10.22092/rafhc.2020.114655.1085

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۸، شماره ۲، سال ۱۳۹۸

بررسی اثر فرآیند جوانه‌زنی بر روی تغییرات ارزش تغذیه‌ای و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماش

Effect of germination process on nutritional value changes and some mung bean physicochemical properties

سمیرا طالبی نجف آبادی[۱]، اکرم شریفی[۲]، علی اصغر آبسالان[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد،گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
۳- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴

چکیده

سمیرا طالبی نجف آبادی، س.، اکرم شریفی، ا. و آبسالان، ع. ا. ۱۳۹۸. بررسی اثر فرآیند جوانه‌زنی بر روی تغییرات ارزش تغذیه‌ای و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماش. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۸ (۲): ۲۲۴- ۲۱۱.**

برای بهبود ارزش تغذیه‌ای حبوبات می‌توان از فرآیند جوانه‌زنی استفاده نمود. در این مطالعه اثر فرآیند جوانه‌زنی بر برخی خصوصیات تغذیه‌ای ماش نظیر میزان رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، فیبرخام، کربوهیدرات، مواد معدنی و ترکیبات فنلی مورد بررسی قرار گرفت. عملیات جوانه‌زنی از طریق خیساندن ماش به مدت ۲۴ ساعت و نگهداری در شرایط مرطوب در دو زمان ۴۸ و ۷۲ ساعت و دو دمای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفت. سپس جوانه‌ها در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و آسیاب شدند و خصوصیات تغذیه‌ای آنها در سه تکرار اندازه‌گیری و با نمونه شاهد در یک طرح کاملاً تصادفی در سطح آماری یک درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که متناسب با رشد جوانه، میزان پروتئین و رطوبت دانه افزایش یافتند. از سوی دیگر جوانه‌زنی باعث کاهش میزان چربی در ماش شد و با افزایش روند جوانه‌زنی این مقدار به تدریج کاهش یافت. همچنین فرآیند جوانه‌زنی، کاهش میزان خاکستر، فسفر و ترکیبات فنلی در ماش را به همراه داشت. جوانه‌زنی تا زمان ۴۸ ساعت سبب افزایش فیبرخام شد و با افزایش روند جوانه‌زنی این مقدار کاهش یافت. همچنین میزان کربوهیدرات، آهن، کلسیم و روی نیز بعد از جوانه‌زنی افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده، بهترین شرایط برای بهبود ارزش تغذیه‌ای ماش از طریق جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در زمان ۷۲ ساعت است.

واژه های کلیدی: ماش، جوانه زنی، ارزش تغذیه‌ای، مواد معدنی، ترکیات فنلی.

نویسنده مسئول: asharifi@qiau.ac.ir تلفن: ۰۲۸۳۳۶۶۵۲۷۵

مقدمه

سبزیجات تازه در رژیم غذایی و تأمین سلامتی انسان نقش مهمی دارند و در سال‌های اخیر مردم بسیاری از کشورها به مصرف این ماده غذایی ترغیب شده‌اند. یک دسته مهم از این سبزیجات، جوانه گیاهان مختلف می‌باشد که امروزه به عنوان غذاهای گیاهی حاوی ترکیبات مورد نیاز بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند. جوانه‌ها سرشار از ویتامین‌های B، C و E بتاکاروتن و سلنیوم بوده، همچنین دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، ضدسرطان و کاهش دهنده کلسترول هستند (۱). حبوبات از منابع پروتئینی محسوب می‌شوند. ولی ارزش پروتئینی آن‌ها نسبت به گوشت کمتر است، که این موضوع به دلیل کمبود اسیدهای آمینه گوگرددار (متیونین و سیستئین) در این گیاهان است. از سوی دیگر حبوبات دارای عوامل ضد تغذیه‌ای مانند مهار کننده‌های پروتئاز، مهارکننده آلفا آمیلاز، تانن، اسید فیتیک، آلکالوئیدها و گلیکوزیدها هستند که باعث کاهش کیفیت کلی تغذیه‌ای آن‌ها می‌شوند و تا حدی روی پذیرش این دسته از مواد غذایی تأثیر می‌گذارند (۲۶).

ماش (*Vigna radiate* L.) منبع ارزان قیمت و خوبی از پروتئین و مواد معدنی و ویتامین‌ها بوده و از آنجا که حاوی چند فاکتور ضد تغذیه‌ای از قبیل ساپونین و اسید فیتیک، تانن و یا پلی فنل‌ها می‌باشد دارای مقبولیت کمی به عنوان غذای اصلی می‌باشد. برای بهبود ارزش تغذیه‌ای ماش می‌توان از فرآیند جوانه‌زنی استفاده کرد که هم اکنون به عنوان یکی از ارزان‌ترین و موثرترین روش‌ها کاربرد دارد. جوانه‌زنی یک روند طبیعی در طی دوره رشد دانه است. در طی این مدت اندوخته مواد که معمولاً برای تنفس و سنتز سلول‌های جدید قبل از رشد جنین به کار می‌رود تخریب می‌شوند (۱۵).

در طول فرآیند جوانه‌زنی، واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیچیده‌ای رخ می‌دهد، که باعث تغییرات وسیعی در ترکیب و یا مورفولوژی حبوبات می‌شود. در طول این فرآیندها، تجزیه وسیع ترکیبات ذخیره شده دانه و سنتز پروتئین‌های ساختاری رخ می‌دهد (۶). ویتامین‌ها و ترکیبات ثانویه به طور چشمگیری در طول جوانه‌زنی تغییر می‌کنند. فاکتورهای ضد تغذیه‌ای مانند عوامل تولید نفخ شکم نیز بعد از جوانه‌زنی کاهش می‌یابند (۶). گزارش‌های متعددی وجود دارد مبنی بر این‌که قابلیت زیست فراهمی مواد معدنی و قابلیت هضم پروتئین و نشاسته در طی جوانه‌زنی افزایش می‌یابد و میزان اسید فیتیک و تانن درطی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۲۲، ۶).

