

(مقاله پژوهشی)

تولید سوسیس با استفاده از آرد جو جوانه زده و بررسی تاثیر آن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و کیفیت سوسیس

اکبر جوکار^{1*}، مریم شاه امیریان¹، ماشا... زارع¹

1- استادیار بخش فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

تاریخ پذیرش: 96/11/23

تاریخ دریافت: 96/10/02

چکیده

با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالای آرد جو جوانه زده، امکان استفاده از آن به جای آرد گندم و نشاسته در تولید سوسیس بررسی شد. سوسیس طبق فرمولاسیون تجاری تولید و در تیمارهای مختلف به ترتیب 30، 60، و 100 درصد از مجموع آرد و نشاسته حذف و به جای آن از آرد جو جوانه زده استفاده شد. نمونه‌های تولیدی از نظر رطوبت، قدرت نگهداری آب (WHC)، رنگ، بافت، ویژگی‌های حسی (طعم و بافت)، و ویژگی‌های میکروبی بررسی و با نمونه شاهد مقایسه شدند. نمونه‌ای که در آن 100 درصد آرد و نشاسته حذف شده و به جای آن از آرد جو جوانه زده استفاده شده بود، دارای بالاترین WHC و کمترین میزان رطوبت بود. ویژگی‌های حسی (بافت و طعم)، بافت فیزیکی، پروتئین، چربی، و pH نمونه‌های مختلف تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). اما به طور کلی با اضافه کردن آرد جو جوانه زده به سوسیس استحکام بافت کاهش یافته و سوسیس نرمتر شد. کلیه ویژگی‌های میکروبی نمونه‌ها کمتر از میزان استاندارد بوده و بجز شمارش کلی باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها نبود. با افزودن آرد جو جوانه زده به سوسیس به ویژه در مقادیر بالا، قرمزی و زردی محصول افزایش و روشنی کاهش یافت. زاویه هیو (Hue) از هفته سوم به بعد افزایش یافت که نشان دهنده افزایش رنگ‌پریدگی نمونه‌ها بود. فقط نمونه حاوی بیشترین مقدار آرد جو جوانه زده به دلیل سفتی بافت و تیرگی بیشتر آرد جو جوانه زده افزایش رنگ‌پریدگی نداشت. استفاده از آرد جو جوانه زده در محصولات گوشتی عمل‌گرا قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: ویژگی‌های حسی، سوسیس، آرد جو جوانه زده، بافت، ارزش تغذیه‌ای

1-مقدمه

فرآورده‌های گوشتی فرآورده‌هایی هستند که لاقل نیمی از آن‌ها را گوشت تشکیل داده باشد. سوسیس یکی از فرآورده‌های گوشتی است که جزء دسته‌ی کالباس‌های حرارت دیده طبقه‌بندی شده و تحت یک تکنولوژی معین ساخته می‌شوند طوری که تفاوت آن‌ها بیشتر به علت تفاوت در نوع ادویه‌ها، میزان و نوع چربی به کار رفته، میزان آب افزوده شده به آن‌ها و درجه کوتریزاسیون گوشت و همچنین گوشت‌های نمایشی می‌باشد (29). جو جوانه‌زده منبع طبیعی و بسیار خوبی برای مغذی کردن مواد غذایی به‌شمار می‌آید. منظور از آرد جو جوانه‌زده، دانه‌های جو جوانه‌زده، خشک، و آسیاب شده است. آرد جو جوانه‌زده یک مکمل غذایی پرارزش بوده و به عنوان یک غذای معجزه‌گر در دنیا شهرت دارد. جوانه غلات به ویژه جوانه گندم و جو حاوی مواد مختلفی مانند پروتئین، قندهای محلول، چربی (اسیدهای چرب جوانه گندم عمدتاً از اسید لینولئیک و اسید لینولئیک تشکیل شده است)، املاح و ویتامین‌ها شامل کاروتن، ویتامین E، B₁ و B₆، فولیک اسید و پنتوتینیک اسید می‌باشد (1 و 15). جوانه‌های غلات نسبت به دانه‌های غلات مواد مغذی بیشتری دارند. این مواد مغذی شامل ویتامین‌ها و عناصر آلی می‌باشد، که پس از جوانه‌زنی افزایش می‌یابند در حالی که رافینوز و استاکیوز که موجب نفخ شکم می‌شوند، کاهش پیدا می‌کنند. اضافه کردن غلات جوانه‌زده به غذا می‌تواند بافت و طعم آن را تغییر دهد. جوانه‌های غلات ممکن است به عنوان منبع بالقوه مواد غذایی یا اجزای مغذی تلقی گردند. افزایش مواد عمل‌گرایی مانند بتا-گلوکان و گاما-آمینو بوتیریک اسید (GABA) پس از جوانه‌زنی جو و همچنین ضریب قابلیت هضم موادی مانند پروتئین، فسفر و کلسیم افزایش می‌یابد. به طور کلی ارزش تغذیه‌ای جو جوانه زده بسیار بالاتر از حالت معمولی آن است (20، 25، 27 و 30). جوانه‌زنی میزان چربی، پروتئین و محتوای فیبر خام را نیز افزایش می‌دهد. بنا به گزارش محققان مختلف، مواد ضداکسایش و ضد میکروبی غلات در حین جوانه‌زدن

