بررسی عملکرد پراکسید هیدروژن قلیایی بر روی ویژگی‌های فیزیکی فیبر رژیمی تولید شده از سبوس گندم

مریم اصلان زاده[a*]، مریم میزانی[b]، عباس گرامی[c]، مزدک علیمی[d]

[a] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه صنایع غذایی، تهران
[b] دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران
[c] دانشیار دانشگاه تهران، دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، تهران
[d] مربی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت الله آملی

Archive of SID

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۲/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۳/۲۸

چکیده

مقدمه: سبوس گندم یکی از منابع غنی فیبر نامحلول می باشد. مصرف فیبر به دلایل اثرات مفید آن در مقابل بسیاری از بیماری ها نظیر سرطان کولون و امراض قلبی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این پژوهش اصلاح ساختار سبوس گندم با پراکسید هیدروژن در شرایط قلیایی و بررسی خصوصیات فیزیکی سبوس های تیمار شده و مقایسه آن با نمونه شاهد بود.

مواد و روش‌ها: پس از تعیین ویژگی های سبوس گندم اولیه، نمونه‌های سبوس در معرض سطوح مختلف pH و پراکسید هیدروژن قرار گرفته و آزمون های ظرفیت نگهداری آب، رنگ سنجی برای کلیه نمونه ها و اندازه گیری سلولز و لیگنین تنها برای نمونه منتخب (بالاترین ظرفیت نگهداری آب و روشن ترین رنگ) انجام شده و با نمونه شاهد مقایسه گردید.

یافته‌ها: سبوس گندم تیمار شده در pH=۱۱/۵ بالاترین ظرفیت نگهداری آب را داشت و با به کارگیری ۷٪ پراکسید هیدروژن روشن ترین رنگ حاصل گردید. همچنین تیمار سبوس با پراکسید هیدروژن موجب کاهش فیبرهای نامحلول گشت.

نتیجه گیری: در این پژوهش مشخص گردید تیمار سبوس گندم با پراکسید هیدروژن در شرایط قلیایی موجب اصلاح خصوصیات فیزیکی آن (افزایش ظرفیت نگهداری آب و روشن شدن رنگ) می گردد. افزایش ظرفیت نگهداری آب وابسته به pH محیط بوده و افزایش درصد پراکسید هیدروژن مصرفی باعث روشن شدن رنگ می شود. فیبر رژیمی تولیدی نیز می تواند به عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی مختلف استفاده شود.

واژه های کلیدی: *پراکسید هیدروژن قلیایی، رنگ، سبوس گندم، ظرفیت نگهداری آب، فیبرهای خوراکی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Aslanzadeh.maryam@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

مصرف فیبرهای خوراکی در دهه های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. فیبرهای خوراکی پلی ساکاریدهای ساختاری و ذخیره‌ای گیاهان به همراه لیگنین می باشند که در برابر هیدرولیز آنزیمی معده و روده کوچک مقاوم هستند (American Dietetic Association, 2002). فیبرهای خوراکی به دو گروه فیبرهای محلول و نامحلول طبقه بندی می شوند. فیبرهای محلول توانایی تشکیل ژل داشته و یا به عنوان قوام دهنده عمل می نمایند در حالی که فیبرهای نامحلول خاصیت هیگروسکوپیک قوی داشته به طوری که می توانند تا ۲۰ برابر وزن خود آب جذب نمایند (Thebaudin *et al.*, 1997). مطالعات صورت گرفته از سوی بسیاری از سازمان های مرتبط با سلامتی نشان می دهد مصرف فیبرهای خوراکی دارای اثرات مفید تغذیه ای و سلامتی نظیر کاهش چاقی، درمان دیابت شیرین، کاهش خطر ابتلا به ناراحتی های قلبی و عروقی و سرطان کولون می باشند. همچنین اهمیت فیبر در سلامت گوارشی امروزه به خوبی به اثبات رسیده است (Thebaudin *et al.*, 1997; American Dietetic Association, 2002). به همین دلیل مصرف روزانه ۲۰ تا ۳۵ گرم فیبر خوراکی از سوی بسیاری از گروه‌های نظارتی بین‌المللی پیشنهاد می‌شود (Thebaudin *et al.*, 1997; International Food Information Council, 1999).

یکی از منابع مهم تامین کننده فیبر در رژیم غذایی انسان سبوس دانه های غلات نظیر گندم می باشد. سبوس گندم حاوی ۹/۲۳ درصد فیبر بوده که بخش عمده آن را فیبرهای نامحلول تشکیل می دهد (رجب زاده، ۱۳۷۵).