اثر فرآیند جوانه‌زنی بر ارتقاء خصوصیات تغذیه‌ای بعضی از حبوبات مورد مطالعه قرار گرفته است. در همین راستا کیلین و همکاران (۱۹) مطالعه‌ای بر روی مواد معدنی و ویتامین‌های دانه‌های خام و پخته‌ی یونجه، عدس، لوبیا و سویای جوانه زده انجام دادند. در گزارش آن‌ها

محتوای پروتئینی همه دانه‌های جوانه زده نسبت به دانه‌های اولیه بیشتر بود، که به از دست رفتن بخشی از مواد قندی و پوشش دانه در طول جوانه‌زنی و تا حدی به سنتز پروتئین نسبت داده شد. چربی به محض جوانه‌زنی در همه آزمایش‌ها کاهش یافت. تغییرات تیامین در طول جوانه‌زنی اندک بود ولی محتوای نیاسین همه دانه‌های جوانه زده نسبت به دانه‌های اولیه بیشتر بود. محتوای ریبو فلاوین دانه‌های جوانه زده برای یونجه تا سه برابر و برای دانه لوبیا و سویا تا دو برابر افزایش نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی محتوای مواد معدنی در طول جوانه‌زنی معمولا یکسان باقی می‌مانند و دانه‌های جوانه زده نسبت به دانه‌های بدون جوانه، موجب افزایش مواد مغذی در رژیم غذایی انسان می‌شوند (۱۹).

همچنین ال-مهدی و همکاران (۱۱) تأثیر فرآیند جوانه‌زنی بر روی دو نوع عدس متفاوت را بررسی کردند و دریافتند که جوانه‌زنی از طریق کاهش هموآگلوتین و فعالیت بازدارنده تریپسین، تانن‌ها و پنتوزان‌ها و با افزایش قابلیت هضم پروتئین و حلالیت نیتروژن آمینواسید آزاد باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای عدس می‌شود. به استثناء آهن، خاکستر و مواد معدنی دیگر تحت تاثیر جوانه‌زنی قرار نگرفتند.

ال-آداوی (۱۰) مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر فرآیند جوانه زدن بر ترکیبات تغذیه‌ای و عوامل ضد تغذیه‌ای نخود انجام و نشان داد که جوانه زدن باعث بهبود قابلیت هضم پروتئین و کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای مانند مهار کننده آنزیم تریپسین، فعالیت هماگلوتین، تانن، ساپونین، اسید فیتیک، استاکیوز و رافینوز شد. همچنین جوانه زدن باعث حفظ مواد معدنی و ویتامین‌های B در مقایسه با فرآیند پختن شد. کلکار (۱۷) در مطالعه‌ای که با هدف بررسی اثر فرآیند جوانه زدن بر روی اسیدهای چرب غلات و حبوبات محلی هند انجام داد، نشان داد که حبوبات جوانه زده نه تنها به عنوان یک منبع بالقوه اسید لینولئیک و اسید آلفا لینولنیک بلکه به عنوان یک منبع اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بلند زنجیر مانند اسید ایکوزا پنتانوئیک و اسید دوکوزا هگزانوئیک که معمولا در روغن ماهی وجود دارند، در دسترس می‌باشند.

هدف از انجام این تحقیق بهینه‌سازی فرآیند جوانه زنی ماش و رسیدن به بهترین زمان و دمای مطلوب جوانه‌زنی در راستای ارتقاء ارزش تغذیه‌ای ماش بود.

مواد و روش‌ها

تولید جوانه ماش

برای تولید جوانه ماش ابتدا، ماش رقم گوهر تهیه و با دقت تمیز و ضایعات آن کاملا جدا گردید. سپس ماش شسته شده در ۵-۴ برابر حجم آب در شرایط آزمایشگاهی طی ۲۴ ساعت خیسانده شد. بعد از این مدت آب آن‌ها کاملاً گرفته و جوانه‌زنی بذور در یک پارچه مرطوب در دو زمان برنامه ریزی شده ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت و دو دمای ۱۵درجه سانتی‌گراد و

۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای دستیابی به شرایط مطلوب از آون و انکوباتور استفاده گردید. بعد از جوانه‌زنی نمونه‌ها در یک آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. نمونه شاهد، دانه‌های ماش بدون فرآیند جوانه زدن بود. مجموعاً پنج تیمار برای انجام مراحل بعدی در این تحقیق وجود داشت. نمونه‌ها توسط یک آسیاب صفحه‌ای آرد شدند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها

اندازه‌گیری رطوبت: پنج گرم نمونه در ظرف فلزی مخصوص اندازه‌گیری رطوبت که از قبل به وزن ثابت رسیده و توزین شده بود، در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد. پس از رسیدن به وزن ثابت از رابطه زیر مقدار رطوبت تعیین شد (۲).

$$\text{مقدار رطوبت} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از حرارت دهی} - \text{وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}}$$

