

اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی بستنی سنتی زعفرانی

بهزاد اردلان^۱، رضوان پوراحمد^{۲*} و حمید رضا مهدوی عادل^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

^۲ دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

^۳ استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

چکیده

بستنی خوراکی بسیار معروفی است که در سراسر دنیا خواهان دارد و طیف وسیعی از انواع دسرهای منجمد را در برمی‌گیرد. هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ لوبیای لوکاست بر کیفیت حسی و خواص فیزیکی شیمیایی بستنی سنتی زعفرانی بود. آنزیم ترانس گلوتامیناز در چهار سطح (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ ppm) و صمغ لوبیای لوکاست در دو سطح (۰/۱ و ۰/۲ درصد) استفاده شد. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی (pH، اسیدیته، مقاومت به ذوب، افزایش حجم و ویسکوزیته) و ویژگی‌های حسی (طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی) نمونه‌های بستنی طی دو ماه نگهداری بررسی گردید. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ لوبیای لوکاست بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی شیمیایی در کلیه تیمارها در طول دوره نگهداری معنی‌دار بود ($p < 0.05$). نمونه ۱ (۲۰۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) در روز شصتم، بهترین تیمار از نظر ویژگی‌های حسی و فیزیکی شیمیایی بود. استفاده از ۲۰۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست باعث افزایش pH، ویسکوزیته، افزایش حجم و بهبود طعم، رنگ و پذیرش کلی در طول زمان شد. بنابراین آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ لوبیای لوکاست می‌توانند به تولیدکنندگان بستنی به خصوص در تولید مخلوط‌هایی که چربی آنها کاهش یافته، توصیه شوند.

واژگان کلیدی: بستنی سنتی زعفرانی، ترانس گلوتامیناز، صمغ لوبیای لوکاست

مقدمه

است، طیف وسیعی از انواع دسرهای منجمد را در بر می‌گیرد (چگنی و مشکوه ۱۳۸۵). چاقی مفرط، اضافه وزن و سایر بیماری‌های مرتبط با رژیم غذایی پرچرب منجر به کاهش مقبولیت این محصولات در بین

بستنی خوراکی بسیار معروفی است که در سراسر دنیا خواهان دارد. واژه بستنی که از فعل بستن گرفته شده و به معنای مخلوطی می‌باشد که بسته یا سفت شده

متیل سلولوز و صمغ لوبیای لوکاست بودند که در غلظتهای ۰، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد استفاده شدند. نتایج نشان داد که اضافه کردن نشاسته ذرت، طعم و مزه خیلی مطلوبی در نمونه تولیدی ایجاد نموده که اختلاف معنی‌داری از لحاظ طعم و مزه با نمونه حاوی صمغ لوبیای لوکاست داشت، ولی با نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولوز اختلاف معنی‌داری در طعم و مزه نداشت. بهترین احساس دهانی مربوط به بستنی حاوی کربوکسی متیل سلولوز بود که به لحاظ احساس دهانی و سفتی با بستنی حاوی صمغ لوبیای لوکاست اختلاف معنی‌داری داشت. بستنی حاوی کربوکسی متیل سلولوز در غلظت ۰/۷۵٪ در اغلب موارد مورد پذیرش بود.

مویدزاده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تاثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر پروتئولیز و خواص رئولوژیک ماست همزده بدون چربی پرداختند. غلظت آنزیم در محدوده ۲ - ۰ واحد در گرم پروتئین شیر، میزان کازئینات سدیم در دامنه ۱/۲۷ - ۰ درصد و زمان نگهداری بین ۱۹ - ۱ روز بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت آنزیم ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌ها بطور معنی‌داری افزایش و میزان پروتئولیز در آنها کاهش یافت. با افزودن کازئینات سدیم نیز ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها افزایش یافت. همچنین در طی نگهداری، ظرفیت نگهداری آب کاهش و میزان پروتئولیز افزایش معنی‌داری نشان داد. در شرایط بهینه، غلظت آنزیم ۱/۴۲ واحد در گرم پروتئین شیر، میزان کازئینات سدیم ۰/۴۷ درصد و زمان نگهداری ۱۵ روز تعیین گردید.

آنزیم ترانس گلوتامیناز در مقایسه با افزودن ماده خشک می‌تواند خواص حسی مطلوبتری به وجود آورد. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز در مقایسه با افزودن ماده خشک باعث کاهش هزینه تمام شده محصول می‌گردد (بونسیچ و همکاران ۲۰۰۸).

مصرف‌کنندگان و افزایش تمایل آنها به سوی غذاهایی با مقدار چربی کاهش یافته شده‌است (آذری کیا و همکاران ۱۳۸۸). متناسب با نیاز و تقاضای مصرف‌کنندگان آگاه به سلامت، لازم است جهت بهبود این خصوصیات از جایگزین‌های چربی در فرمولاسیون بستنی استفاده گردد. جایگزین‌های چربی قابل پذیرش که در بستنی بکار می‌روند، بطور عمده بر پایه کربوهیدرات و پروتئین هستند که بجای جایگزین‌های بر پایه چربی بکار می‌روند (بنجامین و همکاران ۲۰۰۹). آنزیم ترانس گلوتامیناز با کد علمی EC ۲.۳.۱۳، در گروه آنزیم‌های آسیل ترانسفراز قرار دارد و می‌تواند واکنش‌هایی مانند ایجاد اتصالات عرضی، انتقال آسیل و دامیناسیون را کاتالیز کند. این آنزیم از برخی گونه‌های باسیلوس و استرپتوتوریتسیلیوم استخراج می‌شود و بطور گسترده در طبیعت یافت می‌شود. وزن مولکولی آن ۳۷۳۶۸ دالتون می‌باشد و حاوی ۳۳۱ اسید آمینه است. pH اپتیم فعالیت این آنزیم بین ۵ تا ۹ و بهترین دما برای عملکرد آن ۳۷ تا ۵۰ درجه سانتیگراد است. به طور کلی، آنزیم ترانس گلوتامیناز در دامنه دمایی وسیعی پایدار است و فعالیت خود را در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه حفظ می‌کند (دپلرو و همکاران ۲۰۱۰). صمغها یا هیدروکلوئیدها از اجزای مهم بستنی هستند. اهمیت اصلی آنها پایداری ترمودینامیکی محصول است. از ویژگی‌های مهم دیگر آنها، کنترل پدیده کریستالیزاسیون مجدد ناشی از نوسانات دمایی است که موجب نقص کیفیت نگهداری می‌شود. هیدروکلوئیدها، همچنین کیفیت بافت را تحت تاثیر قرار داده، شدت طعم و آزادسازی موقت آنها را کنترل نموده، درک حسی خامه‌ای را بهبود بخشیده و بر خصوصیات کیفی ذوب تاثیر می‌گذارند (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷).

آکالین و همکاران (۲۰۰۸) اثرات پایدارکننده‌ها را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی بررسی کردند. پایدار کننده‌ها شامل نشاسته ذرت، کربوکسی

ظروف پلاستیکی درپوش دار بسته بندی شدند. نمونه‌های آماده شده، در فریزر 18°C - نگهداری گردیدند. تولید نمونه‌ها با سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها به مدت دو ماه نگهداری شده و در فاصله زمانی هر دو هفته یکبار آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بر روی آن‌ها انجام گردید.

