تولید سوسیس با استفاده از آرد جو جوانه‌زده و بررسی تاثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفیت سوسیس

اکبر جوکار[1*]، مریم شاه امیریان[1]، ماشا... زارع[1]

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 دریافت: 96/10/02 تاریخ پذیرش:96/11/23

چکیده

با توجه به ارزش تغذیه‌ایی بالای آرد جو جوانه‌زده، 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 جوانه‌زده 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 جوانه‌زده 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 جوانه‌زده 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 جوانه‌زده 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 جوانه‌زده به‌دلیل سفتی بافت و تیرگی بیشتر آرد جو جوانه‌زده افزایش رنگ پریدگی نداشت. استفاده از آرد جو جوانه‌زده در محصولات گوشتی عمل‌گرا قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: ویژگی‌های حسی، سوسیس، آرد جو جوانه‌زده، بافت، ارزش تغذیه‌ایی

[*]مسوول مکاتبات: a.jokar@areeo.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

1-مقدمه

فرآورده‌های گوشتی فرآورده‌هایی هستند که لااقل 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 طوری‌که 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 عمدتا از اسید لینولئیک و اسید لینولنیک تشکیل شده است)، املاح و ویتامین‌ها شامل کاروتن، ویتامین E، B_1 و B_6 ، فولیک اسید و پنتوتنیک 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 آنرا 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 تغذیه‌ایی 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. بنابه گزارش محققان مختلف، مواد ضداکسایش و ضدمیکروبی 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، و 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 (بسته 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

Archive of SID

www.SID.ir

(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 لوبیای 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 لوبیای چشم بلبلی جوانه‌زده افزایش یافت. آرد لوبیای معمولی به عنوان یک ماده پرکننده در سوسیس گوشت گوساله توسط Dzudie et al., (2002) استفاده شد. در تحقیق آنها ظرفیت نگهداری آب و pH افزایش یافت و کاهش افت پخت مشاهده گردید. افزایش آرد لوبیا موجب کاهش سفتی بافت و نیروی برشی در محصول پخته شده شد.فقدان اطلاعات لازم و کافی در مورد استفاده از آرد جو جوانه زده 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 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 جوانه‌نزده 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 وغبار 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 آبگیری منتقل شده و تا خارج شدن آب اضافی نگهداری شدند. دانه‌های آبگیری شده بر روی ظروف زنگ نزن پهن و در یک اتاق کاملاً تاریک در دمای $^{\circ}C$ 30-25 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 $^{\circ}C$ 70 خشک شدند (13، 15 و 28). دانه‌های جوانه‌زده خشک شده، به وسیله‌ی آسیاب (Retsch, Rheimische Stra Be 36- D-42781Haan-Germany) با مش 4 تبدیل به آرد شدند. مقدار پروتئین، چربی، و رطوبت آرد بدست آمده به ترتیب با روش‌های ماکروکلدال، سوکسله، و آون $^{\circ}C$ 100 طبق روش Horwitz, (2000), AOAC اندازه گیری 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.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1. کدبندی تیمارهای مختلف و توضیحات آن‌ها

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

2-3-آزمون‌های کنترل کیفیت

آزمون‌های میکروبی (شامل شمارش کلی باکتری‌ها، کلی‌فرم، سالمونلا در 25 گرم، کلستریدیم 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 اندازه گیری 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) اندازه گیری 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 $^{\circ}C$ 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 g × 9000 در دمای 4 $^{\circ}C$ سانتریفوز شده و WHC آن‌ها با فرمول زیر محاسبه شد.

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

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 کاملا 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.

Archive of SID

www.SID.ir

3-نتایج و بحث

3-1-آزمون‌های شیمیایی

بین مقدار پروتئین، چربی، و pH نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$). جدول 2 این نتایج را جهت اطلاع از مقدار آنها نشان می‌دهد.