اندازه‌گیری پروتئین: میزان پروتئین به روش کلدال و روش استاندارد AACC سال ۲۰۰۰، تعیین شد (۵). ضریب تبدیل پروتئین دانه ماش ۶/۴۰ می‌باشد. یک گرم از نمونه و پنج گرم از کاتالیزور توزین و داخل تیوپ‌های شیشه‌ای مخصوص دستگاه ریخته شد. سپس ۲۰ تا ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ ۹۶ درصد به تیوپ‌ها اضافه شد و داخل دستگاه هضم با دمای ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار گرفت و سپس تیوپ‌ها سرد شدند. در مرحله بعد ۵۰ میلی‌لیتر محلول اسید بوریک دو درصد داخل ارلن مایر ریخته شد و ارلن مایر و تیوپ‌ها در دستگاه تقطیر قرار گرفت. عمل تقطیر پنج دقیقه به طول انجامید که در این مرحله ازت پروتئین به شکل یون آمونیوم و بخار آب وارد مبرد شد و به صورت مایع در آمد و داخل ارلن مایر جمع شد. بعد از اتمام کار محتویات ارلن مایر با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال استاندارد تیتر شد. خاتمه عمل تیتراسیون زمانی است که رنگ سبز محلول به رنگ بنفش اولیه برگردد. مقدار پروتئین موجود درنمونه از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد پروتئین} = \frac{(A-B)\times 100\times 0.1\times 14\times 6.40}{1000}$$

A= میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه

B= میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه شاهد

اندازه‌گیری خاکستر: اساس کار در اندازه‌گیری خاکستر سوزاندن همه مواد آلی و باقی‌ماندن ترکیبات معدنی می‌باشد. میزان خاکستر با استفاده از کوره حرارتی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید (۲).

اندازه‌گیری چربی: اندازه‌گیری چربی با استفاده از دستگاه سوکسله و روش ذکر شده در استاندارد AACC سال ۲۰۰۰ صورت پذیرفت (۵). بدین ترتیب که مقداری نمونه در حرارت

حدود ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پنج گرم از نمونه توسط کاغذ صافی محصور شده و در داخل کارتوش قرار داده شد و در ظرف مخصوص چربی که حاوی دی اتیل اتر بود قرار گرفت و در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت چهار ساعت عمل استخراج انجام گرفت. بعد از اتمام عمل استخراج و جمع‌آوری دی اتیل اتر، ظرف مخصوص چربی از دستگاه خارج شد. دی اتیل اتر مازاد زیر هود روی حمام آب گرم تبخیر شد. ظرف حاوی چربی در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد و سپس در دسیکاتور خنک گردید و در نهایت وزن شد. از رابطه زیر درصد چربی محاسبه شد.

$$\text{درصد چربی} = \frac{\text{وزن چربی}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری فیبر خام یا سلولز:

اندازه‌گیری فیبر خام به روش شیمیایی انجام شد (۲). درحدود سه گرم از نمونه (پودر جوانه ماش)، به دقت توزین شده و چربی آن بوسیله اتر دوپترول استخراج گردید. بعد از این مرحله نمونه خشک شد و سپس به آن در یک ارلن مایر یک لیتری ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب اسید سولفوریک ۰/۲۵۵ نرمال اضافه گردید. محلول اخیر، زیر یک سردکننده برای ثابت ماندن حجم به مدت نیم ساعت جوشانیده و هر چند وقت یک بار آنرا هم‌زده تا مواد موجود کاملاً مخلوط شوند. پس از این مدت مخلوط اسیدی به مدت یک دقیقه ثابت ماند و سپس تحت شرایط خلا صاف گردید. مواد غیر محلول باقیمانده روی کاغذ صافی با آب جوش شسته شدند تا آب خروجی از صافی اسیدی نباشد. سپس این مواد با ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب محلول سود ۰/۳۱۳ نرمال داغ به داخل ارلن مایر متصل به سرد کننده منتقل گردید. محلول اخیر، نیم ساعت جوشانیده و بعد از یک دقیقه استراحت تحت خلاء صاف شد. عمل شستشوی مواد روی کاغذ صافی را ابتدا با آب داغ و سپس با اسید کلریدریک یک درصد و بالاخره با آب جوش ادامه داده تا مایع خروجی از صافی اسیدی نباشد. سپس مواد روی کاغذ صافی دو مرتبه با الکل و سه مرتبه با اتر شسته شد و مواد نامحلول روی یک کاغذ صافی جدید منتقل گردید و تا رسیدن به وزن ثابت در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. وزن مواد خشک محاسبه شده و کاغذ صافی به یک بوته مخصوص اندازه‌گیری خاکستر منتقل گردید. مواد خشک موجود ابتدا روی شعله و سپس در داخل کوره در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر تبدیل شد و پس از سرد شدن بوته وزن خاکستر حاصل تعیین گردید (۲). مقدار مواد سلولزی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{مقدار مواد سلولزی} = P/100 \times (W_1 - W_2)$$

W_1 = وزن مواد خشک

W_2 = وزن خاکستر حاصل

P= وزن نمونه آزمایش شده

تعیین میزان مواد معدنی (آهن، کلسیم، فسفر و روی)

ابتدا طبق روش ذکر شده در استاندارد AACC سال ۲۰۰۰، محلول خاکستر تهیه گردید (۵). بدین منظور بعد از تهیه خاکستر به روش کوره‌گذاری به خاکستر موجود در بوته چینی ۱-۰/۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه و پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ اضافه شد و در حمام آب جوش قرار گرفت تا زمانی که اسید موجود تبخیر شود. این مرحله با افزودن پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک و تبخیر مجدد آن ادامه یافت. به محلول حاصل مجددا چهار میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ و ۴-۳ میلی‌لیتر آب دیونیزه اضافه شد و بوته چینی در حمام آب جوش تا رسیدن به حجم نهایی حدود ۸-۷ میلی‌لیتر قرار گرفت. سپس محلول حاصل قبل از جوشیدن با کاغذ صافی واتمن ۴۰ صاف و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل بعد از سرد شدن برای اندازه‌گیری مواد معدنی مورد استفاده قرار گرفت. مقادیرعناصر آهن، کلسیم، فسفر و روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی (AA240/Varian ساخت استرالیا) تعیین شدند.

