مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره 1، بهار 1392، صفحات 119-113

تولید سوسیس غیرگوشتی با استفاده از روش طرح عاملی کامل

نعیمه اکرم زاده[1]، هدایت حسینی[2]، نادر کریمیان خسروشاهی[3]، فرید زایری[4]، رایموند آرامیانس[5]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، کمیته تحقیقات دانشجویان، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. پست الکترونیکی hedayat@sbmu.ac.ir
3- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، معاونت غذا و دارو ، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
4- استادیار گروه آمار حیاتی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
5- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، شرکت فراورده های گوشتی تهران

تاریخ دریافت: 91/7/20 تاریخ پذیرش: 91/10/14

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به روند رو به افزایش شیوع بیماری‌های واگیر و غیرواگیرِ ناشی از مصرف گوشت قرمز و فراورده‌های حاصل از آن و نگرانی‌هایی که در رابطه با افزودن نگهدارنده‌های به کار رفته در این محصولات وجود دارد، امکان‌سنجی تولید سوسیس غیرگوشتی بدون نگهدارنده ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: اجزای ثابت فراورده شامل ایزوله‌ی پروتئین سویا، گلوتن، روغن سویا، آب و یخ، ادویه و نمک و اجزای متغیر شامل نشاسته اصلاح شده ذرت، کاراگینان و پودرسفیده‌ی تخم مرغ بود. هر کدام از اجزای متغیر در 2 سطح مختلف با استفاده از روش فاکتوریل کامل در 8 فرمول مختلف تولید و به اجزای ثابت اضافه شد. ارزیابی حسی فرمول‌ها برای بررسی کیفیت فراورده‌ی تولیدی از نظر 5 ویژگی طعم، عطر، بافت، برش‌پذیری و ارزیابی کلی و به شیوه لذت‌بخشی مرتبه 9 صورت گرفت. توانایی مدل با آزمون فقدان برازش (Lack of fit) ، ضریب همبستگی (R^2) و ریشه‌ی میانگین مربعات خطا RMSE (Root mean square error) بررسی شد. برای بررسی اثر اصلی و اندرکنش متغیرها آنالیز واریانس به کار رفت. سطح معنی‌داری 0/05 در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بررسی نتایج مربوط به تحلیل داده‌های به دست آمده و نیز مقادیر P-value، فقدان برازش، ریشه‌ی میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگیِ محاسبه شده برای هر مدل و نیز در نظر گرفتن تأثیر مستقل هر کدام از متغیرها (سفیده‌ی تخم مرغ، نشاسته اصلاح شده و کاراگینان) بر هر پاسخ نشان داد که مدل ارزیابی کلی با داشتن0/0001= P-value فقدان برازش 0/1220 و ضریب همبستگی 0/83 که بالاترین ضریب همبستگی است بهترین مدل جهت پیشگویی فرمولاسیون بهینه است. هم‌چنین، مشخص شد که علاوه بر تأثیر معنی‌دار سه عامل سفیده‌ی تخم مرغ، نشاسته‌ی اصلاح شده و کاراگینان بر ارزیابی کلی، اثرات متقابل آن‌ها نیز بر ارزیابی کلی تأثیر معنی‌داری دارند.

نتیجه‌گیری: با توجه به معادله به دست آمده برای مدل پاسخ ارزیابی کلی پیش‌بینی می‌شود که سطوح واقعی 0/5، 3 و 3 به ترتیب برای کاراگینان، نشاسته‌ی اصلاح شده و سفیده‌ی تخم مرغ بالاترین امتیاز را داشته باشد.

