۰۲۰^{c}	۴/۲۸۰ ± ۰/۰۶۵^{e}	۶/۱۱۰ ± ۰/۰۲۶^{f}	۱/۲۶۰ ± ۰/۰۳۴^{bc}	۳/۳۶۰ ± ۰/۰۳۶^{e}	۴/۲۳۰ ± ۰/۰۵۲^{g}
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۰/۵۳۰ ± ۰/۰۶۰^{c}	۴/۲۴۰ ± ۰/۰۴۵^{e}	۶/۲۰۰ ± ۰/۰۱۷^{f}	۱/۲۱۰ ± ۰/۰۲۶^{a}	۳/۲۸۰ ± ۰/۰۷۵^{e}	۳/۹۶۰ ± ۰/۰۵۵^{e}
شاهد	۰/۷۹۰ ± ۰/۰۲۶^{a}	۵/۳۲۰ ± ۰/۰۸۵^{a}	۸/۳۶۰ ± ۰/۱۹۳^{a}	۱/۵۰ ± ۰/۰۹۶^{bc}	۶/۶۰۰ ± ۰/۲۲۵^{a}	۹/۹۰ ± ۰/۱۴۹

۱: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است .

حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هرستون می‌باشد

جدول۹- ارزیابی میانگین تغییرات حسی (امتیاز) ناگت کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و میکروکریستالین سلولز و شاهد[۱] یک روز پس از تولید

نمونه	رنگ	مزه	بافت	بو	آبدار بودن	قابلیت جویدن	پذیرش کلی
۱/۵ ٪ اینولین	۴/۴۰۰ ± ۰/۸۴۳a	۴/۵۰۰ ± ۰/۷۰۷a	۴/۳۰۰ ± ۰/۸۲۳a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۱۰۰ ± ۰/۷۳۷abc	۴/۲۰۰ ± ۰/۷۸۸a	۴/۰۰۰ ± ۰/۸۱۶abc
۲/۵ ٪ اینولین	۴/۱۰۰ ± ۰/۹۹۴a	۴/۲۰۰ ± ۰/۷۸۸ab	۴/۲۰۰ ± ۰/۷۸۸a	۴/۵۰۰ ± ۰/۷۰۷a	۳/۶۰۰ ± ۱/۱۳۵d	۴/۹۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۳۰۰ ± ۰/۹۴۸bc
۳/۵ ٪ اینولین	۴/۲۰۰ ± ۱/۱۳۵a	۳/۱۰۰ ± ۱/۵۲۳b	۴/۱۰۰ ± ۰/۹۹۴a	۴/۱۰۰ ± ۰/۷۳۷a	۴/۰۰۰ ± ۱/۵۶۳cd	۴/۹۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۱۰۰ ± ۱/۱۰۰c
۰/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۴/۸۰۰ ± ۰/۴۲۱a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۸۰۰ ± ۰/۴۲۱a	۳/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳ab	۴/۳۰۰ ± ۰/۶۷۴a	۴/۶۰۰ ± ۰/۶۹۹ab
۱ ٪ میکروکریستالین سلولز	۴/۵۰۰ ± ۰/۷۰۷a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۵۰۰ ± ۰/۸۴۹a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۳/۸۰۰ ± ۰/۴۲۱ab	۴/۲۰۰ ± ۰/۷۸۸a	۴/۰۰۰ ± ۰/۸۱۶abc
۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز	۴/۵۰۰ ± ۰/۵۲۷a	۴/۲۰۰ ± ۰/۹۱۸ab	۴/۲۰۰ ± ۰/۷۸۸a	۴/۴۰۰ ± ۰/۸۴۳a	۵/۰۰۰ ± ۰/۰۰۰a	۴/۱۰۰ ± ۱/۱۰۰b	۴/۶۰۰ ± ۱/۶۴۶abc
۲/۵ ٪ اینولین + ۱٪ میکروکریستالین سلولز	۴/۸۰۰ ± ۰/۴۲۱a	۴/۰۰ ± ۱/۰۳۲ab	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۳۰۰ ± ۰/۹۴۸a	۴/±۷۰۰ ± ۰/۹۴۸bc	۴/۵۰۰ ± ۰/۵۲۷a	۴/۸۰۰ ± ۰/۷۰۷ab
شاهد	۴/۸۰۰ ± ۰/۴۲۱a	۴/۴۰۰ ± ۰/۶۹۹a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۷۰۰ ± ۰/۴۸۳a	۴/۰۰۰ ± ۰/۸۱۶abc	۴/۸۰۰ ± ۰/۸۷۵ab	۴/۹۰۰ ± ۰/۴۲۱a

[۱]: شاهد ناگت معمولی بدون اینولین و میکروکریستالین سلولز

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد

افزودن اینولین بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر ماکارونی در مقادیر ۱ تا ۵ درصد نشان داد افزودن اینولین تاثیر معنی‌داری در کاهش مقدار پروتئین ماکارونی نداشت.