ترکیبات فنلی

برای تعیین مقدار ترکیبات فنلی از روش گالوز (۱۲) استفاده شد. ابتدا عصاره‌گیری از نمونه‌ها (پودر جوانه ماش)، بوسیله متانول به نسبت ۱ به ۵ انجام شد. ۰/۰۵ میلی‌لیتر از عصاره استخراجی در لوله‌های آزمایش مجزا ریخته شد. به محتوای هر لوله آزمایش ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف سیوکالتیو (که به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر رقیق شده) اضافه گردید. بعد از ۱۰ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن افزوده و محلول حاصل به خوبی مخلوط شد. پس از گذشت دو ساعت در محل تاریک در دمای اتاق میزان جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر (uv/vis JENWAY مدل 6305 ساخت انگلستان) خوانده شد. میزان ترکیبات فنلی با توجه به منحنی استاندارد اسید گالیک تعیین شد. شایان ذکر است که به منظور ترسیم منحنی استاندارد اسید گالیک ابتدا محلول‌های استاندارد اسید گالیک در غلظت‌های مختلف در دامنه ۸۰۰-۱۰۰ ppm آماده شد. سپس به ۰/۰۵ میلی‌لیتر از محلول اسید گالیک، ۲/۵ میلی‌لیتر معرف سیو کالتیو (که به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطررقیق شده) و ۲/۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد. پس از گذشت دو ساعت در محل تاریک در دمای اتاق جذب آن‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. منحنی جذب در برابر غلظت اسید گالیک با معادله مقدار مواد سلولزی و ضریب تبیین ۰/۹۸ بدست آمد.

تعیین میزان کربوهیدرات‌ها

میزان کربوهیدرات‌ها از کسر رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی از ۱۰۰ بدست آمد (۲).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با نرم افزار SPSS 22 انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی میزان رطوبت در طی جوانه‌زنی ماش

میزان رطوبت در نمونه‌های جوانه زده تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. به طوری که میزان رطوبت از ۴/۳۹ درصد در تیمار شاهد به بیشترین مقدار خود یعنی ۵/۴۱ درصد در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت رسید. نتایج حاصل نشان دهنده این بود که با افزایش زمان جوانه‌زنی میزان رطوبت نیز افزایش می‌یابد (جدول۱).

این نتایج با یافته‌های سایر محققین تفاوت داشت، به طوری که قویدل و پراکاش (۱۳) کاهش میزان رطوبت را بعد از جوانه‌زنی در چند گیاه خانواده لگوم گزارش دادند و نیز اعلام کردند جوانه‌زنی تاثیرمعنی‌داری بر روی رطوبت ندارد.

جدول۱- تاثیر جوانه‌زنی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماش

دمای جوانه‌زنی (درجه سانتی‌گراد)	زمان جوانه‌زنی (ساعت)	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)	فیبر خام (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	ترکیبات فنلی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)
نمونه شاهد	-	۱/۴۰±۰/۰۸^{a}	۲۷/۴۰±۰/۱۷^{b}	۴/۲۰±۰/۰۸^{d}	۶۲/۳۷±۰/۰۴^{d}	۱/۸۰±۰/۰۴^{a}	۴/۳۹±۰/۰۸^{c}	۴/۳۴±۰/۱۸^{a}
۲۵	۴۸	۰/۴۶±۰/۰۴^{b}	۲۷/۲۸±۰/۰۴^{b}	۶/۴۳±۰/۰۶^{b}	۶۳/۲۹±۰/۰۹^{c}	۱/۲۲±۰/۰۶^{c}	۴/۸۴±۰/۰۹^{b}	۳/۶۰±۰/۱۹^{b}
۲۵	۷۲	۰/۳۶±۰/۰۳^{c}	۲۷/۷۶±۰/۱۲^{a}	۳/۲۵±۰/۱۳^{e}	۶۲/۳۶±۰/۰۸^{d}	۱/۷۲±۰/۰۹^{ab}	۵/۴۱±۰/۳۷^{a}	۳/۵۲±۰/۲۸^{b}
۱۵	۴۸	۰/۲۶±۰/۰۱^{d}	۲۵/۱۶±۰/۱۱^{d}	۸/۱۳±۰/۱۲^{a}	۶۶/۳۱±۰/۰۷^{a}	۱/۱۳±۰/۰۳^{d}	۴/۲۱±۰/۱۵^{c}	۳/۸۱±۰/۱۲^{b}
۱۵	۷۲	۰/۱۱±۰/۰۰^{e}	۲۶/۵۶±۰/۱۳^{c}	۵/۱۵±۰/۱۰^{c}	۶۴/۱۲±۰/۱۲^{b}	۱/۷۰±۰/۰۴^{b}	۵/۱۸±۰/۰۴^{ab}	۴/۲۴±۰/۱۴^{a}

اعداد جدول معرف میانگین ترکیب ± انحراف معیار آن ترکیب در سه تکرار هستند. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بررسی تغییرات محتوای پروتئین در طی جوانه‌زنی ماش

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروتئین در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان پروتئین در نمونه‌های جوانه زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. به‌طوریکه میزان آن از ۲۷/۴۰ درصد در تیمار شاهد به بیشترین مقدار خود یعنی ۲۷/۷۶ درصد در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت رسید. البته در تیمارهای جوانه‌زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از جوانه‌زنی کاهش چشمگیری در میزان پروتئین نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. این نتایج نشان دهنده این موضوع می‌باشد که دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای افزایش میزان پروتئین در جوانه‌های ماش بود و با افزایش زمان این میزان افزایش بیشتری می‌یابد.