تیمارهای تحقیق در جدول ۱ مشخص شده‌است.

جدول ۱- تیمارهای تحقیق

تیمارها	آنزیم ترانس گلوتامیناز (ppm)	صمغ لوبیای لوکاست (%)
تیمار A (شاهد)	----	----
تیمار B	۵۰	۰/۱
تیمار C	۵۰	۰/۲
تیمار D	۱۰۰	۰/۱
تیمار E	۱۰۰	۰/۲
تیمار F	۱۵۰	۰/۱
تیمار G	۱۵۰	۰/۲
تیمار H	۲۰۰	۰/۱
تیمار I	۲۰۰	۰/۲

آزمون‌ها

آزمایش‌های فیزیکی-شیمیایی

pH با استفاده از pH متر (Model 691, Swiss) مطابق با دستور العمل شماره ۲۸۵۲ استاندارد ملی ایران اندازه گیری شد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۵).

اندازه گیری اسیدیته به روش دورنیک طبق استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲ انجام گرفت (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۵).

مقاومت به ذوب بر اساس روش مارشال و آربوکل (۱۹۹۶) اندازه گیری شد.

هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست بر کیفیت بستنی سنتی زعفرانی بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد اولیه برای تولید بستنی شامل: شیر و خامه (کارخانه به تک)، شکر (کارخانه قند کرج)، پایدار کننده، طعم دهنده زعفران (شرکت زعفران قائن)، شیر خشک (لبنیات پاک)، آنزیم ترانس گلوتامیناز (میس، ترکیه)، صمغ لوبیای لوکاست (پالسگارد، دانمارک) و گلاب (شرکت ربیع) بودند.

تولید بستنی

تمامی نمونه‌های بستنی دارای ۳۴ درصد ماده خشک، ۴ درصد چربی، ۳۰ درصد ماده خشک بدون چربی، ۲۵ درصد شیرین کننده (شکر) و مقدار معینی از پایدار کننده (کربوکسی متیل سلولز و گوارگام) بودند. برای تولید بستنی از روش آکالین و همکارن (۲۰۰۸) اقتباس شد. جهت تهیه مخلوط بستنی، ابتدا هر یک از مواد اولیه توزین گردیدند. پس از توزین مواد اولیه، شیر و خامه با یکدیگر مخلوط و حرارت داده شدند. پس از رسیدن به دمای 45°C و حل شدن خامه در شیر، مخلوط مواد خشک شامل شکر، پایدار کننده، شیر خشک و صمغ لوبیای لوکاست به آن اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه به وسیله هموژنایزر به طور کامل مخلوط گردیدند. آنزیم ترانس گلوتامیناز نیز پس از اتمام عمل اختلاط و یکنواختی کامل توسط هموژنایزر، اضافه شد و به مدت ۴۵ دقیقه در دمای 40°C نگهداری گردید. جهت پاستوریزاسیون مخلوط از دمای 75°C به مدت ۲۵ دقیقه استفاده شد. پس از پایان عملیات پاستوریزاسیون زعفران به مخلوط اضافه شده و مخلوط حاصل بلافاصله به وسیله حمام آب و یخ سرد گردیده و جهت رسانیدن به مدت ۲۴ ساعت در یخچال با دمای 4°C نگهداری شد. نمونه‌های بستنی در

میزان اسیدیته بدست آمد. اسیدیته نمونه‌ها با افزایش آنزیم کاهش یافت، همچنین با گذشت زمان هم اسیدیته افزایش داشت. می‌توان این طور استنباط کرد که افزایش آنزیم باعث افزایش ظرفیت بافری و در نتیجه کاهش اسیدیته شده است. آنزیم ترانس گلوتامیناز با عمل ایجاد اتصالات عرضی از طریق یک شبکه ژلی یکنواخت ممکن است منجر به افزایش اسیدیته در طول دوره نگهداری در نمونه‌های بستنی شده باشد (دی پیرو و همکاران ۲۰۱۰).

محققین پژوهشی در ارتباط با ترکیب اثر زمان انبارش، صمغ خرنوب و ماده خشک بر ویژگی‌های فیزیکی دلمه ماست کم چرب انجام دادند. با افزایش سطح مواد جامد، گرانبوی و ظرفیت نگهداری آب افزایش و آب اندازی کاهش یافت. وقتی مقدار خرنوب بیش از ۰/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم بود، ظرفیت نگهداری آب و اسیدیته کاهش و آب اندازی افزایش یافت. در ضمن، بهترین نتیجه مربوط به ماده خشک و خرنوب در مقادیر به ترتیب ۱۴ و ۰/۰۲ گرم بود (یونال و همکاران ۲۰۰۳). در واقع استفاده از صمغ با توجه به تاثیری که بر روی ظرفیت نگهداری آب و آب اندازی داشته باعث کاهش میزان اسیدیته شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

اورران بستنی با مقایسه وزن حجم مشخصی از بستنی و وزن همان حجم از مخلوط بستنی پیش از انجماد محاسبه گردید (سوکولیس و همکاران ۲۰۰۸). ویسکوزیته ظاهری با استفاده از ویسکومتر چرخشی بوهلین^۱ مجهز به سیرکولاتور حرارتی در دمای C ° ۵±۵ تعیین و درجه برش ۵/۸ (بر ثانیه) گزارش شد (سوکولیس و همکاران ۲۰۰۸).

ارزیابی حسی

جهت انجام آزمون حسی از ۷ ارزیاب آموزش دیده استفاده گردید. در این آزمون فاکتورهای طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی در پنج سطح (عالی، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف) ارزیابی شد.

آنالیز آماری

در این تحقیق ۹ تیمار با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام گردید. تجزیه آماری نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS 16 از طریق آنالیز واریانس و آزمون دانکن انجام پذیرفت. رسم منحنی‌ها هم با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی نمونه‌های بستنی در

طول دوره نگهداری

مقادیر اسیدیته نمونه‌های بستنی در جدول ۲ مشخص گردیده‌است. مطابق با جدول ۲، اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) بین مقادیر اسیدیته تیمارها در طول دوره نگهداری وجود داشت. البته در تیمار B در طول زمان اختلاف معناداری مشاهده نشد. با توجه به نتایج مشخص شد که با افزایش میزان آنزیم در تیمارها از میزان اسیدیته کاسته شده است. در روز شصتم بالاترین اسیدیته مربوط به تیمار A (تیمار شاهد) بود. در تیمار H (ppm ۲۰۰، آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۱٪ صمغ لوبیای لوکاست) در روز شصتم کمترین