واژگان کلیدی: سوسیس غیرگوشتی، طرح عاملی کامل، نشاسته‌ی اصلاح شده ذرت، پودر سفیده‌ی تخم مرغ، ارزیابی حسی

• مقدمه

در حال حاضر، فراورده‌های گوشتی حرارت دیده، به ویژه انواع سوسیس و کالباس، مصرف زیادی در جوامع بشری پیدا کرده‌اند و مورد توجه قرار گرفته‌اند. مصرف‌کنندگان تمایل رو به رشدی به ارتقای کیفیت این فراورده‌ها، نحوه‌ی تولید و مواد اولیه‌ی آن‌ها نشان می‌دهند (1). عمده‌ترین مواد تشکیل‌دهنده‌ی این فراورده‌ها گوشت، روغن، آب، مواد پروتئینی، نشاسته، ادویه‌جات، نگهدارنده‌ها و سایر افزودنی‌ها هستند که در این میان، گوشت مورد استفاده در فرمولاسیون و به دنبال آن، چربی همراه با گوشت می‌تواند تأثیر بارزی بر کیفیت فراورده داشته باشد (2). از سوی دیگر، در تحقیقات اپیدمیولوژیکی متعدد، ارتباط مصرف بی‌رویه‌ی فراورده‌های حاصل از گوشت قرمز و چربی همراه آن با خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان ریه، اختلالات کلیوی، افزایش فشار خون، بیماری‌های قلبی عروقی، چاقی مفرط، اضافه وزن، دیابت نوع 2 و سندرم متابولیک ثابت شده است (3). هم‌چنین، استفاده از املاح

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

نیتریت و نیترات در این فراورده‌ها از زمان‌های قدیم در بسیاری از کشورها رایج بوده است، به طوری که در مواردی استفاده بیش از حد این ترکیبات به تولید نیتروز آمین‌ها منجر می‌شود (4). از این رو، در سال‌های اخیر تقاضای مصرف‌کنندگان برای فراورده‌های ایمن، مغذی، جذاب (ویژگی‌های ظاهری، بافت، طعم و بو) و فراورده‌های گیاهی یا گوشتی کم‌چرب رو به فزونی است. به طوری که تمایل به مصرف فراورده‌هایی تحت عنوان مشابه گوشت (sausage like) دارای منابع پروتئینی جایگزین مثل سفیده‌ی تخم مرغ و کاراگینان و غیره نیز بیشتر شده است. این کار از طریق استفاده از فناوری و فرمولاسیون‌های متمایز و کاهش مقادیر گوشت، فسفات، نمک و چربی و تولید محصولی جدید امکان‌پذیر است. این تغییرات ممکن است روی کیفیت و به ویژه بافت فراورده تأثیر بگذارد (7-5). در این ارتباط تحقیقات گسترده‌ای انواع جایگزین‌های چربی و گوشت در سوسیس و کالباس صورت گرفته است (8). انواع جایگزین‌ها شامل منابع گیاهی، آب، فیبر، پروتئین سویا، نشاسته، آب پنیر و هیدروکلوئیدها و تأثیرشان بر نگهداری آب و تغیرات وزن در اثر پختن بررسی شده است (9). برای مثال *Porcella* و همکاران تأثیر اضافه کردن ایزوله‌ی پروتئین سویا (2/5%) بر سوسیس خام بسته‌بندی شده در خلأ را بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که این کار باعث جلوگیری از آب انداختن سوسیس‌ها می‌شود و در ضمن تأثیر بارزی بر خواص ارگانولپتیک نمونه‌ها در طول ماندگاری در مدت 14 روز دمای یخچالی ندارد (10). *Ruusunen* و همکاران ویژگی‌های حسی و فیزیکی سوسیس‌های فرانکفورتر بدون فسفات و کم نمک را بررسی و گزارش کردند. زمانی که فرانکفورترها بدون فسفات تهیه شوند، افزودن ترکیبات غیرگوشتی (نشاسته‌ی اصلاح شده، سیترات سدیم و ...) ضروری است؛ به ویژه اگر مقدار نمک فرمول کمتر از 1/5 درصد باشد (11). *Defreitas* و همکاران در مطالعه خود به تأثیر افزودن کاراگینان بر پروتئین‌های محلول در نمک گوشت پرداختند. نتایج نشان داد که کاراگینان باعث افزایش ظرفیت نگهداری امولسیون گوشت می‌شود و این عمل را از طریق نگهداری آب در فضای درون شبکه ژل پروتئین انجام می‌دهد (12). *Homco* و همکاران تأثیر گلوتن و نشاسته‌ی ذرت تغییر یافته و ایزوله‌ی سویا را بر کیفیت محصول گوشتی امولسیون بررسی کردند. نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد که عطر تمام نمونه‌های حاوی نشاسته ذرت و ایزوله سویا نامناسب بود. هم‌چنین، ارزیابی دستگاهی رنگ نمونه‌ها نشان داد که محصولات شامل نشاسته‌ی ذرت نسبت به نمونه شاهد و نمونه‌ی حاوی سویا زردتر هستند. اگرچه حالت ارتجاعی و چسبندگی محصول تحت تأثیر قرار نگرفت (13).