فرآیند جوانه‌زنی به طور کلی خیساندن دانه

حبوبات در آب می‌باشد، که در آن از مواد ذخیره شده در دانه‌ها برای تنفس و قسمتی برای سنتز ترکیبات سلولی جدید و رشد جنین در طول جوانه‌زنی استفاده می‌شود (۱). بر اساس مطالعات صورت گرفته می‌توان اظهار داشت که ترکیب اصلی دانه در طول جوانه‌زنی تغییر می‌یابد. در تغییرات کمی بعضی از پروتئین‌ها، درصدی از محتوای نیتروژن تبدیل به بخش‌های کوچکتر پروتئینی، الیگوپپتیدها، و آمینواسیدهای آزاد می‌شود. علی‌رغم این مقداری از اسیدهای آمینه در طی جوانه‌زنی تغییر نموده و آمینواسیدهای غیر پروتئینی نیز تولید می‌شوند. در نتیجه این تغییرات ارزش بیولوژیکی پروتئین جوانه افزایش می‌یابد (۹).

نتایج این تحقیق با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت. به طوری‌که واناساندرا و همکاران (۲۸) تغییر ترکیبات حاوی نیتروژن را در جوانه‌های بزرک بررسی نموده و گزارش نمودند که کاهش محتوای نیتروژن در طی جوانه‌زنی بسیار ناچیز بود، در حالی‌که محتوای نیتروژن غیر پروتئینی به میزان ۳۳/۵-۹ درصد از پروتئین کل افزایش داشت. این افزایش برای آمینواسیدهای آزاد نیز مشاهده شد و می‌تواند ناشی از افزایش اسیدهای آمینه و پپتیدها و یا به دلیل افزایش ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی در طول جوانه‌زنی باشد. افزایش محسوس پروتئین را همچنین می‌توان به استفاده از کربوهیدراتها به عنوان منبع انرژی برای پیشرفت جوانه‌زنی نسبت داد (۸). گریفیت (۱۴) اثر جوانه‌زدن را بر خواص فیزیکوشیمیایی مخلوط غلات و حبوبات بررسی کرد و نتیجه گرفت که جوانه زدن باعث افزایش پروتئین، چربی و فیبر و نیز کاهش ویسکوزیته نمونه جوانه زده می‌گردد. با این حال بعضی از محققان یک روند کاهشی در میزان پروتئین را در طی جوانه‌زنی گزارش نموده اند. ازجمله: مگات روسیدی و همکاران (۲۱) کاهش پروتئین را در مراحل بعد از جوانه‌زنی در لوبیا قرمز، ماش، سویا و بادام زمینی گزارش دادند.

بررسی میزان خاکستر در طی جوانه‌زنی ماش

میزان خاکستر در نمونه‌های جوانه زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت و از ۴/۳۴ درصد در تیمار شاهد به کمترین مقدار خود یعنی ۳/۵۲ درصد در تیمار جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت کاهش یافت. در حالی‌که در تیمار جوانه‌زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت تغییرات چشمگیری مشاهده نشد (جدول ۱). نتایج نشان داد میزان خاکستر در نمونه‌های جوانه زده نسبت به شاهد کاهش می‌یافت و بیشترین میزان کاهش خاکستر در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ ساعت به میزان کمتری کاهش یافت. این نتایج مشابه با نتایج وانگ و همکاران (۲۷) بود که گزارش دادند کاهش در میزان خاکستر نشان دهنده از دست رفتن مواد معدنی در حین ریشه‌چه‌زنی می‌باشد.

بررسی میزان چربی در طی جوانه‌زنی ماش

میزان چربی در نمونه‌های جوانه‌زده تغییرات

معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. به طوریکه میزان آن از ۱/۴۰ درصد در تیمار شاهد به کمترین مقدار خود یعنی ۰/۱۲ درصد در تیمار جوانه‌زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت رسید. نتایج نشان داد در طی جوانه‌زنی و با گذشت زمان میزان چربی کاهش می‌یابد (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت، به طوریکه دالیوال و آگاروال (۷)، ال-آداوی (۹)، قویدل و پراکاش (۱۳) و مگات روسیدی و همکاران (۲۱) کاهش در محتوای چربی را بعد از جوانه‌زنی در حبوبات گزارش دادند. کاهش در محتوای چربی با افزایش زمان جوانه‌زنی به دلیل مصرف چربی به عنوان منبع اصلی کربن برای رشد دانه می‌باشد (۷، ۹، ۲۱،۱۳).

عسگری و همکاران (۴) دریافتند که میزان انرژی، چربی و کربوهیدرات نمونه جوانه‌زده و معمولی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند اگرچه چگالی آنها در اثر کاهش ویسکوزیته افزایش بارزی داشت که مشابه این نتایج توسط اوربانو (۲۵) نیز گزارش شده است. مگات روسیدی و همکاران (۲۱) چربی استخراج شده از حبوبات را برای تعیین ترکیبات اسید چرب مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل را با نتایج سایر محققان مقایسه کردند. آنها دریافتند که درصد اسیدهای چرب اشباع در حبوبات جوانه‌نزده غالب است و پس از آن پلی اسیدهای چرب غیر اشباع و مونواسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشند (۲۱).