¹Instruments, UK Bohlin Model - Visco88, Bohlin

جدول ۲- نتایج حاصل از سنجش اسیدیته (درجه دورنیک) نمونه‌های بستنی در طول نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	۹/۰±۳۲/۴۱ ^{Af}	۹/۰±۳۵/۰۳ ^{Af}	۹/۰±۳۴/۰۲ ^{Ae}	۹/۰±۳۷/۳۶ ^{Af}	۹/۰±۳۸/۳۰ ^{Ae}
B	۹/۰±۳۰/۰۰ ^{Aef}	۹/۰±۳۰/۰۲ ^{Ae}	۹/۰±۳۰/۰۱ ^{Ad}	۹/۰±۳۰/۰۰ ^{Ae}	۹/۰±۳۰/۰۱ ^{Ad}
C	۹/۰±۳۱/۰۲ ^{Aef}	۹/۰±۲۹/۰۱ ^{ABde}	۹/۰±۲۹/۰۱ ^{ABcd}	۹/۰±۲۹/۰۱ ^{ABde}	۹/۰±۲۸/۰۰ ^{Bcd}
D	۹/۰±۲۹/۰۱ ^{Bcde}	۹/۰±۲۸/۰۱ ^{ABcde}	۹/۰±۲۷/۰۱ ^{ABbc}	۹/۰±۲۷/۰۰ ^{ABcd}	۹/۰±۲۶/۰۱ ^{Abc}
E	۹/۰±۲۸/۰۱ ^{Ccd}	۹/۰±۲۷/۰۱ ^{BCcd}	۹/۰±۲۷/۰۱ ^{BCbc}	۹/۰±۲۶/۰۱ ^{ABbc}	۹/۰±۲۵/۰۱ ^{Ab}
F	۹/۰±۲۶/۰۰ ^{Bbc}	۹/۰±۲۶/۰۱ ^{ABbc}	۹/۰±۲۵/۰۱ ^{ABb}	۹/۰±۲۵/۰۱ ^{ABbc}	۹/۰±۲۴/۰۵ ^{Ab}
G	۹/۰±۲۶/۰۰ ^{Cbc}	۹/۰±۲۶/۰۵ ^{BCc}	۹/۰±۲۵/۰۱ ^{ABb}	۹/۰±۲۴/۰۱ ^{Ab}	۹/۰±۲۳/۰۰ ^{Ab}
H	۹/۰±۲۴/۰۰ ^{Cab}	۹/۰±۲۴/۰۱ ^{BCab}	۹/۰±۲۱/۰۱ ^{ABa}	۹/۰±۲۱/۰۱ ^{Aa}	۹/۰±۲۰/۰۰ ^{Aa}
I	۹/۰±۲۳/۰۱ ^{Ca}	۹/۰±۲۲/۰۱ ^{Aa}	۹/۰±۲۲/۲۰ ^{Aa}	۹/۰±۲۱/۰۲ ^{Aa}	۹/۰±۲۶/۰۵ ^{Aa}

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است. حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطر می‌باشد ($p < 0/05$)

توانست خواصی شبیه نمونه تیمار نشده ایجاد کند، البته غلظت بالاتر، خواص بهتری را موجب شد ولی از لحاظ اقتصادی توجیهی نداشت، چرا که میزان کمتر آنزیم توانسته بود ماستی مشابه نمونه کنترل ایجاد کند. با توجه به نتایج، این آنزیم تأثیری روی میزان pH نداشته‌است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد.

نتایج حاصل از سنجش ویسکوزیته نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری در جدول ۴ مشخص گردیده‌است. در تمامی روزهای مورد بررسی بالاترین ویسکوزیته مربوط به تیمار I بود که به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد و دیگر تیمارها بالاتر بود ($p < 0/05$) و کمترین ویسکوزیته در نمونه شاهد و پس از آن در رتبه بعدی تیمارهای B و C قرار گرفتند که البته اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده شد ($p < 0/05$). ویسکوزیته تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان از روز اول تا شصتم افزایش یافت. بطوریکه در تیمارهای A و E در روزهای صفر و پانزدهم کمترین میزان ویسکوزیته مشاهده شد و ویسکوزیته روز شصتم به طور معنی‌داری از روزهای دیگر بالاتر بود ($p < 0/05$). در تیمارهای I و H نیز ویسکوزیته روز شصتم به طور معنی‌داری از روزهای دیگر بالاتر بود

نتایج حاصل از سنجش pH نمونه‌های بستنی در طول نگهداری در جدول ۳ نشان داده شده‌است. در روز صفر بالاترین pH متعلق به تیمار A (تیمار شاهد) بود که به طور معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها پایین تر بود ($p < 0/05$) و بالاترین pH در تیمارهای I و H مشاهده شد. در روزهای دیگر مورد بررسی نیز به همین ترتیب کمترین pH با اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) با دیگر تیمارها، مربوط به نمونه شاهد بود. با توجه به نتایج می‌توان این طور استنباط کرد که عامل زمان تأثیر گذار نبوده و این اختلاف بین بالاترین و پایین ترین تیمار به دلیل وجود آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست بوده‌است. بالا رفتن pH با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز می‌تواند به دلیل افزایش گروه‌های آمینواسیدی آزاد باشد (آترو و همکاران ۱۹۹۷).

فدائی نوغانی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به عنوان بخشی از کنسانتره پروتئین شیر بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حسی ماست اسفناج پرداختند. افزودن غلظت‌های مختلف آنزیم ضمن جلوگیری از تغییرات مشخص در pH و اسیدیته، ویسکوزیته ماست را افزایش داد و باعث کاهش آب اندازی در ماست شد. غلظت ۰/۱ گرم بر لیتر

($p < 0.05$). در دیگر نمونه‌ها با گذشت زمان ویسکوزیته کاهش یافت هر چند که در تیمارهای C، D و F، تنها در روز شصتم اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نسبت به نمونه شاهد ملاحظه گشت ($p < 0.05$). با توجه به نتایج می‌توان این طور استنباط کرد که استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست باعث افزایش میزان ویسکوزیته نسبت به سایر تیمارها شده‌است. یکی از فاکتورهای مهم و تاثیر گذار در کیفیت محصول، ویسکوزیته ظاهری است که ویژگی یک ماده در مقابل تغییر شکل را نشان می‌دهد. ترکیب شیر و مقدار ماده خشک آن در کنار عواملی مانند دما، زمان حرارت دهی و شرایط نگهداری از عوامل موثر در ویژگی‌های رئولوژیکی محصول نهایی هستند (گیرارد و همکاران ۲۰۰۷). در پژوهشی، تاثیر صمغ لوبیای لوکاست و نشاسته بر ویژگی‌های رئولوژیکی، حسی و بافتی ماست همزده بررسی شد. نمونه‌های تولید شده با ۶ میلی گرم بر گرم صمغ لوبیای لوکاست هیچگونه آب اندازی نداشتند و بیشترین ویسکوزیته، احساس دهانی و خامه‌ای بودن را از خود نشان دادند (آرس ۲۰۰۸)، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد یعنی با افزایش میزان صمغ ویسکوزیته افزایش یافته‌است.