در بیشتر پژوهش‌ها به جایگزینی قسمتی از گوشت در فراورده‌هایی مثل سوسیس و کالباس با منابع غیرگوشتی یا گیاهی بررسی شده است و تاکنون جایگزینی کامل گوشت با انواع پروتئین غیرگوشتی مطالعه نشده است. پژوهش حاضر، امکان تولید سوسیس غیرگوشتی با حذف کامل گوشت و نگهدارنده‌ها و جایگزینی منابع غیرگوشتی با استفاده از طرح عاملی کامل بررسی شده است. طرح آزمایش فاکتوریل کامل برای بهبود کیفیت فراورده و افزایش کارایی فرایند استفاده شده است.

• مواد و روش‌ها

فرمول فراورده‌ها وآماده سازی آن‌ها: نمونه‌های سوسیس غیرگوشتی جهت تعیین بهترین فرمول از نظر طعم، عطر و بافت با استفاده از اجزای ثابت (شامل ایزوله‌ی سویا 12%، گلوتن 6% ، روغن 11% ، نمک 1/3%، ادویه 0/98% و آب و یخ) جهت رسیدن فرمول به عدد 100 و نیز اجزای متغیر (پودر سفیده‌ی تخم مرغ، کاراگینان و نشاسته اصلاح شده ذرت) تولید شد. به این منظور، اجزای متغیر در قالب طرح عاملی کامل با سه متغیر در دو سطح به صورت 8 فرمول مختلف به فرمول اصلی اضافه شدند.

لازم به ذکر است که در هر مرحله، قبل از افزودن جزء بعد، اجزا به صورت کامل با هم مخلوط شده و بعد از حصول یکنواختی با استفاده از پرکن دستی داخل پوشش‌هایی از جنس پلی‌آمید قرار گرفت. پس از فرایند پخت در حرارت 90°C به مدت 45 دقیقه تا رسیدن دمای مرکز محصول به 72°C و تحمل این دما به مدت حداقل 20 دقیقه، مرحله‌ی سرد کردن نمونه‌ها با استفاده از دوش‌های آب سرد انجام شد. در تولید این فراورده از کاتر با دور تند و پرکن دستی *واحد تحقیق و توسعه کارخانه* استفاده شد.

در تهیه‌ی فراورده از این موارد استفاده شد: ایزوله‌ی سویا (*شرکت درشیمی مرجان*، ایران)، روغن سویا (*شرکت ماهک*، ایران)، پودرسفیده‌ی تخم مرغ (*شرکت نارین*، ایران)، گلوتن (*شرکت آردینه*، ایران)، نشاسته (*شرکت شهدینه آران*، ایران)، ادویه و کاراگینان (*شرکت روبرته*، ایران). همه‌ی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

تیمارهای تولید شده توسط ارزیابان، مورد آزمون حسی قرار گرفت.

شیوه‌ی انجام آزمون ارزیابی حسی: آزمون حسی با شیوه‌ی لذت‌بخشی مرتبه 9 و با کمک 12 نفر ارزیاب آموزش دیده از دانشجویان *دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی* انجام شد. به طوری که 3 قطعه از هر تیمار پس از اندکی سرخ شدن، داخل ظروف شبیه به هم قرار داده شد و در اختیار ارزیابان قرار گرفت.ظروف با اعداد سه رقمی تصادفی کد گذاری شده بودند. به عبارت دیگر، به هر فرد 8 ظرف (حاوی فرمولاسیون‌های هشت‌گانه) داده شد و از او خواسته شد که نمونه‌ها را از نظر 5 ویژگی طعم، عطر، برش‌پذیری، بافت و ارزیابی کلی بسنجد و نتایج خود را در برگه‌ی ارزیابی ثبت کند. بین هر نمونه از بیسکویت کم‌نمک و آب معدنی برای شستن دهان ارزیابان استفاده شد.