جدول2. پروتئین، چربی و pH نمونه‌های سوسیس تولیدی

نمونه‌ها	آرد جو جوانه‌زده	BT1	BT2	BT3	شاهد
درصد چربی	2/5 ± 0/12[a]	19/2 ± 0/10[a]	20/8 ± 0/14[a]	19/8 ± 0/12[a]	19/4 ± 0/13[a]
درصد پروتئین	14/5 ± 0/62[a]	15/2 ± 0/52[a]	16/8 ± 0/43[a]	14/9 ± 0/48[a]	15/9 ± 0/59[a]
pH	6/05 ± 0/02[a]	6/15 ± 0/04[a]	6/08 ± 0/07[a]	6/02 ± 0/08[a]	6/01 ± 0/02[a]

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

3-2-آزمون‌های شیمیایی

با اینکه تفاوت معنی‌داری بین pH آرد جو جوانه‌زده و نمونه‌های 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 می‌شود، آرد جو جوانه‌زده حاوی 14/5 درصد پروتئین بوده که می‌تواند موجب افزایش مقدار پروتئین سوسیس شود، علاوه بر آن پروتئین دارای کیفیت بالا و آمینواسیدهای قابل دسترس زیادتری نیز می‌باشد. چون فعالیت‌های آنزیمی و متابولیسمی انجام شده در حین جوانه زنی موجب افزایش کیفیت و کمیت پروتئین می‌شود. محققین مختلفی از جمله , Lyimo et al., (2004), Kubicka et al., (2000) Jirapa 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 ویتامین‌ها در سوسیس جای نگرانی چندانی نیست، چون سوسیس در حین پاستوریزاسیون حرارت نسبتا ملایمی می‌بیند (حدود 80 $^{\circ}C$ به مدت یک و نیم ساعت) و بافت سوسیس به ویژه چربی آن نقش محافظتی برای مواد مغذی آن به ویژه ویتامین‌ها دارد. علاوه بر آن ویتامین‌های گروه B، E، و K، که مقدار آن‌ها قابل ملاحظه هست، نسبت به حرارت مقاوم بوده و اگر در محیط آبکی و در دماهای 100 $^{\circ}C$ و بالاتر برای چند ساعت قرار گیرند از بین می‌روند (7). البته در این مورد تحقیقات بیشتری لازم است. مقدار پروتئین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. با افزایش درصد آرد جو جوانه‌زده، درصد پروتئین نیز افزایش معنی‌داری نیافته است. دلیل آن اینست که منبع اصلی تامین پروتئین در سوسیس گوشت و مواد مشابه مانند سویا است که در کلیه فرمولاسیون‌ها سهم زیادتری داشتند و مقدارشان نیز ثابت بود. آرد جو جوانه‌زده به ترتیب دارای 2/5 درصد چربی بود. هرچند که این مقدار چربی کم بوده و تاثیر معنی‌داری بر چربی نمونه‌ها نداشت اما بدلیل داشتن ارزش تغذیه‌ای بالا حائز اهمیت می‌باشد. محققین دیگری مانند Jokar et al., (2012) نشان دادند که حدود 74 درصد از اسیدهای چرب موجود در آرد لوبیای جوانه‌زده اسیدهای غیر اشباع ضروری و مورد نیاز بدن (اولئیک، لینولئیک، و لینولنیک اسید) می‌باشند، که از نظر تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت است.

3-3-رطوبت و WHC

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3. مقادیر رطوبت و WHC در نمونه‌های مختلف

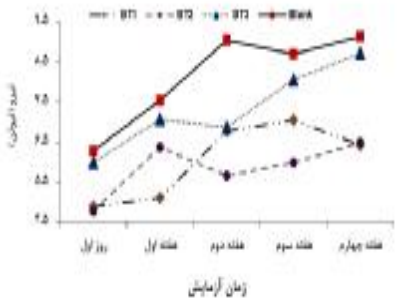
نمونه‌ها	شاهد	BT1	BT2	BT3
%WHC	68/58 ± 3/22[b]	56/6 ± 2/12 [c]	70/57 ± 4/12[ab]	71/13 ± 2/92[a]
درصد رطوبت	56/43 ± 2/34 [a]	57/27 ± 4/19[a]	57/58 ± 2/72[a]	53/75 ± 1/92[b]

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

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 می گیرد. 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 اضافه‌کردن جو جوانه‌زده به سوسیس مرغ توسط Kim et al., (2016) گزارش شد. محققین مختلفی از جمله Besbes et al., (2008) گزارش دادند که می‌توان 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. همانطور که مشاهده می‌شود، گزارش‌های محققین دیگر نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌نماید.

3-4-بافت نمونه‌ها

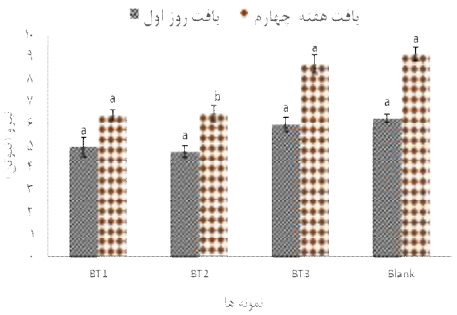
تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر بافت حتی پس از سرخ کردن نیز وجود نداشت ($p>0/05$). شکل 1 تغییر بافت نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده در طول 4 هفته را نشان می‌دهند. شکل 2 تفاوت بافت پس از 4 هفته نگهداری در یخچال را نشان می‌دهد. قابل ذکر است که پس از سرخ کردن نیز تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارها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

Archive of SID

www.SID.ir



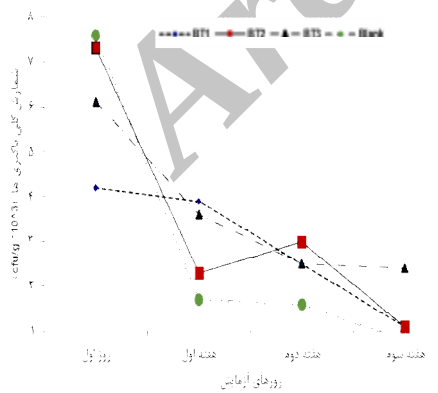
شکل2. مقایسه بافت نمونه‌های سوسیس یک روز و 4 هفته پس از تولید

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

با توجه به شکل‌های 1 و 2 سفتی بافت کلیه نمونه‌ها در اثر ماندن در یخچال افزایش داشته است، این مطلب نشان می‌دهد که افزودن آرد جو جوانه‌زده تاثیر منفی بر بافت در طول نگهداری نداشته و نمونه‌ها در اثر ماندن در یخچال و احتمالا از دست دادن رطوبت سفت‌تر شده‌اند. اما شکل 1 به طور واضح نشان می‌دهد که با افزودن آرد جو جوانه‌زده در کلیه مقادیر، سفتی بافت نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است (هر چند از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نبود). در مورد علت کاهش سفتی بافت می‌توان به تجزیه پروتئین و نشاسته جو در حین جوانه‌زدن اشاره نمود که احتمالا باعث می‌شود 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 نمونه‌های سوسیس در روز اول و چهار هفته پس از تولید را نشان می‌دهد. بافت اکثر نمونه‌ها در روز اول و هفته چهارم تفاوت معنی‌داری ندارند ($p>0/05$) هرچند که در ظاهر افزایش سفتی بافت داشته‌اند (شکل 2) فقط نمونه BT2 طبق آزمون تی-استودنت در سطح 5 درصد متفاوت بود. به طور کلی می‌توان گفت که افزودن آرد جو جوانه‌زده به سوسیس تاثیر منفی در بافت نداشته است. اضافه کردن آرد لوبیای معمولی به عنوان یک ماده پرکننده در سوسیس گوشت گوساله موجب کاهش سفتی بافت و نیروی برشی در محصول پخته شده گردید (6)، که نتیجه تحقیقات حاضر را تایید می‌کند (شکل 1).

3-5-ویژگی‌های میکروبی

تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های میکروبیولوژی سوسیس در کلیه آزمون‌ها بجز شمارش کلی تا پایان هفته سوم تاثیر معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). شمارش کلی باکتری‌ها در روز اول، هفته اول، و هفته دوم در نمونه‌های مختلف متفاوت بود ($p<0/05$)، اما در هفته سوم تفاوت‌ها معنی‌دار نبود ($p>0/05$). در هفته چهارم نیز سطح کلیه نمونه‌ها کپک‌زده بود و به همین دلیل آزمون‌های میکروبی انجام نشد. تفاوت بین شمارش کلی باکتری‌ها در روز اول، هفته اول، و هفته دوم از روند و اصول منظمی پیروی نمی‌کرد و نمی‌توان نتیجه مشخص و علمی از آن بدست آورد. دلیل این تفاوت‌ها به احتمال زیاد به عوامل دیگری غیر آرد جو جوانه‌زده مربوط می‌شود. در این مورد نیاز به تحقیقات بیشتری است. به طور کلی شمارش کلی باکتری‌ها و همچنین بقیه میکروب‌های آزمایش شده در هیچ کدام از نمونه‌ها از حد استاندارد بالاتر نبوده و نشان می‌دهد که افزودن آرد جو جوانه‌زده تاثیر منفی بر کیفیت میکروبی سوسیس نداشته است. روند تغییر شمارش کلی باکتری‌ها در سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده به ترتیب در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3. روند تغییرات شمارش کلی باکتری‌ها در طی نگهداری سوسیس حاوی آرد جو جوانه‌زده در دمای 5 °C