در روند تغییرات با افزودن اینولین و میکروکریستالین - سلولز میزان رطوبت به شکل معنی‌داری افزایش یافت ($p \leq ۰/۰۵$). از طرفی نمونه ناگت سرخ شده حاوی میکروکریستالین سلولز با ۵۷/۶٪ رطوبت و نمونه حاوی اینولین با ۵۵/۹۰٪ رطوبت در رتبه بعد از نمونه شاهد از نظر میزان رطوبت قرار داشتند. میزان رطوبت فرآوردهای گوشتی پوشش‌دهی و سوخاری شده پس از سرخ کردن، متاثر از ظرفیت نگهداری آب، پروتئین می‌باشد (Jamshidi *et al.*, 1391). در واقع پوشش‌های هیدروکلوئیدی به دلیل خاصیت تشکیل ژل در طی حرارت‌دهی قادرند از خروج رطوبت و نفوذ روغن به دورن ماده غذایی جلوگیری نمایند (Shin *et al.*, 2005). در تحقیق حاضر نیز پوشش‌های هیدروکلوئیدی باعث افزایش معنی‌دار میزان رطوبت ناگت مرغ نسبت به تیمار شاهد شد که با نتایج بسیار از مطالعات دیگر مطابقت دارد (Kilincceker and Hepsag, 2012).

بررسی تغییرات نمک و خاکستر نشان داد میزان نمک و خاکستر در تیمارهای مختلف از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداده ($p>۰/۰۵$) و نمونه‌ها با یکدیگر یکسان بودند که با توجه به این ژل میکروکریستالین سلولز عملا در فرمولاسیون جایگزین روغن شده درصد سایر مواد اولیه در فرمول تقریبا ثابت نگهداشته شد این نتیجه قابل پیش‌بینی بود. Hosseini و همکاران (۱۳۹۰) نیز در نتایج مشابهی بیان کردند افزودن میکروکریستالین سلولز به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی از جمله نمک و خاکستر همبرگر کم چرب معنی‌دار نبوده است ($p>۰/۰۵$).

فرآورده سوخاری به دلیل فرآیند سرخ شدن در روغن و جذب روغن، محتوای چربی بالایی دارند (Song *et al.*, 2011). از طرفی میزان چربی نمونه ناگت مرغ شاهد پس از سرخ شدن ۲۱/۳۶ درصد رسید که نسبت به سایر تیمارها بالاترین درصد جذب روغن را داشت. بررسی تغییرات نشان داد افزودن اینولین و میکروکریستالین‌سلولز موجب کاهش معنی‌دار در میزان جذب روغن ناگت پس از فرآیند سرخ شدن گردید ($p\leq۰/۰۵$). در واقع افزودن پوشش‌های هیدروکلوئیدی توانسته در کاهش جذب روغن موفق عمل نماید از آنجا که بیشترین میزان جذب چربی در طی سرخ نمودن محصولات پوشش‌دهی و سوخاری در روکش به وقوع می‌پیوندد (Chen *et al.*, 2009). علت این کاهش می‌تواند از یک سو با باند شدن اینولین با مولکول‌های آب و جلوگیری از جایگزینی آن با روغن و از سوی دیگر با تشکیل شبکه ژل توسط میکروکریستالین سلولز به‌کار رفته در خمیر محصول و حفظ این شبکه طی فرآیند سرخ کردن مرتبط باشد که جذب روغن را در زمان سرخ کردن کاهش داده و به تبع آن کالری محصول کاهش می‌یابد. از طرفی هرچه پوشش‌دهی اولیه بتواند پوشش یکنواخت‌تر و ممانعت بیشتری درمقابل خروج رطوبت ایجاد کند چربی کمتری بعداز سرخ شدن جذب محصول می‌شود (Jamshidi *et al.*, 1391). تیمار حاوی ۲/۵٪ اینولین + ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز بدلیل حفظ رطوبت مناسب و اتصال پیوندهای هیدروژنی توانسته حداکثر مقاومت و استحکام را در جلوگیری از جذب روغن در مقایسه با تیمارها دارد. این نتایج با تحقیق انجام شده توسط Morin و Temelli در سال ۲۰۰۴ و Singthong و Thongkaew در سال ۲۰۰۹ همخوانی داشت. به طور کلی مواد غذایی که افت رطوبت بالایی داشته باشند میزان جذب روغن بالاتری خواهند داشت. این احتمالا به دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده از ژل میکروکریستالین سلولز باشد. (Shabanipour and Jamshidi, 1392). پایین‌تر بودن میزان جذب چربی ناگت‌های ماهی غزل آلا در تیمارهای حاوی هیدروکلوئیدهای آلژینات و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در آرد در مقایسه با شاهد را بیان کردند.