این محصول ارزان و فراوان که به عنوان یک فرآورده جانبی از فرآوری گندم حاصل می شود به شکل سنتی به مصرف خوراک دام رسیده و یا در محیط زیست نابود می‌شود در حالی که می تواند به عنوان جایگزین چربی در بسیاری از فرمولاسیون های غذایی مورد استفاده قرار گیرد اما به دلیل پایین بودن ظرفیت نگهداری آب [1] (WHC) و تاثیرات منفی ناشی از افزودن این ترکیب در محصول نهایی نظیر ایجاد بافت شنی و ظاهری ضعیف بایستی اصلاحاتی بر روی آن صورت گیرد (Galdeano and Grossmann, 2005).

بدین ترتیب که سبوس گندم و یا پوسته سایر غلات نظیر یولاف، برنج، ذرت و دانه سویا تحت فرآیند به اجزای میکروسکوپی تبدیل شده و با پراکسید هیدروژن در شرایط قلیایی تیمار می شوند. بعد از خالص سازی و خشک کردن، آسیاب شده و به صورت پودری فوری در می‌آیند (Inglett, 1997; Kenyon, 2005).

این فیبر رژیمی به دلیل آمورف بودن سلولز موجود در ساختارش، توانایی تشکیل ژل را داراست. ذرات این محصول قدرت جذب آب زیادی دارند و بافت ژلی و نرمی را در محصول ایجاد می کنند. تحقیقات انجام شده نشان داده است که این فرآورده فاقد هیچ گونه طعم و بوی نامطلوب می باشد و در محصول بافتی شبیه چربی ایجاد می کند (About Z-Trim, 2008).

مطالعات بسیاری به منظور تولید فیبرهای رژیمی از پوسته و سبوس غلات و کاربرد آن در محصولات غذایی مختلف صورت گرفته است.

Gould در سال ۱۹۸۵ لیگنین زدایی ساقه گندم و سایر ترکیبات لیگنوسلولزی را توسط پراکسید هیدروژن قلیایی مورد بررسی قرار داد. وی معتقد بود که واکنش لیگنین زدایی به شدت وابسته به pH محیط واکنش بوده و مناسب‌ترین محدوده pH=۱۱/۵-۱۱/۶ می‌باشد (Gould, 1985).

در سال ۱۹۸۹همین فرد تاثیر تیمار پراکسید هیدروژن قلیایی را بر روی بازمانده‌های محصولات کشاورزی مورد بررسی قرار داد. بدین منظور ترکیبات لیگنوسلولزی غیر چوبی آسیاب شده در محیط‌های مختلفی نظیر آب مقطر با pH=۷، آب مقطر به همراه هیدروکسید سدیم با pH=۱۱/۵، آب مقطر حاوی۱٪(W/V) پراکسید هیدروژن با pH=۷ و آب مقطر حاوی۱٪(W/V) پراکسید هیدروژن که pH آن توسط هیدروکسید سدیم بر روی ۱۱/۵تنظیم شده بود، قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین حجم تورم یافتگی زمانی به دست می‌آید که از هیدروکسید سدیم جهت تنظیم pH=۱۱/۵ و از پراکسید هیدروژن برای لیگنین‌زدایی استفاده شود (Gould, 1989).

[1] Water Holding Capacity

Archive of SID

www.SID.ir

Gould و همکاران در سال ۱۹۸۹ دریافتند که تیمار ترکیبات لیگنوسلولزی نظیر ساقه گندم و ذرت، سبوس غلات و پوسته سبزیجات و میوه ها با محلول قلیایی پراکسید هیدروژن (pH=۱۱/۵) موجب افزایش قدرت جذب آب آنها گشته و بعد از تورم یافتگی، نرم می شوند. در نتیجه می توان از آن در محصولات پختی به عنوان یک ترکیب موثر برای کاهش کالری و نیز افزایش فیبر دریافتی استفاده نمود (Gould *et al*., 1989).

Inglett در سال ۱۹۹۸ در مرکز تحقیقات USDA تولید نوعی ژل حاصل از فیبرهای خوراکی به منظور تولید محصولات کم کالری را مورد بررسی قرار داد. بدین منظور منابع فیبری مانند سبوس دانه های غلات و بازمانده های کشاورزی، آسیاب شده به طوری که اندازه آن کمتر از ۱mm گشت. در مرحله اول سوبسترا در معرض غلظت‌های مختلفی از محلول قلیایی با pH=۹-۱۳ قرار گرفت. نیروی مورد نیاز به منظور تخریب ساختار سلولی توسط روش‌های مختلفی نظیر آسیاب کلوئیدی، اکسترودر، Blender و ... تامین گشت. ترکیبات حاصل از این مرحله پس از شستشو و سانتریفیوژ و یا فیلتراسیون در معرض مرحله دوم قرار گرفتند. در این مرحله از پراکسید هیدروژن به مقدار حداقل ۱٪ و دمای ۷۰-۴۰ درجه استفاده شد. ترکیبات جامد مرطوب این بخش جدا گشته و ژل تولیدی با روش های مختلف خشک گردید. نتایج نشان داد ژل تولیدی به آسانی در آب پراکنده شده و پس از جذب آب، ویسکوزیته بالایی تولید می نماید (Inglett, 1998).

