نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۶ شماره ۱/ سال ۱۳۹۵

بررسی تاثیر فرآیند حرارتی خشک بر ویژگی‌های تغذیه‌ای و فیزیکی شیمیایی جوانه گندم به عنوان یک مکمل غذایی فراسودمند

هادی هاشمی گهرویی[۱]، فاطمه غیاثی[۱]، محمد هادی اسکندری[*۲] و مهسا مجذوبی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/٦/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹٤/۳/۱۷

[۱] دانشجوی دکترای گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[*]مسئول مکاتبه: Email: Eskandar@shirazu.ac.ir

چکیده

امروزه، تمایل به تولید و مصرف غذاهای فراسودمند به دلیل نتایج نامطلوب ناشی از عدم توازن و به هم خوردن رژیم-های غذایی در جوامع بشری، به طور چشمگیری افزایش یافته است. جوانه گندم منبع منحصر به فردی از ترکیبات مغذی می‌باشد که آن را به عنوان یک افزودنی فراسودمند برای غنی‌سازی محصولات غذایی، جهت بهبود سلامت انسان و جلوگیری یا کاهش ابتلا به بیماری‌ها، ارزشمند ساخته است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر فرآیند حرارتی خشک بر خصوصیات تغذیه‌ای و فیزیکوشیمیایی جوانه گندم است. به این منظور، جوانه گندم خام و فرآیند شده (۱٦۰°C به مدت ۲۰ دقیقه) از نظر ترکیب شیمیایی، پروفایل اسیدهای چرب، پروفایل مواد معدنی، محتوی کل فنول، فلاوونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی بررسی شدند. نتایج نشان داد که جوانه گندم خام و فرآیند شده به ترتیب محتوی پروتئین (۲۹/۵، ۳۰/٪۵۸)، چربی (۹/۰۳، ۹/٪۱٦)، فیبر (۷/۲۱، ۷/٤٤٪)، اسیدهای چرب غیر اشباع شامل اولئیک (۱۵/۸٦، ۱۵/٪۸۸)، لینولئیک (۵۵/۷۵، ۵٦/٪۱۳)، لینولنیک (۸/۱۳، ۸/٪۰۳) و پالمیتیک اسید (۲۰/۲٦، ۲۰/٪۲۲) می‌باشند. آنالیز مواد معدنی نیز مشخص کرد که جوانه خام و فرآیند شده به ترتیب دارای آهن (۱٦٦/۸۲ ppm، ۱٦٤/۰۸)، پتاسیم (۱۱۰۸۳/۳۳ ppm، ۱۰۷۵۰)، کلسیم (۲٤۵۰ ppm، ۲٤٤۱/٦۷)، فسفر (۸۳۱٦/٦۷ ppm، ۸۳۳۳/۳۳)، منیزیم (۱۹۷۷ ppm، ۲۰۱۱) و روی (۲۰۳ ppm، ۲۰٤/۵) می‌باشند. همچنین نشان داده شد که طی فرآیند حرارتی میزان ترکیبات فنولیکی و فلاوونوییدی کاهش در حالیکه فعالیت آنتی اکسیدانی به طور معنی داری افزایش می‌یابد. براساس نتایج حاصل شده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این محصول جانبی مغذی در صنایع غذایی می‌تواند در افزایش سلامت عمومی موثر باشد.