امتیازدهی به این صورت بود: برای عطر: فوق‌العاده مطبوع= 9 و فوق العاده نامطبوع =1، برش‌پذیری: فوق‌العاده برش‌پذیر=9 و فوق‌العاده برش‌ناپذیر/چسبنده =1، مزه: فوق‌العاده ادویه‌ای= 9 و فوق‌العاده بی‌مزه= 1، بافت: فوق‌العاده نرم= 9 و فوق‌العاده سفت =1 و ارزیابی کلی: فوق‌العاده خوشمزه= 9 و فوق‌العاده بدمزه =1.

روش طراحی آزمون و پردازش و تحلیل داده‌ها: در این پژوهش برای طراحی و تحلیل آزمایش‌ها از روش فاکتوریل کامل 3 عاملی در 2 سطح استفاده شد. 5 ویژگی حاصل از ارزیابی حسی فراورده به عنوان متغیر پاسخ انتخاب شد (طعم، عطر، برش‌پذیری، بافت و ارزیابی کلی). جهت طراحی آزمایش‌ها و تجزیه‌ی نتایج از نرم‌افزارهای Design Expert نسخه 7.1.5 و Minitab نسخه 15 استفاده شد. به منظور ارزیابی صحت مدل‌های پیشگویی‌کننده، آزمون فقدان برازش، ضریب همبستگی و ریشه‌ی میانگین مربعات خطا مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس برای تأثیر متغیرها و پاسخ و تأثیر تداخل متغیرهای مورد مطالعه در سطح معنی‌داری 05/ 0 محاسبه شد. ریشه‌ی میانگین مربعات خطا با استفاده از این معادله به دست آمد:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - x_2)^2}{n}}$$

x_1: مقادیر واقعی (actual value) و x_2: مقادیر پیش‌بینی شده (predicted value) برای هر پاسخ و n تعداد فرمول(8) است.

برازش مدل: جهت پیشگویی تأثیر عوامل مؤثر بر پاسخ‌ها مدل‌های خطی 2F1 و 3F1 مطابق این معادلات برازش شدند:

$2F_1$: $Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_{12} AB + \beta_{13} AC + \beta_{23} BC$

$3F_1$: $Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_{12} AB + \beta_{13} AC + \beta_{23} BC + \beta_{123} ABC$

• یافته‌ها

فرمولاسیون نمونه‌های تولیدی: تیمارهای حاصل از ترکیب اجزای ثابت و متغیر در جدول 1 آمده است. تعداد فرمول‌ها در طرح عاملی کامل 3 متغیر در 2 سطح معادل 8 به دست آمد.

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی 8 فرمول تولید شده در مورد ویژگی‌های حسی که توسط 12 ارزیاب به دست آمده در جدول 2 خلاصه شده است. نظر به تکرار آزمایش‌ها نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار آورده شده است.

تحلیل داده‌ها: نتایج مربوط به تحلیل داده‌های به دست آمده در جدول 3 خلاصه شده است و مقادیر P-value، فقدان برازش، RMSE و ضریب همبستگی محاسبه شده جهت هر مدل مشاهده می‌شود. تأثیر مستقل هر کدام از متغیرها (A: سفیده‌ی تخم مرغ، B: نشاسته‌ی اصلاح شده و C: کاراگینان) بر هر پاسخ نیز در جدول گنجانده شده است. مقدارp-value برای مدل‌های برش‌پذیری، طعم، بافت، ارزیابی کلی و بو به ترتیب 0/0036، 0/0010، 0/0015، 0/0001 و 0/0007 و فقدان برازش پاسخ‌های فوق به ترتیب 0/1334، 0/0600، 0/1025، 0/1220 و 0/2011 به دست آمد. هم‌چنین، ضریب همبستگی برای همین پاسخ‌ها به ترتیب 0/64، 0/73، 0/68، 0/83 و 0/71 بود. نتایج حاصل از پاسخ ارزیابی کلی بالاترین ضریب همبستگی را داشت (0/83) و پاسخ‌های طعم، عطر، بافت و برش‌پذیری در رتبه‌های بعد قرار گرفتند. از نظر ریشه میانگین مربعات خطا نتایج حاصل از پاسخ ارزیابی کلی و طعم هر دو کمترین مقدار را داشتند (0/44) و نتایج پاسخ‌های عطر، برش‌پذیری و بافت به ترتیب در مرتبه‌های بعد قرار گرفتند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

