نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۲۹۶-۲۸۶

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 4, winter, 2011, p. 286-296

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیک بتاگلوکان استخراج شده از جو بدون پوشینه

سید سهیل امیری عقدایی[1*]- مهران اعلمی[2]- سید مهدی جعفری[2]- علیرضا صادقی ماهونک[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲۱

چکیده

در این پژوهش ویژگی های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیک و بافتی بتاگلوکان استخراج شده از چهار لاین جو بدون پوشینه ایرانی (EHDS4, EHDS18, ALELI, CAM-B) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور استخراج بتاگلوکان، از دو روش آب داغ و اسیدی استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بالاترین میزان بتاگلوکان در میان لاین های جو بدون پوشینه متعلق به نمونه EHDS4 بود. بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ نسبت به روش اسیدی از خلوص بیشتری برخوردار بود. نتایج آزمون رنگ سنجی نشان داد که بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی از روشنی (L*) بیشتری برخوردار بود. میزان کف کنندگی، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی بالاتر بود. از نظر ویژگی های رئولوژیک نیز بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ دارای اندیس رفتار جریان پایین تر و ضریب قوام بیشتری در مقایسه با بتاگلوکان اسیدی بود و نتایج بررسی ویژگی های رئولوژیک نشان داد که مدل قانون توان به خوبی قادر به پیشگویی رفتار جریان نمونه های بتاگلوکان است. تجزیه و تحلیل ویژگی های بافتی بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ به لحاظ تمامی ویژگی های بافتی در مقایسه با روش اسیدی ویژگی های بافتی بهتری از خود نشان دادند. در نهایت می توان نتیجه گیری کرد که استفاده از بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی جهت استفاده درفرمولاسیون مواد غذایی و تولید غذاهای فراسودمند ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: بتاگلوکان، جو بدون پوشینه، ویژگی های فیزیکوشیمیایی، ویژگی های بافتی، ویژگی های رئولوژیک

مقدمه

جو با نام علمی.Hordeum vulgare L یکی از مهمترین و قدیمی ترین غلاتی است که از گذشته های دور تا به امروز به عنوان منبع غذایی بسیار مهم در بسیاری از نقاط دنیا نظیر خاور میانه، آفریقای شمالی و جنوبی، شرق اروپا و در آسیا درکشورهایی نظیر ژاپن، هند و کره استفاده می شده است (Newman et al., 2006). در سالیان اخیر، دانه جو به عنوان ترکیبی غذا دارو بسیار اهمیت یافته و به عنوان دانه غذایی مناسب جهت استفاده در ژریم غذایی شناخته شده است، به این دلیل که حاوی مقادیر بسیار زیادی فیبر محلول از جمله بتاگلوکان می باشد. مطالعات نشان داده است که مصرف بتاگلوکان نقش بسزایی در کاهش میزان گلوکز خون و پاسخ انسولین دارد(Wood et al., 1994; Braaten et al., 1994).امروزه متخصصان تغذیه مصرف ۲۰ تا ۴۰ گرم فیبر را در رژیم غذایی پیشنهاد کرده اند (Devries et al, 1999). سازمان غذا و داروی آمریکا نیز اعلام نموده است که مصرف فیبرهای رژیمی محلول (از جمله بتاگلوکان) نقش موثری کاهش اندیس گلایسمی و کلسترول خون دارد، به طوری که مصرف روزانه ۳ گرم بتاگلوکان در رژیم غذایی در کاهش کلسترول خون و کاهش بیماری های قلبی – عروقی موثر است(FDA, 1997).

بتاگلوکان ترکیب اصلی دیواره سلولی غلاتی نظیر جو و یولاف است. این ترکیب در دیواره سلول های آندوسپرم و لایه آلورون جو، یولاف، گندم و سورگوم و سایر غلات وجود دارد. دانه کامل جو پوشینه دار دارای ۴ – ۵ درصد بتا گلوکان می‌باشد، ولی جو بدون پوشینه حاوی حدود ۶ درصد بتاگلوکان است (Newman et al., 2008). درمیان دانه های غلات، یولاف و جو دارای بالاترین میزان بتاگلوکان می باشند. دیواره سلول های آندوسپرم جو حاوی حدود ۷۰ درصد بتا گلوکان و ۲۰ درصد آرابینو زایلان[2] می‌باشد، در حالی‌که دیواره سلول‌های آلورون جو دارای ۲۶ درصد بتا گلوکان و ۶۷ درصد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استادیار دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*-نویسنده مسئول: Email: Amiri516@yahoo.com)

2- Arabinoxylan

آرابینو زایلان است(Laroche, C., Michaud, P., 2007) . عواملی نظیر واریته و موقعیت و شرایط آب و هوایی به طور قابل توجهی بر میزان بتاگلوکان و قابلیت استخراج آن موثر می باشند (Yalcın et al., 2007). با توجه به این که جو علاوه بر بتاگلوکان حاوی ترکیباتی نظیر پروتئین، نشاسته، چربی و غیره می باشد، بنابراین اتخاذ فرآیندی موثر در استخراج و خالص سازی بتاگلوکان امری ضروری است. روش های مختلفی جهت استخراج بتاگلوکان توسط پژوهشگران مختلف ارایه شده است که از آن جمله می توان به روش استخراج با آب داغ و استخراج آنزیمی (Irakli et al., 2004)، استخراج با حلال (Bhatty, R.S., 1993) و استخراج به روش قلیایی (Wei et al., 2006) اشاره نمود. در روش های مذکور اغلب از آنزیم های مختلف نظیر آلفا آمیلاز و پروتئاز جهت افزایش خلوص بتاگلوکان استفاده شده است. باید به این نکته توجه داشت که تغییری اندک در روش استخراج باعث ایجاد تغییرات در ویژگی های بتاگلوکان (ویسکوزیته، کف زایی، امولسیون کنندگی و غیره) حاصل می گردد. از این رو محققین ویژگی های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیک بتاگلوکان ها استخراج شده از منابع مختلف را مورد بررسی قرار داده اند. در همین راستا Ahmad et al. (2009) بازده استخراج چهار روش آنزیمی، اسیدی، قلیایی و آب داغ را جهت استخراج بتاگلوکان از جو مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که روش آب داغ در مقایسه با سایر روش ها بازده استخراج بیشتری داشت. Burkus et al.(2005) با مقایسه ویژگی های رئولوژیک بتاگلوکان استخراج شده به روش آزمایشگاهی و استخراج شده به روش پایلوت تحت تأثیر دما و سرعت های برشی مختلف دریافتند که با افزایش دما و سرعت برشی ویسکوزیته کاهش می یابد. از سویی دیگر Colleoni-sirghie et al. (2003) تأثیر وزن مولکولی بر ویژگی های رئولوژیک ۶ لاین مختلف یولاف را بررسی کردند. نتایج مبین این مطلب بود که اختلاف در ویسکوزیته بتاگلوکان های استخراجی به دلیل اختلاف در وزن مولکولی آنها است. به طوری لاین های یولاف با مقادیر بتاگلوکان یکسان به دلیل تفاوت در مقادیر وزن مولکولی آنها به لحاظ ویسکوزیته با یکدیگر تفاوت داشتند. بررسی ها نشان می دهد که در کشور ما تنها چند مرکز تحقیقات کشاورزی، جو بدون پوشینه را از جنبه های زراعی مورد پژوهش قرار می دهند و علی رغم اهمیت تغذیه ای این محصول هیچ گزارشی مبنی بر کاربر د آن در صنایع غذایی صورت نگرفته است. لذا در پژوهش حاضر که بخشی از یک پروژه کاربردی در زمینه جو بدون پوشینه است، سعی شده تا ویژگی های فیزیکوشیمیایی و عملکردی بتاگلوکان استخراج شده به دو روش اسیدی و آب داغ از ۴ لاین جو بدون پوشینه ایرانی به منظور اتخاذ بهترین آنها جهت استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه

۴ لاین جو بدون پوشینه با نام های EHDS4، EHDS18، CAM-BوALELI از مراکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان و گلستان تهیه شد. جهت تهیه آرد، پس از تمیز کردن وجداسازی اجسام خارجی با آسیاب آزمایشگاهی (پرتن، مدل۳۱۰۰، ساخت انگلستان) آرد شده و از الک مش ۵۰ عبور داده شد. پس از آن در بسته های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت بسته بندی و در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شد.

ترکیبات شیمیایی

رطوبت نمونه های آرد و کنسانتره بتاگلوکان استخراج شده با استفاده از روش های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵) اندازه گیری شد. میزان بتاگلوکان موجود در نمونه های آرد و کنسانتره بتاگلوکان استخراج شده با استفاده از روش آنزیمی معرفی شده توسط McCleary et al. (1985) به وسیله کیت آنزیمی شرکت مگازیم کشور ایرلند اندازه گیری شد. میزان پروتئین نمونه ها با استفاده از روش کلدال (AOAC، ۲۰۰۵) و میزان چربی آن با استفاده از روش سوکسله اندازه گیری شد (نتایج بر اساس وزن خشک ارائه شده است).

استخراج بتاگلوکان

فیبر رژیمی بتاگلوکان به دو روش اسیدی و آب داغ استخراج شد. به طوری که در روش اسیدی از اسید سیتریک و در روش آبی از آب مقطر در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد استفاده شد (Ahmad etal., 2009). مراحل مختلف روش های استخراج در شکل ۱ نشان داده شده است.

رنگ سنجی

ویژگی های رنگی بتا گلوکان استخراج شده از جو بدون پوشینه با استفاده از دستگاه رنگ سنج (مدل لاویبانـد سیستم – ۵۰۰، کشور انگلستان) اندازه گیری شد. به طوری که اندیس*L بیانگر روشنی نمونه،اندیس *b+ گرایش به زردی و*b- گرایش به آبی و اندیس*a+ گرایش به قرمزی و *a- گرایش به سبزی نمونه ها می باشد.

شکل ۱- مراحل مختلف استخراج بتاگلوکان به دو روش اسیدی و آب داغ

کف کنندگی و پایداری کف

قابلیت کف کنندگی و پایداری کف با استفاده از روش ارائه شده توسط Temelli (1997) اندازه گیری شد. در این روش ۲/۵ گرم نمونه حاوی بتاگلوکان در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده و پس از یکنواخت شدن محلول با استفاده از هم زن برقی (مدل ۲۵۴۱ ساخت شرکت براون آلمان) به مدت ۲ دقیقه به شدت مخلوط شد. حجم نمونه قبل و بعد از هم زدن اندازه گیری شده و درصد افزایش حجم به عنوان شاخصی از ظرفیت تولید کف با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

(۱)

$$\text{افزایش حجم (٪)} = \frac{\text{حجم اولیه محلول} - \text{حجم ثانویه محلول پس از اختلاط}}{\text{حجم اولیه محلول}} \times ۱۰۰$$

جهت تعیین پایداری کف، پس از انتقال محلول به استوانه مدرج، حجم کف باقیمانده پس از ۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به عنوان درصدی از حجم اولیه بیان شد.

ظرفیت نگهداری آب

جهت اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب از روش تغییر یافته Wong et al. (2004) استفاده شد. به طوری که ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به لوله سانتریفوژ حاوی ۲۰۰ میلی گرم بتاگلوکان افزوده شد. سپس به مدت ۱۲ ساعت در حمام آب شیکر دار در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به طور مداوم مخلوط شد. پس از گذشت این دوره، لوله به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با دور g ۱۴۰۰۰ سانتریفوژ شد. مایع رویی درون لوله (آب جذب نشده) تخلیه شد. رسوب حاصل پس از توزین، درون آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی

گراد به مدت ۲ ساعت قرار داده شد. سپس رسوب از آون خارج و به طور مجدد توزین شد. اختلاف وزن اولیه رسوب و وزن ثانویه رسوب نشان دهنده میزان جذب آب نمونه است. لازم به ذکر است که مقدار ظرفیت نگهداری آب برحسب یک گرم بتاگلوکان بیان شد.