نتایج حاصل از درصد نوب شدن نمونه‌های بستنی در طول نگهداری در جدول ۵ مشخص شده‌است. در تمامی روزهای مورد بررسی بالاترین درصد نوب شدن مربوط به تیمار A بود که به طور معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها بالاتر بود ($p < 0.05$) و کمترین درصد نوب شدن در تیمار I و پس از آن در رتبه بعدی تیمارهای H و G قرار گرفتند که دارای کمترین درصد نوب شدن بودند که البته اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده شد ($p < 0.05$). در تیمار C روزهای چهل و پنجم و شصتم و در تیمارهای D، E، F، I روز شصتم پایین‌ترین درصد نوب شدن ملاحظه گشت. علت افزایش مقاومت به نوب در اثر افزایش ترانس

گلوتامیناز میکروبی، به واسطه پلیمریزاسیون پروتئین‌های موجود در مخلوط بستنی و پروتئین‌های شیر از طریق فعالیت ترانس گلوتامیناز میکروبی و درگیری حباب‌های هوا در این شبکه پروتئینی که منجر به کاهش میزان انتقال حرارت و نوب شدن می‌شود قابل توجه است. اهمیت اصلی صمغ پایدار ترمودینامیکی محصول است. نقش صمغ، به‌خاطر داشتن توانایی آن در ایجاد ساختمان ژل در آب و یا جذب آب است (مارشال و آربوکل ۱۹۹۶). در یک تحقیق مشابه، جاویدی و همکاران (۱۳۹۰) تاثیر صمغ‌های گوار و دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکی بستنی کم چرب و نیم چرب را بررسی نمودند. با کاهش چربی، سرعت نوب در بستنی افزایش یافت، اما با افزودن صمغ به عنوان جایگزین چربی و افزایش غلظت آن، روند معکوس در این ویژگی دیده شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

جدول ۳- نتایج حاصل از pH نمونه‌های بستنی در طول نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	۶/۰±۲۰/۰۱ ^{Ca}	۶/۰±۱۸/۰۰ ^{Ba}	۶/۰±۱۸/۰۱ ^{Aba}	۶/۰±۱۷/۰۱ ^{ABa}	۶/۰±۱۶/۰۰ ^{Aa}
B	۶/۰±۲۱/۰۰ ^{Ab}	۶/۰±۲۲/۰۱ ^{Ab}	۶/۰±۲۱/۰۰ ^{Ab}	۶/۰±۲۱/۰۱ ^{Ab}	۶/۰±۲۱/۰۲ ^{Ab}
C	۶/۰±۲۲/۰۰ ^{Abc}	۶/۰±۲۳/۰۰ ^{ABbc}	۶/۰±۲۲/۰۰ ^{ABbc}	۶/۰±۲۳/۰۱ ^{ABb}	۶/۰±۲۴/۰۱ ^{Bc}
D	۶/۰±۲۳/۰۱ ^{Ac}	۶/۰±۲۴/۰۰ ^{Bcd}	۶/۰±۲۵/۰۱ ^{BCcd}	۶/۰±۲۵/۰۰ ^{BCc}	۶/۰±۲۶/۰۰ ^{Cd}
E	۶/۰±۲۴/۰۰ ^{Ad}	۶/۰±۲۵/۰۰ ^{ABde}	۶/۰±۲۵/۰۱ ^{ABcd}	۶/۰±۲۶/۰۰ ^{BCcd}	۶/۰±۲۷/۰۱ ^{Cd}
F	۶/۰±۲۵/۰۰ ^{Ade}	۶/۰±۲۶/۰۰ ^{Aef}	۶/۰±۲۶/۰۱ ^{Ade}	۶/۰±۲۶/۰۱ ^{Ac}	۶/۰±۲۷/۰۱ ^{Ad}
G	۶/۰±۲۶/۰۰ ^{Aef}	۶/۰±۲۶/۰۲ ^{Aef}	۶/۰±۲۶/۰۱ ^{Ade}	۶/۰±۲۷/۰۰ ^{Ad}	۶/۰±۲۷/۰۰ ^{Ade}
H	۶/۰±۲۷/۰۰ ^{Afg}	۶/۰±۲۸/۰۱ ^{ABfg}	۶/۰±۲۸/۰۰ ^{ABef}	۶/۰±۲۹/۰۱ ^{Be}	۶/۰±۲۹/۰۰ ^{Bef}
I	۶/۰±۲۸/۰۱ ^{Ag}	۶/۰±۲۸/۰۰ ^{ABg}	۶/۰±۲۸/۰۰ ^{ABf}	۶/۰±۲۵/۰۳ ^{Be}	۶/۰±۳۰/۰۱ ^{Bf}

مقادیر براساس میانگین \pm انحراف معیار گزارش گردیده‌است. حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطر می‌باشد ($p < 0.05$)

جدول ۴- نتایج حاصل از ویسکوزیته نمونه‌های بستنی (سانتی پواز) در طول دوره نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	۸۵۰/۰±۴۷۲/۱۸ ^{Aa}	۸۵۰/۰±۴۷/۵۵ ^{Aa}	۸۵۱/۰±۱۴/۱۳ ^{Ba}	۸۵۱/۰±۱۳/۰۷ ^{BCa}	۸۵۱/۰±۷۶/۰۵ ^{Ca}
B	۸۹۷/۰±۴۷۲/۱۸ ^{Ab}	۸۵۰/۰±۸۱/۱۹ ^{Bb}	۸۹۱/۰±۱۴/۱۳ ^{Cb}	۸۹۱/۰±۳۷/۰۷ ^{Cb}	۸۹۱/۰±۷۶/۰۵ ^{Db}
C	۸۹۷/۰±۴۷۲/۱۸ ^{Ac}	۸۹۷/۰±۹۱/۰۸ ^{Ac}	۸۹۸/۰±۱۴/۱۳ ^{Ac}	۸۹۸/۰±۳۷/۰۷ ^{Ac}	۸۹۸/۰±۷۶/۰۵ ^{Ac}
D	۹۳۵/۰±۴۷/۱۸ ^{Ad}	۹۳۶/۰±۲۲/۰۶ ^{Bd}	۹۳۶/۰±۱۴/۱۳ ^{BCd}	۹۳۶/۰±۳۷/۰۷ ^{BCd}	۹۳۶/۰±۷۳/۰۵ ^{Cd}
E	۹۴۳/۰±۴۷/۱۸ ^{Ae}	۹۴۳/۰±۹۱/۰۸ ^{ABe}	۹۴۴/۰±۱۴/۱۳ ^{Be}	۹۴۴/۰±۰۳/۵۳ ^{Be}	۹۴۴/۰±۷۶/۰۵ ^{Ce}
F	۹۸۳/۰±۴۷۲/۱۸ ^{Af}	۹۸۳/۰±۹۱/۰۸ ^{Bf}	۹۸۴/۰±۱۴/۱۳ ^{Cf}	۹۸۴/۰±۳۷/۰۷ ^{Df}	۹۸۴/۰±۷۶/۰۵ ^{Ef}
G	۹۲۶/۰±۲۶/۰۰ ^{Ag}	۹۹۲/۰±۹۴/۰۵ ^{Bg}	۹۹۳/۰±۱۴/۱۳ ^{Cg}	۱۰۳۰/۰±۳۷/۰۷ ^{Dg}	۹۹۳/۰±۷۶/۰۵ ^{Eg}
H	۱۰۲۹/۰±۵۳/۱۸ ^{Ah}	۱۰۲۹/۰±۰۵/۱۹ ^{Bh}	۱۰۳۰/۰±۱۳/۱۳ ^{BCh}	۱۰۳۰/۰±۳۰/۰۷ ^{Ch}	۱۰۳۰/۰±۸۳/۰۷ ^{Dh}
I	۱۰۳۹/۰±۵۳/۱۸ ^{Ai}	۱۰۳۹/۰±۹۳/۰۸ ^{ABi}	۱۰۴۰/۰±۱۳/۱۳ ^{ABi}	۱۰۴۰/۰±۰۰/۶۴ ^{ABi}	۱۰۴۰/۰±۴۳/۶۳ ^{Bi}