افزایش می‌یابند که در نهایت، موجب افزایش عمر ماندگاری غلات می‌شود (4، 22، 26، 32، 33 و 35). در مورد اثرات دارویی جو جوانه‌زده تحقیقات زیادی انجام شده و همگی اعلام کرده‌اند که مواد غذایی حاوی جو جوانه‌زده موجب رفع بیماری‌های متعددی در موش‌ها شده‌اند (19، 23 و 36). با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالای آرد لوبیا چیتی جوانه‌زده، (Jokar et al., (2012) امکان استفاده از آن به جای آرد گندم در تولید سوسیس آلمانی را بررسی کردند. آن‌ها اعلام کردند که نمونه‌ها از نظر چربی، رنگ، و بافت تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند. نمونه تولید شده با 12 درصد آرد لوبیای جوانه‌زده دارای بیشترین مقدار رطوبت (57 درصد)، شمارش کلی باکتری‌ها (2800 واحد کلنی)، و پروتئین (12/32 درصد) بود. شاهد و نمونه تولیدی با 4 درصد آرد لوبیای جوانه‌زده از نظر طعم تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند، اما نسبت به دو نمونه دیگر (8، 12 درصد) طعم بهتری داشتند. استفاده از جو جوانه‌زده در فرمولاسیون سوسیس مرغ توسط (Kim et al., (2016 گزارش شد. جو جوانه‌زده موجب افزایش pH و زردی رنگ شده اما روشنی را کاهش داد. تاثیر مثبت جو جوانه‌زده (سته به مقدار استفاده) بر قدرت نگهداری آب و چربی مشاهده شد. مقدار بهینه جو جوانه‌زده 2 درصد بود. استفاده از جو جوانه‌زده در تولید خمیر فلفل قرمز تخمیر شده به جای برنج موجب افزایش طعم و مقبولیت محصول و همچنین افزایش مواد معدنی عمل‌گرا مانند GABA حداقل به میزان 2 برابر حالت معمولی گردید (31). درصد‌های مختلفی از لوبیای چشم بلبلی (Cowpea) جوانه‌زده یا تخمیر شده توسط (Hallen et al., (2004 در آرد گندم برای تولید نان به کار گرفته شد. آن‌ها اعلام کردند که با افزایش مقدار آرد این لوبیا میزان پروتئین، خاکستر و رنگ افزایش یافت. در تحقیق آنها جذب آب نیز افزایش یافت و به طور کلی نتایج قابل قبول‌تری از نان آزمایشی نسبت به نمونه کنترل به دست آمد. کیفیت تغذیه‌ای و ویژگی‌های حسی محصولاتی که حاوی نوعی لگوم جوانه‌زده به نام بمبارا

گردید، و برای تعیین قدرت جوانه‌زنی ابتدا 150 گرم از جو را به مدت 12 ساعت خیس‌انده و سپس در دمای محیط قرار داده شد. رطوبت توسط پارچه مرطوب کنترل می‌شد. پس از 48 ساعت با شمارش دانه‌های جوانه‌زده و جوانه‌زده مشخص شد که 98 درصد از دانه‌ها دارای قدرت جوانه‌زنی بودند. دانه‌ها پس از تمیز شدن، با آب معمولی شستشو شده و عاری از هر گونه مواد خارجی و ذرات گرد و غبار گردیدند. سپس، در آب معمولی (آب شهر) به مدت 24 ساعت به صورت غوطه‌وری خیس‌انده شده و در پایان مرحله خیس‌اندن، دانه‌های باد کرده به سبدهای مخصوص آبیگری منتقل شده و تا خارج شدن آب اضافی نگهداری شدند. دانه‌های آبیگری شده بر روی ظروف زنگ نزن پهن و در یک اتاق کاملاً تاریک در دمای $25-30^{\circ}\text{C}$ به مدت 48 ساعت، تا جوانه‌زنی کامل، نگهداری شدند. این مرحله تا زمانی که میزان طول جوانه به دو سوم طول دانه رسید، ادامه یافت. پس از جوانه‌زنی کامل، دانه‌های جوانه‌زده حدود 10 ساعت در آون با دمای 70°C خشک شدند (13، 15 و 28). دانه‌های جوانه‌زده خشک شده، به وسیله آسیاب (Retsch, Rheimische Stra Be 36- D- 42781 Haan-Germany) با مش 4 تبدیل به آرد شدند. مقدار پروتئین، چربی، و رطوبت آرد بدست آمده به ترتیب با روش‌های ماکروکلدال، سوکسله، و آون 100°C طبق روش Horwitz, (2000), AOAC اندازه‌گیری شد.

2-2- تولید سوسیس

سوسیس طبق یک فرمولاسیون تجاری سوسیس آلمانی تولید شد. آرد جو جوانه‌زده با درصدهای مختلف (30، 60، و 100) جایگزین مجموع آرد و نشاسته طبق فرمولاسیون شد. در نتیجه یک نمونه شاهد و 6 تیمار با درصدهای مختلف آرد جو جوانه‌زده، بدست آمد. تیمارهای مختلف به صورت کدبندی شده در جدول 1 آورده شده است.

(Bambara) بودند، توسط (Lyimo et al., 2004) ارزیابی شد. آن‌ها مخلوط‌هایی از بمبارا- سورگوم و بمبارا- ذرت را در تولید محصولات مختلفی مانند نان و نوعی سوپ (Porridge) به کار بردند. میزان و قابلیت هضم پروتئین در این محصولات افزایش یافت، اما مقدار چربی، کربوهیدرات، فیبر خام و تانن کاهش یافت. در همه محصولات تولیدی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در آزمون‌های حسی مشاهده نشد. استفاده از آرد لویای چشم بلبلی جوانه‌زده در تهیه پودر غذای کودک و بررسی کیفیت تغذیه‌ای آن توسط (Jirapa et al., 2001) انجام شد. غذاهای کودک (Weaning food) در مرحله انتقال از شیرخوارگی به غذاهای کامل استفاده می‌شوند. آنها به این نتیجه رسیدند که کیفیت پروتئین، ویتامین A و قابلیت هضم نشاسته در آرد لویای چشم بلبلی جوانه‌زده افزایش یافت. آرد لویای معمولی به عنوان یک ماده پرکننده در سوسیس گوشت گوساله توسط (et al., 2002) Dzdudie استفاده شد. در تحقیق آن‌ها ظرفیت نگهداری آب و pH افزایش یافت و کاهش افت پخت مشاهده گردید. افزایش آرد لویا موجب کاهش سفتی بافت و نیروی برشی در محصول پخته شده شد. فقدان اطلاعات لازم و کافی در مورد استفاده از آرد جو جوانه‌زده به جای آرد و نشاسته در تولید سوسیس و تاثیر آن بر ویژگی‌های مختلف و حتی امکان تولید چنین محصولی، دلیل انجام این پژوهش و نوآوری آن می‌باشد. در تحقیق حاضر به دلیل بالاتر بودن میزان مواد مغذی، فیبر و پروتئین در غلات جوانه زده، امکان اضافه کردن آرد جو جوانه‌زده به سوسیس و تاثیر آن بر خواص فیزیکی، میکروبی، شیمیایی و حسی محصول ارزیابی شد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- تولید آرد جو جوانه‌زده

جو (رقم ریحان) از موسسه اصلاح و بذر کرج تهیه

جدول 1- کدبندی تیمارهای مختلف و توضیحات آنها

| شاهد | BT3 | BT2 | BT1 | نمونه‌ها |
|-----------------|--|--|--|----------|
| 100 درصد آرد | جایگزینی 100 درصد از | جایگزینی 60 درصد از | جایگزینی 30 درصد از | |
| و نشاسته معمولی | مجموع آرد و نشاسته با آرد جو جوانه‌زده | مجموع آرد و نشاسته با آرد جو جوانه‌زده | مجموع آرد و نشاسته با آرد جو جوانه‌زده | توضیحات |