ویژگی‌های رئولوژیک

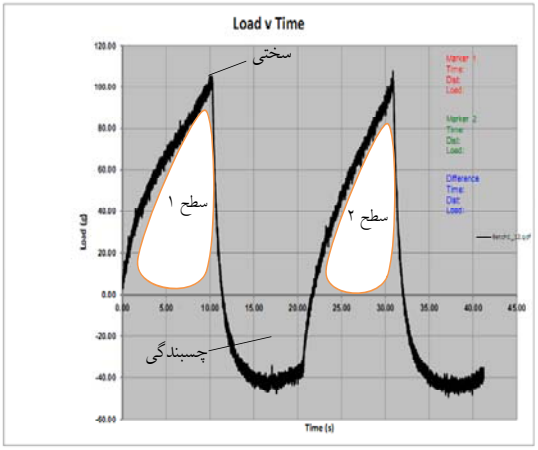
به منظور تعیین ویژگی های رئولوژیک، بتاگلوکان های استخراج شده به دو روش اسیدی و آب داغ، محلول ۰/۷۵٪ (w/v) بتاگلوکان تهیه شد و با استفاده از دستگاه ویسکومتر برنامه پذیر بروکفیلد (مدل RV-DVII، ساخت امریکا) ویژگی های رئولوژیک آن اندازه گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون های اولیه و تشخیص اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته از اسپیندل شماره ۲ استفاده شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته، اسپیندلی است که درسرعت مورد نظر گشتاوری بالاتر از ۱۰٪ را نشان دهد). جهت اندازه گیری ویسکوزیته مقدار مورد نیاز نمونه (حدود ۵۰۰ میلی لیتر) درون بشر ۶۰۰ میلی لیتری ریخته شد و اسپیندل تا خط نشانه وارد محلول شد. سپس ویسکوزیته ظاهری محلول در سرعت های چرخش اسپیندل ۱۰، ۲۰، ۳۰،۴۰، ۵۰،۶۰،۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۰۵، ۱۲۰، ۱۳۵، ۱۴۰، ۱۵۰، ۱۶۰، ۱۸۰، و ۲۰۰ اندازه گیری شد. پس از اندازه گیری ویسکوزیته جهت دستیابی به سایر پارامترهای رئولوژیک (سرعت برشی و تنش برشی) از فرمول های پیشنهادی ریاضی Mitschka et al. (1982) با در دست داشتن سرعت چرخش اسپیندل و گشتاور استفاده شد. جهت تعیین رفتار محلول بتاگلوکان از مدل قانون توان استفاده شد (معادله ۱).

$$\tau = k\gamma^{n} \qquad (۲)$$

به طوری که τ تنش برشی(pa)، γ سرعت برشی(s^{-1})، k ضریب قوام و n اندیس رفتار جریان می باشد.

ویژگی های بافتی

جهت اندازه گیری ویژگی های بافتی نمونه های بتاگلوکان، محلول ۳٪ بتاگلوکان (جهت تعیین درصد مناسب به منظور ویژگی های بافتی بعد از انجام آزمون و خطا، محلول ۳٪ بتاگلوکان انتخاب شد) تهیه شد و با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (شرکت بروکفیلد، ساخت امریکا، با سلول بار گذاری ۴۵۰۰ گرم)ویژگی های بافتی آن اندازه گیری شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه ای با قطر ۲۵/۵ میلی متر و ارتفاع ۳۵ میلی متر (پروب TA11/100) بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه یک میلی متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۱۰ میلی متر انتخاب شد. لازم به ذکر است که جهت انتخاب نوع پروب مناسب و سایر پارامترهای مورد استفاده از دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد. ویژگی های بافتی نظیر سختی[1]، صمغی بودن[2]، الاستیسته[3]، انسجام[4] و چسبندگی[5] در قالب منحنی نیرو – زمان توسط دستگاه رسم شد. شکل ۱ نمونه ای از منحنی TPA[6] را نشان می دهد.



شکل ۱- نمونه ای از منحنی TPA حاصل از دستگاه آنالیز بافت

ویژگی های بافتی حاصل از دستگاه به صورت زیر تعریف می گردند :

سختی: عبارت است از نیروی بیشینه طی اولین چرخه فشردن.

انسجام: نسبت مساحت سطح ۲ به سطح ۱.

چسبندگی: عبارت است از ناحیه نیروی منفی حاصل از گاز زدن اول که بیانگر کار لازم جهت کشیدن پروب دستگاه به عقب از داخل نمونه می باشد.

الاستیسته : عبارت است از ارتفاعی که نمونه در بازه زمانی بین انتهای گاز زدن اول و شروع گاز زدن دوم به آن باز می گردد.

صمغی بودن : حاصل ضرب سختی و میزان انسجام نمونه می باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.

1- Hardness
2-Gumness
3-Elasticity
4-Cohesivness
5-adhesivness
6- Texture profile analysis

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی آرد جو بدون پوشینه

همان گونه که در جدول ۱ آمده است میزان نشاسته در محدوده۵۶/۰۹۵ تا ۵۹/۰۲ درصد می باشد که بالاترین مقدار نشاسته درلاین ALELI مشاهده شد. به لحاظ میزان بتاگلوکان، بیشترین و کمترین مقدار بتاگلوکان به ترتیب در نمونه EHDS4 و CAM-B مشاهده شد. مقدار پروتئین لاین های جو بدون پوشینه در محدوده ۱۲/۱۴ تا ۱۴/۰۸درصد بود که بیشترین و کمترین میزان پروتئین به ترتیب در نمونه EHDS18 وEHDS4 بدست آمد. بالاترین میزان فیبر کل نیز در نمونه EHDS4 مشاهده شد. Irakli et al. (2004) نیز با بررسی ترکیب شیمیایی ۶ لاین جو یونانی، میزان بتاگلوکان آن ها را در محدوده ۴/۲۶ تا ۵/۹۳ درصد گزارش کردند. از سوی دیگر میزان بتاگلوکان ۱۶۴ واریته جو بررسی شد که در محدوده ۲/۹۸ تا ۸/۶۳ درصد قرار داشت (Zhang et al., 2002). این تفاوت در مقادیر بتاگلوکان جو نشان دهنده وابسته بودن میزان بتاگلوکان به شرایط آب و هوایی و منطقه ای می باشد.

ترکیب شیمیایی بتاگلوکان استخراج شده به دو روش اسیدی و آب داغ

ترکیب شیمیایی بتاگلوکان استخراج شده به روش اسیدی و آب داغ در جدول ۲ مشخص شده است. ترکیب اصلی فیبرهای رژیمی موجود در دانه غلات به طور معمول آرابینوزایلان، آرابینوگالاکتان، سلولز، بتاگلوکان، لیگنین و نشاسته مقاوم می باشند. این فیبرهای رژیمی به گروه های محلول و نامحلول درآب طبقه بندی می شوند. ازآنجا که بتاگلوکان محلول تأثیر بسزایی در کاهش قند خون و کاهش اندیس گلایسمی دارد، حضوربخش محلول فیبر رژیمی بتاگلوکان در بتاگلوکان استخراج شده و خلوص آن اهمیت فراوانی دارد(Cavallero et al., 2002 ; Symons et al., 2004) . درمیان نمونه های بتاگلوکان استخراج شده، مقادیر بتاگلوکان در محدوده ۴۴/۸ تا ۵۳/۴ درصد بود. همانطور که در جدول مشخص است بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ نسبت به روش اسیدی از خلوص بیشتری برخوردارند، که در میان بتاگلوکان های استخراج شده به روش آبی بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در نمونه EHDS18-HW و ALELI-HW مشاهد شد. به لحاظ میزان نشاسته نیز بالاترین میزان نشاسته در نمونه های استخراج شده به روش اسیدی مشاهده شد. دلیل این امر ممکن است هیدرولیز نشاسته در حضور اسید و ورود آن به درون محلول بتاگلوکان باشد.