مقادیر براساس میانگین \pm انحراف معیار گزارش گردیده‌است. حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطر می‌باشد ($p < 0.05$)

تیمارها مشاهده شد ($p < 0.05$). تنها در تیمار F با گذشت زمان، افزایش حجم به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش نشان داد. افزایش حجم تیمارهای A و B با گذشت زمان از روز اول تا شصتم افزایش یافت و در روزهای چهل و پنجم و شصتم بالاترین افزایش حجم را از خود نشان داد که در این فاکتور اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در این دو روز ملاحظه نگشت. در تیمار C بالاترین افزایش حجم در روز سی-

نتایج حاصل از افزایش حجم نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری در جدول ۶ مشخص شده است. در تمامی روزهای مورد بررسی بالاترین افزایش حجم مربوط به تیمار I بود که به طور معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها بالاتر بود ($p < 0.05$) و کمترین افزایش حجم در تیمار A ملاحظه شد و پس از آن در رتبه بعدی تیمارهای B و C قرار گرفتند که دارای کمترین افزایش حجم بودند که البته اختلاف معنی‌داری بین این

ام و چهل و پنجم ملاحظه گشت که در این فاکتور اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در این دو روز ملاحظه نگشت.

جدول ۵- نتایج حاصل از درصد نوب شدن (درصد) نمونه‌های بستنی در طول نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	۲۴/۰±۲۵/۰۶ ^{BCa}	۲۴/۰±۲۴/۰۵ ^{BCa}	۳۴/۰±۱۶/۰۸ ^{Ba}	۳۴/۰±۶۴/۴۵ ^{Ca}	۳۳/۰±۷۳/۰۶ ^{Aa}
B	۲۹/۰±۲۲/۰۷ ^{Cb}	۲۹/۰±۲۴/۰۵ ^{Cb}	۲۹/۰±۱۶/۰۹ ^{Cb}	۲۸/۰±۹۷/۱۳ ^{Bb}	۲۸/۰±۷۳/۰۷ ^{Ab}
C	۲۸/۰±۷۵/۰۶ ^{Bc}	۲۸/۰±۷۴/۰۵ ^{Bc}	۲۸/۰±۷۹/۲۵ ^{Bc}	۲۸/۰±۴۵/۱۵ ^{Ac}	۲۸/۰±۲۳/۰۸ ^{Ac}
D	۲۴/۰±۲۵/۰۵ ^{Cd}	۲۴/۰±۲۴/۰۶ ^{Cd}	۲۴/۰±۱۶/۰۵ ^{Cd}	۲۳/۰±۹۶/۱۶ ^{Bd}	۲۳/۰±۷۳/۰۶ ^{Ad}
E	۲۳/۰±۶۵/۰۴ ^{Ce}	۲۳/۰±۶۴/۰۴ ^{Ce}	۲۳/۰±۵۶/۰۹ ^{Ce}	۲۳/۰±۳۷/۱۷ ^{Be}	۲۳/۰±۱۳/۰۵ ^{Ae}
F	۱۹/۰±۵۵/۰۶ ^{Cf}	۲۰/۰±۲۴/۰۴ ^{Cf}	۲۰/۰±۱۶/۰۴ ^{Cf}	۱۹/۰±۹۷/۱۴ ^{Bf}	۱۹/۰±۷۳/۰۷ ^{Af}
G	۲۰/۰±۲۵/۰۶ ^{Cg}	۱۹/۰±۵۴/۰۴ ^{Cg}	۱۹/۰±۴۶/۰۴ ^{Cg}	۱۹/۰±۲۸/۰۶ ^{Bf}	۱۹/۰±۰۷/۰۳ ^{Af}
H	۱۵/۰±۲۵/۰۳ ^{Ch}	۱۵/۰±۲۳/۰۷ ^{Ch}	۱۵/۰±۱۶/۰۵ ^{Ch}	۱۴/۰±۹۶/۱۶ ^{Bh}	۱۴/۰±۷۳/۰۶ ^{Ah}
I	۱۴/۰±۴۵/۰۳ ^{Ch}	۱۴/۰±۴۴/۰۶ ^{Ch}	۱۴/۰±۳۶/۰۵ ^{Ch}	۱۴/۰±۱۶/۱۴ ^{Bi}	۱۳/۰±۹۳/۰۶ ^{Ai}

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است. حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

جدول ۶- نتایج حاصل از افزایش حجم (درصد) نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	۱۵/۰±۸۲/۰۷ ^{Aa}	۱۵/۰±۹۳/۰۵ ^{Aa}	۱۶/۰±۰۷/۰۷ ^{Ba}	۱۶/۰±۱۷/۰۵ ^{BCa}	۱۶/۰±۲۱/۰۴ ^{Ca}
B	۱۹/۰±۳۲/۰۷ ^{Ab}	۱۹/۰±۴۳/۰۵ ^{Ab}	۱۹/۰±۵۷/۰۷ ^{Bb}	۱۹/۰±۶۷/۰۵ ^{BCb}	۱۹/۰±۷۱/۰۴ ^{Cb}
C	۱۹/۰±۷۲/۱۴ ^{Ac}	۱۹/۰±۸۳/۱۳ ^{ABc}	۱۹/۰±۹۷/۰۷ ^{BCc}	۲۰/۰±۰۷/۱۵ ^{Cc}	۱۹/۰±۷۱/۰۴ ^{Ab}
D	۲۲/۰±۸۲/۰۷ ^{Ad}	۲۲/۰±۹۳/۰۵ ^{Ad}	۲۳/۰±۰۷/۰۷ ^{Bd}	۲۳/۰±۱۷۸۲/۰۵ ^{Bd}	۲۳/۰±۱۱/۰۹ ^{Bc}
E	۲۳/۰±۲۲/۱۰ ^{Ae}	۲۳/۰±۳۳/۰۸ ^{ABe}	۲۳/۰±۴۶/۱۵ ^{BCE}	۲۳/۰±۵۷/۰۴ ^{Ce}	۲۳/۰±۶۱/۰۵ ^{Cd}
F	۲۶/۰±۳۲/۰۷ ^{Bf}	۲۶/۰±۴۳/۰۵ ^{BCf}	۲۶/۰±۷۴/۳۱ ^{Df}	۲۶/۰±۶۷۳۲/۰۵ ^{CDf}	۲۳/۰±۷۱/۰۴ ^{Ad}
G	۲۶/۰±۷۲/۰۹ ^{Ag}	۲۶/۰±۸۳/۰۸ ^{ABg}	۲۷/۰±۱۴/۴۱ ^{ABg}	۲۷/۰±۰۷/۱۳ ^{Bg}	۲۷/۰±۱۱/۰۵ ^{ABe}
H	۲۹/۰±۸۲/۰۷ ^{Ah}	۲۹/۰±۹۰/۰۲ ^{Ah}	۳۰/۰±۲۴/۳۱ ^{Bh}	۳۰/۰±۱۷/۰۵ ^{Bh}	۳۰/۰±۶۱/۰۵ ^{Cf}
I	۳۰/۰±۲۲/۰۹ ^{Ai}	۳۰/۰±۳۳/۰۸ ^{ABi}	۳۰/۰±۳۶/۲۵ ^{Ci}	۳۰/۰±۵۷/۰۴ ^{BCi}	۳۱/۰±۰۱/۰۹ ^{Dg}