جدول 1. درصد اجزای متغیر استفاده شده برای تولید 8 فرمول مختلف

فرمول	جزءمتغیر* کاراگینان (درصد)	جزء متغیر* نشاسته‌ی اصلاح شده (درصد)	جزء متغیر* سفیده‌ی تخم مرغ (درصد)	کاراگینان	نشاسته‌ی اصلاح شده	سفیده‌ی تخم مرغ
1	0/2	3	3	-1	+1	-1
2	0/2	2	3	-1	-1	-1
3	0/2	3	5	-1	+1	+1
4	0/2	2	5	-1	-1	+1
5	0/5	3	3	+1	+1	-1
6	0/5	3	5	+1	+1	+1
7	0/5	2	3	+1	-1	-1
8	0/5	2	5	+1	-1	+1

* منظوراز اجزی متغیر سفیده‌ی تخم مرغ در دو سطح 3 و 5 درصد، نشاسته در دو سطح 3 و 2 درصد و کاراگینان در 2 سطح 0/2 و 0/5 درصد است.

جدول 2. میانگین و انحراف معیار امتیازات کسب شده هر فرمول توسط 12 ارزیاب

فرمول	ارزیابی کلی	طعم	عطر	بافت	برش‌پذیری
1	5/33 ± 0/57	5 ± 0	5/66 ± 0	5/66 ± 1	4/66 ± 0/57
2	5/33 ± 0/57	7 ± 0	6/33 ± 0/57	4/33 ± 0/57	5 ± 1
3	4/33 ± 0/57	6 ± 0	4/66 ± 0/57	4/33 ± 0/57	5/33 ± 0/57
4	5 ± 0	5 ± 1	4/66 ± 0/57	4/33 ± 0/57	5/33 ± 0/57
5	7/66 ± 0/57	7 ± 1	6/66 ±0/57	7 ± 1	7/33 ± 0/57
6	4/33 ± 0/57	6 ± 0	6 ± 1	5/66 ± 0/57	4/66 ± 0/57
7	6 ± 0	5/33 ± 0/57	5/33 ± 0/57	5/33 ± 0/57	5/33 ± 0/57
8	5/33 ± 0/57	5 ± 0	5/66 ± 0/57	5/66 ± 0/57	4/66 ± 0/57

جدول 3. مقادیر فاکتورهای نشان دهنده توانایی مدل

پاسخ	مقدار معنی‌داری p Value	فقدان برازش lack of Fit	ضریب همبستگی R^2	ریشه‌ی میانگین مربعات خطا RMSE	اثر A	اثر B	اثر C	اثر AB	اثر AC	اثر BC
طعم*	0/0105	0/0081	0/58	0/55	0/0064	0/0236	0/5425	0/2307	0/5425	0/0236
طعم**	0/0010	0/06000	0/73	0/44	0/0016	0/0081	0/4607	0/1501	0/4607	0/0081
ارزیابی کلی	0/0001	0/1220	0/83	0/44	0/0001	0/1376	0/0319	0/0002	0/0319	1/000
بو	0/0007	0/2011	0/71	0/52	0/5232	0/2097	0/0001	0/5232	0/2097	0/0671
بافت	0/0015	0/1025	0/68	0/62	0/5921	0/2900	0/0001	0/2900	0/2900	0/2197
برش‌پذیری	0/0036	0/1334	0/64	0/56	0/0143	0/0488	0/3758	0/0488	0/0038	0/1480