در بررسی دیگری که در سال ۲۰۰۵ میلادی Galdeano و Grossman تاثیر پراکسید هیدروژن قلیایی به همراه اکستروژن را بر روی ویژگی های پوسته جودوسر (یولاف) بررسی کردند. سطوح پراکسید هیدروژن، رطوبت و حرارت اکسترودر متغیرهای مستقل و ظرفیت نگهداری آب (WRC)، حجم تورم یافتگی (SV)[1] و رنگ، متغیرهای وابسته بودند. نتایج نشان داد حرارت مهم ترین عامل بر خصوصیات آبگیری می باشد. بالاترین ظرفیت نگهداری آب و حجم تورم یافتگی زمانی به دست آمد که پوسته ها در معرض ۷٪ پراکسید هیدروژن با رطوبت ۳۲٪ و حرارت ۹۰ درجه قرار گرفتند (Galdeano & Grossmann, 2005).

به گزارش کانون انجمن های صنفی صنایع غذایی ایران میزان سبوس گندم تولیدی سالانه حدود یک میلیون و دویست و هشتاد هزار تن می‌باشد. لذا با توجه به محتوای بالای فیبر در سبوس گندم، ارزش تغذیه‌ای و وضعیت تولید آن در داخل کشور در این پژوهش تولید نوعی فیبر رژیمی از سبوس گندم در معرض پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی مد نظر بوده و ویژگی‌های فیبر حاصله به لحاظ ظرفیت نگهداری آب و رنگ مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

- روش تهیه فیبر رژیمی

جهت تولید فیبر رژیمی جایگزین چربی، سبوس گندم قزاقستان (ویزیتکا) با محتوای فیبر بالا، مورد تایید آزمایشگاه کنترل کیفیت یکی از کارخانجات معتبر تولید کننده آرد کشور، تهیه گردید. سپس کلیه ویژگی‌های آن نظیر درصد رطوبت (استاندارد ایران. شماره ۲۷۰۵، سال ۱۳۶۵)، درصد خاکستر در ماده خشک (استاندارد ایران. شماره ۱۰۳، سال ۱۳۸۱)، درصد پروتئین در ماده خشک (استاندارد ایران. شماره ۲۸۶۳، سال ۱۳۶۶)، درصد چربی (استاندارد ایران. شماره ۲۸۶۲، سال ۱۳۶۶) و درصد فیبر آن (استاندارد ایران. شماره ۳۱۰۵، سال ۱۳۶۹) تعیین گردید. سبوس گندم آسیاب و اندازه مش ذرات آن (توسط دستگاه Simon Timer series 20) تعیین شد. سپس به منظور کاهش بار میکروبی و غیرفعال نمودن آنزیم ها، سبوس تهیه شده در دمای ۱۲۱°Cبه مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو گشت (Galdeano & Grossman, 2005).

سبوس گندم آسیاب شده با پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی تیمار گردید. در مرحله اول به منظور قلیایی نمودن محیط از محلول ۰/۰۰۱۲، ۰/۰۱۲ و ۰/۱۲ درصد هیدروکسید سدیم تا رسیدن به pH ۱۲/۵، ۱۱/۵، ۱۰/۵ استفاده شد. بدین ترتیب که نمونه سبوس با محلول آبی هیدروکسید سدیم مخلوط شده و سوسپانسیون حاصله توسط دستگاه مخلوط کن با درجه دو به مدت ۶۰ دقیقه در داخل حمام بن ماری با حرارت ۸۰°C هموژن گردید. به

[1] Swelling Volume

Archive of SID
www.SID.ir

منظور جلوگیری از تبخیر محلول قلیایی و تغییر pH محیط، یک درب شیشه‌ای بر روی بشر حاوی ترکیبات قرار داده شد و اطراف آن نیز با پارافیلم و فویل آلومینیومی پوشیده شد. سپس سوسپانسیون حاصله با دور g ×۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ گشته و رسوب به دست آمده بعد از شستشوی نهایی (به منظور کاهش pH)، توسط فیلتر Sintered Glass صاف و در معرض مرحله دوم قرار گرفت. در این مرحله پراکسید هیدروژن به عنوان عامل رنگبر در سه سطح ۱، ۴ و ۷ درصد اضافه گشت. عملیات همزدن در دمای ۶۰°C به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. ترکیبات جامد به دست آمده از سانتریفیوژ، همانند مرحله قبل صاف شده و در آون با دمای ۴۰°C به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. بدین ترتیب ۹ تیمار (با سه سطح مختلف pH در محدوده قلیایی و پراکسید هیدروژن ۱، ۴ و ۷٪) در دو تکرار تولید شد (Gould, 1989; Inglett, 1998).