2-3-آزمون‌های کنترل کیفیت

آزمون‌های میکروبی (شامل شمارش کلی باکتری‌ها، کلی‌فرم، سالمونلا در 25 گرم، کلستریدیوم پرفرینجنس، استافیلوکوکوس اورئوس، ای کلای و کپک و مخمر) طبق روش‌های استاندارد، اندازه‌گیری شدند (10، 11، 12، 14 و 16). به منظور تعیین تغییرات فلور میکروبی در حین نگهداری سوسیس، آزمون‌های میکروبی روز اول، 1، 2، 3، و 4 هفته پس از تولید نیز بررسی شدند. بافت نمونه‌ها با دستگاه سنجش بافت ساخت شرکت HonsField از انگلستان با تیغه مستطیل شکل به صورت برشی اندازه‌گیری شد. سرعت حرکت تیغه جهت برش سوسیس که به طور افقی در جایگاه نمونه محار شده بود، 25 میلی‌متر در دقیقه بود. زمان اتمام آزمایش پس از 19 میلی‌متر برش دادن نمونه‌ها بود. منحنی برش دادن نمونه توسط دستگاه رسم و حداکثر نیروی لازم جهت برش با واحد نیوتن ثبت گردید. به منظور تعیین تغییرات بافت در حین نگهداری سوسیس بافت نمونه‌ها در روز اول، 1، 2، 3، و 4 هفته پس از تولید نیز بررسی شد. چون سوسیس در کشور ما به صورت سرخ شده مصرف می‌شود، یک هفته پس از تولید، بافت سوسیس پس از سرخ شدن به صورت غوطه‌وری در روغن لادن به مدت 7 دقیقه نیز بررسی گردید. رنگ با دستگاه لاوی باند (Lovibond-SP60) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایش عامل‌های L ، a و b اندازه‌گیری شد. زاویه Hue نمونه‌ها نیز بررسی و تجزیه و تحلیل گردید (3). آزمون حسی طعم و بافت نمونه‌ها با روش Hedonic Scaling Test یک هفته پس از تولید انجام شد. در این آزمون از 12 نفر ارزیاب آموزش دیده دعوت شد. 7 نمونه

سوسیس به ارزیاب‌ها ارائه و از آنها خواسته شد تا طبق فرم‌های تهیه شده نمونه‌ها را در 5 سطح امتیازبندی کنند و نتایج حاصله ثبت شد (34). طعم و بافت سوسیس پس از سرخ شدن در روغن لادن به مدت 7 دقیقه نیز ارزیابی گردید. قدرت نگهداری آب نمونه‌ها (WHC) طبق روش (Declan et al., 1999) اندازه‌گیری شد. در این روش 10 گرم از هر نمونه در یک ارلن شیشه‌ای وزن شده و به مدت 10 دقیقه در حمام آب گرم 80°C حرارت داده شد. سپس نمونه‌ها در معرض هوای آزاد سرد و در پارچه کتانی پیچیده شده و در لوله‌های سانتریفوژ 50 میلی‌لیتری قرار داده شدند. ته لوله‌ها به اندازه کافی پنبه به عنوان جذب‌کننده قرار داده شد. نمونه‌ها به مدت 10 دقیقه با سرعت $9000 \times \text{g}$ در دمای 4°C سانتریفوز شده و WHC آنها با فرمول زیر محاسبه شد.

$$\% \text{WHC} = (1 - T/M) \times 100$$

T = کل آب و شیره از دست داده شده در حین حرارت دادن و سانتریفوژ

M = کل آب موجود در نمونه

WHC = قدرت نگهداری آب

2-4-تجزیه و تحلیل آماری

تولید سوسیس و آزمون‌های مختلف سه بار تکرار شدند. نتایج حاصله در یک طرح کاملاً تصادفی آماری با نرم افزار SPSS20 تجزیه و تحلیل و میانگین نمونه‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج آزمون‌های حسی با نرم افزار SPSS20 و در قالب آزمون‌های غیرپارامتری با آزمون Kruskal-Wallace تجزیه و تحلیل شدند.

3- نتایج و بحث

3-1- آزمون های شیمیایی

بین مقدار پروتئین، چربی، و pH نمونه های مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p > 0/05$). جدول 2 این نتایج را جهت اطلاع از مقدار آنها نشان می دهد.

جدول 2- پروتئین، چربی و pH نمونه های سوسیس تولیدی

| شاهد | BT3 | BT2 | BT1 | آرد جو جوانه زده | نمونه ها |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| 19/4 ± 0/13 ^a | 19/8 ± 0/12 ^a | 20/8 ± 0/14 ^a | 19/2 ± 0/10 ^a | 2/5 ± 0/12 ^a | درصد چربی |
| 15/9 ± 0/59 ^a | 14/9 ± 0/48 ^a | 16/8 ± 0/43 ^a | 15/2 ± 0/52 ^a | ± 0/62 ^a 14/5 | درصد پروتئین |
| 6/01 ± 0/02 ^a | 6/02 ± 0/08 ^a | 6/08 ± 0/07 ^a | 6/15 ± 0/04 ^a | ± 0/02 ^a 6/05 | pH |

حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح 5 درصد آزمون دانکن هستند.

3-2- آزمون های شیمیایی

که مقدار آن ها قابل ملاحظه هست، نسبت به حرارت مقاوم بوده و اگر در محیط آبیکی و در دماهای 100 °C و بالاتر برای چند ساعت قرار گیرند از بین می روند (7). البته در این مورد تحقیقات بیشتری لازم است. مقدار پروتئین نمونه ها تفاوت معنی داری نداشتند. با افزایش درصد آرد جو جوانه زده، درصد پروتئین نیز افزایش معنی داری نیافته است. دلیل آن این است که منبع اصلی تامین پروتئین در سوسیس گوشت و مواد مشابه مانند سویا است که در کلیه فرمولاسیون ها سهم زیادتری داشتند و مقدارشان نیز ثابت بود. آرد جو جوانه زده به ترتیب دارای 2/5 درصد چربی بود. هرچند که این مقدار چربی کم بوده و تاثیر معنی داری بر چربی نمونه ها نداشت اما بدلیل داشتن ارزش تغذیه ای بالا حائز اهمیت می باشد. محققین دیگری مانند Jokar et al., (2012) نشان دادند که حدود 74 درصد از اسیدهای چرب موجود در آرد لوبیای جوانه زده اسیدهای غیر اشباع ضروری و مورد نیاز بدن (اولئیک، لینولئیک، و لینولنیک اسید) می باشند، که از نظر تغذیه ای بسیار حائز اهمیت است.