* محاسبه شده با 2F1

** محاسبه شده با 3F

• بحث

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مدل‌های برازش شده در جدول 3 نشان داده شده است. از نظر آماری، مدلی مناسب است که آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نباشد و بالاترین مقدار R^2 را داشته باشد. برازش مدل 2F1 برای طعم نشان می‌دهد که آزمون فقدان برازش بر پاسخ معنی‌دار شده و نیز R^2 به دست آمده پایین است (0/58). بنابراین، مدل 2F1 برای پیشگویی از صحت و کفایت کافی برخوردار نیست. برازش مدل 3F1 برای طعم نشان می‌دهد که نه تنها آزمون فقدان برازش بر پاسخ معنی‌دار نیست، بلکه R^2 به دست آمده برای این مدل در مقایسه با مدل 2F1 بالاست. ریشه‌ی میانگین مربعات خطا برای مدل 3F1 در مقایسه با 2F1 پایین است. پس می‌توان نتیجه گرفت که مدل 3F1 برای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

پیشگویی پاسخ طعم صحت و کفایت کافی دارد. مطابق جدول 3 در مورد 4 پاسخ عطر، برش‌پذیری، بافت و ارزیابی کلی با توجه به عدم معنی‌دار شدن آزمون فقدان برازش بر پاسخ و مقادیر بالای R^2 می‌توان دریافت که مدل 2F1 توانایی پیشگویی این پاسخ‌ها را دارد. با استفاده از روش آماری طرح عاملی کامل، معادلات زیر به دست آمد که ارتباط فاکتورهای مؤثر (سفیده‌ی تخم مرغ، نشاسته‌ی اصلاح شده و کاراگینان) و پاسخ را نشان می‌دهد:

پاسخ طعم (Eq_1) $Y1= 5/92 –0/42A +0/33B + 0/083C + 0/17+AB0/083AC +0/33 BC -0/33ABC$

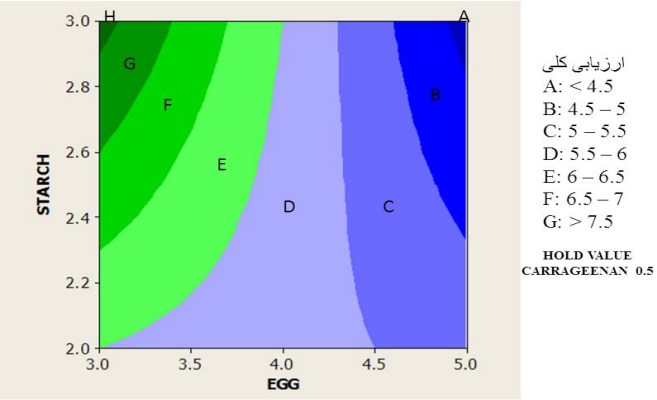
پاسخ بو (Eq_2) $Y2= 5/17 –0/083A +0/17B + 0/75C + 0/083AB-0/17AC +0/25BC$