شایان ذکر است که هر کدام از نمونه های سبوس گندم تیمار شده با سطوح مختلف pH و پراکسید هیدروژن مطابق جدول ۱ کد گذاری گردید و بدین ترتیب در مراحل بعد جهت مشخص نمودن هر یک از تیمارها از کدهای مربوطه استفاده شد.

جدول ۱- کدگذاری نمونه های سبوس گندم

کد مربوطه	pH محیط	درصد پراکسید هیدروژن
F.10.5.1%		۱
F.10.5.4%	۱۰/۵	۴
F.10.5.7%		۷
F.11.5.1%		۱
F.11.5.4%	۱۱/۵	۴
F.11.5.7%		۷
F.12.5.1%		۱
F.12.5.4%	۱۲/۵	۴
F.12.5.7%		۷

- **روش های آزمون**
- **اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب**

جهت اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب، ۳ گرم فیبر خشک شده با ۳۰ میلی لیتر آب مقطر درون لوله‌های سانتریفیوژ در درجه حرارت اتاق مخلوط شد. پس از ۱۸ ساعت، نمونه‌ها با دور g ×۳۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. فاز بالایی دور ریخته شده و فاز پایینی به یک قیف Sintered Glass که از قبل وزن شده بود، منتقل گشت. پس از گذشت ۱۵ دقیقه، نمونه مرطوب به همراه Sintered Glass وزن شده و درون آون با دمای ۱۱۰ °C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه خشک به همراه Sintered Glass وزن شده و از طریق رابطه زیر ظرفیت نگهداری آب اندازه گیری شد (Gould *et al.*, 1989; Robertson, 2000).

$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن نمونه مرطوب} - \text{وزن نمونه خشک}}{\text{وزن نمونه خشک}} \quad \text{(gr/gr dry weight)}$$

- **آزمون رنگ سنجی**

جهت انجام آزمون رنگ سنجی از دستگاه Hunter lab color flex استفاده گردید و شاخص‌های رنگی نمونه ها شامل L* (میزان روشنایی)، a* (میزان تمایل به رنگ قرمز) و b* (میزان تمایل به رنگ زرد) در دو تکرار اندازه‌گیری شد. همچنین اختلاف رنگ کلی (ΔE) که اختلاف بین L*، a* و b* را بین نمونه و شاهد نشان می‌دهد، از رابطه زیر محاسبه گردید (Hunter lab, 2001):

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

- **اندازه‌گیری سلولز و لیگنین موجود در فیبر**

به منظور بررسی تغییرات مقدار فیبر موجود در سبوس گندم، مقادیر سلولز و لیگنین موجود در نمونه شاهد و نمونه منتخب (نمونه ای که روشن ترین رنگ و بالاترین WHC را دارا بود) با روش ADF[1] توسط دستگاه Fibertec™ 2010 مدل Foss اندازه گیری شد.

بدین ترتیب که ۱۰۰ میلیلیتر از محلول دترجنت اسیدی برداشته و به ۱ گرم از نمونه مورد نظر اضافه گشت. جهت تهیه محلول ADF، ۲۰ گرم ستابلن در یک بالن ژوژه یک لیتری ریخته و با اسید سولفوریک ۱ نرمال به حجم رسانده شد. بعد از جوشیدن مخلوط نمونه و دترجنت اسیدی به مدت یک ساعت، عملیات صاف نمودن، شستشو و خشک کردن، خاکسترسازی و توزین انجام شد و از طریق رابطه زیر درصد ADF محاسبه گشت (AOAC, 2009):

[1] Acid Detergent Fiber

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن W_2 وزن پس از مرحله خشک کردن، W_3 وزن پس از مرحله خروج از کوره و W_1 وزن نمونه می‌باشد.

$$\%ADF = \frac{W_2 - W_3}{W_1}$$

- **تجزیه و تحلیل آماری**

به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج بدست آمده از آزمون های مختلف، از نرم افزار MINITAB13 استفاده شد و تجزیه و تحلیل ها منطبق با طرح کاملاً تصادفی متعادل و در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام گرفت. با استفاده از این نرم افزار ابتدا نرمال بودن نتایج نمونه ها بررسی شد. سپس اگر نتایج بر منحنی توزیع نرمال منطبق بودند، از آزمون پارامتری (parametric) آنالیز واریانس ANOVA و در صورت عدم انطباق، از آزمون غیر پارامتری کروسکال- والیس (Kruskal-Wallis) جهت بررسی تفاوت معنی دار بین داده ها استفاده گردید. بررسی معنادار بودن میانگین نتایج نمونه‌ها با یکدیگر نیز با استفاده از آزمون Tukey's pairwise comparisons انجام شد.