بررسی میزان فیبرخام (سلولز) در طی جوانه‌زنی ماش

میزان فیبرخام (سلولز) در نمونه‌های جوانه‌زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. دانه ماش در تیمار شاهد حاوی ۴/۲۰ درصد سلولز بود که پس از جوانه زنی به حداکثر ۸/۱۳ درصد در تیمار جوانه‌زده در ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت افزایش یافت. نتایج نشان داد که در طی جوانه‌زنی میزان فیبر خام ابتدا افزایش اما با افزایش مدت جوانه‌زنی میزان آن کاهش می‌یابد (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت، از جمله کوبیکا و همکاران (۱۸)، جیراپا و همکاران (۱۵) لمئو و همکاران (۲۰) اعلام کرده‌اند که جوانه زنی میزان چربی، پروتئین و محتوای فیبر خام را افزایش می‌دهد و قابلیت هضم پروتئین و نشاسته را در گیاهانی مانند گندم، جو، گاودانه و بادام زمینی بالا می‌برد (۱۵، ۱۸، ۲۰).

بررسی میزان کربوهیدرات‌های ساده در طی جوانه‌زنی ماش

میزان کربوهیدرات در نمونه‌های جوانه زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. تیمار جوانه‌زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت با مقدار ۶۶/۳۱ افزایش چشمگیری نسبت به تیمار شاهد با مقدار ۶۲/۳۸ را نشان داد. نتایج حاصل نشان دهنده این بود که در ابتدای جوانه‌زنی میزان کربوهیدرات افزایش اما با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی میزان کربوهیدرات کاهش می‌یابد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای افزایش میزان

کربوهیدرات بود (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت. نتایج مگات روسیدی و همکاران (۲۱) افزایش کربوهیدرات را در لوبیا قرمز و ماش جوانه زده نشان داد. در طی جوانه‌زنی، این کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی برای رشد جنین استفاده می‌شود (۲۱).

بررسی ترکیبات فنلی در طی جوانه‌زنی ماش

میزان ترکیبات فنلی در نمونه‌های جوانه زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد میزان ترکیبات فنلی ماش بعد از جوانه‌زنی در همه تیمارها نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۱). میزان ترکیبات فنلی در تیمار شاهد حدود ۱/۸۰ درصد بود که بعد از جوانه‌زنی به میزان قابل توجهی یعنی ۱/۱۳ درصد در تیمار جوانه‌زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت کاهش یافت. نتایج نشان داد در ابتدای جوانه‌زنی میزان ترکیبات فنلی کاهش یافت اما با افزایش زمان جوانه‌زنی و رشد جوانه‌ها میزان ترکیبات فنلی بیشتر شد اما به مقدار اولیه خود در تیمار شاهد نرسید. این نتایج با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد. مگات‌روسیدی و همکاران (۲۱) اعلام کردند محتوای فنلی بعد ازجوانه‌زنی در لوبیای سویا و بادام زمینی کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. سادنا (۲۴) در مطالعه‌ای اثر جوانه‌زدن را بر ارزش تغذیه‌ای غلات و حبوبات محلی هند بررسی کرد و نشان داد که جوانه زدن باعث افزایش میزان کلسیم، آهن و روی و قابلیت هضم پروتئین و همچنین کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای مانند فیتات و پلی فنل‌ها می‌گردد. زارع نژاد و همکاران (۳)، نشان دادند که افزودن جوانه گندم در فرمولاسیون کیک باعث افزایش مقدار پلی فنل در کیک های غنی شده می‌گردد که به دلیل مقدار بالای ترکیبات پلی فنل در جوانه گندم خام می‌باشد.

بررسی تغییرات میزان مواد معدنی (آهن، کلسیم، روی و فسفر) در طی جوانه‌زنی ماش

میزان آهن در نمونه‌های جوانه زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. ماش در تیمار شاهد دارای ۰/۸۴ درصد آهن بود که بیشترین آهن در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت به میزان ۰/۹۰ درصد رسید اما در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به کمترین میزان خود رسید. نتایج حاکی از این بود که در ۴۸ ساعت بعد از جوانه‌زنی میزان آهن در هر دو تیمار دمایی کاهش یافت و با افزایش زمان (۷۲ ساعت) میزان آهن نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. این افزایش در تیمار دمای ۲۵ درجه سانی‌گراد مشهود تر از تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲).

میزان روی هم در نمونه‌های جوانه‌زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. تیمار شاهد دارای ۰/۲۵ درصد روی بود که بعد از جوانه‌زنی به بیشترین میزان خود ۰/۴۰ درصد

در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت رسید و در سه نمونه دیگر نیز نسبت به نمونه شاهد افزایش میزان روی دیده شد. در تیمار ۴۸ ساعت بعد از جوانه‌زنی میزان روی در هر دو تیمار دمایی ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت اما با افزایش زمان (۷۲ ساعت) در تیمار دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد میزان روی نسبت به نمونه شاهد افزایش چشمگیری داشت (جدول ۲).

میزان فسفر در نمونه‌های جوانه‌زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت . تیمار شاهد دارای ۵۸/۳۸ درصد فسفر بود که بعد از جوانه‌زنی به کمترین میزان فسفر به مقدار ۵۲/۴۴ درصد در تیمار جوانه‌زده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت رسید. با جوانه‌زنی میزان فسفر در کلیه تیمارها کاهش یافت و با افزایش درجه حرارت جوانه‌زنی میزان فسفر در هر دو تیمار زمان ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت به کمترین مقدار خود رسید. بیشترین میزان فسفر در نمونه شاهد دیده شد.

میزان کلسیم در نمونه‌های جوانه‌زده تغییرات معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت و در تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت. تیمار شاهد دارای ۱۴/۰۵ درصد کلسیم بود که بعد از جوانه‌زنی به بالاترین میزان کلسیم به مقدار ۱۵/۳۲ درصد در تیمار جوانه‌زده در ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت رسید. نتایج نشان داد افزایش دما و زمان جوانه‌زنی باعث افزایش میزان کلسیم در جوانه ماش خواهد شد (جدول ۲).