با اینکه تفاوت معنی داری بین pH آرد جو جوانه زده و نمونه های سوسیس در این پژوهش وجود نداشت (جدول 2)، اما Dzudie et al., (2002) اعلام کردند که با افزودن آرد لوبیای معمولی به سوسیس pH افزایش یافت. همان طور که در جدول 2 مشاهده می شود، آرد جو جوانه زده حاوی 14/5 درصد پروتئین بوده که می تواند موجب افزایش مقدار پروتئین سوسیس شود، علاوه بر آن پروتئین دارای کیفیت بالا و آمینو اسیدهای قابل دسترس زیادتری نیز می باشد. چون فعالیت های آنزیمی و متابولیسمی انجام شده در حین جوانه زنی موجب افزایش کیفیت و کمیت پروتئین می شود. محققین مختلفی از جمله Kubicka et al., (2000), Jirapa et al., (2004), Lyimo et al., (2001) اعلام کردند که جوانه زنی میزان چربی، پروتئین و محتوای فیبر خام را افزایش داده و قابلیت هضم پروتئین و نشاسته را بالا می برد. در مورد از بین رفتن ویتامین ها در سوسیس جای نگرانی چندانی نیست، چون سوسیس در حین پاستوریزاسیون حرارت نسبتا ملایمی می بیند (حدود 80 °C به مدت یک و نیم ساعت) و بافت سوسیس به ویژه چربی آن نقش محافظتی برای مواد مغذی آن به ویژه ویتامین ها دارد. علاوه بر آن ویتامین های گروه B، E، و K،

3-3- رطوبت و WHC

تاثیر تیمارهای مختلف بر رطوبت و WHC معنی دار بود ($p < 0/01$). جدول 3 میانگین رطوبت و WHC را نشان

می دهد.

جدول 3- مقادیر رطوبت و WHC در نمونه‌های مختلف

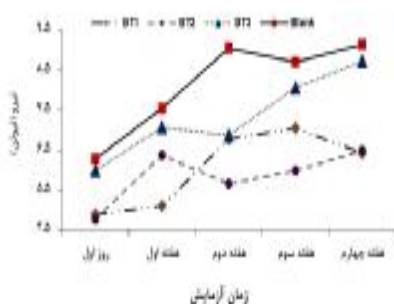
| BT3 | BT2 | BT1 | شاهد | نمونه‌ها |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| 71/13 ± 2/92 ^a | 70/57 ± 4/12 ^{ab} | 56/6 ± 2/12 ^c | 68/58 ± 3/22 ^b | %WHC |
| 53/75 ± 1/92 ^b | 57/58 ± 2/72 ^a | 57/27 ± 4/19 ^a | 56/43 ± 2/34 ^a | درصد رطوبت |

حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد آزمون دانکن هستند.

با اضافه کردن فیبر گندم و لوبیا به همبرگر یک تولید اقتصادی، مناسب و بدون کاهش کیفیت را داشت. همچنین Hallen et al., (2004) افزایش جذب آب در آرد گندم با اضافه کردن لوبیای جوانه‌زده را گزارش کردند. افزایش ظرفیت نگهداری آب سوسیس با افزودن لوبیای معمولی توسط Dzudie et al., (2002) گزارش شد. همان طور که مشاهده می‌شود، گزارش‌های محققین دیگر نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌نماید.

3-4- بافت نمونه‌ها

تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر بافت حتی پس از سرخ کردن نیز وجود نداشت ($p>0/05$). شکل 1 تغییر بافت نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده در طول 4 هفته را نشان می‌دهند. شکل 2 تفاوت بافت پس از 4 هفته نگهداری در یخچال را نشان می‌دهد. قابل ذکر است که پس از سرخ کردن نیز تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارها و شاهد (پس از یک هفته) از نظر بافت وجود نداشت ($p>0/05$).



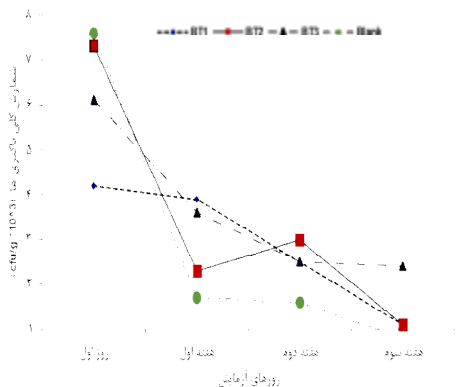
شکل 1- روند تغییر بافت سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده در طی نگهداری در دمای 5 °C

جدول 3 نشان می‌دهد که رطوبت اکثر نمونه‌ها با یکدیگر تفاوت آماری ندارند. این موضوع قابل انتظار بود چون میزان آب یا یخ مورد استفاده در تولید سوسیس در کلیه نمونه‌ها ثابت بود اما در صورت لزوم قطعا با اضافه کردن آرد غلات جوانه زده می‌توان آب بیشتری در فرمولاسیون اضافه کرد بدون اینکه مشکلی به وجود آید. این موضوع توسط نویسندگان در تحقیق مشابه دیگری به اثبات رسیده است. فقط نمونه BT3 که حاوی بیشترین مقدار آرد جو جوانه‌زده است، دارای رطوبت کمتری بوده که نشان دهنده بالا بودن قدرت نگهداری آب این نمونه است. این مطلب در پاراگراف بعدی تایید و علت آن مورد بحث قرار می‌گیرد. مقایسه مقدار WHC نمونه‌ها در جدول 3 نشان می‌دهد که بالاترین قدرت نگهداری آب به نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده مربوط می‌شود و با افزایش مقدار آن این قدرت نیز افزایش یافته است. دلیل این افزایش فیبرهای محلول آرد جو جوانه‌زده به ویژه بتا-گلوکان می‌باشد. نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده دارای قدرت نگهداری آب بیشتری نسبت به نمونه شاهد هستند چون قندها، آمینواسیدها، و فیبرهای محلول در آب در اثر جوانه‌زنی افزایش یافته است. افزایش پروتئین به ویژه پروتئین‌های قابل هضم موجب افزایش جذب آب در سوسیس می‌شود. این مطلب محصول را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌کند. افزایش قدرت نگهداری آب و چربی با اضافه کردن جو جوانه‌زده به سوسیس مرغ توسط Kim et al., (2016) گزارش شد. محققین مختلفی از جمله Besbes et al., (2008) گزارش دادند که می‌توان