ویژگی های رنگی

همانطور که در جدول۳ مشاهده می شود، نمونه های استخراج شده به روش آب داغ نسبت به روش اسیدی از روشنی(L*) بالاتری برخوردارند، به طوری که بالاترین میزان روشنی در نمونه EHDS4-HW و کمترین مقدار آن در نمونه CAM-B-A مشاهده شد. به لحاظ میزان قرمزی (a*) و زردی(b*) نیز بتاگلوکان استخراج شده به روش اسیدی از قرمزی و زردی بیشتر برخوردار بودند به طوری که بیشترین میزان قرمزی و زردی در نمونه ALELI-A مشاهده شد. از نظر تکنولوژیکی رنگ نمونه های کنسانتره بتاگلوکان استخراجی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است به این دلیل که هنگام افزودن آن به فرمولاسیون مواد غذایی نباید هیچ گونه تغییر نامطلوبی در رنگ فرآورده ایجاد گردد.

کف کنندگی و پایداری کف

عامل کف کنندگی و پایداری کف یکی از ویژگی های عملکردی مهم بتاگلوکان جهت استفاده از آن به عنوان ترکیب بهبود دهنده بافت فرآورده های نانوایی می باشد، به این دلیل که هرچه میزان کف کنندگی و پایداری کف بیشترباشد، جهت استفاده در فرمولاسیون خمیرنان و کیک مناسب تر است. در همین راستا Skendi et al. (2008) با افزودن بتاگلوکان جو به آرد با کیفیت تولید نان پایین باعث بهبود ویژگی های نان تولیدی در مقایسه با نمونه کنترل شدند. پور محمدی و همکاران (۱۳۸۸) نیز ضمن جایگزینی قسمتی از آرد گندم با آرد جو بدون پوشینه موجب بهبود ویژگی های تغذیه ای و ظاهری نان حاصل شدند، که دلیل آن را حضور بتاگلوکان در جو بدون پوشینه گزارش کردند. در این تحقیق مشخص شد که روش استخراج بتاگلوکان تأثیر بسیار زیادی بر کف کنندگی و پایداری کف بتاگلوکان دارد. به طوری که نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ نسبت به روش اسیدی به طور قابل ملاحظه ای پایداری کف و کف کنندگی بیشتری داشتند، که این امر به دلیل خلوص بیشتر بتاگلوکان در کنسانتره استخراج شده به روش آب داغ است. علاوه بر این مقدار پروتئین نیز بر میزان کف کنندگی و پایداری کف موثر است. با توجه به بالاتر بودن مقدار پروتئین در بتاگلوکان های استخراج شده به روش آب داغ و توانایی پروتئین در تولید کف این امر بدیهی به نظر می سد. اعداد حاصل از آزمون کف کنندگی و پایداری کف در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان کف کنندگی در نمونه های بتاگلوکان درمحدوده ی ۱۲۶/۶۸ تا ۱۵۴/۷۰ درصد می باشد. بالاترین و پایین ترین میزان کف کنندگی به ترتیب در نمونه های EHDS18-HW و EHDS18-A مشاهده شد. باید به این نکته توجه داشت که بالابودن میزان ویسکوزیته تأثیر نامطلوبی بر میزان کف کنندگی نمونه ها داشت (جدول۳). از سوی دیگر بالاتر

بودن میزان ویسکوزیته به علت حفظ حباب های هـوا درون محلـول موجب بهبود پایداری کف می گردد.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی آرد جو بدون پوشینه

نام لاین	پروتئین(٪)	چربی(٪)	خاکستر(٪)	رطوبت(٪)	بتاگلوکان(٪)	فیبر کل(٪)	نشاسته(٪)
CAM-B	۱۲/۳۳±۰/۰۷^{d*}	۲/۰۷±۰/۱۱ ^{a}	۲/۱±۰/۰۷^{a}	۸/۰۲±۰/۱۲^{a}	۴/۱±۰/۱۰^{c}	۱۲/۰۵±۰/۷^{ab}	۵۸/۹۸±۲/۳^{a}
ALELI	۱۲/۱۴±۰/۱۰^{c}	۲/۱۳±۰/۱۱^{a}	۲/۰۳±۰/۰۶^{a}	۸/۱۷±۰/۰۵^{a}	۴/۵۲±۰/۰۷^{b}	۱۱/۴۹±۰/۱۷^{c}	۵۹/۰۲±۱/۸^{a}
EHDS4	۱۳/۶۸±۰/۰۵^{b}	۲/۰۱±۰/۰۵ ^{a}	۲/۱±۰/۰۶ ^{a}	۷/۴۴±۰/۳۵^{b}	۵/۴۱±۰/۲۳^{a}	۱۲/۲۶±۰/۲۵ ^{a}	۵۷/۰۷±۲/۱^{a}
EHDS18	۱۴/۰۸±۰/۱۶^{a}	۲/۲±۰/۱۸^{a}	۲/۱±۰/۰۴^{a}	۷/۵۹±۰/۱۷^{b}	۵/۳۳±۰/۰۷^{a}	۱۱/۸۸±۰/۲۵^{b}	۵۶/۹۵±۱/۶^{b}

*حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی بتاگلوکان استخراج شده از لاین های جو بدون پوشینه

نام لاین	پروتئین(٪)	چربی(٪)	خاکستر(٪)	رطوبت(٪)	بتاگلوکان(٪)	نشاسته(٪)
CAM-B-HW*	۷/۱۶^{ab***}	۰/۲۴^{ab}	۳/۹۸^{a}	۶/۴۶^{b}	۵۳/۱۰^{a}	۲۹/۳۱^{b}
ALELI-HW	۷/۰۷^{abc}	۰/۲۲^{ab}	۴/۴۶^{a}	۶/۸۹^{a}	۵۳/۳۶^{a}	۲۹/۴۶^{b}
EHDS4-HW	۷/۱۱^{ab}	۰/۲۰^{b}	۴/۰۱^{a}	۶/۳۳^{b}	۵۳/۳۹^{a}	۲۹/۳۱^{b}
EHDS18-HW	۷/۳۳^{a}	۰/۲۳^{ab}	۴/۰۶^{a}	۶/۴۳^{b}	۵۳/۴۰^{a}	۲۸/۸۲^{b}
CAM-B-A**	۶/۶۰^{d}	۰/۲۵^{a}	۴/۷۰^{a}	۶/۳۳^{b}	۴۴/۸۰^{b}	۳۷/۳۵^{a}
ALELI-A	۶/۷۸^{dc}	۰/۲۰^{b}	۴/۵۶^{a}	۶/۵^{b}	۴۵/۰۳^{b}	۳۷/۰۷^{a}
EHDS4-A	۶/۸۶^{ba}	۰/۲۰^{b}	۴/۶۸^{a}	۶/۴۳^{b}	۴۵/۵۳^{b}	۳۶/۹۰^{a}
EHDS18-A	۷/۰۷^{ab}	۰/۲۳^{ab}	۴/۵۲^{a}	۶/۳۷^{b}	۴۵/۳۳^{b}	۳۶/۴۷^{a}