یافته ها

در جدول ۲ نتایج کلیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سبوس گندم اولیه و در جداول ۳ و ۴ به ترتیب میانگین نتایج ظرفیت نگهداری آب و رنگ سنجی نمونه‌های سبوس تیمار شده با سطوح مختلف سود و پراکسید به همراه نمونه شاهد مشخص گردیده است. جدول ۵ نیز نشان دهنده میانگین مقادیر سلولز و لیگنین موجود در نمونه شاهد و نمونه منتخب با استفاده از روش ADF می‌باشد.

بحث

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود سبوس گندم ویزیتکا درصد فیبر بالایی (۱۶/۵۶) داشته که بخش اعظم آن را فیبرهای نامحلول تشکیل می‌دهد. همچنین با تفاضل مجموع رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر از ۱۰۰، درصد کربوهیدرات (۴۶/۰۱) به دست می‌آید که شامل سوکروز، دکسترین، نشاسته و پنتوزان‌ها می باشد. از دیگر خواص تغذیه‌ای سبوس، می‌توان به بالا بودن مقادیر پروتئین آن اشاره داشت که بخش اعظم آن را آلبومین، گلوبولین و پرولامین تشکیل می‌دهد (Jones & Gersdorff, 1925).

جدول ۲- نتایج کلیه آزمون های صورت گرفته بر روی سبوس گندم

ویژگی مورد بررسی	مقدار (٪)
رطوبت	۸/۷۴
خاکستر در ماده خشک	۴/۶۳
پروتئین در ماده خشک (N:5/7)	۱۷/۸۵
چربی	۶/۲۱
فیبر	۱۶/۵۶
اندازه ذرات پس از آسیاب	۰/۷<۴۷۵ µm
	۵۸/۹<۱۸۰ µm
	۱۲/۷<۱۲۵ µm
	۴/۶<۱۰۶ µm

جدول ۳- نتایج آزمون ظرفیت نگهداری آب سبوس های تیمار شده (۱)

نام نمونه	میانگین ظرفیت نگهداری آب
F.10.5.1%	۵/۱۳±۰/۱۱۳^{b}
F.10.5.4%	۵/۲۳±۰/۰۹۹^{bc}
F.10.5.7%	۵/۰۹±۰/۰۲۸^{b}
F.11.5.1%	۸/۲۵±۰/۲۱۹^{e}
F.11.5.4%	۸/۱۹±۰/۲۴۷^{e}
F.11.5.7%	۸/۲۲±۰/۱۵۶^{e}
F.12.5.1%	۵/۶۵±۰/۰۹۱^{bd}
F.12.5.4%	۵/۷۴±۰/۰۹۹^{cd}
F.12.5.7%	۵/۸۵±۰/۰۷۷^{d}
Blank	۴/۲۳±۰/۰۱۴^{a}

(۱) نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند($p<0.05\%$)

با توجه به نتایج ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها که در جدول ۳ نشان داده شده است، مشخص می‌گردد که بین نمونه‌ها با pH های متفاوت اختلاف معناداری در سطح احتمال خطای کمتر از ۵٪ وجود دارد ($p<0.05$). بدین ترتیب که تیمار سبوس‌های گندم با پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب گشته و با نمونه شاهد تفاوت معناداری دارد اما بیشترین ظرفیت نگهداری آب زمانی بدست آمده که pH محیط بر روی ۱۱/۵ تنظیم شده است. اگرچه در pH های ۱۰/۵ و ۱۲/۵ نیز ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها نسبت به شاهد

Archive of SID
www.SID.ir

افزایش یافته است اما در pH=۱۱/۵ این افزایش چشمگیر بوده و تقریبا نسبت به نمونه شاهد دو برابر شده است. همچنین افزایش درصد پراکسید تاثیر معناداری بر افزایش ظرفیت نگهداری آب نداشته به طوری که در pH ثابت تغییر میزان پراکسید مصرفی، ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها را به نحو معناداری تغییر نداده است.

سبوس گندم یک ترکیب لیگنوسلولزی بوده که ظرفیت نگهداری آب اندکی دارد. این امر به دلیل حضور لیگنین و همی سلولز بوده که مانع ورود آب به ساختار داخلی سبوس شده و از طرفی ساختار کریستاله پلیمر سلولز نیز این امر را تشدید می کند (Galdeano & Grossmann, 2005).