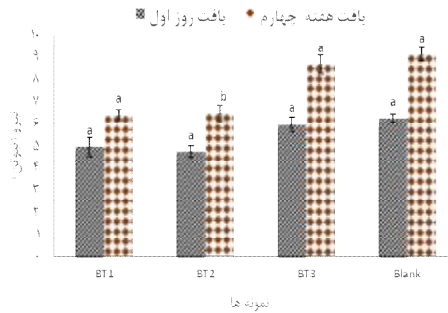
نیروی برشی در محصول پخته شده گردید (6)، که نتیجه تحقیقات حاضر را تایید می کند (شکل 1).

3-5- ویژگی های میکروبی

تیمارهای مختلف بر ویژگی های میکروبیولوژی سوسیس در کلیه آزمون ها بجز شمارش کلی تا پایان هفته سوم تاثیر معنی داری نداشتند ($p>0/05$). شمارش کلی باکتری ها در روز اول، هفته اول، و هفته دوم در نمونه های مختلف متفاوت بود ($p<0/05$)، اما در هفته سوم تفاوت ها معنی دار نبود ($p>0/05$). در هفته چهارم نیز سطح کلیه نمونه ها کپک زده بود و به همین دلیل آزمون های میکروبی انجام نشد. تفاوت بین شمارش کلی باکتری ها در روز اول، هفته اول، و هفته دوم از روند و اصول منظمی پیروی نمی کرد و نمی توان نتیجه مشخص و علمی از آن بدست آورد. دلیل این تفاوت ها به احتمال زیاد به عوامل دیگری غیر آرد جو جوانه زده مربوط می شود. در این مورد نیاز به تحقیقات بیشتری است. به طور کلی شمارش کلی باکتری ها و همچنین بقیه میکروب های آزمایش شده در هیچ کدام از نمونه ها از حد استاندارد بالاتر نبوده و نشان می دهد که افزودن آرد جو جوانه زده تاثیر منفی بر کیفیت میکروبی سوسیس نداشته است. روند تغییر شمارش کلی باکتری ها در سوسیس های حاوی آرد جو جوانه زده به ترتیب در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3- روند تغییرات شمارش کلی باکتری ها در طی نگهداری سوسیس حاوی آرد جو جوانه زده در دمای 5 °C



شکل 2- مقایسه بافت نمونه های سوسیس یک روز و 4 هفته پس از تولید

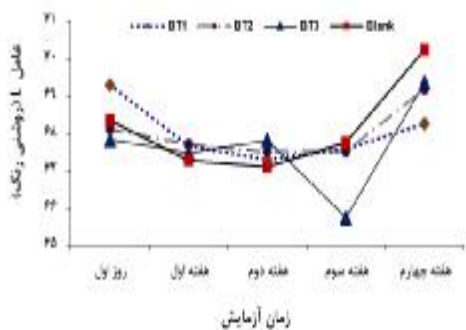
حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در آزمون تی-استودنت در سطح 5 درصد می باشند.

با توجه به شکل های 1 و 2 سفتی بافت کلیه نمونه ها در اثر ماندن در یخچال افزایش داشته است، این مطلب نشان می دهد که افزودن آرد جو جوانه زده تاثیر منفی بر بافت در طول نگهداری نداشته و نمونه ها در اثر ماندن در یخچال و احتمالاً از دست دادن رطوبت سفت تر شده اند. اما شکل 1 به طور واضح نشان می دهد که با افزودن آرد جو جوانه زده در کلیه مقادیر، سفتی بافت نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است (هر چند از نظر آماری تفاوت معنی دار نبود). در مورد علت کاهش سفتی بافت می توان به تجزیه پروتئین و نشاسته جو در حین جوانه زدن اشاره نمود که احتمالاً باعث می شود بافت نمونه انسجام لازم را نداشته باشد. از طرف دیگر نمونه شاهد حاوی نشاسته بیشتری است که موجب افزایش استحکام بستر سوسیس شده است. شکل 2 مقایسه بافت نمونه های سوسیس در روز اول و چهار هفته پس از تولید را نشان می دهد. بافت اکثر نمونه ها در روز اول و هفته چهارم تفاوت معنی داری ندارند ($p>0/05$) هر چند که در ظاهر افزایش سفتی بافت داشته اند (شکل 2) فقط نمونه BT2 طبق آزمون تی-استودنت در سطح 5 درصد متفاوت بود. به طور کلی می توان گفت که افزودن آرد جو جوانه زده به سوسیس تاثیر منفی در بافت نداشته است. اضافه کردن آرد لویبای معمولی به عنوان یک ماده پرکننده در سوسیس گوشت گوساله موجب کاهش سفتی بافت و

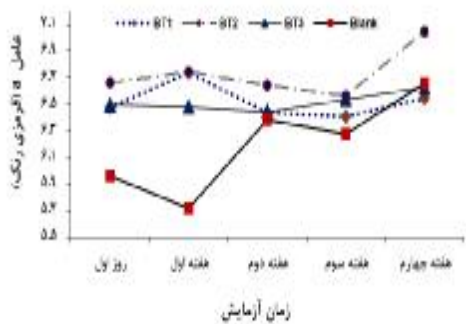
قرمزی، و زردی وجود نداشت ($p>0/05$). هفته سوم پس از تولید نمونه‌ها فقط از نظر زردی دارای تفاوت معنی‌دار بودند ($p<0/05$). هفته چهارم نتایج کاملاً شبیه هفته سوم بود.

3-7- روند تغییرات رنگ نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده در زمان نگهداری

شکل‌های 4، 5، و 6 به ترتیب روند تغییرات روشنی، قرمزی، و زردی نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده را طی 4 هفته نشان می‌دهند.