Archive of SID

www.SID.ir

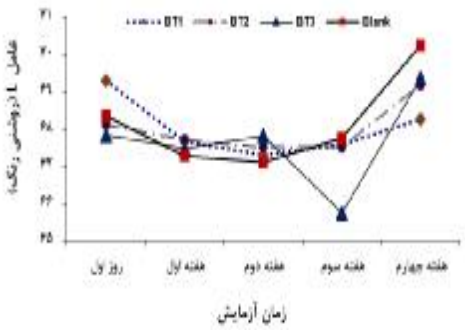
آزمون‌های شمارش کلی باکتری‌ها، کلی‌فرم، *سالمونلا* در 25 گرم، *کلستریدیم پرفرینجنس*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *ای‌کلای* و کپک و مخمر از روز اول تا هفته سوم کمتر از میزان استاندارد بوده و در تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوتی نداشتند. در هیچ کدام از نمونه‌ها رشد کلی فرم، سالمونلا، E.coli و کپک و مخمر دیده نشد. فرم رویشی کپک و مخمرها حساس به حرارت هستند و با پاستوریزاسیون سوسیس (حدود 80 درجه سانتی گراد) از بین می روند 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 تقریبا ثابت ماند (شکل 3). به‌نظر می‌رسد دلیل کاهش شدید در هفته اول، تاثیر مواد نگهدارنده مانند نیتریت‌ها است. بر اساس گزارش‌های محققین مختلف مواد ضد میکروبی و ضد اکسایش غلات در حین جوانه‌زنی افزایش می‌یابد که به‌نوبه خود می‌تواند تاثیرگزار باشد (4، 22، 26، 32، 33 و 35). اما برای اینکه به‌توان دقیق‌تر نتیجه گرفت، نیاز به تحقیقات بیشتر و منسجم‌تری است.

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

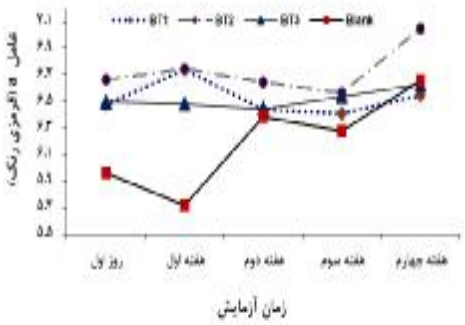
یک روز پس از تولید نمونه‌ها از نظر روشنی تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). اما قرمزی و زردی محصول متفاوت بود ($p<0/05$). آنالیز واریانس رنگ یک هفته پس از تولید نشان داد که روشنی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). اما نمونه‌ها از نظر قرمزی ($p<0/01$) و زردی ($p<0/05$) تفاوت معنی‌داری داشتند.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



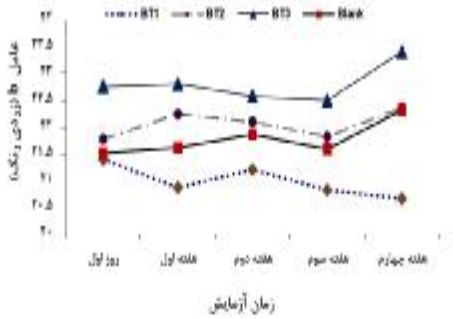
شکل 4. روند تغییرات روشنی رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5 °C



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

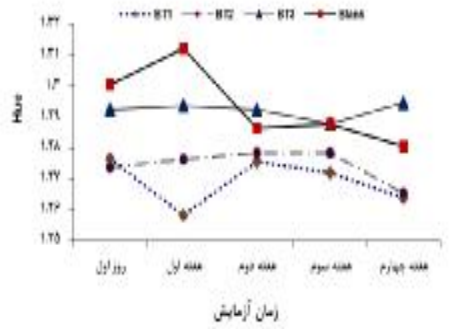
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 6. روند تغییرات زردی رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5 °C

روند تغییرات زاویه هیو یا رنگ خالص نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده در شکل 7 نشان داده شده است.