نتایج مربوط به تغییرات مواد معدنی در این تحقیق با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت. کوشیک و همکاران (۱۶) نشان دادند که جوانه زنی محتوای کلسیم، مس، منگنز، روی، ریبوفلاوین، نیاسین و اسید اسکوربیک را در جوانه سویا ارتقا می دهد. سادنا (۲۴) اظهار کرد که جوانه زدن باعث افزایش میزان کلسیم، آهن و روی و قابلیت هضم پروتئین و همچنین کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای مانند فیتات و پلی فنل در غلات و حبوبات می‌گردد. نتایج سود و مالهورتا (۲۳) نشان داد تاثیر جوانه‌زنی بر روی محتوای کلسیم و پتاسیم نخود های جوانه زده غیر معنی دار ولی بر روی مقدار آهن معنی‌داری بود. در مجموع میزان کلسیم و آهن در نمونه‌های جوانه زده نخود نسبت به نمونه شاهد کاهش داشت. قویدل و پراکاش (۱۳) نیز کاهش قابل توجهی در میزان آهن، کلسیم و فسفر را در نمونه‌های حبوبات جوانه زده مشاهده کردند. خیساندن قبل از جوانه‌زنی باعث خروج مواد جامد می‌شود که می‌تواند دلیلی بر کاهش قابل توجه مواد معدنی در فرآیند جوانه‌زنی باشد (۱۳). با این وجود، ال–مهدی و همکاران (۱۱) تأثیر جوانه‌زنی را بر روی خصوصیات تغذیه‌ای دو نوع عدس متفاوت بررسی کردند. آنها دریافتند که میزان آهن، خاکستر و مواد معدنی دیگر تحت تاثیر جوانه‌زنی قرار نمی‌گیرند.

جدول ۲- تاثیر تیمارهای دما و زمان جوانه‌زنی بر میزان مواد معدنی ماش

دمای جوانه‌زنی (درجه سانتی‌گراد)	زمان جوانه‌زنی (ساعت)	آهن (درصد)	فسفر (درصد)	روی (درصد)	کلسیم (درصد)
نمونه شاهد	-	۰/۸۴±۰/۰۸^{a}	۵۸/۳۸±۰/۷۱^{a}	۰/۲۴±۰/۰۲^{c}	۱۴/۰۵±۰/۲۱^{c}
۲۵	۴۸	۰/۷۰±۰/۰۳^{b}	۵۲/۹۲±۰/۲۹^{d}	۰/۳۰±۰/۰۲^{bc}	۱۵/۱۹±۰/۰۶^{a}
	۷۲	۰/۸۹±۰/۰۵^{a}	۵۲/۴۳±۰/۷۳^{d}	۰/۴۰±۰/۰۴^{a}	۱۵/۲۲±۰/۰۴^{a}
۱۵	۴۸	۰/۷۹±۰/۰۳^{ab}	۵۵/۳۱±۰/۷۸^{b}	۰/۳۳±۰/۰۴^{ab}	۱۵/۳۲±۰/۰۷^{a}
	۷۲	۰/۸۶±۰/۰۹^{a}	۵۴/۰۸±۰/۷۷^{c}	۰/۳۶±۰/۰۴^{ab}	۱۴/۴۰±۰/۰۲^{b}

اعداد جدول معرف میانگین عنصر ± انحراف معیار آن عنصر در سه تکرار هستند. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

توصیه ترویجی

ماش منبع ارزان قیمت و خوبی از پروتئین و مواد معدنی و ویتامین‌ها است ولی حاوی چند فاکتور ضد تغذیه‌ای از قبیل ساپونین و اسید فیتیک، تانن و یا پلی فنل‌ها می‌باشد. برای بهبود ارزش تغذیه‌ای ماش می‌توان از فرآیند جوانه‌زنی استفاده کرد. ویتامین‌ها و ترکیبات ثانویه به طور چشمگیری در طول جوانه‌زنی تغییر می‌کنند. فاکتورهای ضد تغذیه‌ای نیز بعد از جوانه‌زنی کاهش می‌یابند. قابلیت زیست فراهمی مواد معدنی و قابلیت هضم پروتئین و نشاسته در طی جوانه‌زنی افزایش می‌یابد و میزان اسید فیتیک و تانن درطی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان از جوانه ماش به عنوان یک منبع غنی از ویتامین و املاح در رژیم غذایی استفاده کرد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که شرایط جوانه‌زنی (دما و زمان) تاثیرات متفاوتی بر روی عوامل تغذیه‌ای ماش داشت. نتایج نشان داد دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۷۲ ساعت بهترین شرایط برای جوانه‌زنی ماش می‌باشد.

منابع

۱- **باهنر، ع.، مختاری، ع.، پناهی، پ.، آقازاده مشگی، م.، اشرافی تمای، ا. و صالحی، م. ۱۳۹۲.** بررسی آلودگی میکروبیولوژیکی جوانه‌های خوراکی شبدر، ماش و گندم در شهر تهران. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای ایران. (۲)۱۰. ۹۳۷ -۹۴۲.

۲- **پرولنه، و. ۱۳۷۱.** کنترل کیفی وآزمایش‌های شیمیایی موادغذایی، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۳۸ صفحه.

۳- **زارع نژاد، ف.، آزادمرد دمیرچی، ص.، پیغمبردوست، ه.، نعمتی، م. و رافت، ع. ۱۳۹۲.** تغییرات ترکیبات فراسودمند و برخی ویژگی‌های شیمیایی در کیک غنی شده با جوانه گندم. پژوهش و نوآوری در علوم وصنایع غذایی. (۲) ۲. صفحات ۱۶۶-۱۵۳.

۴- **عسکری، ع.، رحمانی ،خ. و تسلیمی، ا. ۱۳۸۵.** بررسی خواص فیزیکوشیمیایی غذای کمکی تهیه شده از گندم و عدس معمولی جوانه زده. علوم و صنایع غذایی ایران (۱) ۳: ۴۰-۳۳.

5. **AACC. 2000.** Approved Methods of the AACC (10thed)". Am. Assoc. of Cereal Chemists, St Paul. (Methods 46-10, 30-25, 08-01, 44-16).
6. **Ayet, G., Burbano, C., Cuadrado, C., Pedrosa, M. M., Robredo, L. M., de la Cuadra, M. M. C. and Osagie, A. 1997.** Acid and Tannins in Lentils (*Lens culinaris*). J. Sci. Food Agric.74: 273-279.
7. **Dhaliwal, Y. S. and Aggarwal, R. A. K. 1999.** Composition of fat in soybeans as affected by duration of germination and drying temperature. J. Food Sci. Technol. 36(3): 266-267.
8. **Donangelo, C. M., Trugo, L. C., Trugo, N. M. F. and Eggum, B. O. 1995.** Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. Food Chem. 53(1): 23-27.
9. **El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A. and El-Beltagy, A. E. 2003.** Nutritional potential and functional properties of germinated mung bean, pea and lentil seeds. Plant Foods Hum. Nutr. 58(3): 1-13.
10. **El-Adaway, T. A. 2002.** Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas undergoing different cooking methods and germination. Plant Foods Hum. Nutr. 57(1): 83–97.
11. **El-Mahdy, A. R., Moharram, Y. G. and Abous-Samaha, O. R. 1985.** Influence of germination on the nutritional quality of lentil seeds. Z. Lebensm. Unters. Forch. 181(4): 318-320.
12. **Galvez, A., Discala, K., Rodrigez, K., Mondaca, R. L., Miranda, M., Lopez, J. and perez-Wan, M. 2007.** Effect of air drying temperature on physicochemical properties, antioxidant capacity, colur and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum, L. var. Hungariom*). J. food chem. 117: 647-653.
13. **Ghavidel, R. A. and Prakash, J. 2007.** The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. LWT-Food Sci. Technol. 40(7): 1292-1299.
14. **Griffith, L. D., Castell-Perez, M. E. and Griffith, M. E. 1998.** Effects of blend and processing method on the nutritional quality of weaning food made from selected cereals and legumes. Cereal Chem. 75(1): 105–12.
15. **Jirapa, P., Normah, H., Zamallah, M. M., Asmah, R. and Mohamad, K. 2001.** Nutritional quality of germinated cowpea flour (*Vigna unguiculata*) and its application in home prepared powdered weaning foods. Plant Foods Hum. Nutr. 2001; 56: 203-16.
16. **Kaushik, G., Satya, S. and Naik, S. N. 2010.** Effect of domestic processing techniques on the nutritional quality of the soybean. Med. J. Nutrition. Metab. 3(1): 39-46.
17. **Kelkar, G. K. and Joshi, K. S. 2003.** Effect of germination on the fatty acid profile of legumes. Abstract of 9th Asian Congress of Nutrition. New Delhi. India. P:144.
18. **Kubicka, E., Grabska, J., Jedrychowski, L. and Czyz, B. 2000.** Changes of specific activity of lipase and lipoxygenase during germination of wheat and barley. Int. J. Food Sci. Nutr. 2000. 51(4): 301-304.

19. **Kylen, A. M. and Mccready, R. M. 1975.** Nutrients in seeds and sprouts of alfalfa, lentils, mung beans and soybeans. J. Food Sci. 40(5): 1008-1009.
20. **Lyimo, M., Berling, E. S. and Sibuga, K. P. 2004.** Evaluation of the nutritional quality and acceptability of germinated bambara nut (*Vignia-subterranea* (L) verle) based products. Ecol. food nutr. 2004. 43: 181-191.
21. **Megat Rusydi, M. R., Noraliza, C. W., Azrina, A. and Zulkhairi, A. 2011.** Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties. Int. Food Res. J. 18: 688-696.
22. **Murugkar, D. A., Gulati, P. and Gupta, C. 2012.** Effect of sprouting on physical properties and functional and nutritional components of multi-nutrient mixes. Int. J. Food Sci. Nutr. 2(2): 8-15.
23. **Sood, M. and Malhotra, S. R. 2001.** Effect of germination on the mineral composition of chickpea (*cicer arientinum*) varities. J. Hum. Ecol. 12(5): 361-369.
24. **Sadana, B. and Chabra, C. 2003.** Effect of processing on the digestibility and mineral content of weaning food formulations. Abstract of 9th Asian Congress of Nutrition. Feb. 23–27. New Delhi, India. P:147.
25. **Urbano, G., Jurado, M. L., Hernandez, J., Fernandez, M., Moreu, M. C., Frias, J. and Prodanov, M. 1995.** Nutritional assessment of raw, heated and germinated lentils. J. Agric. Food Chem. 43(7): 1871–6.
26. **Vadivel, V. and Janardhanan, K. 2001.** Nutritional and anti-nutritional attributes of the under-utilized legume, Cassia floribunda Cav. Food Chem. 73: 209-215.
27. **Wang, N., Lewis, M. J., Brennan, J. G. and Westby, A. 1997.** Optimization of germination process of cowpea by response surface methodology. Food Chem. 58(4): 329-339.
28. **Wanasundara, P. K. J. P. D., Shahidi, F. and Brosnan, M. E. 1999.** Changes in flax (*Linum usitatissmum*) seed nitrogenous compounds during germination. Food chem. 65(3): 289-295.