شکل 4- روند تغییرات روشنی رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5°C



شکل 5- روند تغییرات قرمزی رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5°C

آزمون‌های شمارش کلی باکتری‌ها، کلی‌فرم، سالمونلا در 25 گرم، کلستریدیوم پرفرینجنس، استافیلوکوکوس اورئوس، ای‌کلای و کپک و مخمر از روز اول تا هفته سوم کمتر از میزان استاندارد بوده و در تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوتی نداشتند. در هیچ کدام از نمونه‌ها رشد کلی فرم، سالمونلا، E.coli و کپک و مخمر دیده نشد. فرم رویشی کپک و مخمرها حساس به حرارت هستند و با پاستوریزاسیون سوسیس (حدود 80 درجه سانتی‌گراد) از بین می‌روند و اسپور آن‌ها نیز در سوسیس قادر به رشد نیست چون کمبود اکسیژن در بافت سوسیس، رشد و فعالیت آن‌ها را محدود می‌کند. عدم رشد کلی فرم‌ها و E.coli نشان دهنده بهداشت مناسب محصول و آرد جو جوانه‌زده می‌باشد. شمارش کلی باکتری‌ها در کلیه نمونه‌ها یک هفته پس از تولید کاهش شدیدی داشت و سپس تا پایان هفته سوم تقریباً ثابت ماند (شکل 3). به نظر می‌رسد دلیل کاهش شدید در هفته اول، تاثیر مواد نگهدارنده مانند نیتريت‌ها است. بر اساس گزارش‌های محققین مختلف مواد ضد میکروبی و ضد اکسایش غلات در حین جوانه‌زنی افزایش می‌یابد که به نوبه خود می‌تواند تاثیرگذار باشد (4، 22، 26، 32، 33 و 35). اما برای اینکه به توان دقیق‌تر نتیجه گرفت، نیاز به تحقیقات بیشتر و منسجم‌تری است.

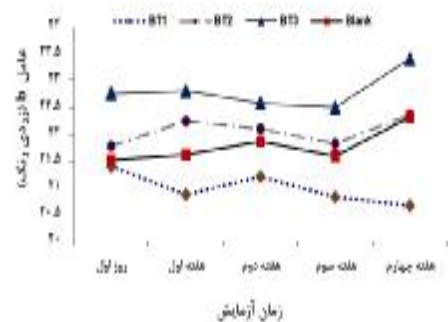
3-6- بررسی رنگ در نمونه‌های سوسیس حاوی آرد جو جوانه‌زده و نمونه شاهد

یک روز پس از تولید نمونه‌ها از نظر روشنی تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). اما قرمزی و زردی محصول متفاوت بود ($p<0/05$). آنالیز واریانس رنگ یک هفته پس از تولید نشان داد که روشنی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). اما نمونه‌ها از نظر قرمزی ($p<0/01$) و زردی ($p<0/05$) تفاوت معنی‌داری داشتند. دو هفته پس از تولید تفاوت معنی‌داری در رنگ نمونه‌ها از نظر روشنی،

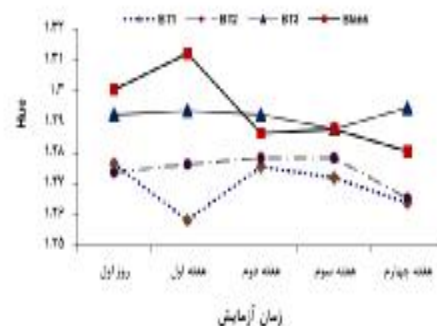
کل نمونه‌ها افزایش یافته است. آرد جو جوانه زده نسبت به آرد معمولی و نشاسته دارای رنگ دانه‌های کاروتینوئیدی و مواد فیبری بیشتری است و به همین دلیل زردی و قرمزی را افزایش و روشنی را کاهش داده است. دلیل افزایش رنگ از هفته سوم به بعد شاید واکنش‌های شیمیایی بین ترکیبات سوسیس در طی نگهداری در یخچال باشد اما در این مورد نیاز به بررسی و تحقیقات بیشتری است. بعضی از پژوهشگران مانند (kim et al., 2016) با اضافه کردن جو جوانه زده به سوسیس نتایج مشابه تحقیق حاضر گزارش داده‌اند البته در مواردی که با آرد لوبیای جوانه زده کار شده است بی‌تاثیر بودن آن بر رنگ سوسیس گزارش شده است (17). درصد های مختلفی از آرد لوبیای چشم بلبلی (Cowpea) جوانه زده یا تخمیر شده در آرد گندم برای تولید نان استفاده و اعلام شد که با افزایش آرد لوبیای چشم بلبلی (Cowpea) جوانه زده یا تخمیر شده رنگ افزایش یافت (8). زاویه هیو در کلیه نمونه‌ها به جز نمونه BT3 که حاوی آرد جو جوانه زده زیادی بود از هفته سوم به چهارم کاهش یافته (شکل 7) که نشان می‌دهد رنگ پریدگی نمونه‌ها بیشتر شده است. فقط نمونه BT3 به دلیل سفیدی بافت و تیرگی بیشتر آرد جو جوانه زده رنگ پریدگی نداشته و حتی مقداری به خلوص رنگ آن نیز اضافه شده است. نتایج موجود در نمودارهای تغییرات رنگ نمونه‌ها تایید کننده این موضوع است طوری که نمونه‌ها از هفته سوم به چهارم روشنتر شده (رنگ پریده تر شده یا تیرگی کاهش یافته) و زردی و قرمزی آنها نیز افزایش یافته است.

3-8-آزمون‌های حسی

نتایج حاصل از آزمون‌های حسی نشان داد که بین نمونه‌ها از نظر طعم و بافت حتی پس از سرخ کردن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p < 0/05$). جدول 4 نتیجه آزمون غیرپارامتری کراسکل والیس در مورد سوسیس خام و سرخ شده را نشان می‌دهد. جدول‌های 5 و 6 به ترتیب میانگین رتبه‌های نمونه‌های خام و سرخ شده در آزمون‌های حسی کراسکل والیس را نشان می‌دهند.



شکل 6- روند تغییرات زردی رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5°C روند تغییرات زاویه هیو یا رنگ خالص نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه زده در شکل 7 نشان داده شده است.