میزان پوشش‌دهی در واقع لعابی است که به قطعات ناگت می‌چسبد ترکیبات تشکیل‌دهنده لعاب بر میزان پوشش‌دهی موثر است. مطالعات بسیاری نشان می‌دهد که افزودن هیدروکلوئیدها به لعاب موجب افزایش میزان پوشش‌دهی خواهد شد. اما به دلیل اینکه اینولین و میکروکریستالین سلولز در هسته ناگت به خمیر اضافه شد عملا تاثیر قابل ملاحظه‌ای در تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. از طرفی در ساعت اول و روز ۱۲۰ام شاهد کاهش پوشش‌دهی نسبت تیمار شاهد بودیم که تیمار شاهد در هر دو روز بیشترین میزان پوشش‌دهی را داشت علت کاهش در دوزهای بالاتر میکروکریستالین سلولز و اینولین در

پوشش ناگت باعث تشکیل فیلم و ژلاتیناسیون غیر عادی در سطح ناگت (حالت کلوخه‌ای) گردید بنابراین میزان جذب لعاب و پوشش‌دهی کمتر شد. بررسی ویژگی‌های بافت نشان داد که نمونه ناگت مرغ حاوی ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز و تیمار ترکیبی (۲ ٪ اینولین+ ۱/۵ درصد میکروکریستالین سلولز) کمترین میزان شاخص‌های سختی و نیروی برشی را دارا است. علت این امر را می‌توان به بالا بودن محتوای رطوبت نسبت داد. این موضوع از یک طرف در تیمارهای پوشش داده شده با ژل میکروکریستالین سلولز به دلیل ممانعت از خروج سریع رطوبت طی فرایند سرخ‌کردن ناگت‌ها و اتصال و پیوند قویتر با آب سختی بافت نمونه‌ها کاهش یافته است. Akdeniz و همکاران در سال ۲۰۰۶، تاثیر عملکرد صمغ‌های مختلف در لعاب استفاده شده روی برش‌های هویج در زمان سرخ شدن مطالعه کردند و نتیجه‌گیری نمودند که پایین بودن محتوای رطوبت، منجر به افزایش سختی بافت می‌شود. در مورد شاخص انسجام (Cohesiveness) با افزایش میزان استفاده از ژل میکروکریستالین سلولز انسجام بافت محصول کاهش می‌یابد و بیشترین میزان انسجام بافت در نمونه شاهد بود. بالا بودن شاخص صمغیت در نمونه حاوی ۱ ٪ میکروکریستالین سلولز، ناشی از این است که این هیدروکلوئیدها جز گروه صمغ‌ها دسته‌بندی می‌شود و به علت تشکیل شبکه ژل دارای خاصیت چسبندگی هستند و می‌توانند باعث افزایش نسبت نمونه شاهد شوند (Morin and Temelli, 2004). Antonova و همکاران در تحقیقی که در سال ۲۰۰۳ روی ناگت مرغ سرخ شده انجام دادند ارتباط بین قدرت تشکیل ژل و شاخص رئولوژی محصول مانند سختی، نیروی برشی و فنری بودن را نشان دادند.