واژگان کلیدی: اسیدهای چرب، آنتی اکسیدان، جوانه گندم، فراسودمند، مواد معدنی

مقدمه

در حال حاضر بیش از ٤٠ درصد از جمعیت جهان دچار سوء تغذیه ریز مغذی‌ها (گرسنگی پنهان) می‌باشند که متاسفانه در حال افزایش نیز است. امروزه در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، کمبود آهن و ید نگرانی‌های فراوانی را به وجود آورده است، هر چند کمبود سایر مواد مغذی، از جمله روی، سلنیوم، کلسیم و منیزیم نیز در برخی از کشورها مشاهده می‌شود. سوء تغذیه هزینه‌های بسیار زیاد اقتصادی و اجتماعی را به کشورهای در حال توسعه تحمیل می‌کند، و تا حد زیادی باعث افزایش نرخ مرگ و میر، کاهش توانایی‌های ذهنی و پیشرفت تحصیلی کودکان و توسعه ملی می‌شود و کیفیت زندگی تمام افراد جامعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (ولچ و گراهام ۱۹۹۹). برای درک بهتر غذاهای فراسودمند باید تغییرات علم تغذیه را به طور مفصل مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در واقع علم تغذیه با پیشگیری از کمبود در رژیم غذایی، ارائه استانداردهای تغذیه، دستورالعمل‌های رژیمی و راهنمایی‌های پیشرفته غذایی به ارتقاء سطح سلامت و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌ها کمک می‌کند (سارلا ۲۰۱۱). به همین دلیل تقاضای مصرف کنندگان برای غذاهای فراسودمند رو به افزایش است. یکی از موارد با اهمیت در ارتباط با انتخاب و تولید غذاهای فراسودمند، ایمن‌بودن و بی خطر بودن مصرف آن‌ها است (مرحمتی و همکاران ۱۳۹۰). جوانه گندم یکی از محصولات جانبی کارخانه آرد سازی است که به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع ترکیبات عملگرا و فراسودمند گیاهی شناخته می‌شود و به عنوان یک غذای معجزه گر در دنیا شهرت دارد. جوانه یک بخش مجزا و مشخص در داخل اندوسپرم دانه گندم می‌باشد (شورپالکار و راو ۱۹۷٦) و در مطالعات صورت گرفته توسط محققین ثابت شده است که با داشتن ویتامین‌ها، مواد معدنی، فیبرهای رژیمی، پروتئین‌ها، عناصر کمیاب ضروری، جوانه گندم یک منبع بسیار مغذی محسوب می‌شود و می‌تواند پس از طی فرایندهای اولیه آماده سازی به منظور افزایش ارزش غذایی بسیاری از فراورده‌های غذایی به کار رود (سرامکووا و همکاران ۲۰۰۹). به طور کلی جوانه گندم به نسبت سایر بخش های دانه گندم دارای بالاترین ارزش تغذیه ای است (ژو و همکاران ۲۰۰٦). در بررسی‌های صورت گرفته توسط کرک و همکاران (۱۹٦۲) نشان داده شد که فرآوری جوانه گندم خام با اتوکلاو به طور معناداری سبب افزایش حفظ و نگهداری نیتروژن و مصرف چربی توسط جوجه پرنده‌ها می‌شود. جوانه گندم غنی از اسیدآمینه‌های ضروری همچون لیزین، متیونین و ترئونین هستند که در بسیاری از غلات کمبود آنها دیده می‌شود و در بین اسید آمینه‌ها، لیزین غیر قابل دسترس‌ترین آمینو اسید برای قشر کم درآمد جامعه محسوب می‌شود. با توجه به افزایش سریع نیاز جهانی به مصرف پروتئین، جوانه گندم می‌تواند به عنوان یکی از پر جاذبه‌ترین و ارزانترین منابع پروتئینی گیاهی مورد استفاده قرار گیرد (ژو و همکاران ۲۰۰٦). به علاوه جوانه گندم حاوی ویتامین‌های مهم گروه B همچون فولیت، B_1 و B_6 می‌باشد که این گروه از ویتامین‌ها برای سلامت قلب و مهیا کردن شرایط برای فعالیت مغز ضروری هستند. به طور کلی جوانه گندم سرشار از اسیدهای آمینه ضروری، چربی‌های غیر اشباع، فیبر و مواد معدنی است و به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع ترکیبات عملگرا و فراسودمند گیاهی شناخته می‌شود (ریزلو و همکاران ۲۰۱۰).

پلی‌فنول‌ها انواعی از آنتی اکسیدان‌ها هستند که در جلوگیری از بسیاری بیماری‌ها از جمله سرطان نقش دارند، این ترکیبات بسیار متنوع هستند و اثرات متفاوتی دارند. ترکیبات فنولی شامل ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها و فلاونوئیدها، ویژگی‌های ضد جهشی و در نتیجه ضد سرطانی و همچنین فعالیت کاهش قند خون را بر عهده دارند. به طور کلی ترکیبات فنلی با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی می‌توانند نقش مهمی در نگهداری محصولات غذایی و حفظ سلامتی انسان ایفا

نمایند. ترکیبات فنولیکی موجود در روغن جوانه گندم نیز دارای این اثرات آنتی‌اکسیدانی است (نیو و همکاران ۲۰۱۳).

با وجود مزایای مذکور، استفاده از جوانه گندم همچنان با چالش‌هایی روبروست زیرا جوانه گندم پایداری کمی دارد و حاوی ترکیب ضد تغذیه‌ای آگلوتینین[1] است که مسئول رشد فزاینده روده کوچک و پانکراس است (ماتوسی و همکاران ۲۰۰٤). این ترکیبات عموما سمی بوده و در مورد جوانه گندم موجب عقیمی در برخی پستانداران می‌گردند (شورپالکار و راو ۱۹۷٦). با این حال پخت و حتی تیمارهای حرارتی ملایم می‌تواند به طور کامل باعث حذف آگلوتینین در جوانه گندم شود (ماتوسی و همکاران ۲۰۰٤). به دلیل وجود درصد بالای چربی و آنزیم‌های موثر بر آن، امکان نگهداری جوانه به صورت خام در دمای محیط بسیار اندک است و لازم است فرایند حرارتی به منظور غیر فعال نمودن آنزیم‌ها و برخی ترکیبات ضد تغذیه‌ای موجود در آن مانند مهارکنندگان تریپسین، فیتیک اسید و هم اگلوتینین اعمال گردد. بدین منظور در این مطالعه، از فرآیند حرارتی خشک جهت تثبیت جوانه گندم و افزایش ارزش تغدیه ای آن استفاده شد. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر فرایند حرارتی خشک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، مواد معدنی، ترکیبات آنتی اکسیدانی، فنولی، فلاونوئیدی و پروفایل اسیدهای چرب موجود در جوانه گندم خام و فرآیند شده است که نقش موثری در سلامتی انسان و جلوگیری یا کاهش ابتلا به بیماری‌ها دارند.

مواد و روش‌ها

تهیه جوانه گندم

جوانه گندم رقم شیراز از کارخانه آرد سپیدان واقع در کیلومتر ۱۲ جاده زرقان، استان فارس تهیه شده و به منظور جلوگیری از اکسیده شدن مواد مغذی و تغییرات نامطلوب در فریزر ۱۸- °C نگهداری شد. جوانه گندم مورد آزمایش به دو صورت خام و بو داده شده مورد استفاده قرار گرفت. فرایند بو دادن جوانه گندم در دمای ۱٦۰ °C به مدت ۲۰ دقیقه در فر مخصوص با کنترل دمایی انجام شد.