*HW استخراج بتاگلوکان با روش آب داغ، ** A استخراج بتاگلوکان به روش اسیدی

***حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی داری می باشد.

ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب فیبرهای رژیمـی بـه وسـیله انـدازه گیـری میزان آب باقیمانده پس از سانتریفوژ کردن آن بدست می آید. ویژگی جذب آب بتاگلوکان جو دارای اهمیـت فراوانـی بـه لحـاظ کـاربرد در فرمولاسیون مواد غذایی و بهبود بافت، قوام و افزایش عمر مانـدگاری فرآورده می باشد. از این رو بتاگلوکان در فرآورده های مختلفی نظیـر ماسـت(Sahan et al., 2008) ، سوسـیس (Morin et al., 2004) سوپ منجمد (Lyly et al., 2004) و پنیـر سـفید (Volikakis et al, 2004) به عنوان قوام دهنده، بهبود دهنده بافـت و پایـدار کننـده استفاده شده است. همانطور که در جـدول ۳ نشـان داده شـده اسـت ظرفیت نگهداری آب بتاگلوکان های استخراجی درمحـدوده ی ۳/۲۳ تا ۲/۷۶ بود، که بالاترین و پایین ترین میزان ظرفیت نگهداری آب در میان بتاگلوکان استخراج شده به ترتیـب در نمونـه EHDS4-HW و EHDS18-A مشاهده شد. همـانطور کـه در جـدول ۳ آمـده اسـت، ظرفیت نگهداری آب بتاگلوکان های استخراج شده بـه روش آب داغ نسبت به روش اسیدی به طور قابل ملاحظه ای($p<۰/۰۵$) بالاتر بود. این عامل به دلیل خلوص بیشتر بتاگلوکان هـای اسـتخراج شـده بـه روش آب داغ نسبت به روش اسیدی اسـت. بـه دلیـل میـزان بـالای جذب آب بتاگلوکـان اسـتخراج شـده بـه روش آب داغ، مـی تـوان از بتاگلوکان حاصل از این روش به عنوان عامـل بهبـود دهنـده بافـت، پایدار کننده و جایگزین چربی در فرآورده های غذایی مختلف استفاده نمود.

جدول ۳- ویژگی های عملکردی بتاگلوکان استخراج شده از جو بدون پوشینه به دو روش اسیدی و آب داغ

نام لاین	کف کنندگی(٪)	پایداری کف(٪)	ویسکوزیته (cp)	L*	a*	b*	ظرفیت نگهداری آب(g/g)
CAM-B-HW*	۱۴۴/۳۶^{c***}	۴۶/۱۴^{b}	۶۶۵/۶۰^{ab}	۷۳/۲۲^{a}	۴/۶۶^{e}	۷/۶۳^{e}	۳/۱۹^{a}
ALELI-HW	۱۴۷/۵۶^{b}	۴۶/۵۵^{b}	۶۳۷/۴۰^{b}	۷۲/۸۲^{a}	۴/۷۴^{e}	۷/۱۵^{f}	۳/۲۳^{a}
EHDS4-HW	۱۴۳/۶۷^{c}	۴۸/۶۵^{a}	۶۲۵/۷۷^{c}	۷۴/۱۴^{a}	۴/۵۰^{ef}	۷/۶۳^{e}	۳/۱۷^{a}
EHDS18-HW	۱۵۴/۷۰ ^{a}	۴۳/۱۰^{c}	۶۷۶/۹۲^{a}	۷۳/۲۶^{a}	۴/۲۳^{f}	۸/۲۰^{d}	۳/۲۳^{a}
CAM-B-A**	۱۳۳/۳۵^{d}	۳۱/۹۰^{d}	۴۶۷/۷۷ ^{de}	۵۹/۵۰^{b}	۱۲/۳۳^{d}	۱۰/۳۰^{c}	۲/۷۰^{b}
ALELI-A	۱۳۰/۲۲^{de}	۳۱/۶۱^{ef}	۴۵۴/۷۰^{e}	۵۹/۷۲^{b}	۱۵/۴۰^{a}	۱۱/۱۰^{a}	۲/۸۲^{b}
EHDS4-A	۱۳۲/۹۸^{d}	۳۳/۱۳^{d}	۴۸۴/۳۰^{d}	۶۱/۶۸^{b}	۱۴/۴۰^{b}	۱۰/۳۰^{c}	۲/۶۹^{b}
EHDS18-A	۱۲۶/۶۸^{e}	۳۰/۵۸^{f}	۴۵۳/۰۹ ^{e}	۵۹/۸۲^{b}	۱۳/۷۰^{c}	۱۰/۷۳^{b}	۲/۶۷^{b}