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است. حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

به شکل یک قطعه یخ سخت در می‌آید (چگنی و مشکوه ۱۳۸۵). با توجه به نتایج پژوهش، با کاربرد بالاترین میزان آنزیم ترانس گلوتامیناز در طول زمان میزان افزایش حجم، افزایش یافت. علت این پدیده را می‌توان به

افزایش حجم، از طریق ورود هوا به داخل بستنی، اورران نامیده می‌شود. معمولاً میزان اورران حداکثر تا ۱۰۰ درصد است. یعنی به ازای یک لیتر از مخلوط، تا یک لیتر هوا وارد آن می‌گردد. بدون وجود هوا، بستنی

صفر و ۱۵ ام محصول از نظر طعم در سطح پایینی قرار داشته‌است.

هیدروکلوئیدها، کیفیت بافت را تحت تاثیر قرار داده، شدت طعم و آزادسازی موقت آنها را کنترل نموده، درک حسی خامه‌ای را بهبود بخشیده و بر خصوصیات کیفی ذوب تاثیر می‌گذارند (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷). در یک بررسی محققین دریافته‌اند که اضافه کردن نشاسته ذرت، طعم و مزه خیلی مطلوبی را در نمونه های بستنی ایجاد می‌کند که اختلاف معنی‌داری از لحاظ طعم و مزه با نمونه حاوی صمغ لوبیای لوکاست داشت، ولی با نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز اختلاف معنی‌داری در طعم و مزه نداشت. بهترین احساس دهانی مربوط به بستنی حاوی کربوکسی متیل سلولز بود که به لحاظ احساس دهانی و سفتی با بستنی حاوی صمغ لوبیای لوکاست اختلاف معنی‌داری داشت. بستنی حاوی کربوکسی متیل سلولز در غلظت ۰/۷۵٪ در اغلب موارد مورد پذیرش بود ولی بستنی حاوی صمغ لوبیای لوکاست مورد پذیرش چندانی قرار نگرفت (آکالین و همکاران ۲۰۰۸). نتایج تحقیق حاضر با نتایج محققین فوق مغایرت دارد. در این خصوص می‌توان گفت که آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بواسطه تشکیل یک شبکه سه بعدی از پروتئین‌ها نسبت به افزودن ماده خشک احساس دهانی مطلوبتری را بوجود می‌آورد و ضمناً صمغ لوبیای لوکاست شدت طعم و آزادسازی موقت آن را کنترل نموده، درک حسی خامه‌ای را بهبود می‌بخشد.

افزایش درگیری حبابهای هوا در شبکه سه بعدی پروتئینی

بزرگ تشکیل شده توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز، مربوط دانست (فاریگمند و همکاران ۱۹۹۹).

جاویدی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند با کاهش چربی، میزان افزایش حجم بستنی افزایش یافت، اما با افزودن صمغ به عنوان جایگزین چربی و افزایش غلظت آن، روند معکوس در این ویژگی دیده شد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد. علت این مسئله آن است که صمغ حاضر در غلظت‌های پایین استفاده گردیده و نسبت به ترانس گلوتامیناز میکروبی ویسکوزیته کمتری ایجاد کرده است بنابراین در حین زدن و انجماد موجب سفت شدن بیش از حد بافت نشده و هوا تا حدودی می‌تواند وارد بافت شده و در نتیجه ضریب افزایش حجم افزایش می‌یابد.

ویژگی‌های حسی نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری

امتیازهای طعم نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری در جدول ۷ نشان داده شده‌است. در روز شصتم بالاترین امتیاز طعم مربوط به تیمار I (ppm ۲۰۰ آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) بود و در تیمار B در روز صفر، ۱۵ و ۳۰ و تیمار C در روز صفر و ۱۵ ام و تیمار E در روز صفر و ۱۵ ام و ۳۰ ام و در تیمار F در روز صفر و ۱۵ ام و در تیمار G در روز صفر و ۴۵ ام و در تیمار H در روز صفر و ۱۵ ام و در تیمار I در روز صفر کمترین امتیاز طعم بدست آمد. در واقع آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست روی طعم محصول تاثیر گذار بوده به صورتی که باعث بهبود طعم بستنی شده‌است و همچنین عامل زمان در کلیه تیمارها تاثیر گذار بوده به صورتی که در روزهای

جدول ۷- نتایج حاصل از ارزیابی طعم نمونه‌های بستنی در طول نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	Ab _ε /۰.±۲۸/۴۸	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aab _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷
B	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aab _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷
C	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aa _ε /۰.±۲۸/۴۸	Aab _ε /۰.±۴۲/۵۳	Aa _ε /۰.±۲۸/۴۸
D	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷	ABab _ε /۰.±۲۸/۴۸	Ba _ε /۰.±۵۷/۵۳
E	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABa _ε /۰.±۲۸/۴۸	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _ε /۰.±۵۷/۵۳
F	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aab _ε /۰.±۲۸/۴۸	Aa _ε /۰.±۴۲/۵۳
G	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABa _ε /۰.±۱۴/۳۷	ABa _ε /۰.±۱۴/۳۷	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _ε /۰.±۴۲/۵۳
H	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABa _ε /۰.±۲۸/۴۸	ABab _ε /۰.±۴۲/۵۳	Ba _ε /۰.±۵۷/۵۳
I	Aa _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABCa _ε /۰.±۲۸/۴۸	ABa _ε /۰.±۱۴/۳۷	BCb _ε /۰.±۵۷/۵۳	Ca _ε /۰.±۷۱/۴۸

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است.

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

جدول ۸- نتایج حاصل از ارزیابی رنگ نمونه‌های بستنی طی ۶۰ روز نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	Aab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Aab _۳ /۰.±۷۱/۴۸	ABab _۳ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bb _ε /۰.±۲۸/۴۸	Babc _ε /۰.±۴۲/۵۳
B	Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	ABa _۳ /۰.±۲۸/۴۸	ABCa _۳ /۰.±۵۷/۵۳	BCa _۳ /۰.±۷۱/۴۸	Ca _ε /۰.±۰.۰/۰.۰
C	Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	ABa _۳ /۰.±۴۲/۵۳	BCa _۳ /۰.±۷۱/۴۸	BCab _۳ /۰.±۸۵/۳۷	Ca _ε /۰.±۰.۰/۰.۰
D	Aa _۳ /۰.±۲۸/۴۸	Aa _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Bab _۳ /۰.±۸۵/۳۷	Bab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _ε /۰.±۰.۰/۰.۰
E	Aa _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Aab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Bab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _ε /۰.±۰.۰/۰.۰
F	Aab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Bb _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _ε /۰.±۱۴/۳۷	Ba _ε /۰.±۱۴/۳۷
G	Aab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Bb _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _ε /۰.±۱۴/۳۷	Bab _ε /۰.±۲۸/۴۸
H	Ab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABb _ε /۰.±۲۸/۴۸	Aab _ε /۰.±۱۴/۳۷	Bbc _ε /۰.±۵۷/۵۳
I	Ab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	Ab _ε /۰.±۰.۰/۰.۰	ABb _ε /۰.±۲۸/۴۸	ABb _ε /۰.±۲۸/۴۸	Bc _ε /۰.±۷۱/۴۸

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است.