روش انجام آزمون‌ها

اندازه گیری مقدار رطوبت نمونه‌ها طبق روش استاندارد (AACC) به شماره ٤٤-۱٦، مقدار چربی با استفاده از روش سوکسله طبق روش استاندارد AACC به شماره ۲۵-۳۰، اندازه گیری پروتئین از روش میکروکلدال طبق استاندارد (AACC) به شماره ٤٦-۱۰، و خاکستر با استفاده از روش استاندارد (AACC) به شماره ۰۱-۰۸ انجام شد.

برای اندازه گیری پروفایل اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل BPX 70 ساخت شرکت SGE استرالیا مجهز به ستون با طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میکرومتر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر و شناساگر FID 1075 system استفاده شد. ابتدا ۲۰۰ mg از نمونه روغن خالص با ۱۰ ml از محلول ۵٪ استیل کلراید در متانول مخلوط کرده و یک ساعت در آون ۸۵ °C قرار داده سپس ۵ ml آب مقطر به آن اضافه کرده ۵ دقیقه خوب هم زده می‌شود بعد به مدت ۵ دقیقه در ۲۵ °C و ٤۰۰۰ g سانتریفیوژ می‌شود. دمای اولیه شروع کار °C ۸۰ بود و با افزایش ۱۵ °C در دقیقه به ۲۰۰ °C رسید و در این دما ۱۰ دقیقه نگهداری شد، سپس با افزایش ۳۰°C در دقیقه به ۲۲۰ °C رسید و در این دما ۵ دقیقه نگهداری شد. دمای دریچه تزریق ۲۱۰ °C و دمای آشکارساز ۲۱۰ °C و سرعت جریان گاز حامل (هلیم) ۱ ml/min بود. روش تزریق به GC به صورت Split بود (سجووال و همکاران ۲۰۰۰).

اندازگیری آهن، کلسیم، منیزیم و روی به روش اسپکتروفتومتر اتمی و فسفر و پتاسیم به روش فلیم-فتومتری مطابق با روش استاندارد AACC 2000 انجام گرفت.

[1] Agglutinin

در این تحقیق جهت اندازه گیری کل محتوای فنول، فلاوونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی از متانول ۹۹/۵٪ برای استخراج این ترکیبات و تهیه عصاره اولیه استفاده شده است. اندازه گیری محتوای کل فنول با اندکی تغییر بر طبق روش سلین کارد و سینگ لتون انجام گرفت (سلینکارد و سینگلتون ۱۹۷۷) و میزان تام مواد فنولیک بر اساس میزان معادل میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم نمونه گزارش گردید. محتوای تام فلاوونوئیدی با استفاده از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیم اندازه‌گیری شد و میزان آن بر اساس معادل میلی‌گرم کوئرستین درگرم نمونه گزارش گردید (چانگ و همکاران ۲۰۰۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره جوانه گندم نیز با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی[1] (RSC) به کمک ۲،۲- دی فنیل- ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان آن برحسب نسبت IC ۵۰ نمونه به IC۵۰ محلول TBHQ گزارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح (α= ۰/۰۵) انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های کمی از نرم افزار SAS V 9.1 استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی نمونه جوانه گندم

ترکیبات شیمیایی اصلی نمونه جوانه گندم خام و فرایند شده استفاده شده حاوی میانگین ۹/۰۳ و ۹/۱۶٪ چربی، ۲۹/۵ و ۳۰/۵۸٪ پروتئین، ۷/۳۶ و ۷/۴۴٪ فیبر، ۴/۳۱ و ۴/۳۶٪ خاکستر و ۵/۱۵ و ۱/۴۹٪ رطوبت بوده است (جدول ۱). که با توجه به مقادیر گزارش شده پروتئین (۷/۳-۲۱/۳۵٪)، چربی (۲۷/۸-۸/۱۰٪)، رطوبت (۹٪)، فیبر خام (۸-۱/۴٪)، خاکستر (۵/۴٪) و کربوهیدرات (۸/۴۳٪) منطقی می‌باشد (شورپالکار و راو ۱۹۷۶). در ترکیبات شیمیایی نمونه‌های خام و فرایند شده فقط میزان رطوبت دارای تفاوت معنی‌دار است. پروتئین جوانه گندم عمدتا شامل آلبومین و گلوبولین (حدود ۵۰٪ کل پروتئین) و فیبر موجود در آن نیز شامل سلولز و همی سلولز می‌باشد و خاکستر آن عمدتا از فسفر، پتاسیم و منیزیم تشکیل شده است. ترکیب عمده کربوهیدرات محلول جوانه را قندها (حدود ۱۶٪) و پس از آن نشاسته (حدود ۱۴٪) تشکیل می‌دهند که قندهای موجود در جوانه کامل شامل ساکارز (۵/۵۸٪) و رافینوز (۵/۴۱٪) و به مقدار بسیار جزئی گلوکز می‌باشد (شورپالکار و راو ۱۹۷۶). ترکیبات نشاسته از طریق آندوسپرم و بخش اعظم سلولز از طریق سبوس وارد جوانه می‌شوند. همچنین جوانه گندم محتوی فیبر بالایی است که برای تعادل قند خون، کنترل کلسترول، سلامت روده و سم زدایی از بدن ضروری است.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی اصلی نمونه‌ی جوانه گندم خام و فرایند شده