شکل 7- روند تغییرات Hue رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5°C

مطالعه روند تغییرات روشنی رنگ در نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه زده در شکل 4 نشان می‌دهد که روشنی پس از یک هفته در کلیه نمونه‌ها کاهش یافته اما از هفته سوم به بعد افزایش داشته است و این روند در نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه زده مشابه بوده است. شکل 5 بیانگر این مطلب است که با افزایش مقدار آرد جو جوانه زده زردی نمونه‌ها افزایش یافته و زردی رنگ در کلیه نمونه‌ها بجز BT1 از هفته سوم به چهارم افزایش داشته است. شکل 6 نشان می‌دهد که تقریباً در کلیه نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه زده، قرمزی از روز اول تا هفته چهارم بیشتر از نمونه شاهد بوده است. از هفته سوم به بعد قرمزی

جدول 4- نتایج آزمون غیر- پارامتری کراسکل والیس نمونه‌ها یک روز پس از تولید

| نمونه‌های سرخ‌شده | | نمونه‌های خام | | Chi-Square |
|-------------------|-------|---------------|------|------------|
| بافت | طعم | بافت | طعم | |
| 2/36 | 2/4 | 2/2 | 1/51 | درجه آزادی |
| 3 | 3 | 3 | 3 | P |
| 0/499 | 0/492 | 0/525 | 0/67 | |

جدول 5- میانگین رتبه نمونه‌های خام در آزمون حسی یک روز پس از تولید

| BT3 | BT2 | BT1 | شاهد | نمونه |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| 21/36 ^a | 23/68 ^a | 25/5 ^a | 19/45 ^a | طعم |
| 25/68 ^a | 24/09 ^a | 18/55 ^a | 21/68 ^a | بافت |

جدول 6- میانگین رتبه نمونه‌های سرخ‌شده در آزمون حسی یک روز پس از تولید

| BT3 | BT2 | BT1 | شاهد | نمونه |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| 21/32 ^a | 25/51 ^a | 318/66 ^a | 24/55 ^a | طعم |
| 26/68 ^a | 22/95 ^a | 19/5 ^a | 20/86 ^a | بافت |

معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر بافت فیزیکی، پروتئین، چربی، و pH وجود نداشت. ویژگی‌های حسی (بافت و طعم) نمونه‌های مختلف یکسان بودند. کلیه ویژگی‌های میکروبی نمونه‌ها کمتر از میزان استاندارد بوده و تفاوتی بین آن‌ها نبود. با افزودن آرد جو جوانه‌زده به سوسیس به‌ویژه در مقادیر بالا قرمزی و زردی محصول افزایش می‌یابد. بنابراین شاید بتوان مقدار نیتريت در این نمونه‌ها را کاهش داد که با توجه به فرهنگ مصرف‌کننده می‌تواند مقبول‌تر باشد. با به کار گرفتن آرد جو جوانه‌زده به عنوان جایگزین آرد و نشاسته معمولی در تولید سوسیس، می‌توان محصولی با ارزش تغذیه‌ای بالا و بدون بروز مشکل خاصی از نظر کیفیت‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی، و حسی، حتی در طی نگهداری محصول و پس از سرخ کردن آن تولید نمود.

افزودن آرد جو جوانه‌زده به سوسیس تاثیر منفی بر طعم و بافت نداشته و می‌توان امیدوار بود که با به کار گرفتن فرمولاسیون مناسب به‌توان طعم محصول را در حد قابل قبولی حفظ نمود. عدم وجود تفاوت قابل ملاحظه در طعم نان و سوپ تولید شده با بمبارای جوانه‌زده در مقایسه با شاهد گزارش شده است (24). گزارش شده است که با اضافه کردن فیبر گندم و لویا به همبرگر، کیفیت حسی محصول در مقایسه با نمونه شاهد کاهش نیافت (2).

4- نتیجه‌گیری

نمونه‌ای که در آن 100 درصد آرد و نشاسته حذف شده و به جای آن از آرد جو جوانه‌زده استفاده شده بود دارای بالاترین WHC و کمترین میزان رطوبت بود. هیچ تفاوت

- the rheological and baking properties of wheat flour. *J Food Eng.* 2004; 63 (2), 177- 84.
9. Horwitz, W. editor. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 17th ed. Association Analytical Chemists: Washington, D.C. 2000; AOAC, vol. 2. p. 16-20.
 10. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Measuring protein in meat and its products. ISIRI no 924. Karaj: ISIRI; 1973. (In Farsi)
 11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Measuring moisture in meat and its products. ISIRI no 745. Karaj: ISIRI; 1992. (In Farsi)
 12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Method of searching and counting coliforms in food. ISIRI no 437. Karaj: ISIRI; 1996 (In Farsi)
 13. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Regulations for producing germinated gains and beans. ISIRI no 4395. Karaj: ISIRI; 1998 (In Farsi)
 14. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Measuring fat in meat and their products. ISIRI no 742. Karaj: ISIRI; 2003. (In Farsi)
 15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cereals and their products- Germinated Wheat Product. ISIRI no 5833. Karaj: ISIRI; 2003. (In Farsi)
 16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Sausage and baloney- features and methods of testing. ISIRI no 2303. Karaj: ISIRI; 2005. (In Farsi)
 17. Jokar, A., Hashemi Nasab, A., Ghanaatzade, L., Farahnaky, A. and Hosseini, M. Using germinated pinto bean flour instead of wheat flour in producing sausage. *Iran J Nut Sci Food Technol.* 2012; 7 (1), 111-118. (In Farsi)
 18. Jirapa, P., Normah, H., Zamallah, M.M., Asmah, R. and Mohamad, K. Nutritional quality of germinated cowpea flour (*Vigna unguiculata*) and its application in home prepared powdered weaning foods. *Plant Foods Hum Nutr.* 2001; 56 (3), 203-216.
- با توجه به ویژگی‌های تغذیه‌ای آرد جو جوانه‌زده از نظر فیبرهای رژیمی و قدرت جذب و نگهداری آب بیشتر استفاده از آن در محصولات گوشتی عمل‌گرا قابل توصیه است.
- 5-منابع**
1. Afify A.E.M., Abbas, M.S., Abd El-Lattefi, B.M. and Ali, A.M. Chemical, rheological and physical properties of germinated wheat and naked barley. *Int J Chemtech Res.* 2016; 9 (9), 521-531.
 2. Besbes, S., Attiai, H., Deroanne, C., Makni, S. and Blecker, C. Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burger. *J. Food Qual.* 2008; 31 (4), 480- 489.
 3. Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Pedisić, S., Režek Jambrak, A. and Herceg, Z. Effects of cold atmospheric gas phase plasma on anthocyanins and color in pomegranate juice. *Food Chem.* 2016; 190 (Supplement C), 317-323.
 4. De Bolle, M.F., Osborn, R.W., Goderis, I.J., Noe, L., Acland, D., Hart, C.A. et al. Antimicrobial peptides from *Mirabilis jalapa* and *Amaranthus caudatus*: expression, processing, localization and biological activity in transgenic tobacco. *Plant Mol Biol.* 1996; 31 (5), 993-1008.
 5. Declan, J.T., Eoin, M.D.M. and Buckley, D.J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *J. Sci. Food Agric.* 1999; 79 (4), 507-516.
 6. Dzudie, T., Scher, J. and Hardy, J. Common bean flour as an extender in beef sausages. *J Food Eng.* 2002; 52 (2), 143- 7.
 7. Elevejem, C.A., Kline, O.L., Keenan, J.A. and Hart, E.B. A.2011. study of the heat stability of the vitamin B factors required by the chick. Available at: URL: <http://www.jbc.org>. Accessed October 21.
 8. Hallen, E., Banoglu, S. and Ainsworth, P. Effect of fermented germinated cowpea flour addition on