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

با توجه به نتایج، آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست روی رنگ محصول تاثیر گذار بوده به صورتی که باعث بهبود رنگ بستنی شده‌است. همچنین عامل زمان در تیمارها تاثیر گذار بوده‌است به صورتی که تیمارهای B و C در روز صفر از نظر رنگ در سطح پایینی قرار داشته‌اند.

در یک بررسی، سخاوتی زاده و صادق زاده فر (۱۳۹۲) گزارش نمودند که با افزایش میزان گوار، امتیاز رنگ در

امتیازهای رنگ نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری در جدول ۸ نشان داده شده‌است. در روز شصتم بالاترین امتیاز رنگ مربوط به تیمار I (ppm) ۲۰۰ آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) بود و در تیمار B (ppm) ۵۰ آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۱٪ صمغ لوبیای لوکاست) و C (ppm) ۵۰ آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) در روز صفر کمترین امتیاز رنگ بدست آمد.

۲۰۰ آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۱٪ صمغ لوبیای لوکاست) بود. در تیمارهای A (شاهد) و B (۵۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۱٪ صمغ لوبیای لوکاست) و C (۵۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) در روز صفر کمترین امتیاز بافت بدست آمد. در پذیرش کلی مواد غذایی کم چرب، بافت نسبت به طعم مهم تر است (مارشال و آربوکل ۱۹۹۶). در یک بررسی مشابه پژوهشگران آنزیم ترانس گلوتامیناز را در مراحل مختلف تولید (بعد از هموژنیزاسیون، بعد از پاستوریزاسیون و همزمان با آغازگر) و در دو مدت زمان گرمخانه گذاری متفاوت (۱۰ دقیقه و ۱ ساعت) به شیر ماست سازی اضافه کردند و دریافتند که افزودن آنزیم باعث افزایش سفتی بافت و کاهش سینرزیس ماست قالبی شد (سانلی و همکاران ۲۰۱۱).

ماست کم چرب کاهش می‌یابد. علت کاهش مقبولیت رنگ در نمونه‌های حاوی گوارنسبت به نمونه کنترل شاید به دلیل ایجاد کدورت در محصول باشد. یافته‌های محققین نشان داد که گوار رنگ محصول را تیره می‌نماید و بعضی مواقع این تیرگی به صورت لکه‌هایی در محصول دیده می‌شود. هرچه میزان گوار افزایش یابد میزان ماده خشک محصول افزایش یافته و کدورت محصول نیز افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیق فوق مغایرت دارد. در این خصوص می‌توان گفت که در نمونه‌های بستنی مورد آزمایش عامل زمان تاثیرگذار بوده و با گذشت زمان طی انبارداری در سردخانه رنگ نمونه‌های بستنی بهبود یافته‌است. امتیازهای بافت نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری در جدول ۹ نشان داده شده است. در روز شصتم بالاترین امتیاز بافت مربوط به تیمار H (ppm

جدول ۹- نتایج حاصل از ارزیابی بافت نمونه‌های بستنی طی ۶۰ روز نگهداری

تیمار	روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
A	Aa _۳ /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Aa _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Ba _۴ /۰.±۱۴/۳۷	Bbcd _۴ /۰.±۴۲/۵۳
B	Aa _۳ /۰.±۰.۰/۵۷	Aab _۳ /۰.±۲۸/۴۸	Aba _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Ca _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	BCa _۳ /۰.±۸۵/۳۷
C	Aa _۳ /۰.±۰.۰/۰.۰	Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Bab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Ca _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Cab _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰
D	Aa _۳ /۰.±۲۸/۴۸	Ab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Bbc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰
E	Aab _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Bc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bbc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰
F	Abc _۳ /۰.±۷۱/۴۸	Bc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bbc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ba _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Bab _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰
G	Ac _۳ /۰.±۸۵/۳۷	ABc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	ABbc _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	ABa _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Babc _۴ /۰.±۲۸/۴۸
H	Ac _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ac _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ac _۴ /۰.±۱۴/۳۷	Aa _۴ /۰.±۲۸/۴۸	Bd _۴ /۰.±۷۱/۴۸
I	Ac _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	Ac _۴ /۰.±۰.۰/۰.۰	ABC _۴ /۰.±۲۸/۴۸	ABa _۴ /۰.±۲۸/۴۸	Bcd _۴ /۰.±۵۷/۵۳

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده‌است.

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

بیشترین میزان پذیرش کلی در هر تیمار داشت. در تیمار A بیشترین میزان پذیرش کلی در روز ۶۰ مشاهده شد که با پذیرش کلی در روزهای ۳۰ و ۴۵ تفاوت معنادار نداشت. در روز شصتم بالاترین پذیرش

بررسی نتایج حاصل از پذیرش کلی نمونه‌های بستنی در جدول ۶ نشان داده شده است. در تیمارهای A, B, C, D و E کمترین میزان پذیرش کلی مربوط به روز صفر بود که البته تفاوت کاملاً معناداری (p<۰/۰۵) با

اساسی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنهاست. با توجه به اهمیت این خواص، بررسی و شناخت عوامل موثر بر آنها به منظور دستیابی به خواص حسی بهینه و جلوگیری از ایجاد خواص حسی نامطلوب ضروری است.

کلی مربوط به تیمار I (۲۰۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) بود. در تیمار B (۵۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۱٪ صمغ لوبیای لوکاست) و C (۵۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست) در روز صفر کمترین میزان پذیرش کلی بدست آمد. ارزیابی حسی از عوامل

جدول ۱۰- نتایج حاصل از ارزیابی پذیرش کلی نمونه‌های بستنی در طول دوره نگهداری

روز صفر	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰	
Ab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Aabc _۳ /۰.±۷۱/۴۸	ABab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	ABa _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Bab _۳ /۰.±۲۸/۴۸	A
Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Aba _۳ /۰.±۴۲/۵۳	BCa _۳ /۰.±۷۱/۴۸	Ca _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ca _۳ /۰.±۰۰/۰۰	B
Aa _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Bab _۳ /۰.±۵۷/۵۳	Cab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ca _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ca _۳ /۰.±۰۰/۰۰	C
Aab _۳ /۰.±۴۲/۵۳	Bbc _۳ /۰.±۸۵/۳۷	Bb _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Ba _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ba _۳ /۰.±۰۰/۰۰	D
Abc _۳ /۰.±۷۱/۴۸	Bc _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Bab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ba _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ba _۳ /۰.±۰۰/۰۰	E
Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aa _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aa _۳ /۰.±۰۰/۰۰	F
Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aa _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Bab _۳ /۰.±۲۸/۴۸	G
Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ab _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Aab _۳ /۰.±۱۴/۳۷	Bbc _۳ /۰.±۵۷/۵۳	H
Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ac _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Aab _۳ /۰.±۰۰/۰۰	Ab _۳ /۰.±۲۸/۴۸	Bc _۳ /۰.±۷۱/۴۸	I