ترکیب شیمیایی	خام (g/100g)	فرایند شده (g/100g)
چربی	۹/۰۳±۰/۲۵^{a}	۹/۱۶±۰/۲۲^{a}
پروتئین	۲۹/۵۰±۱/۲۴^{a}	۳۰/۵۸±۰/۵۹^{a}
فیبر	۷/۳۶±۰/۴۳^{a}	۷/۴۴±۰/۲۱^{a}
خاکستر	۴/۳۱±۰/۳۱^{a}	۴/۳۶±۰/۱۸^{a}
رطوبت	۵/۱۵±۰/۳۱^{a}	۱/۴۹±۰/۱۷^{b}

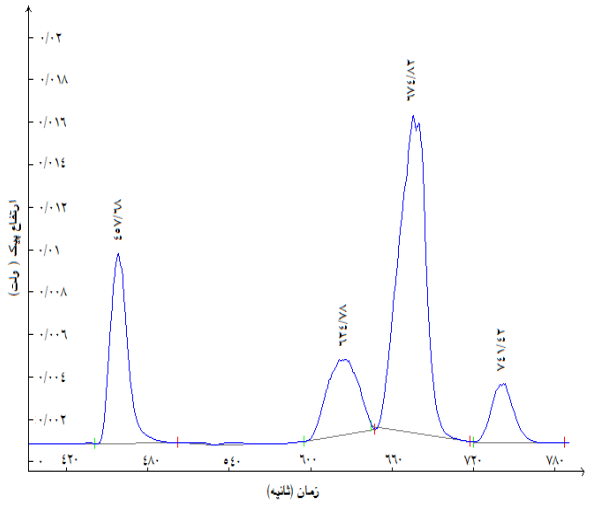
a, b: حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

پروفایل اسیدهای چرب روغن جوانه گندم

پروفایل اسیدهای چرب روغن جوانه گندم به کمک دستگاه کروماتوگرافی گازی اندازه گیری شده که نمودار آن را در شکل ۱ آورده شده است. جدول ۲ محتوای اسیدهای چرب نمونه جوانه گندم خام و فرایند شده‌ی مورد استفاده در آزمایش را نشان می‌دهد.

[1] Radical scavenging activity

میزان اسیدهای چرب غیر اشباع اولئیک، لینولئیک و لینولنیک روغن جوانه گندم خام و فرایند شده به ترتیب (۱۵/۸۶ و ۱۵/۸۸)، (۵۵/۷۵ و ۵۶/۱۳) و (۸/۱۳ و ۸/۰۳) ٪ است. از نظر آماری تفاوت معنی داری در میزان اسیدهای چرب نمونه‌ها بعد از فرایند حرارتی وجود ندارد. ترکیب روغن جوانه گندم عمدتا چربی‌های آسیل غیرقطبی (۲۵٪)، چربی‌های آسیل قطبی (۴۵٪)، توکوفرول (۰/۰۷٪)، استرول‌ها به همراه الکل‌های با زنجیره طولانی (۰/۳٪) و هیدروکربن‌ها (۰/۰۳٪) گزارش شده‌اند. از نظر ترکیب شیمیایی، اسیدهای چرب موجود در روغن جوانه گندم شامل ۵۹- ۴۲٪ لینولئیک اسید، ۲۸- ۱۲٪ اولئیک اسید، ۱۹- ۱۱٪ پالمتیک اسید، ۱۱- ۲٪ α- لینولئیک اسید و ۱٪ استئاریک اسید است. این اسیدهای چرب نقش مهمی در متابولیسم ارگانیسم-ها دارند و بدن قادر به سنتز آنها نیست. روغن جوانه گندم حاوی ۸۱٪ اسیدهای چرب غیراشباع و ۱۹٪ اسیدهای چرب اشباع است (زاچی و همکاران ۲۰۰۶). در بین این اسیدهای چرب، آلفا- لینولنیک اسید سبب کاهش تولید O_2 و کاهش فعالیت‌های اکسیدازی NADPH می‌شود و بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارد (آلساندری و همکاران ۲۰۱۲). این ترکیبات پیش ماده تولید پروستاگلاندین‌ها هستند که در انقباض ماهیچه‌ها و التیام سریع التهابات دخیل هستند. علاوه بر این لینولئیک اسیدها سبب حذف کلسترول شده و به عنوان پیش ماده دیواره سلولی فسفولیپیدی عمل می‌کنند (زاچی و همکاران ۲۰۰۶). جوانه گندم غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اولئیک اسید، لینولئیک و آلفالینولئیک اسید است (سجووال و همکاران ۲۰۰۰). و به خوبی ثابت شده است که اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اسیدهای چرب چند غیر اشباع باعث کاهش بیماری‌های قلبی و همچنین کلسترول خون می‌شوند. همچنین گزارش شده، روغن جوانه گندم[1] سبب کاهش کلسترول کبد و پلاسما در حیوانات می‌شود و تا حدی در به تأخیر انداختن اثرات پیری کمک می‌کند. نقش روغن جوانه گندم در کاهش کلسترول مربوط به وجود توکوفرول و اکتاکوزانول در آن است. روغن جوانه گندم یکی از غنی ترین منابع طبیعی آلفا تکوفرول است که دارای بیشترین فعالیت ویتامینی می‌باشد (سرامکووا و همکاران ۲۰۰۹). از لحاظ محتوای اسیدهای چرب نیز جوانه گندم منبع بسیار خوبی از اسیدهای چرب امگا 3 است که می‌توانند به کاهش کلسترول، التهابات و سلامت سیستم عصبی کمک کند.