پاسخ بافت (Eq_3) $Y3= 5/08 –0/083A +0/17B + 0/83C - 0/17AB-0/17AC +0/25BC$

پاسخ برش‌پذیری (Eq_4) $Y4= 5/38 –0/38A +0/29B + 0/12C - 0/29AB-0/46AC +0/21BC$

ارزیابی تأثیر عوامل اصلی بر طعم فراورده نشان داد که مهم‌ترین عامل در تغییر پاسخ طعم به سفیده‌ی تخم مرغ و نشاسته‌ی اصلاح شده مربوط می‌شود و کاراگینان به تنهایی تأثیر معنی‌داری ندارد. وقتی اثرات متقابل سفیده‌ی تخم مرغ، نشاسته و کاراگینان مورد بررسی قرار گرفت، مشخص شد که هر سه عامل، دارای اثرات متقابل معنی‌داری هستند (جدول 3). افزایش سفیده‌ی تخم مرغ در فرمولاسیون فراورده باعث کاهش پذیرش طعم و افزایش نشاسته‌ی اصلاح شده موجب افزایش آن می‌شود. در میان عوامل اصلی، فقط کاراگینان تأثیر معنی‌داری بر پاسخ بو دارد و با افزایش میزان کاراگینان امتیاز بو افزایش می‌یابد. هم‌چنین، اثر متقابل کاراگینان با سفیده‌ی تخم مرغ و نیز کاراگینان با نشاسته‌ی اصلاح شده تأثیر معنی‌داری بر پاسخ بو دارند. هم‌چنین، کاراگینان مؤثرترین عامل بر پذیرش بافت محصول است و سفیده‌ی تخم مرغ و نشاسته‌ی اصلاح شده تأثیر معنی‌داری ندارند. در مورد پذیرش بافت محصول هیچ یک از عوامل اثر متقابل معنی‌داری ندارند. با افزایش میزان کاراگینان، پذیرش بافت محصول بهبود می‌یابد. افزایش سفیده‌ی تخم مرغ موجب کاهش ویژگی برش‌پذیری محصول می‌شود و افزایش نشاسته‌ی اصلاح شده موجب بهبود آن می‌شود. با این که کاراگینان تأثیر معنی‌داری بر ویژگی برش‌پذیری ندارد، اما اثر متقابل آن با سفیده‌ی تخم مرغ تاثیر معنی‌داری دارد. با توجه به این که مدل برازش شده جهت پیشگویی پاسخ ارزیابی کلی فراورده R^2 بالاتری نسبت به پاسخ‌های طعم، عطر، برش‌پذیری و بافت دارد، عوامل مؤثر بر آن به عنوان مبنای بهینه‌سازی فرمولاسیون در نظر گرفته شد.

نتایج نشان داد که علاوه بر تأثیر معنی‌دار 3 فاکتور سفیده‌ی تخم مرغ، نشاسته‌ی اصلاح شده و کاراگینان بر ارزیابی کلی، اثرات متقابل آن‌ها نیز بر ارزیابی کلی تأثیر معنی‌داری دارد. افزایش سفیده‌ی تخم مرغ در فرمولاسیون موجب کاهش امتیاز ارزیابی محصول می‌شود، در حالی که افزایش نشاسته‌ی اصلاح شده و کاراگینان آن را بهبود می‌بخشد. از آنجا که سفیده‌ی تخم‌مرغ اثر متقابل با کاراگینان و نشاسته دارد، به کارگیری آن در فرمولاسیون اجتناب‌ناپذیر است. شکل 1 نمودار خطوط هم‌تراز برای ارزیابی کلی به ازای 0/5 درصد میزان کاراگینان را نشان می دهد. با توجه به نمودار سطوح هم‌تراز و مدل برازش شده، بهترین فرمولاسیون از نقطه نظر ارزیابی کلی ترکیب پیش بینی شد (3= سفیده تخم مرغ، 3 = نشاسته اصلاح شده و 0/5= کاراگینان). پیش‌بینی می‌شود که امتیاز فرمول ذکر شده با فاصله اطمینان 95% برای پاسخ طعم از 6/34 تا 7/66، پاسخ عطر از 5/79 تا 7/21، پاسخ بافت از 5/90 تا 7/60، پاسخ برش‌پذیری 6/36 تا 7/89 و پاسخ ارزیابی کلی 6/990 تا 8/10 باشد. این نتایج پذیرش حسی و تولید سوسیس غیرگوشتی را امکان پذیر می‌سازد.



شکل 1. نمودار خطوط هم‌تراز برای ارزیابی کلی حسی سوسیس غیرگوشتی حاوی میزان کاراگینان ثابت (0/5 درصد وزنی)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

سپاسگزاری

از مسئولان محترم انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی و واحد فراورده‌های گوشتی تهران به دلیل حمایت از این تحقیق و تامین اعتبار و امکانات لازم برای انجام این پژوهش تشکر می‌شود.