تیمار ترکیبات لیگنوسلولزی با پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی (AHP)[1] موجب محلول ساختن بخشی از لیگنین موجود در دیواره سلولی گشته و از طریق قطع پیوندهای هیدروژنی میان و درون شاخه‌ها، باعث کاهش درجه کریستالیزاسیون سلولز می شود. در ساختار باز داخلی ایجاد شده، گروه های OH آزاد تمایل به برقراری پیوند با مولکول‌های آب را داشته و این امر موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و قابلیت تورم یافتگی می‌شود (Gould, 1989; Gould *et al*., 1989; Galdeano & Grossmann, 2005).

جهت عملکرد بهینه کربوهیدرات در دسترس، ضروری است که pH محلول، در محدوده ۱۱/۲ تا ۱۱/۸ و ترجیحا نزدیک به ۱۱/۵ باشد چرا که در pH های پایین‌تر از ۱۱/۲ عملکرد لیگنین زدایی به طور محسوسی کاهش یافته و در pHهای بالای ۱۱/۸ اگرچه ممکن است لیگنین زدایی اندکی بهبود یابد اما بر راندمان ساکاریفیکاسیون تاثیر منفی خواهد گذاشت. هم چنین در pH های بالا، به شکل قابل ملاحظه‌ای محلول شدن همی سلولز موجود در بخش نامحلول آغاز می‌شود. بدین ترتیب تنظیم pH محیط توسط هیدروکسید سدیم و یا هر ترکیب قلیایی قوی دیگری صورت می‌گیرد (Gould, 1989).

بنابراین نتایج نشان می دهد بیشترین ظرفیت نگهداری آب متعلق به تیماری است که pH محیط آن بر روی ۱۱/۵ تنظیم شده است.

همانطور که نتایج آزمون رنگ سنجی نشان می‌دهد، فاکتورهای *L، *a و *b نمونه های سبوس گندم از لحاظ آماری با نمونه شاهد تفاوت معناداری داشته به طوری که روشنایی و تمایل به رنگ زرد افزایش یافته ولی تمایل به رنگ قرمز کاهش یافته است ($p<0.05$).

با توجه به جدول ۴ مشخص می گردد که با افزایش مقدار پراکسید هیدروژن از ۱٪ به ۷٪ فاکتور*L که بیانگر روشنایی است، افزایش یافته است. نتایج نشان می دهد که در یک pH ثابت با افزایش مقادیر پراکسید هیدروژن، میزان روشنایی (*L) به شکل معناداری افزایش و تمایل به رنگ قرمز (*a) کاهش یافته است اما بین دو تیمار با pH متفاوت و درصد پراکسید یکسان از نقطه نظر هیچ یک از فاکتورهای مشخص کننده رنگ نمونه، تفاوت معناداری وجود ندارد.

بدین ترتیب *L نمونه های تیمار شده با ۱٪ پراکسید هیدروژن کمترین تفاوت را با نمونه شاهد داشته و در نمونه‌های F.10.5.7% و F.11.5.7% به بالاترین مقدار خود یعنی ۸/۱۰ رسیده است. این روند نشان می‌دهد که با افزایش مقدار پراکسید هیدروژن، نمونه سبوس روشن‌تر گشته است. علت این روند احتمالا به دلیل خاصیت رنگبری پراکسید هیدروژن و تاثیر آن بر روی رنگدانه های سبوس گندم (پروآنتوسیانیدین ها) می باشد و هر چه مقدار پراکسید هیدروژن مصرفی بیشتر می شود، نمونه روشن تر می گردد.

در پژوهش دیگری Galdeano وGrossmann در سال ۲۰۰۵ جهت تولید فیبر رژیمی از سبوس یولاف، بالاترین مقدار فاکتور *L را زمانی که سطح پراکسید هیدروژن ۷٪ بود، گزارش نمودند (Galdeano & Grossmann, 2005).

با بررسی فاکتور *a که نشان دهنده سبزی و قرمزی نمونه می باشد، مشخص می گردد کلیه نمونه ها با نمونه شاهد تفاوت معناداری دارند. کمترین مقدار این شاخص زمانی به دست آمد که از ۷٪ پراکسید هیدروژن برای تیمار سبوس‌ها استفاده گشت یعنی نمونه‌های حاوی ۷٪ پراکسید هیدروژن نسبت به سایر نمونه‌ها (حتی نمونه شاهد) تمایل

[1] Alkaline Hydrogen Peroxide

Archive of SID

www.SID.ir

کمتری به رنگ قرمز دارند. همچنین در یک pH ثابت با افزایش درصد پراکسید a* کاهش یافته است.