شکل ۱- پروفایل اسیدهای چرب روغن جوانه گندم

جدول ۲- محتوای اسیدهای چرب نمونه جوانه گندم خام و فرایند شده

اسید چرب	خام (٪)	فرایند شده (٪)
پالمیتیک	۲۰/۲۶ ±۱/۰۵[a]	۲۰/۲۲ ± ۱/۶۱[a]
اولئیک	۱۵/۸۶ ± ۰/۳۸[a]	۱۵/۸۸ ± ۰/۱۵[a]
لینولئیک	۵۵/۷۵ ± ۱/۰۵[a]	۵۶/۱۳ ± ۱/۴۴[a]
لینولنیک	۸/۱۳ ± ۰/۴۰[a]	۸/۰۳ ± ۰/۱۰[a]

a, b: حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

[1] Wheat Germ Oil

عناصر معدنی نمونه‌های جوانه گندم

در جدول ۳ میزان مواد معدنی اندازه‌گیری شده با روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی و فتومتری شعله ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در نمونه-های جوانه‌ی گندم خام و فرایند شده تفاوت معنی داری بین مقادیر متوسط مواد معدنی وجود نداشته است. ولی در فرآیند برشته کردن به دلیل خروج آب آزاد و متصل و متلاشی شدن جزئی ساختار، مواد معدنی تغییر ساختار پیدا کرده و در نتیجه‌ی افزایش سطح و تخلخل ایجاد شده در نمونه‌ی فرایند شده، تمایل مواد معدنی به خروج از بافت مواد بیشتر می‌شود (الانپکون ۲۰۰۰). به همین دلیل در تیمارهای جوانه‌ی برشته شده میزان متوسط مواد معدنی نسبت به تیمار جوانه‌ی خام کاهش یافته است. مقادیر بدست آمده برای میزان مواد معدنی، در محدوده‌ی داده‌های گزارش شده توسط سایر محققین می‌باشد (بیلگیسلی و همکاران ۲۰۰۶). کمبود روی در حال حاضر به عنوان یک عامل خطرناک برای سلامتی انسان و علت مرگ در سطح جهان معرفی می-شود. به گزارش WHO در مورد عوامل موثر توسعه بیماری‌ها، کمبود روی در میان ۲۰ عامل مهم در کشورهای در حال توسعه جای دارد. هوتز و بروون (۲۰۰٤) گزارش کردند به طور متوسط، یک سوم جمعیت جهان و ٤ تا ۷۳٪ کشورهای مختلف با کمبود روی روبرو هستند. کمبود روی عوارض شدیدی از جمله اختلال در رشد جسمی، سیستم ایمنی بدن و توانایی یادگیری، همراه با افزایش خطر عفونت‌ها، آسیب به DNA و توسعه سرطان را به دنبال دارد. کمبود آهن با مواردی همچون مشکلات بافتی و نارسایی قلبی، کم خونی در مادران باردار، از دست دادن شدید خون به هنگام زایمان در ارتباط است. همچنین بچه‌هایی که از مادران با کمبود آهن متولد می‌شوند معمولا دارای مشکلات دهانی، اختلال در مهارت‌های حرکتی و حافظه ضعیف‌تر هستند. فقر آهن در زنان باردار ممکن است باعث آسیب غیر قابل برگشت به مغز جنین و کاهش رشد فکری در نوزادان شود. همچنین در زنان باردار باعث نارس بودن نوزاد و وزن کم هنگام تولد می‌شود. و در بلند مدت باعث اختلالات سیستم ایمنی بدن و عدم رشد می‌شود. و نهایتا بهره‌وری و عملکرد فیزیکی را کاهش می‌دهد (پراساد ۲۰۰۷). نرمی استخان‌ها یا راشیتیسم ناشی از کمبود کلسیم و فسفر در بدن است (روت و دیاموند ۲۰۰۲). روی از جمله عناصری است که برای سلامت و استحکام استخوان‌ها معرفی می‌شود و یکی از عناصر کمیاب ضروری برای عملکرد بیش از ۳۰۰ آنزیم بوده و برای سنتز کلاژن و معدنی شده استخوان مخصوصا در زمان ترمیم شکستگی ضروری است (چاشمن و فلاین ۱۹۹۸). بیماری سیتیک فیبروزیس نوعی بیماری ژنتیکی چند سیستمی است و به دلیل مشکلات گوارشی، اختلال در جذب مواد غذایی از جمله ویتامین‌ها و مواد معدنی ایجاد می‌شود و افراد مبتلا به طور معمول با کمبود مواد مورد نیاز بدن مانند ویتامین‌های E، D، A و مواد معدنی مانند سلنیوم، روی و مس روبرو می‌باشند (خلیلی و همکاران ۱۳۹۳).