27. Panfil, P., Dorica, B., Sorin, C., Emilian, M., Ersilia, A. and Iosif, G. Biochemical characterization of flour obtained from germinated cereals (wheat, barley and oat). *Roum Biotechnol Lett.* 2014; 19 (5), 9772-9777.
28. Payan, R. An introduction to cereals technology. 2006. Tehran: Ayizh Publication. (In Farsi)
29. Rokni, N. Meat science and industries. 2006. Tehran: Tehran University Press. (In Farsi)
30. Sharma, P. and Gujral, H.S. Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. *Food Chem.* 2010; 120 (3), 673-678.
31. Shin, M.G., and Lee, G.H. Characteristics of Red Pepper Paste by Using Germinated Barley with Increased γ -Amino Butyric Acid. *J Food Sci Nutr.* 2011; 16 (2), 150-156.
32. Swegle, M. and Kramer, K.J. Muthukrishnan, S. Properties of barley seed chitinases and release of embryo associated isoforms during early stages of imbibition. *Plant Physiol.* 1992; 99 (3), 1009-1014.
33. Talas-o, TR. Screening antimicrobial activities of basic protein fractions from dry and germinated wheat seeds. *Biologia Plantarum.* 2004; 48 (4), 583-588.
34. Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. and Elias, L.G. Basic sensory methods for food evaluation. Canada. 1989. The International Development Research Center Ottawa. p. 66-75.
35. Yang, F., Basu, T.K. and Oraikul, B. Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. *International J Food Sci Nutr.* 2001. 52 (4), 319-330
36. Yu, A.R., Park, H.Y., Hong, H.D., Min, J.Y. and Choi, H.D. Changes in the nutritional components and immune-enhancing effect of glycoprotein extract from pre- and post-germinated barley seeds. *Korean J Food Sci Technol.* 2015; 47 (4), 511-6.
19. Kanauchi, O., Oshima, T., Andoh, A., Shioya, M. and Mitsuyama, K. Germinated barley foodstuff ameliorates inflammation in mice with colitis through modulation of mucosal immune system. *Scand J Gastroenterol.* 2008; 43 (11), 1346-1352.
20. Kihara, M., Okada, Y., Iimure, T. and Ito, K. Accumulation and degradation of two functional constituents, GABA and β -glucan, and their varietal differences in germinated barley grains. *Breed Sci.* 2007; 57 (2), 85-89.
21. Kim, H.W., Hwang, K.E., Song, D.H., Kim, Y.J., Ham, Y.K. and Jeong, T.J. et al. Germinated barley as a functional ingredient in chicken sausages, effect on physicochemical and technological properties at different levels. *J Food Sci Technol.* 2016; 53 (1), 872-879.
22. Kubicka, E., Grabska, J., Jedrychowski, L. and Czyz, B. Changes of specific activity of lipase and lipoxygenase during germination of wheat and barley. *Int J Food Sci Nutr.* 2000; 51 (4), 301-304.
23. Lee, H.M., Lee, S.O., Moon, E., Do, M.H. and Kim, S.Y. Inhibitory effects of water-soluble extracts of barley, malt, and germinated barley on melanogenesis in melan-a cells. *Nat Prod Sci.* 2014; 20 (1), 33-38.
24. Lyimo, M., Berling, E.S. Sibuga, K.P. Evaluation of the nutritional quality and acceptability of germinated bambara nut (*VIGNIA-SUBTERRANEA* (L) VERLE) based products. *Ecol Food Nutr.* 2004; 43 (3), 181- 191.
25. Moghaddam, A.S., Mehdipour, M. and Dastar, B. The determining of digestible energy and digestibility coefficients of protein, calcium and phosphorus of malt (Germinated barley) in broilers. *Int J Poultr Sci.* 2009; 8 (8), 788-791.
26. Naofumi, M., Tomoko, M., Michiyo, W. and Shirou, Y. Pre-Germinated brown rice substituted bread: dough characteristics and bread structure. *Int J Food Prop.* 2007; 10 (4), 779-789.

(Original Research Paper)

Producing Sausage by Germinated Barley Flour and Evaluation of Its Effects on Physicochemical Properties and Quality of the Sausage

Akbar Jokar^{1*}, Maryam Shah Amirian¹, Mashaallah Zare¹

1- Assistant professor, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Shiraz, Iran.

Received: 24/12/2017

Accepted: 13/02/2018

Abstract

Considering high nutritional value of germinated barley flour (GBF), the possibility of using it in sausage, replacing with wheat flour and starch was investigated. Sausages produced according to a commercial formulation and in different treatments 30, 60, and 100% of GBF were used instead of starch and wheat flour. Moisture, water holding capacity (WHC), texture, color, sensory properties (taste and texture), and microbiological properties of the samples were evaluated and compared with the blank. The sample, in which GBF was used instead of 100% starch and flour, had the highest WHC and the least moisture content. Sensorial properties (taste and texture), physical texture, protein, fat, and pH of the samples were not significantly different ($p>0.05$). However, the strength of the sausages decreased by adding GBF to the samples. All the experimental microorganisms were lower than standard levels and nearly similar (except for total counts) in all the samples. Redness and yellowness of the sausages (a and b factors) increased by adding GBF, while lightness (L factor) decreased. Increasing hue angle from the third week onwards denotes that paleness of the samples increased. Only the sample containing the highest amount of GBF didn't show paleness increasing, due to the highest darkness and stiffness of the sample. Considering the nutritional properties of GBF in terms of dietary fiber and WHC, using it in functional meat products is highly recommended.

Keywords: Sensorial Properties, Sausage, Germinated Barely, Texture, Nutritional Value

*Corresponding Author: a.jokar@areeo.ac.ir