فاکتور b* کلیه نمونه ها از لحاظ آماری با نمونه شاهد تفاوت معناداری داشته و این در حالی است که در نمونه‌های حاوی ۴ و ۷ درصد پراکسید هیدروژن، تفاوت معناداری مشاهده نمی شود. بدین ترتیب که با افزایش مقدار پراکسید هیدروژن از ۱ به ۴ درصد رنگ نمونه های سبوس به زردی گرایش یافته است و در یک pH ثابت روند افزایش (b*) مشاهده می گردد که این اختلاف در مقادیر پراکسید ۴ و ۷ درصد معنادار نمی باشد.

اختلاف رنگ کلی (ΔE) کلیه نمونه ها با درصدهای پراکسید مختلف از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معناداری دارند اما بیشترین اختلاف رنگ با نمونه شاهد زمانی به دست می‌آید که مقدار پراکسید هیدروژن مصرفی ۷٪ باشد به طوری که در این زمان کمترین تمایل به رنگ قرمز و بیشترین تمایل به روشنایی و رنگ زرد مشاهده می‌شود یعنی روشن‌تر از سایر نمونه ها بوده و متمایل به زرد می‌باشد. بنابراین از نقطه نظر رنگ نمونه ای انتخاب می‌گردد که با ۷٪ پراکسید هیدروژن تیمار شده باشد.

نتایج میانگین مقادیر سلولز و لیگنین موجود در نمونه شاهد و نمونه منتخب (سبوس تیمار شده با هیدروکسید سدیم در pH=۱۱/۵ و پراکسید هیدروژن ۷٪) در جدول ۵ نشان داده شده است. بدین ترتیب مشخص می گردد میزان سلولز و لیگنین نمونه منتخب نسبت به نمونه شاهد به طور معناداری کاهش یافته است. علت این امر می تواند محلول گشتن بخشی از لیگنین موجود در دیواره سلولی با پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی و کاهش درجه کریستالیزاسیون سلولز از طریق قطع پیوندهای هیدروژنی میان و درون شاخه ها باشد (Gould, 1989).

در پژوهشی که Grossmann و Galdeano در سال ۲۰۰۵ بر روی پوسته جودوسر انجام دادند، مشخص گردید که تیمار پوسته جودوسر با پراکسید هیدروژن تحت شرایط قلیایی و در حضور حرارت و نیروی برش، موجب کاهش فیبرهای نامحلول نظیر سلولز و لیگنین می شود (Galdeano & Grossmann, 2005).

جدول ٤- مقادیر شاخص های رنگی *L، *a و *b و اختلاف رنگ نمونه های سبوس گندم(۱)

نام نمونه	L*	a*	b*	ΔE
F.10.5.1%	۵۲/۰۳±۰/۰۲۱^{b}	۸/۹۲±۰/۰۱۴^{a}	۲۳/۶۹±۰/۰۲۱^{b}	۴/۷۴±۰/۰۰۷^{a}
F.10.5.4%	۵۶/۹۳±۰/۰۱۴^{c}	۸/۵۷±۰/۰۰۷^{b}	۲۴/۹۸±۰/۰۰۷^{c}	۹/۷۵±۰/۰۱۱^{b}
F.10.5.7%	۶۲/۶۸±۰/۰۰۷^{d}	۸/۱۰±۰/۰۰۷^{c}	۲۵/۰۳±۰/۰۱۴^{c}	۱۵/۳۹±۰/۰۰۹^{c}
F.11.5.1%	۵۲/۰۵±۰/۰۰۰^{b}	۸/۹۳±۰/۰۲۱^{a}	۲۳/۷۰±۰/۰۱۴^{b}	۴/۷۵±۰/۰۰۱^{a}
F.11.5.4%	۵۶/۹۳±۰/۰۰۷^{c}	۸/۵۶±۰/۰۰۷^{b}	۲۵/۰۰±۰/۰۱۴^{c}	۹/۷۶±۰/۰۱۰^{b}
F.11.5.7%	۶۲/۶۹±۰/۰۰۰^{d}	۸/۱۰±۰/۰۱۴^{c}	۲۵/۰۱±۰/۰۲۸^{c}	۱۵/۳۹±۰/۰۰۵^{c}
F.12.5.1%	۵۱/۹۹±۰/۰۱۴^{b}	۸/۹۴±۰/۱۴۱^{a}	۲۳/۷۱±۰/۰۱۴^{b}	۴/۶۹±۰/۰۱۱^{a}
F.12.5.4%	۵۶/۹۲±۰/۰۰۷^{c}	۸/۵۵±۰/۰۰۷^{b}	۲۴/۹۹±۰/۰۱۴^{c}	۹/۷۵±۰/۰۱۰^{b}
F.12.5.7%	۶۲/۷۰±۰/۰۰۷^{d}	۸/۰۸±۰/۰۰۷^{c}	۲۵/۰۰±۰/۰۲۱^{c}	۱۵/۴۰±۰/۰۱۱^{c}
Blank	۴۷/۵۲±۰/۰۰۰^{a}	۸/۳۱±۰/۰۰۰^{d}	۲۲/۴۱±۰/۰۰۰^{a}	