جدول ۳- میزان مواد معدنی آهن، منیزم، روی، کلسیم، پتاسیم و فسفر در نمونه های جوانه گندم خام و فرایند شده (میلی گرم و بر کیلوگرم)

	خام	رست شده
آهن	۱٦٦/۸۲ ± ٦/۷۲ [a]	۱٦٤/۰۸ ± ۱۱/۲۷ [a]
پتاسیم	۱۱۰۸۳/۳۳ ± ٦۲۹/۱٥ [a]	۱۰۷٥۰ ± ۲٥۰/۰۰ [a]
کلسیم	۲٤٥۰ ± ۱۱٤/٥٦ [a]	۲٤٤۱/٦۷ ± ۸۷/۸۰ [a]
فسفر	۸۳۱٦/٦۷ ± ۸۰/۳٦ [a]	۸۳۳۳/۳۳ ± ٦۲/۹۲ [a]
منیزیم	۱۹۷۷ ± ۳۷/٤۷ [a]	۲۰۱۱ ± ٥٤/٥۱ [a]
روی	۲۰۳ ± ٦/۳۸ [a]	۲۰٤/٥ ± ۹/٦٦ [a]

a, b: حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ است

میزان فنول

نتایج نهایی سنجش ترکیبات فنلی جوانه‌ی گندم خام و فرآیند شده در جدول ٤ ارائه شده است. همانطور که

مشاهده می‌شود میزان ترکیبات فنولی در جوانه‌ی گندم خام بیشتر از مقادیر آن در جوانه‌ی گندم فرآیند شده است. گزارش شده است که ترکیبات فنولی در عصاره-های طبیعی در اثر افزایش دما، تخریب می‌شوند (فرانکل ۱۹۹۳). فرآیند برشته کردن سبب ایجاد تغییراتی در ساختار شیمیایی و فعالیت بیولوژیکی جوانه گندم می-شود. به این ترتیب در ضمن برشته کردن ترکیبات فنولیک طبیعی موجود در جوانه گندم تا حدی از دست می‌روند (وانگ و همکاران ۲۰۱۱). ریزلو و همکاران (۲۰۱۰) نیز در پژوهش خود مقدار کل ترکیبات فنولیک موجود در جوانه گندم خام را ۲/۰٦۱ (میلی مول گالیک اسید بر گرم) اندازه‌گیری کردند. کاهش محتوای فنولیکی در مواد غذایی دیگر نیز ضمن حرارت دهی توسط سایر محققین گزارش شده است. پرون و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعتقاد داشتند تحت شرایط شدید برشته کردن، کاهش بسیار زیاد اجزای فنولیکی رخ خواهد داد. در پژوهش انجام شده توسط لموس و همکاران (۲۰۱۲) نیز کاهش محتوای فنولی در نوعی مغز خوراکی با نام Baru گزارش شد. کاهش میزان محتوای فنولیک در این پژوهش نیز می‌تواند به دلیل ماهیت حساس به حرارت این ترکیبات در جوانه گندم باشد.

جدول ۴- میزان فنول، فلاوونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جوانه‌ی گندم خام و فرآیند شده

ترکیب مورد آزمایش	خام	فرآیند شده
فنول (میلی گرم گالیک اسید بر گرم نمونه)	۷/۰۸٤ ± ۰/۷۱٦ [a]	٥/۸٤٤ ± ۰/٤۱۷ [a]
فلاوونوئید (میلی گرم کورستین بر گرم نمونه)	٦/۰۰٦ ± ۰/۰۳۸ [a]	٥/۳۱٥ ± ۰/۱۱۹ [b]
ظرفیت آنتی اکسیدان (IC50 نمونه بر IC50TBHQ)	۹٥/٦٥۲ ± ۰/۰۲۱ [a]	٥٤/۳٤۸ ± ۰/۲۲۳ [b]

a, b: حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ است.

میزان ترکیبات فلاوونوئید

میزان فلاونوئید بر اساس میزان معادل میلی گرم کوئرستین در گرم عصاره در جدول ٤ گزارش گردید. همانطور که مشاهده می‌شود میزان فلاوونوئیدها در تیمارهای فرآیند شده به طور معنی داری کمتر از میزان آن در تیمارهای جوانه‌ی گندم خام است. محتوای فلاوونوئیدها در غلات بسته به واریته آنها بسیار متفاوت است. طی تیمارهای حرارتی همچون برشته کردن و پخت محتوای فلاوونوئیدها کاهش می‌یابد زیرا فلاوونوئیدها ماهیت حساس به حرارت دارند (ژانگ و همکاران ۲۰۱۰). کاهش میزان فلاوونوئیدها در نتیجه اعمال فرآیندهای حرارتی بر دانه‌های غلاتی در پژوهش‌های انجام گرفته توسط دیگر محققین همچون شارما و همکاران (۲۰۱۱) در نمونه جو، ژانگ و همکاران (۲۰۱۰) در گندم، ژو و همکاران (۲۰۰٦) در برنج گزارش شده است.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جوانه‌ی گندم خام و فرآیند شده، بر اساس نسبت IC٥۰ نمونه به IC٥۰ محلول استاندارد TBHQ در جدول ٤ گزارش شد. همانطور که مشاهده می‌شود فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جوانه‌ی گندم فرآیند شده به طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر آن در جوانه‌ی گندم خام است و گزارش شده است که عصاره‌های جوانه گندم فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالاتری را به نسبت ویتامین E و C و آنتی‌اکسیدان‌های معروف سنتزی نشان می‌دهد (یو و همکاران ۲۰۰۲). از طرفی مطالعات زیادی نشان داده است که فرآیندهای حرارتی می‌تواند اثرات سلامتی‌بخش مفیدی را به واسطه بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دانه‌ها، میوه‌ها و سبزیجات ایجاد کند (جارامیلو فلورس و همکاران ۲۰۰۳). برشته کردن یکی از روش‌های فرآیند حرارتی است که در آن از تیمار حرارتی خشک استفاده می‌شود و بسته به شرایط آن، می تواند سبب افزایش فعالیت آنتی-