شکل 7. روند تغییرات Hue رنگ سوسیس‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده طی 4 هفته نگهداری در دمای 5 °C

مطالعه روند تغییرات روشنی رنگ در نمونه‌ها ی حاوی آرد جو جوانه‌زده 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 جوانه‌زده مشابه بوده است. شکل 5 بیانگر این مطلب است که با افزایش مقدار آرد جو جوانه‌زده 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 تقریبا در کلیه نمونه‌های حاوی آرد جو جوانه‌زده، قرمزی از روز اول تا هفته چهارم بیشتر از نمونه شاهد بوده است. از هفته سوم به بعد قرمزی کل نمونه‌ها افزایش یافته است. آرد جو جوانه‌زده 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 جوانه‌زده به سوسیس نتایجی مشابه تحقیق حاضر گزارش داده‌اند البته در مواردی که با آرد لوبیای جوانه‌زده کار شده است بی‌تاثیر بودن آن بر رنگ سوسیس گزارش شده است (17). درصد های مختلفی از آرد لوبیای چشم بلبلی (Cowpea) جوانه‌زده یا تخمیر شده در آرد گندم برای تولید نان استفاده و اعلام شد که با افزایش آرد لوبیای چشم بلبلی (Cowpea) جوانه‌زده یا تخمیر شده رنگ افزایش یافت (8). زاویه هیو در کلیه نمونه‌ها بجز نمونه BT3 که حاوی آرد جو جوانه‌زده زیادی بود از هفته سوم به چهارم کاهش یافته (شکل 7) که نشان می‌دهد رنگ پریدگی نمونه‌ها بیشتر شده است. فقط نمونه BT3 به‌دلیل سفتی بافت و تیرگی بیشتر آرد جو جوانه‌زده 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 پریده‌تر 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

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

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

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

افزودن آرد جو جوانه‌زده به سوسیس تاثیر منفی بر طعم و بافت نداشته و می توان 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 لوبیا به همبرگر، کیفیت حسی محصول در مقایسه با نمونه شاهد کاهش نیافت (2).

4-نتیجه گیری

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 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 نیتریت در این نمونه‌ها را کاهش داد که با توجه به فرهنگ مصرف کننده می‌تواند مقبول‌تر باشد. با به کار گرفتن آرد جو جوانه‌زده به عنوان جایگزین آرد و نشاسته معمولی در تولید سوسیس، می توان محصولی با ارزش تغذیه ای 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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. & 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. & 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. & 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. & 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. & 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. & Hart E.B. A study of the heat stability of the vitamin B factors required by the chick. Available at: URL: http:// www.jbc.org. Accessed October 21. 2011.
8. Hallen E., Banoglu S. & Ainsworth P. Effect of fermented germinated cowpea flour addition on 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. & 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. & 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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. & 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., & Lee G.H. Characteristics of Red Pepper Paste by Using Germinated Barley with Increased ɣ-Amino Butyric Acid. J Food Sci Nutr. 2011; 16 (2), 150-156.
32. Swegle M. & 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. & 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. & Ooraikul 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. & 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. & 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. & 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. & 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. & 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. & 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. & Dastar B. The determining of digestible energy and digestibility coefficients of protein, calcium and phosphorus of malt (Germinated barley) in broilers. Int J Poult Sci. 2009; 8 (8), 788-791.
26. Naofumi M., Tomoko M., Michiyo W. & Shirou Y. Pre-Germinated brown rice substituted bread: dough characteristics and bread structure. Int J Food Prop. 2007; 10 (4), 779–789.
27. Panfil P., Dorica B., Sorin C., Emilian M., Ersilia A. & Iosif G. Biochemical characterization of flour obtained from

Archive of SID

www.SID.ir