(۱) نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند ($p<0.05\%$)

جدول ٥- نتایج آزمون ADF (۱)

نام نمونه	ADF
F.11.5.7%	۶/۸۵±۱/۷۷^{a}
Blank	۱۴/۶۰±۰/۲۸۳^{b}

(۱) نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند ($p<0.05\%$)

www.SID.ir

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش مشخص می گردد تیمار سبوس گندم با پراکسید هیدروژن در شرایط قلیایی موجب اصلاح خصوصیات فیزیکی آن می گردد به طوری که در شرایط pH=۱۱/۵ ظرفیت نگهداری آب نسبت به نمونه شاهد دو برابر افزایش یافته و روشن ترین رنگ با پراکسید هیدروژن ۷٪ حاصل می شود. در نتیجه از فیبر رژیمی حاصله می توان در فرمولاسیون بسیاری از محصولات غذایی نظیر انواع سس، فرآورده های گوشتی و نانوایی در جهت بهبود خواص عملکردی و تغذیه ای استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت و کارکنان محترم کارخانه آرد ستاره، پژوهشکده غلات و دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس که در انجام این پژوهش همکاری صمیمانه داشتند تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

بی نام. (۱۳۶۵). روش اندازه‌گیری رطوبت غلات و فرآورده‌های آن (روش معمولی). مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۲۷۰۵.

بی نام. (۱۳۶۶). روش اندازه‌گیری پروتئین خام غلات و فرآورده‌های آن. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۲۸۶۳. چاپ دوم.

بی نام. (۱۳۶۶). روش اندازه گیری چربی غلات و فرآورده های آن. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۲۸۶۲. چاپ اول.

بی نام. (۱۳۶۹). روش اندازه گیری فیبر خام غلات و فرآورده‌های آن. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۳۱۰۵. چاپ اول.

رجب زاده، ن.(۱۳۷۵). تکنولوژی آماده سازی و نگهداری غلات. انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۹-۳۷.

Anonymous. (1999). Dietary Fiber Is Still in Style. International Food Information Council.

Anonymous. (2001). Hunter lab, the Color Management Company. Hunter L, a, b. 80 versus CIE 1976 L*,a*,b* .Application note,13(2).

Anonymous. (2002). Position of American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. A.D.A Reports. Journal of the American Dietetic Associations, 102 (7), 993-1000.

Anonymous. (2008). About Z-Trim. www.z-Trim.com.

AOAC Official Method. (2009). Gravimetric Determination of Acid Detergent Fiber and Lignin in Feed: Interlaboratory Study, 973.18.

Galdeano, M. C. & Grossmann, M. V. E. (2005). Effect of Treatment with Alkaline Hydrogen Peroxide Associated with Extrusion on Color and Hydration Properties of Oat Hulls. *Brazilian Archives of Biology Technology*, 48 (1), 63-72.

Gould, J. M. (1985). Studies on the Mechanism of Alkaline Peroxide Delignification of Agricultural Residues. *Journal of Biotechnology and Bioengineering*, XXVII, 225-231.

Gould, J. M. (1989). Alkaline Peroxide Treatment of Agricultural Byproducts. US Patent, 4,806,475.

Gould, J. M., Jasber, B. K., Dexter, L. B., Hsu, J. T., Lewis, S. M. & Fahey, G. C. (1989). High Fiber, Noncaloric Flour Substitute for Baked Foods. Properties of Alkaline Peroxide-Treated Lignocellulose. *Cereal Chemistry*, 66(3), 201-205.

Inglett, G. E. (1998). Dietary Fiber Gels for Calorie Reduced Foods and Method for Preparing the Same. US Patent, 5,766,662.

Jones, D. B. & Gersdorff, C. E. F. (1923). Proteins of Wheat Bran. *Journal of Biochemical Chemistry*.

Kenyon, K. E. (2005). Z-Trim Combined Directly with Erythritol. US Patent, 2007/0134383.

Robertson, J. A., Monredon, F. D., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R. & Thibault, J. F. (2000). Lebensm-Wiss.u-Thechnol, 33(2), 72-79.

Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. & Bourgeois, C. M. (1997). Dietary Fibres: Nutritional and Technological Interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41-48.

Archive of SID

www.SID.ir