اکسیدانی، ایجاد طعم و رنگ قهوه‌ای به واسطه تولید محصولات حاصل از واکنش میلارد در ضمن اعمال حرارت می‌شود (نیکولی و همکاران ۱۹۹۹). گزارش شده است که ترکیبات آمادوری، رداکتون‌ها، آمینورداکتون‌ها و پلیمرهای ایجاد شده در ضمن میلارد، پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بالایی را نشان می‌دهند. همچنین اثرات آنتی‌اکسیدانی ترکیبات قهوه‌ای حاصل از فسفولیپیدها و اسید آمینه‌های سولفوردار تشکیل شده در طی واکنش میلارد نیز به اثبات رسیده است. فرآیند برشته کردن سبب ایجاد تغییراتی در ساختار شیمیایی و فعالیت بیولوژیکی جوانه گندم می‌شود. همانطور که توضیح داده شد در ضمن برشته کردن در عین حال که ترکیبات فنولیک طبیعی موجود در جوانه گندم تا حدی از دست می‌روند، سایر ترکیباتی که خاصیت آنتی-اکسیدانی دارند تولید می‌شوند (وانگ و همکاران ۲۰۱۱) که از مهم‌ترین آنها می‌توان به تولید ترکیبات ملانوئیدی در طی برشته کردن اشاره کرد (چاندراسکارا و شهیدی ۲۰۱۱). حضور ملانوئیدین در محصول نهایی باعث جبران کاهش ترکیبات فنولیکی در ضمن برشته کردن می‌شود (ویگنولی و همکاران ۲۰۱۴) به علاوه گزارش شده است که برخی از ترکیبات هتروسیلیک فرار تولید شده در ضمن فرآیند برشته کردن نیز دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند. همچنین هیدروکسی متیل فورفورال تشکیل شده در واکنش‌های حد واسط میلارد نیز خواص آنتی‌اکسیدانی مشابه آلفا توکوفرول و ۶،۲- دی بوتیل- ۴- متیل فنول از خود نشان می‌دهند.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از پژوهش فوق نشان می‌دهد که جوانه گندم به دلیل داشتن میزان فراوانی آهن، پتاسیم، کلسیم، روی، فسفر، منیزیم، فیبر، پروتئین، ترکیبات فنولی، ترکیبات فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالا و همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید ارزش فراوانی برای غنی‌سازی مواد غذایی دارد و می‌تواند به صورت موثری کمبودهای ناشی از این ترکیبات مغذی را در کشورهای در حال توسعه جبران کند. انجام فرایند حرارتی تاثیر فراوانی بر میزان این ترکیبات نداشته و ارزش تغذیه‌ای آن حفظ می‌شود.

منابع مورد استفاده

مرحمتی زاده م ح، عباسی م ع، رضا زاده س، ۱۳۹۰، بررسی اثر افزودن پودر آویشن بر زنده مانی باکتری پروبیوتیکی *لاکتو باسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدو باکتریوم بیفیدوم* در شیر و ماست، مجله علمی- پژوهشی زیست فناوری میکروبی دانشگاه آزاد اسلامی، ۳، ۱-۶.

خلیل زاده س، حسن زاده م، بلورساز م، تشیعی نژاد ص، بقائی ن، فضلعلی زاده ه، ولایتی ع، ۱۳۹۳. بررسی سطح سرمی ویتامین-های محلول در چربی و روی، مس، سلنیوم در بیماران مبتلا به فیبروز کیستیک، مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، ۲۴، ۲۹-۳۲.

AACC, 2000. "Approved Methods of the AACC (10thed)". American Association of Cereal Chemists, St Paul. (Methods 46-10, 30-25, 08-01, 44-16)

Alessandri J-M, Extier A, Al-Gubory KH, Harbeby E, Lallemand M-S, Linard A, et al. 2012. Influence of gender on DHA synthesis: the response of rat liver to low dietary α-linolenic acid evidences higher ω3Δ 4-desaturation index in females. European Journal of Nutrition 51: 199-209.

Bilgiçli N, Elgün A, Herken EN, Ertaş N, İbanogˇlu Ş. 2006. Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. Journal of Food Engineering 77: 680-6.

Cashman K, Flynn A. 1998. Trace elements and bone metabolism. Bibliotheca Nutritio et Dieta 54: 150-164.

Chandrasekara N, Shahidi F. 2011. Effect of roasting on phenolic content and antioxidant activities of whole cashew nuts, kernels, and testa. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 5006-14.

Chang C-C, Yang MH, Wen HM, Chern JC. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10: 178-82.

Creek R, Vasaitis V. 1962. Detection of an anti-proteolytic substance in raw wheat germ. Poultry Science 41: 1351-2.

Frankel E. 1993. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. Trends in Food Science and Technology 4: 220-5.