مقادیر براساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

حروف کوچک متفاوت نشاندهنده تفاوت معنادار در ستون و حروف بزرگ متفاوت نشاندهنده تفاوت معنادار در سطر می‌باشد (p<۰/۰۵)

نتیجه‌گیری کلی

روزهای چهل و پنجم و شصتم حاصل گردید. در واقع استفاده از ۲۰۰ ppm آنزیم ترانس گلوتامیناز و ۰/۲٪ صمغ لوبیای لوکاست باعث افزایش pH، ویسکوزیته، افزایش حجم، افزایش مقاومت به ذوب، بهبود طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی در طول زمان شده است. بنابراین استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست در بستنی‌ها برای حفظ بافت و ویسکوزیته بجای کمبود چربی توصیه می‌شود.

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ لوبیای لوکاست در بالاترین میزان مصرف باعث کاهش میزان اسیدیته و افزایش pH، ضریب افزایش حجم و بهبود رنگ و بافت در روز شصتم شدند. با استفاده از بالاترین میزان آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ لوبیای لوکاست، درصد ذوب شدن در روزهای شصتم و چهل و پنجم کاهش پیدا کرد و بیشترین ویسکوزیته در

منابع مورد استفاده

- آذری کیا ف، عباسی س، عزیزی م ح، ۱۳۸۸، بررسی کارایی و سازوکار برخی ترکیبات هیدروکلوئیدی در جلوگیری از دوفاز شدن دوغ، علوم تغذیه و صنایع غذایی. ایران، ۴ (۱)، ۲۲-۱۲.
- بهرام پرور م، حداد خدا پرست م، امینی ا م، ۱۳۸۷، بررسی تاثیر مقادیر جایگزینی کربوکسی متیل سلولز و ثعلب یا صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی خامه‌ای، مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی، ۴ (۱۲)، ۳۷-۴۸.

- جاویدی ف، رضوی م، مظاهری تهرانی م، عماده زاده ب، ۱۳۹۰، تأثیر صمغ‌های گوار و دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکی بستنی نیم چرب و کم چرب، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۴ (۶)، ۴۵-۴۸.
- چگنی ب، مشکوه آ، ۱۳۸۵، تاریخچه پیدایش بستنی در دانش و تکنولوژی بستنی. آبیژ، تهران، ایران.
- فدائی نوغانی و، مفیدی ا، زارعی م، ۱۳۹۳، اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به عنوان بخشی از کنسانتره پروتئین شیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۹ (۳)، ۹۳-۱۰۰.
- سقاوتی زاده س، صادق زاده فر ش، ۱۳۹۲، تأثیر صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی بر برخی خصوصیات شیمیایی و حسی ماست کم چرب، مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۵ (۲)، ۳۸-۲۹.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵، روش تعیین اسیدیته کل و pH شیر و فرآورده‌های آن، استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.
- مویدزاده س، خسروشاهی اصل ا، زمردی ش، ۱۳۹۲، تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر پروتئولیز و خواص رئولوژیکی ماست بدون چربی، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱ (۴)، ۳۲۵-۳۳۶.
- Akalinm A S, Karagozlu C and Unal G, 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology* 227: 889-895.
- Ares N, 2008. Cultural relevance in design and use of networked classroom technologies. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning* 3(3):301-326.
- Benjamin DJ, 2009. White paper on genoconomics. In: Lupia A, editor. *Genes, Cognition, and Social Behavior: Next Steps for Foundations and Researchers*. University of Michigan; pp. 66-77.
- Bonisch M P, Heidebach T C and Kulozik U, 2008. Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein. *Food Hydrocolloids* 22: 288-297.
- De Plerro P, Mariniello L, Sorrentino A, Gosafatto C V L, Chianese L and Porta R, 2010. Transglutaminase induced chemical and rheological properties of cheese. *Food Biotechnology* 24: 107-120.
- Faergemand M, Murray B S, Dickinson E and Qvist Q B, 1999. Cross-linking of adsorbed casein films with transglutaminase. *International Dairy Journal*, 9: 343-346.
- Girard L R, Fiedler T J, Harris T W, Carvalho F, Antoshechkin I, Han M, Sternberg P W, Stein L D and Chalfie M, 2007. WormBook: the online review of *Caenorhabditis elegans* biology. *Nucleic Acids Research* 35: D472-5.
- Marshall R T and Arbuckle WS, 1996. *Ice cream*. New York: Chapman and Hall.
- Sanli T, Sezgin E, Deveci O, Senel E and Benli M, 2011. Effect of using transglutaminase on physical, chemical and sensory properties of set-type yoghurt. *Food Hydrocolloids*. 25, 1477-1481.
- Soukoulis C, Chandrinos I and Tzia C, 2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with k-carrageenan on the storage quality of vanilla ice cream. *Food Science and Technology International* 41: 1816-26.
- Unal B, Critchley J and Capewell S, 2003. Missing, mediocre, or merely obsolete? An evaluation of UK data sources for coronary heart disease. *Journal of Epidemiology Community Health* 57: 530-535.

Effect of transglutaminase enzyme and locust bean gum on sensory and physicochemical properties of saffron- flavored traditional ice cream

B Ardalan¹, R Pourahmad^{2*} and H R Mahdavi Adeli³

Received: January 12, 2016

Accepted: April 10, 2016

¹MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

³Assistant Professor, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran

*Corresponding Author: Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

Abstract

Ice cream is a popular food worldwide and it includes a wide range of frozen desserts. The objective of this study was to investigate different levels of microbial transglutaminase and locust bean gum on sensory and physicochemical properties of saffron- flavored traditional ice cream. Transglutaminase at four levels (50, 100, 150, 200 ppm) and locust bean gum at two levels (% 0.1 and % 0.2) were used. Physicochemical properties (pH, acidity, melting resistance, overrun and viscosity) and sensory properties (flavor, texture, color, and overall acceptance) were evaluated during two months storage. According to the results of variance analysis, the effect of microbial transglutaminase and locust bean gum on sensory and physicochemical of ice cream samples during storage was significant ($p < 0.05$). Sample I (200ppm transglutaminase + % 0.2 locust bean gum) on 60th day was the best one for sensory and physicochemical properties. Using 200 ppm transglutaminase and 0.2% locust bean gum caused to increase pH, viscosity, overrun and improve flavor, color and overall acceptance over time. Therefore, microbial transglutaminase and locust bean gum may be recommended for ice cream production especially for fat-reduced mixtures.

Keywords: Locust bean gum, Saffron-flavored traditional ice cream, Transglutaminase