*HW استخراج بتاگلوکان با روش آب داغ، ** A استخراج بتاگلوکان به روش اسیدی

***حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی داری می باشد

ویژگی‌های رئولوژیک و تعیین رفتار جریان

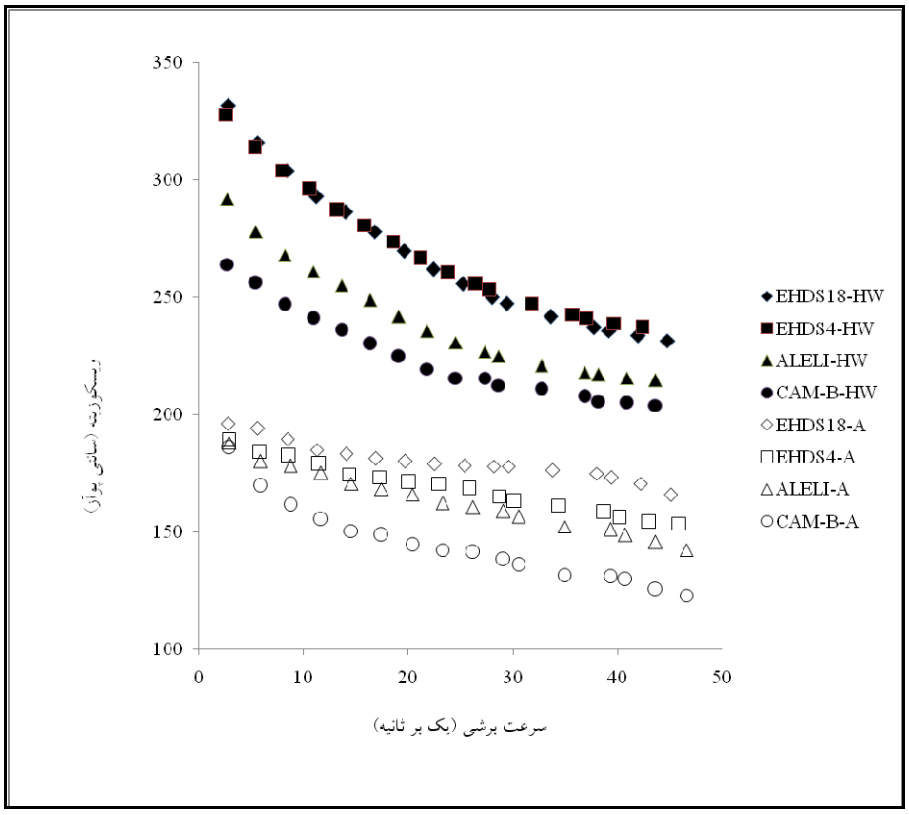
تأثیرسرعت برشی بر میزان ویسکوزیته ظاهری در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ملاحظه مـی شـود بـا افـزایش سرعت برشی، میزان ویسکوزیته ظاهری درتمامی نمونه هـا کـاهش می یابد. این حالت نشان دهنـده رفتـار رقیـق شـوندگی بـا بـرش در محلول های بتاگلوکان می باشد. این رفتـار دربیشـتر هیدروکلوئیـدها مشاهده شده است. Burkus et al.(2005) نیـز بـا مقایسـه ویژگـی های رئولوژیکی محلـول بتاگلوکـان آزمایشـگاهی و بتاگلوکـان نیمـه صنعتی نشان دادند که این هیدروکلوئید رفتاری رقیق شونده با بـرش دارد. از سوی دیگر Irakli et al. (2004) نیز ضمن بررسـی ویژگـی های رئولوژیکی محلول بتاگلوکان ۶ رقم جو یونانی اثر رقیق شوندگی با برش بـودن آن را تأییـد کردنـد. میـزان ویسـکوزیته و اثـر رقیـق شوندگی با برش بتاگلوکان حاصل از استخراج به روش آب داغ نسبت به روش اسیدی به طور قابل ملاحظه ای بالاتر است. در واقع به دلیل بالاتر بودن میزان خلوص بتاگلوکان استخراج شـده بـه روش آب داغ ویسکوزیته ظاهری آن بالاتر می باشد. از سویی دیگر در محلول های با ویسکوزیته ظاهری بیشتر با افزایش میزان سرعت برشی، مولکـول های بتاگلوکان از حالت در هم پیچیده خارج شده و حالـت خطـی بـه خود گرفته و اثر رقیق شوندگی با برش بیشتری نسبت بـه بتاگلوکـان استخراج شده به روش اسیدی که تجمع مولکول هـای بتاگلوکـان در آن کمتر است از خود نشان می دهند.

پس از تبدیل سرعت چرخش اسپیندل و گشتاور به سرعت برشی و تنش برشی با استفاده از فرمول های ریاضی Mitschka et al. (1982) از مدل قانون توان جهت تعیین رفتار محلول بتاگلوکـان استفاده شـد. در جـدول ۴ ضـرایب مـدل قـانون تـوان نمونـه هـای بتاگلوکان استخراج شده از لاین های مختلف جو بدون پوشینه نشـان داده شده است. همانطور که در جـدول ۴ آمـده اسـت انـدیس رفتـار جریان (n) محلـول بتاگلوکـان در محـدوده ۰/۸۳۸ تـا ۰/۹۸۹ اسـت. نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش اسیدی نسـبت بـه روش آب داغ اندیس رفتار جریان(n) بـالاتری دارنـد. هرچـه انـدیس رفتـار جریان(n) به سمت ۱ میل کند رفتار جریان به سمت سیالات نیـوتنی گرایش می یابد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود بتاگلوکـان های استخراج شده به روش اسیدی اثر رقیق شوندگی با برش بسـیار کمی از خود نشان می دهد. در عوض نمونه های بتاگلوکان اسـتخراج شده به روش آب داغ به دلیل دارا بودن ویسکوزیته بیشتر (بـه دلیـل خلوص بیشتر) میزان اندیس رفتار جریان کمتری نسبت به نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش اسیدی دارد. به لحاظ میزان انـدیس قوام(k) بـالاترین و پـایین تـرین مقـدار بـه ترتیـب در نمونـه هـای EHDS18-HW و CAM-B-A مشاهده شد. با توجه به بـالا بـودن میزان ضریب همبستگی (R^2) در تمامی نمونه های محلول بتاگلوکان این موضوع نشان می دهد که مدل قانون توان به نحو مطلوبی قـادر به پیشگویی رفتار جریان محلول بتاگلوکان است. در واقع بـالاتربودن میزان اندیس قوام در نمونه های استخراج شده به روش آبـی را مـی توان به میزان خلوص بیشتر بتاگلوکان در نمونه های اسـتخراج شـده به روش آب داغ نسبت داد.

ویژگی های بافتی

در تجزیه و تحلیل ویژگی های بافتی (پروفایل بافـت TPA)، ژل بتاگلوکان دوبار تحت عمل فشردن قرار گرفت تا عمل جویـدن شـبیه سازی شود. با انجام آزمون TPA می توان ویژگی های حسـی نظیـر صمغی بودن، چسبنده بودن و ویژگـی هـای فیزیکـی نظیـر سـختی، انسجام و قابلیت ارتجاعی نمونه هـا را بـه طـور مجـزا تعیـین نمـود. منحنی نیرو که به عنوان تابعی از زمان توسط دستگاه رسم می شـود، پروفایل بافت نامیده می شود. از آنجا که دستگاه دوبار متـوالی نمونـه