• References

1. Soriano A, Gomez L, Mariscal C, Garcia Ruiz A. Proteolysis, physicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (Cervus elaphus) or wild boar (Susscrofa) meat: a preliminary study. Food Chem 2006; 96(2): 173-84.
2. Pereira NR, Tarley CRT, Matsushita M, de Souza NE. Proximate Composition and Fatty Acid Profile in Brazilian Poultry Sausages. J Food Compos Analy 2000;13:915-20.
3. McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JM, Bonham MP, et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. J meat Sci 2010;84:1-13.
4. Kris-Etherton PM HK, Bonanome A, Coval SM, Binkosli AE, Hilpert KF,et al. Bioactive compounds in food: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. Am J med. 2002;301:71-88.
5. Kubberod EUQ, Rodbotten M, Westad F, Risvik E. Gender specific preferences and attitudes towards meat. Food Qual Prefer 2002;13:285-94.
6. Kerr WL, Wang X, Choi S. Italian Sausage Prepared with Hydrated Oat. Journal of food Quality 2005;28:62-7.
7. Murphy SC, Gilroy D, Kerry JF, Buckley DJ, Kerry JP. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. Meat Sci 2004;66:689-701.
8. Tokusoglu O, Kemal Ünal M. Fat replacers in meat products. Pak J Nutr 2003;2:196-203.
9. Morin LA, Temelli F, McMullen L. Interactions between meat proteins and barley (Hordeum spp.) b-glucan within a reduced-fat breakfast sausage system. Meat Sci 2004;68:419-30.
10. Porcella MI, Sánchez G, Vaudagna SR, Zanelli ML, Descalzo AM, Meichtri LH, et al. Soy protein isolate added to vacuum-packaged chorizos: effect on drip loss, quality characteristics and stability during refrigerated storage. Meat Sci 2001;57:437-43.
11. Ruusunen M, Vainionpää J, Puolanne E, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, et al. Physical and sensory properties of low-salt phosphatefree frankfurters composed with various ingredients. Meat Sci 2003;63:9-16.
12. DeFreitas Z, Sebranek, G, Olson D. Carrageenan effects on salt-soluble meat proteins in model systems. J Food Sci 1997;62:539-43.
13. Homco-Ryan CL, Ryan KJ, Wicklund SE, Nicolalde CL, Lin S, McKeith FK, et al. Effects of modified corn gluten meal on quality characteristics of a model emulsified meat product. Meat Sci 2004;67:335-41.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]

Production of non-meat sausage using the full factorial design

*Akramzadeh N[1], Hosseini H[*2], Karimian Kh N[3], Zaeri F[4], Aramians R[5]*

1- *M.Sc. student in Food Science and Technology, Students' Research Committee, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

2- *[*]Corresponding author: Associate prof, Dept. of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute. Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology. Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran. Iran. Email: hedayat@sbmu.ac.ir*

3- *Expert of Food Scince and Technology, Deputy of Food & Drug, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*

4- *Assistant prof, Faculty of Paramedical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Medical Sciences. Tehran , Iran*

5- *Expert of Food science & Technology, Tehran Meat Products Company*

Received 11 Oct, 2012 **Accepted 3 Jan, 2013**

Background and Objective: There is ample evidence that prevalence of both communicable and no communicable diseases due to consumption of red meat and its processed products, e.g., sausages, is on the increase. Considering this, and concern about undesirable effects of adding preservatives to red meat products, prompted us to explore the feasibility of producing non-meat sausage without addition of preservatives.

Materials and Methods: The fixed components of the sausage to be produced were isolatedsoy protein, gluten, soybean oil, ice, water, salt and spices.Using the full actorial design method, 8 formulations were developed, each one of the 3 variable components(modified corn starch, carrageen an and egg white powder) being added to the fixed componentsattwolevels. To judge the quality of the processed products, sensory evaluation was performed on taste, odor, and texture, slicing ability and overall acceptability by the hedonic (scale 1-9) test. In addition,the ability of the model was assessed by lack of fittest, correlation coefficient(R^2)androot meansquare error (RMSE). Also ANOVA was performed to determine the independent effect of each one of the variables andtheir interactions (a $p<0.05$was used for statistical significance).

Results: The independent effect of each variable (modified corn starch, carrageen an and egg white) on each response shows that the overall evaluation model ($p=0.0001$; lack of fit=0.1220; $r=0.83$, the highest correlation)is the best model for predicting the optimum formulation. Further analysis of the data showed that, in addition to the independent effect of each of the the 3 variable components, their interactions also affect overall assessment significantly.

Conclusion: Based on the equation obtained for overall assessment, it can be concluded that real levels of 0.5, 3 and 3 are best for carrageen an, modified corn starch and egg white, respectively.

Keywords: Non-meat sausage, Full factorial design, Modified starch, Egg white powder, Sensory evaluation

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-02-21]