نتایج ارزیابی حسی بیانگر وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین مولفه‌های رنگ، بافت و بو می‌باشد. این می‌تواند به این علت باشد که ژل میکروکریستالین سلولز و اینولین بدون بو و رنگ هستند و از طرفی چون همه نمونه‌ها دارای پوشش سوخاری هستند تفاوتی در رنگ بافت نمونه‌ها دیده نشد. کاهش جزئی امتیاز مزه در نمونه‌های با درصد بالای اینولین در هسته توانسته بر فاکتور مزه مختصری اثر گذار باشد و ارزیاب‌ها توانستند طعم ویژه آن را احساس کنند اما این اختلاف در حدی شدید نبوده است که بر امتیاز محصول حاوی اینولین تاثیر جدی بگذارد و از طرفی ژل میکروکریستالین سلولز به علت غلظت کم این صمغ در نحوه ارزیابی و امتیازدهی اثرگذار نبوده است. از طرفی نمونه ۱/۵ ٪ میکروکریستالین سلولز بیشترین امتیاز آبدار بودن را کسب کرد که علت آن محتوای بیش از حد رطوبت این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها بود. از آنجا که شاخص جوش پذیری از حاصل ضرب شاخص صمغی بودن در فنری بودن بدست می‌آید پس قابل توجیه است که این شاخص برای نمونه حاوی میکروکریستالین‌سلولز بیشترین میزان را نشان دهد (Das *et al*., 2008). در مورد شاخص پذیرش کلی، مجموعه تمام ویژگی‌هایی است که برآیند آن‌ها بر روی انتخاب محصول بهینه تاثیرگذار است. در رابطه با پذیرش کلی داوران حسی میان نمونه‌های پرچرب شاهد و نمونه‌های کم چرب اینولین و میکروکریستالین - سلولز تفاوتی قائل نشدند که این امر بسیار جالب توجه بوده و کاربرد تجاری این ترکیب در ناگت را توجیه‌پذیر می‌نماید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با کنترل غلظت این دو هیدروکلوئید می‌تـوان محصولی تولید کرد که از نظر پذیرش کلی امتیازی برابر بـا نمونه شاهد داشته باشد.

نتیجه‌گیری

طی این تحقیق مشخص شد که با جایگزینی هیدروکلوئیدهای اینولین و میکروکریستالین سلولز می‌توان ناگت مرغ فراسودمند با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی قابل پذیرش و چربی کاهش یافته به روش صنعتی تولید کرد. در واقع استفاده از اینولین سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای این محصول شده و میکروکریستالین سلولز نیز با کاهش جذب روغن به صورت ترکیبی با اینولین بدون اثر نامطلوب روی خواص حسی، کالری محصول را کاهش داد. علاوه بر آن با تولید محصولات متنوع با خواص حسی مطلوب و فراسودمند می‌توان سرانه مصرف فرآورده‌های گوشتی را افزایش داده و سلامت جامعه را ارتقا داد.

منابع

Afshin Pajooh, R., Saeed Asl, M. R. & Abdullahzadeh, A. (1390). The effect of inulin addition on the rheological properties of pasta dough. Journal of Science and Technology, 3 (4), 25-15 [In Persian]

Akdeniz, N., Sahin, S. & Sumnu, G. (2006). Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. Food Engin, 75(4), 522-526.

Alberta, A., Perez-Munuera, B. I., Quilesb, A., Salvadora, A., Fiszmana, S. M. & Hernandob I. (2009). Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as predusts using three cooking procedures. Food Hydrocolloids, 23(5), 1443–1448.

Anon. (1382). Humidity measurement test. Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 745. [In Persian]

Anon. (1381). Ash test. Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 744. [In Persian]

Anon. (1352). Measurement tests for meat and meat proteins. Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 924 [In Persian].

Anon (1380). Salt measurement test. Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 5624 [In Persian]

Anon. (1381). Meat and meat products - Determination of total fat - Test method. Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 742 [In Persian]

Antonova, I., Mallikarjunan, P. & Duncan, S.E. (2003). Correlating objective measurements of crispness in breaded fried chicken nuggets with sensory crispness. Journal of Food Science and Technology International, 68(4), 1308-1315.

Aubourg, PS., Lehmann, I. & Gallardo, J.M. (2002). Effect of development in frozen horse mackerel (Trachuruts trachurusFood Agriculture, 82(15), 1764-1771.

Chen, C.h., Lii, P., Hu, W., Lan, M. & Chen, H. (2008). Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: water barrier effect of HPMC . .Journal of Food Hydrocolloids, 22, 1334-1344.

Chen, S. D., Chen, H. H., Chao, Y.C. & Lin, R. S. (2009). Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. Journal of Food Engineering, 95(2), 359-364.

Das, A.K., Anjaneyulu, A.S.R., Gadekar, Y.P., Singh, R.P. & Pragati, H. (2008). Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. Meat Science, 80(3), 607-14.