ها را مورد آنالیز قرار می دهد (دوبار تحت فشار قرار دادن) دو منحنی مثبت و دو منحنی منفی حاصل می شود، که می توان از مقادیر حداکثر نیرو و سطح زیر منحنی ها ویژگی های مذکور را تعیین نمود. درجدول ۵ ویژگی های بافتی محلول بتاگلوکان نشان داده شده است. سختی در واقع بیانگر میزان قدرت ساختار ژل می باشد. همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است، سختی نمونه ها درمحدوده ی ۵۵/۵ تا ۱۰۸/۷۶ می باشد که بیشترین و کمترین میزان سختی به ترتیب در نمونه ALELI-HW و CAM-B-A مشاهده شد. سختی نمونه های بتاگلوکان استخراج به روش آب داغ درمقایسه با روش اسیدی به طور قابل ملاحظه ای بالاتر است که دلیل این امر به علت خلوص بیشتر بتاگلوکان حاصل از روش آب داغ می باشد. درمیان نمونه های استخراج شده به روش آب داغ نیز بالاترین و پایین ترین میزان سختی به ترتیب مربوط به نمونه EHDS18-HW و ALELI-HW بود. به لحاظ ویژگی صمغی بودن، نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ ویژگی صمغی بودن بیشتری داشتند. به طوری که بالاترین میزان صمغی بودن در نمونه EHDS4-HW مشاهده شد. از نظر الاستیسیته، نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ به طور قابل توجهی الاستیسیته بالاتری داشتند، به طوری بالاترین میزان الاستیسیته در نمونه EHDS4-HW مشاهده شد. با توجه به اینکه الاستیسیته خاصیت ارتجاعی نمونه درون دهان را بیان می کند و در واقع بیانگر این مطلب است که چه میزان نیرو جهت تخریب ژل به وسیله فشردن اولیه نیاز دارد فاکتور مهمی جهت استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی و تأثیر آن بر ویژگی های حسی می باشد. به لحاظ میزان چسبندگی، نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی به طور قابل ملاحظه ای چسبندگی بالاتری داشتند، به طوری که دراین میان بیشترین میزان چسبندگی در نمونه CAM-B-HW و کمترین میزان چسبندگی در نمونه ALELI-A مشاهده شد.



شکل ۲- نمودار تاثیر سرعت برشی بر میزان ویسکوزیته

جدول ٤- پارامترهای مدل قانون توان برای محلول ۰/۷۵٪ بتاگلوکان استخراج شده

نام لاین	n	k	R^2
CAM-B-HW*	۰/۸۳۸	۲/۱۸۸	۰/۹۹۲
ALELI-HW	۰/۸۵۴	۲/۱۶	۰/۹۹۹
EHDS4-HW	۰/۸۶۳	۲/۵۵	۰/۹۹۹
EHDS18-HW	۰/۸۳۹	۲/۵۱۱	۰/۹۹۴
CAM-B-A**	۰/۹۸۹	۱/۶۰۶	۰/۹۹۹
ALELI-A	۰/۹۸۱	۱/۶۴۴	۰/۹۹۹
EHDS4-A	۰/۹۷۷	۱/۶۴۸	۰/۹۹۹
EHDS18-A	۰/۹۸۷	۲/۰۲۱	۰/۹۹۹

*HW استخراج بتاگلوکان با روش آب داغ - ** A استخراج بتاگلوکان به روش اسیدی

جدول ۵- ویژگی های بافتی نمونه های بتاگلوکان استخراجی

نام لاین	سختی(گرم)	صمغی بودن(گرم)	الاستیسیته(mm)	انسجام	چسبندگی (gs)
CAM-B-HW*	۱۰۳/۲۰^{ab***}	۷۹/۸۰^{b}	۸/۵۱^{a}	۰/۸۱^{a}	-۳۳۴/۲۴^{a}
ALELI-HW	۱۰۸/۷۶^{a}	۸۲/۵۹^{ab}	۸/۵۳^{a}	۰/۸^{a}	-۳۳۱/۵۸^{a}
EHDS4-HW	۱۰۵/۳۳^{a}	۸۵/۵۵^{a}	۸/۵۵^{a}	۰/۸۱^{a}	-۳۱۹/۵۶^{b}
EHDS18-HW	۹۶/۶۳^{b}	۷۶/۲۳^{c}	۸/۱۸^{ab}	۰/۸۱^{a}	-۲۷۸/۱۷^{c}
CAM-B-A**	۵۵/۵۰^{c}	۴۴/۳۰^{e}	۷/۵۶^{c}	۰/۷۷^{b}	-۱۴۹/۶۶^{d}
ALELI-A	۵۸/۴۰^{c}	۴۵/۵۵^{e}	۷/۶۵^{cd}	۰/۸۱^{a}	-۱۴۵/۸۳^{d}
EHDS4-A	۶۱/۱۰^{c}	۵۱/۲۹^{d}	۷/۸۴^{b}	۰/۸^{a}	-۱۵۲/۳۳^{d}
EHDS18-A	۵۷/۱۰^{c}	۴۶/۶۷^{de}	۷/۳۷^{d}	۰/۸^{a}	-۱۴۵/۹۱^{d}

*HW استخراج بتاگلوکان با روش آب داغ - ** A استخراج بتاگلوکان به روش اسیدی

***حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی داری می باشد

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خلوص بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از بتاگلوکان استخراج شده به روش اسیدی است. به لحاظ ویژگی های رنگی با توجه به روشنی(L*) بیشتری بتاگلوکان حاصل از روش آب داغ در مقایسه با بتاگلوکان اسیدی، می توان از کنسانتره بتاگلوکان حاصل از روش آب داغ بدون هیچ گونه تغییر نامطلوب دررنگ ماده غذایی استفاده نمود. از نظر ویژگی های عملکردی نیز بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی به دلیل دارا بودن میزان خلوص بیشتر خاصیت جذب آب، کف کنندگی، پایداری کف و ویسکوزیته بیشتری نشان داد. به لحاظ ویژگی های بافتی بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ میزان سختی، انسجام و چسبندگی بیشتری داشت. پس می توان این گونه نتیجه گیری کرد که بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ به دلیل دارا بودن خلوص بیشتر و ویژگی های عملکردی بهتر جهت استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی غنی از فیبر و تولید غذاهای فراسودمند و رژیمی مناسب تر است. امید است نتایج این پژوهش گامی مثبت در جهت ترغیب پژوهشگران و علاقمندان صنایع غذایی به منظور بهره گیری هر چه بیشتر و بهتر از منابع طبیعی داخلی به منظور ارتقای کیفیت تغذیه ای مواد غذایی باشد. ادامه این پژوهش به منظور نیمه صنعتی و صنعتی کردن تولید بتاگلوکان در حال اجرا است.

منابع

۱- پورمحمدی، ک.، اعلمی، م.، شاهدی، م.، صادقی ماهونک، ع.، ۱۳۸۸، مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیایی نان گندم حاوی جو بدون پوشینه با نان گندم حاوی جو پوشینه دار، نشریه پژوهش های صنایع غذایی ایران، جلد۵، شماره ۲، ۱۷۱-۱۶۳.

2- Ahmad, A., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H. & Din, A., 2009, Physicochemical and functional propertise of barley beta glucan as affected by different extraction procedures. International Journal of Food Science and Technology. 44, 181-187.