Hotz C, and Brown KH. 2004. Assessment of the risk of Zinc deficiency in populations and options for its control: International nutrition foundation: for UNU.

Jaramillo-Flores M, González-Cruz L, Cornejo-Mazón M, Dorantes-Alvarez L, Gutiérrez-López G, Hernández-Sánchez H. 2003. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus*-indica). Food Science and Technology International 9: 271-8.

Lemos MRB, Siqueira EMdA, Arruda SF, Zambiazi RC. 2012. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata*Vog.]. Food Research International 48: 592-7.

Matucci A, Veneri G, Dalla Pellegrina C, Zoccatelli G, Vincenzi S, Chignola R, et al. 2004. Temperature-dependent decay of wheat germ agglutinin activity and its implications for food processing and analysis. Food Control 15: 391-5.

Nicoli M, Anese M, Parpinel M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. Trends in Food Science and Technology 10: 94-100.

Niu LY, Jiang ST, Pan LJ. 2013. Preparation and evaluation of antioxidant activities of peptides obtained from defatted wheat germ by fermentation. Journal of Food Science and Technology 50: 53-61.

Olanipekun E. 2000. Kinetics of leaching laterite. International Journal of Mineral Processing 60: 9-14.

Perrone D, Farah A, Donangelo CM. 2012. Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60: 4265-75.

Prasad AS. 2007. Zinc: mechanisms of host defense. The Journal of Nutrition 137: 1345-9.

Rizzello CG, Nionelli L, Coda R, De Angelis M, Gobbetti M. 2010. Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ. Food Chemistry 119: 1079-89.

Root A. Diamond Jr F. 2002. Disorders of calcium metabolism in the child and adolescent. Spearling MA Pediatric endocrinology 2nd Philadelphia: WB Saunders 629-69.

Saarela M. 2011. Functional foods: Concept to product: Elsevier.

Sharma P, Gujral HS. 2011. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. Food Research International 44: 235-40.

Shurpalekar S, Rao PH. 1976. Wheat Germ. Advances in Food Research 23: 187-304.

Sjövall O, Virtalaine T, Lapveteläinen A, Kallio H. 2000. Development of rancidity in wheat germ analyzed by headspace gas chromatography and sensory analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 3522-7.

Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture 28: 49-55.

Šramková Z, Gregová E, Šturdík E. 2009. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta Chimica Slovaca 2: 115-38.

Vignoli JA, Viegas MC, Bassoli DG, Benassi MdT. 2014. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. Food Research International 61: 279-85.

Wang HY, Qian H, Yao WR. 2011. Melanoidins produced by the Maillard reaction: Structure and biological activity. Food Chemistry 128: 573-84.

Welch RM, Graham RD. 1999. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs: productive, sustainable, nutritious. Field Crops Research 60: 1-10.

Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 1619-24.

Zacchi P, Daghero J, Jaeger P, Eggers R. 2006. Extraction/fractionation and deacidification of wheat germ oil using supercritical carbon dioxide. Brazilian Journal of Chemical Engineering 23: 105-10.

Zhang L, Chen J, Wang Y, Wu D, Xu M. 2010. Phenolic extracts from *Acacia mangium* bark and their antioxidant activities. Molecules 15: 3567-77.

Zhu KX, Zhou HM, Qian HF. 2006. Proteins extracted from defatted wheat germ: nutritional and structural properties. Cereal Chemistry 83: 69-75.

Evaluation of oven drying effects on physicochemical and nutritional properties of wheat germ as a functional food supplements

H Hashemi Gahruie[1], F Ghiasi[1], MH Eskandari[2*] and M Majzoobi[2]

Received: September 01, 2014 Accepted: June 07, 2015

[1]PhD Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran
[2]Associate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran
[*]Corresponding author: Eskandar@shirazu.ac.ir

Abstract

Nowadays, trend of producing and consuming functional foods has increased dramatically due to the adverse consequences of dietary imbalances and impaired in human societies. Wheat germ is unique source of highly concentrated nutrients that makes it ideally functional additive for fortification of food products to improve human health and prevent or reduce the risk of disease. The aim of this study was to investigate effect of oven drying on physicochemical and nutritional properties of wheat germ. For this purpose, raw and processed (160˚C for 20 min) wheat germ were evaluated for their proximate composition, mineral profile, fatty acids profile, total phenols, flavonoids and antioxidant activity. Results indicated that the raw and roasted wheat germ contain protein (29.5, 30.58%), fat (9.03, 9.16%), fiber (7.21, 7.44%), unsaturated fatty acids consist of 15.86% oleic (15.86, 15.88%), linoleic (55.75, 56.13%), linolenic (8.13, 8.03%) and palmitic acid (20.26, 20.22%), respectively. Minerals analysis was demonstrated that raw and roasted germ had values of iron (166.82, 164.08 ppm), potassium (11083.33, 10750 ppm), calcium (2450, 2441.67 ppm), phosphorus (8316.67, 8333.33 ppm), magnesium (1977, 2011ppm) zinc (203, 204.5 ppm). Besides, it has been shown that during heat processing phenolic and flavonoid contents decreased while, antioxidant activity increased significantly. Based on the obtained results, it can be concluded that application of this nutritious by-product in food industry can be effective in increasing public health.

Keywords: Antioxidants, Fatty acids profile, Functional, Minerals, Wheat germ