Fiszman, S.M. & Salvador, A. (2003). Recent developments in coating batters. Trends in Food Science and Technology, 14, 399–407.

Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Rashedi, H. M. & Rahmatzadeh, B. (1392). The effect of adding beta-glucan and carboxymethylcellulose on the sensory and physical properties of beneficial shrimp nuggets. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industry, 8 (3), 65-72 [In Persian]

Hosseini, F., Milani, A. & Blourian, Sh. (1390). The effect of microcrystalline cellulose as a fat substitute on physicochemical, textural and sensory properties of low-fat hamburgers. Journal of Food Industry Research, Volume 21 (3), 378-371 [In Persian]

Jamshidi, A., Shabanpour, B., Rahmani Farah, K., Prophet, Y., Rostamzad, H., Azari, M. & Barzegar, L. (1391). Evaluation of the effect of xanthan gums, alginate and carboxymethylcellulose gums and defrosting conditions on the quality of fish finger. Journal of Research and Innovation in Food Science and Industry, 1 (4), 30-295. [In Persian]

Kabiri, A. & Khorshidi, S. (1392). Study and application of various prebiotics in food industry and their role in human health. Twenty-first National Congress of Food Science and Technology and their role in human health. Shiraz University, 7 to 9 November [In Persian]

Kilincceker, O. & Hepsag, F. (2012). Edible Coating Effects on fried potato Balls. Food and Bioprocess Technology, 5: 1349-1354.

Morin, L.A. & Temelli, F. (2004). Interactions between meat proteins and barley (Hordeum spp. b-glucan within a reduced-fat breakfast sausage system. Meat Science, 68, 419.

Shabanipour, B. & Jamshidi, A. (1392). The combined effect of light salt and various hydrocolloids as flour on the quality of salmon nugget fillet. Journal of Aquatic Exploitation and Breeding, 2 (1) [In Persian]

Shin, S., Sumnu, G. & Altunakar, B. (2005). Effects of batters containing different gum types on the quality of deep fat fried chicken nuggets. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 2375- 2379.

Singthon, J. & Thongkaew, C. (2009). Using hydrocolloids to decrease oil absorptionbanana chips. LWT - Food Science and Technology, 42, 1199-1203.

Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J. & Luo, Y. (2011). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream *galobrama amblycephala*. Food Control, 22(3–4), 608-615.

Varela, P. & Fiszman, S.M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. Food Hydrocolloid, 25, 801–812.

Effect of Inulin and Microcrystalline Cellulose on Oil Absorption, Texture and Sensory Characteristics of Prebiotic Chicken Nuggets

P. Azizi [a], L. Nateghi [b] *

[a] M. Sc. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Unit, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

[b] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Unit, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Received: 23 February 2019 Accepted: 15 January 2020

Abstract

Introduction: In recent years, the consumption of fried and semi-fried meat products like nuggets has increased. Growing concerns about the dangers of consumption high-fat foods has caused the food industry to develop new-formulation for low-fat foods.

Materials and Methods: Chiken naggets prebiotic were produced using microcrystalline cellulose concentrations (0.5, 1, 1.5 %) and inulin concentrations (1.5, 2.5, 3.5 %) Individually and in combination (2.5 % inulin and 1% microcrystalline cellulose). The physicochemical properties, texture, oil absorption and sensory properties were compared with the control sample at two stayes, one hour after production and 120 days of storage.

Results: The results of the study showed physicochemical characteristics that the addition of different concentrations of inulin and microcrystalline cellulose did not have a significant effect (p<0.05) on protein, salt, ash and coating changes in comparison with control treatment. Also, by increasing the percentage of inulin and microcrystalline cellulose, percentage of moisture and Burn Drop significantly increased (p≤0.05) and the percentage of oil absorption, texture hardness, shear force, chewiness, springiness, gumminess and cohesiveness significantly decreased (p≤0.05) in chicken nugget samples. The results of histological test showed that by adding 1% microcrystalline cellulose and 2.5% inulin the of nugget samples were introduced as the best treatment. The evaluation of sensory properties showed that treatment containing 2.5 % inulin and 1% microcrystalline cellulose had the highest sensory acceptability.

Conclusion: The evaluation of sensory properties showed that treatment containing 2.5% inulin and 1% microcrystalline cellulose were introduced as the best treatment and had the highest sensory acceptability and general acceptance for consumers.

***Keywords**: Functional Chiken Nuggets, Hydrocolloid Materials, Prebiotic.*

* Corresponding Author: leylanateghi@yahoo.com