3- AOAC, 2005, Official methods for analysis (Vol. II, 15th). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

4- Bhatty, R.S., 1993, Extraction and enrichment of (1 - 3)(1 - 4)- b-D-glucan from barley and oat brans. Cereal Chemistry. 70, 73– 77.

5- Braaten, J.T., Wood, P.J., Scott, F.W., Wolynetz, M.S., Lowe, M.K. & Bradley-White,P., 1994, Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects. European Journal of Clinical Nutrition,48(7), 465–474.

6- Burkus, Z., Temelli, F., 2005, Rheological properties of barley beta-glucan. carbohydrate polymers. 59, 456-465.

7- Cavallero, A., Empilli, S., Brighenti, F. & Stanca, A.M., 2002, High (1 - 3,1 - 4)-B-glucan barley fractions in breadmaking and their effects on humanglycemic response. Journal of Cereal Science. 36,59-66.

8- Colleoni-sirghie, M., kovalenko, I.V., briggs, J.L. & white, P.J., 2003, Rheological and molecular properties of water soluble (1-3),(1-4) beta-d-glucans from high beta-glucan and traditional oat lines. carbohydrate polymers. 52, 439-447.

9- Devries, J.W., Prosky, L., Li, B. & Cho, S., 1999, Ahistorical perspective on defining dietary fiber : aprogress report. Cereal Foods World. 44,367–369.

10- FDA. 2005.21CFRPart101.Food labeling: Health claims; Soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Federal register.70 (246)

11- Irakli, M., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S. & Papadoyannis, I.N., 2004, Isolation, structural features andrheological properties of waterextractable betaglucans from different Greek barley cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84,1170–1178.

12- Laroche, C., Michaud, P. 2007. New developments and prospective applications for beta (1-3) glucans. Recent Patents on Biotechnology. 1; 59-73.

13- Lyly, M., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Suortti, K., Poutanen, K. 2004. The sensory characteristics and rheological properties of soups containing oat and barley [beta]-glucan before and after freezing. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 37(7): p. 749-761.

14- McCleary, B. & Codd, R. 1991 Measurement of (1-3),(1-4)-b-D-glucan in barley and oats: Astream lined enzymic procedure. Journal of the Science of Food and Agriculture. 55, 303–312.

15- Mitschka, P. 1982. Simple conversion of Brookfield R. V. T. readings into viscosity functions. Rheologica Acta. 21: 207–209.

16- Morin, L.A., Temelli, F., & McMullen, L., 2004, Interactions between meat proteins and barley (Hordeum spp.) [beta]-glucan within a reduced-fat breakfast sausage system. Meat Science. 68 (3), 419-430

17- Newman, K.R., Newman, C.W., 2008, Barley for food and health, Science, Technology and Products. John Wiley and Sons, New Jersey, 261p.

18- Newman, C.W., Newman, R.K., 2006, A brief history of barley foods.Cereal Foods World. 51, 4–7.

19- Sahan, N., Yasar, K. & Hayaloglu , A.A., 2008, Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a [beta]-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids. 22(7), 1291-1297.

20- Skendi. A., Papageorgiou. M., Biliaderis, C.G., 2008, Effect of barley b-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties, Journal of Food Engineering.

21- Symons, L.J. & Brennan, C.S. 2004.The effect of barley b-glucan fiber fractions on starch gelatinization and pasting characteristics.Journal of Food Science. 69, 257–261.

22- Temelli, F. 1997.Extraction and functional properties of barley b-glucan as affected by temperature and pH. JournalofFood Science. 62, 1192–1201

23- Volikakis, P., Biliaderis, C.G., Vamvakas, C. & Zerfiridis, G.,K., 2004, Effects of a commercial oat-[beta]-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. Food Research International. 37(1), 83-94.

24- Wei, L., Steve, W.C. &Yukio, K., 2006, Extraction, fractionation , structural and physical characterization of wheat beta-D-glucans. Carbohydrate Polymers. 63, 408–416.

25- Wong, K.H. & Cheung, P.C.K., 2004, Dietary fibers from mushroom sclerotia: preparation and physicochemical and functional properties. Journal of Agriculture and FoodChemistry, 53, 9395–9400.

26- Wood, P.J., Braaten, J.T., Scott, F.W., Riedel, K.D., Wolynetz, M.S., & Collins, M.W., 1994, Effect of dose and modification of viscous properties of oat gumon plasma glucose and insulin following anoralglucoseload. British Journal of Nutrition. 72(5), 731–743.

27- Yalcın, E., Celik, S., Akar, T., Sayim, I. & Koksel, H., 2007, Effects of genotype and environment on b-glucan and dietary fiber contents of hull-less barleys grown inTurkey. Food Chemistry. 101, 171–176.

28- Zhang, G., Junmei,W., Jinxin,C., 2002, Analysis of b-glucan content in barley cultivars, From diferent locations of China. Food Chemistry 79, 251–254.

Physicochemical and Rheological Properties of Beta-Glucan Extracted from Hull-Less Barlay

S.S. Amiri Aghdaei [1]*- M. Aelami [2]- S. M. Jafari[2] - A.S. Mahoonak [2]

Received: 5-10-2010
Accepted: 12-12-2010

Abstract

In the present study, physicochemical, rheological and textural properties of beta-glucan (BG) extracted from four Iranian hull-less barley lines (EHDS4, EHDS18, ALELI, CAM-B) were investigated. Two different methods namely, hot water (HW) and acidic (A) were used for extraction of beta-glucan. Results showed that the highest amount of beta-glucan belonged to EHDS4.The purity of HW extracted beta glucan was more than that of acidic method. Results of color measurements showed that HW extracted beta glucan was lighter than that of acidic method. while beta-glucan concentrated extracted by acidic method showed higher than redness values. HW extracted beta glucan was also superior to that of acidic extracted beta-glucan in terms of foaming ability, viscosity, and water binding capacity. Results of rheological studies showed that HW extracted beta- glucan had higher flow behavior index and higher consistency coefficient in compare to acidic extracted beta-glucan. It was also found that the power law model was more suitable to predict the flow behavior of beta-glucan solution. Texture analysis of beta- glucan concentrates showed that HW extracted beta-glucan had superior hardness, gumminess, and adhesiveness than that of acidic extracted beta-glucan. From the results, it was found that the beta- glucan extracted by HW method is more suitable to be used in food formulation and functional food production.

Keywords: beta-glucan, hull-less barley, physicochemical properties, rheological properties, textural properties

1- M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(*- Corresponding author Email: Amiri516@yahoo.com)
2 - Assistant Prof, Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources