بررسی تأثیر مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی ارقام جو بر میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت حاصل از آن‌ها

پرستو قائمی[1*] ، علیرضا قدس ولی[2] ، سید مهدی سیدین اردبیلی[3] ، الهام فغانی[4] ، حمید بخش آبادی[5]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد ورامین، ورامین، ایران

[2] استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،گرگان، ایران

[3] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ایران، ایران

[4] دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت معلم تهران و محقق فیزیولوژی گیاهی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

[5] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: 1391/11/2 تاریخ پذیرش: 1392/4/4

چکیده

در تحقیق حاضر اثر مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی روی میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت تهیه شده از جو رقم ماهور و لاین D5، شامل راندمان مالت‌سازی، وزن هزاردانه، پروتئین کل و پروتئین محلول با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل با دو سطح واریته جو، سه سطح مدت زمان خیساندن (12، 24 و 48 ساعت)، سه سطح مدت زمان جوانه‌زنی (3، 5 و 7 روز) و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، کمینه میزان بتاگلوکان (0/58 درصد) در مالت تهیه شده از رقم ماهور و بیشینه آن (0/92 درصد) در مالت حاصل از لاین D5 مشاهده شد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<0/01$). از بین ارقام مورد مطالعه مالت حاصل از لاین D5 نسبت به رقم ماهور از میزان راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه بالاتری برخوردار بود و با افزایش مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان، راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری داشت ($p<0/01$). نتایج همبستگی بین صفات کیفی مالت جو نشان داد که بین بتاگلوکان با پروتئین کل و بین راندمان مالت‌سازی با بتاگلوکان به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: بتاگلوکان، جو، خصوصیات کیفی، مالت‌سازی.

* مسؤول مکاتبات: iranfoods@gmail.com

1- مقدمه

جو با نام علمی *Hordeum vulgare* یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که قدمت آن به بیش از 5000 سال پیش می‌رسد (1). از نظر سطح زیر کشت، چهارمین غله مهم جهان است (16). و به طور عمده در خوراک دام و صنعت مالت‌سازی استفاده می‌شود (15). فرآیند مالت‌سازی شامل مراحل خیساندن، جوانه‌زنی و خشک‌کردن مالت سبز در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می‌باشد (20). مالت حاصل از جو، در صنایع غذایی مانند نوشابه‌سازی، محصولات نانوایی، غذای کودک، سرکه مالت، غلات صبحانه‌ای، عصاره مالت، بیسکویت‌سازی و همچنین به‌عنوان افزودنی (شیرین‌کننده، طعم‌دهنده، رنگ‌دهنده) مورد استفاده قرار می‌گیرد (15). بتاگلوکان از دسته پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول در آب است که جزء اصلی پلی‌ساکاریدهای موجود در دیواره سلولی آندوسپرم جو بوده و از زنجیره‌های غیرشاخه‌ای حاوی بتا- دی- گلوکوپیرانوز با پیوندهای (1 به 3) و (1 به 4) تشکیل شده است (21). نسبت بین پیوندها و طول زنجیرها در ترکیبات مختلف، متفاوت می‌باشد و پیوندهای (1 به 3) و (1 به 4) موجود در واحدهای تکراری، به صورت یک در میان قرار گرفته‌اند (7). تحقیقات نشان می‌دهد که بتاگلوکان می‌تواند ساختار و بافت ترکیبات غذایی را تغییر دهد (12) و به عنوان یک ترکیب نامطلوب در فرآیند مالت‌سازی و تولید نوشابه‌های مالتی شناخته می‌شود، وجود مقادیر زیاد آن در مالت نشان‌دهنده تخریب ناکامل دیواره سلولی بوده و با ممانعت از نفوذ آنزیم‌های فعال در مرحله جوانه‌زنی به داخل آندوسپرم دانه، از توزیع آن‌ها در دانه‌ها در طی مرحله جوانه‌زنی جلوگیری می‌نماید که این امر مشکلاتی از قبیل کاهش بازده وکیفیت عصاره مالت، افزایش ویسکوزیته عصاره مالت، مشکل کردن عمل فیلتراسیون و تیرگی شربت حاصله را به همراه دارد (21). تغییرات در میزان بتا-گلوکان و فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز در جوانه زنی و فرآیند مالت‌سازی برای تولیدکنندگان مالت حائز اهمیت است، به دلیل این که هردوی آن‌ها با بازده و کیفیت مالت تولیدی در ارتباط هستند. تجزیه دیواره‌های سلولی آندوسپرم و تغییرات بعدی در میزان بتا-گلوکان در طول فرآیند مالت سازی، به میزان قابل توجهی با فعالیت بتا-گلوکاناز ارتباط دارند (11). بتا-گلوکاناز غالباً در آلورون و اسکوتلوم دانه‌های جوانه زده سنتز می‌شود و در سلول‌های آندوسپرم پنهان می‌ماند. بنابراین در طول مالت‌سازی، محتوی بتا-گلوکان باالتبع افزایش فعالیت بتا-گلوکاناز، کاهش قابل توجهی نشان می‌دهد (2). بنابراین مقادیر پایین بتاگلوکان جهت تولید نوشابه‌های مالتی ترجیح داده می‌شود (7). الیس و همکاران (1997) نشان دادند که تجزیه شدن و کاهش میزان بتا-گلوکان در دانه‌ها با افزایش فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز اتفاق می‌افتد و پس از پیشرفت 50 درصد مالت‌سازی، مقدار بتا-گلوکان دانه به میزان زیادی کاهش می‌یابد(17).

وانگ و همکاران (2004) تغییرات میزان بتا-گلوکان و فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در جو، قبل و بعد از مالت سازی و ارتباط آن‌ها با کیفت مالت بوجود آمده را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها بیانگر این مطلب بود که فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز در دانه جو بسیار پایین می‌باشد که میزان آن پس از مالت سازی بیش از هشت برابر میزان اولیه آن افزایش می‌یابد، حدود80 درصد از میزان بتا-گلوکان دانه جو، بعداز مالت‌سازی کاهش می‌یابد و مهم‌ترین شاخص کیفی مالت میزان بتا-گلوکان مالت می‌باشد(29).

روبرتا و پالمر (2005) یکی از اهداف مهم فرآیند مالت‌سازی را تجزیه دیواره سلولی دانستند. آن‌ها بهترین شاخص‌های تعیین اصلاح مطلوب آندوسپرم دانه را تجزیه دیواره سلولی بویژه بتا-گلوکان معرفی کرده اند(26). حسینی قابوس (1383) اعلام کرد که معمولاً عامل مؤثر در ویسکوزیته بالای عصاره، نشاسته تجزیه نشده و ترکیبات دیواره سلولی مانند بتا-گلوکان و آرابینوگزیلان می‌باشد. بتا-گلوکان حاصل از تجزیه دیواره سلولی باعث کاهش سرعت جداسازی، صاف شدن، ژله‌ای‌شدن و تیره شدن عصاره می‌گردد. بتا-گلوکان بیشترین مشکل را در عصاره گیری ایجاد می‌کند(3). انجی و همکاران (2004) بیان نموده‌اند هرچه مقدار پروتئین دانه اولیه بیشتر باشد سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و جوانه و در نتیجه اتلاف مالت‌سازی بالاتر و راندمان استخراج عصاره آب گرم آن کمتر خواهد بود (18).

با توجه به کاربرد فراوان مالت حاصل از جو در ایران، و تاثیر بتاگلوکان روی راندمان و ویژگی‌های کمی و کیفی مالت و عصاره حاصل از آن، و به دلیل عدم اجرای مطالعه ای در این زمینه در کشور، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی بر میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت حاصل از آن بر روی ارقام جو غالب استان گلستان انجام پذیرفته است.

2- مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه‌های جو مورد استفاده (رقم ماهور و لاین D5) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شدند. رقم ماهور از ارقام مورد استفاده در صنعت مالت سازی کشور می‌باشد و لاین D5 نیز به تازگی به عنوان رقم معرفی شده و هم اکنون جهت کشت در مزارع ایران در اختیار کشاورزان قرار گرفته است. در مجموع صنایع مالت‌سازی منطقه به این دو رقم و لاین دسترسی دارند. مواد شیمیایی شامل: اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، سولفات مس، اسید استیک، هیدروکسید سدیم و سدیم آزاید از شرکت مرک آلمان، و کیت آنزیمی اندازه‌گیری بتاگلوکان از شرکت مگازایم ایرلند و با درجه خلوص بالا تهیه شدند. دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از: ترازوی دیجیتال (GEC AVERY ساخت انگلستان، مدل: T5/NO286، دقت 0/01 گرم)، آون (Memmert ساخت آلمان، مدل: 600D06062)، پمپ خلأ (ساخت آمریکا مدل: ELIMINATOR-JB)، اجاق کجلدال (ساخت سوئیس، مدل: K-435 بوچی)، اسپکتروفتومتر (ساخت انگلستان، مدل: LTD)، سانتریفوژ (ساخت آلمان، مدل: HERMLE Z323K)، دسیکاتور (ساخت چین)، کجلدال (Auto Analyser 130 Tecator CO)، الک آزمایشگاهی (ساخت ایران، شرکت دماوند، مدل: E:11)، بن‌ماری (ساخت ایران، مدل: W350)، دستگاه آسیاب (ساخت سوئد، مدل: HUDDINGE 14105)، دستگاه ژرمیناتور (ساخت ژاپن، مدل: Tabai Espec Corp).

پس از تهیه نمونه‌های جو، مواد خارجی از قبیل دانه‌های آسیب دیده، بذر علف‌های هرز، شن و سنگ توسط دست و به وسیله الک جدا گردید. هر یک از ارقام جو به میزان 1800 گرم در 3 تیمار به طور جداگانه به مدت 12، 24 و 48 ساعت، در داخل ظروف حاوی حجم معینی آب تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند (دمای آب حدود 20 درجه سانتی‌گراد و سختی آب حدود 250 پی.پی.ام بود). برای 12 ساعت خیساندن، هر 6 ساعت یکبار و در بقیه موارد هر 12 ساعت یکبار ضمن تعویض آب مورد استفاده، عملیات همزدن هم انجام گرفته است. در مرحله‌ی بعدی دانه‌های خیسانده شده، پس از آبکشی به دستگاه ژرمیناتور منتقل شدند و روی دانه‌های جوی حاصل از هر تیمار خیساندن سه سطح مدت جوانه زنی 3، 5 و 7 روز، شرایط 20 درجه سانتی‌گراد و 95% رطوبت نسبی اعمال گردید(17)، برای مرحله‌ی خشک‌کردن، دانه‌های جوانه زده به مدت 24 ساعت در دمای 60-55 درجه‌ی سانتی‌گراد در آون قرار گرفت (18). رطوبت نهایی مالت پس از خشک کردن در دامنه 2- 6 درصد بود. همچنین پس از مرحله خشک‌کردن، ریشه‌چه‌ها از مالت جدا شد و بعد از آسیاب کردن، عصاره‌گیری با روش زمان بندی درجه حرارت انجام گرفت. ابتدا 50 گرم مالت آسیابی نرم توزین و به بشر حاوی 200 میلی‌لیتر آب مقطر 46 درجه سانتی‌گراد اضافه شد و پس از مخلوط کردن، به مدت 30 دقیقه در بن ماری 45 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس دمای خیسانده شده مالت هر دقیقه، 1 درجه سانتی‌گراد بالا برده شد تا به 70 درجه سانتی‌گراد رسید. در این هنگام پس از افزودن 100 میلی‌لیتر آب مقطر 70 درجه سانتی‌گراد، مخلوط به مدت 60 دقیقه در دمای 70 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. در نهایت مخلوط حاصل پس از سرد شدن با کاغذ صافی واتمن شماره 1 و به کمک پمپ خلأ صاف و مایع شیرین (وُرت) از باقی‌مانده مالت جدا گردید(10).

2-1- اندازه‌گیری بتا-گلوکان مالت

اندازه‌گیری بتا-گلوکان مالت با استفاده از کیت تجاری شرکت مگازایم کشور ایرلند و مطابق روش مک کلیری و EBC شماره (4,16,1) انجام گرفت (23). در این روش به 1 گرم آرد مالت، 5 میلی لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی- وزنی) اضافه گردید. بعد از بهم زدن، محلول به مدت 5 دقیقه در آب در حال جوش نگه داشته شد. سپس محتویات لوله توسط ورتکس بهم زده شد و دوباره 5 میلی لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی- وزنی) اضافه و بهم زده شد. سپس محلول با سرعت 1000 g سانتریفوژ و محلول رویی حذف گردید. باقیمانده لوله دوباره با 10 میلی لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی- وزنی) مخلوط شد، مجدداً سانتریفوژ کرده (سرعت، 1000 g) و محلول رویی حذف شد. به ماده باقی مانده 5 میلی لیتر محلول بافر سدیم فسفات (20 میلی مولار و pH= 6/5) اضافه گردید و بهم زده شد. پس از آن لوله‌های حاوی نمونه به مدت تقریبی 2 دقیقه درون حمام آب جوش قرار داده شد و پس از اتمام این مرحله لوله از حمام خارج و مجدداً ورتکس شد و دوباره به مدت 3 دقیقه درون حمام قرار گرفت. پس از خنک شدن لوله‌ها تا دمای 40

درجه سانتی‌گراد 0/2 میلی لیتر لیچناز[1] به لوله اضافه شد و سپس حجم لوله با استفاده از آب مقطر به 30 میلی لیتر رسانیده شد و به طور کامل محتویات لوله ورتکس شد. پس از این مرحله، لوله با دور 1000 g به مدت 10 دقیقه سانتریفوژ شد. در ادامه مقدار 0/1 میلی لیتر از بافر استات سدیم (50 میلی مولار با pH=4) را به یکی از لوله‌ها اضافه نموده، در حالی که به دو لوله دیگر 0/1 میلی لیتر بتاگلوکوزیداز اضافه شد. سپس لوله‌ها در دمای 40 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه گرمخانه گذاری شدند. در ادامه معرف GOPOD[2] به مقدار 3 میلی لیتر به هر لوله اضافه شد و در دمای 40 درجه سانتی‌گراد به مدت 20 دقیقه گرمخانه‌گذاری گردید، پس از ایجاد تغییر رنگ، جذب نمونه‌ها در دمای 510 نانومتر قرائت شد. در پایان میزان بتا-گلوکان مالت از معادله (1) محاسبه گردید.

معادله (1) $$\text{بتا-گلوکان (درصد)} = \Delta A \times \frac{F}{W} \times 27$$

در این معادله ΔA : اختلاف میزان جذب خوانده شده برای نمونه آرد و نمونه شاهد در 510 نانومتر، F : فاکتور تبدیل جذب به گلوکز معادل: 104/3841 و W: وزن خشک نمونه آرد می‌باشد.

2-2- اندازه گیری وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه جو و مالت، تعداد 1000 دانه به‌طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد (17).

2-3- تعیین پروتئین کل

مقدار پروتئین در جو و مالت با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله (2) محاسبه شد (10).

فاکتور پروتئین در مورد مالت حاصل از جو برابر 6/25 در نظر گرفته شده است.

معادله (2) $$N(\%) = \frac{(X - 14/008)}{(w)}$$

N ، X و W به ترتیب برابر است با درصد ازت، عدد تیتر و وزن نمونه نمونه خشک شده.

2-4- تعیین راندمان مالت‌سازی

با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 و با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد.

معادله(3) $$\text{راندمان مالت سازی}(\%) = \frac{\text{وزن دانه‌های مالت حاصله}}{\text{وزن دانه‌های جو اولیه}} \times 100$$

2-5- تعیین پروتئین محلول کل

مطابق روش AOAC (10-950) با دستگاه ماکروکلدال اتوماتیک اندازه‌گیری شد(9).

2-6- طرح آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل 3×3×2 با دو سطح رقم جو، سه سطح مدت زمان خیساندن و سه سطح مدت زمان جوانه‌زنی و در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد.

3- نتایج و بحث

3-1- بتاگلوکان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رقم جو روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. کمینه میزان بتاگلوکان در رقم ماهور (0/58 درصد) و بیشینه آن (0/92 درصد) در مالت حاصل از لاین D5 مشاهده شد (جدول2). در تحقیق دیگری وانگ و همکاران (2004)، تغییرات میزان بتاگلوکان بعد از مالت‌سازی را در 8 رقم جو کشت شده در چین مورد بررسی قرار داده و کمینه میزان بتاگلوکان (0/58 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم دانر و بیشینه (0/94 درصد) را در مالت حاصل از رقم زایو گزارش نموده‌اند (29). نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. میزان بتاگلوکان مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 59/59 درصد و 43/66 درصد کمتر بود (جدول3). به نظر می‌رسد هیدراتاسیون بیشتر دانه طی فرآیند خیساندن با افزایش فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز سبب تجزیه و کاهش میزان بتاگلوکان گردیده است (5 و13). عرب‌عامریان (1390)، اثر مدت زمان‌های خیساندن (24، 36 و 48 ساعت) را بر میزان

1- Lichenase
2- Glucose Oxidase Plus Peroxidase and 4-Aminoantipyrine

فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مالت حاصل از دو واریته جو (رقم صحرا و لاین D5) مورد ارزیابی قرارداده و رابطه خطی مستقیمی را بین مدت زمان خیساندن و میزان فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مشاهده کرده است، نتایج وی حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان خیساندن، میزان آنزیم بتا-گلوکاناز افزایش یافته است. وی بیشترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در 48 ساعت خیساندن گزارش نموده است (5). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان مالت کاهش یافت (جدول4). نتایج مطالعه هوبنر و همکاران (2010)، حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان جوانه زنی از 2 به 6 روز میزان بتاگلوکان مالت به دلیل افزایش میزان آنزیم بتاگلوکاناز آن، روند کاهشی داشته است (20).

مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% ، بیشترین میزان بتاگلوکان مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (1/40%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (0/19%) نشان داد (جدول5).

جدول 1- ویژگی‌های کیفی ارقام جو قبل از مالت سازی

ارقام	پروتئین کل (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)
لاین D5	13/27 ±0/03[b]	35/55 ± 0/31[a]
رقم ماهور	16/87 ±0/06[a]	31/39 ± 0/09[b]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار±SD

3-2- راندمان مالت‌سازی

برای تعیین راندمان مالت‌سازی، ابتدا باید وزن جو خشک مصرف شده و وزن مالت حاصل از آن را تعیین نمود و با مقایسه این دو راندمان عمل مشخص می گردد(4). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار رقم روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. دامنه داده‌های بدست آمده برای راندمان مالت‌سازی بین 86/46 %-84/78 % بود و میزان آن در لاین D5 نسبت به رقم ماهور 1/98 درصد بیشتر بود (جدول2). در این تحقیق مشاهده شد که تیمار مدت زمان خیساندن روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. راندمان مالت‌سازی در اثر اعمال تیمار 12 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 24 و 48 ساعت خیساندن به ترتیب 2/69 درصد و 5/65 درصد بیشتر بود (جدول3). به نظر می‌رسد افزایش راندمان مالت‌سازی در کمترین مدت زمان خیساندن، به دلیل کاهش نشت ترکیبات ذخیره‌ای از دانه‌ها به آب باشد (6). همچنین نتایج نشان داد که، تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌داری داشت ($p<0/01$). راندمان مالت‌سازی در اثر اعمال تیمار 3 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 5 و 7 روز جوانه‌زنی به ترتیب 4/08 درصد و 8/47 درصد بیشتر بود (جدول4). که علت کاهش راندمان مالت‌سازی با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی را می‌توان به تنفس سلولی بیشتر دانه وکاهش وزن نشاسته ذخیره‌ای آن نسبت داد (6). نتایج این بخش با نتایج نیرمالا و همکاران (2000) که بیان نموده بودند که با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی، راندمان مالت‌سازی کاهش می‌یابد، مطابقت داشت (25). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% ، بیشترین میزان راندمان مالت‌سازی را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (90/29%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (76/15%) نشان داد (جدول 5). که این اختلاف در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود. نتایج همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که میزان بتاگلوکان مالت با راندمان مالت‌سازی با 0/782 همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال 1 درصد داشت و با افزایش میزان راندمان مالت‌سازی، بتاگلوکان مالت افزایش یافت (جدول 6).

3-3- پروتئین کل

نتایج نشان داد که تأثیر تیمار رقم روی پروتئین جو معنی دار ($P<0/01$) است. در این تحقیق بیشترین میزان پروتئین جو (16/87 درصد) در رقم ماهور و کمترین میزان آن (13/27 درصد) در لاین D5 مشاهده شد (جدول1). طبق نتایج بدست آمده، میزان پروتئین کل در مالت تهیه شده از رقم ماهور نیز نسبت به مالت حاصل از لاین D5، 17/30 درصد بیشتر بود (جدول2). نی و همکاران (2010) در مطالعه خود روی 4 رقم جو، کمینه پروتئین کل مالت (11/2 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم‌هارینگتون و بیشینه (12/1 درصد) را در مالت حاصل از رقم گان 3 مشاهده نموده‌اند(24). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان

داد که میزان پروتئین کل مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 1/76 درصد و 1/28 درصد بیشتر بود (جدول3). طبق نتایج بدست آمده، تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی پروتئین کل مالت تأثیر معنی‌داری را نشان داد (p<0/01) و میزان پروتئین کل در اثر اعمال تیمار 5 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 3 و 7 روز جوانه زنی به ترتیب 6 درصد و 0/11 درصد بیشتر بود (جدول4). مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% نشان داد که بیشترین درصد پروتئین کل مالت متعلق به رقم ماهور با 12 ساعت خیساندن و 5 روز جوانه‌زنی (19/48 درصد) و کمترین آن مربوط به لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (15/05درصد) بود (جدول5).

3-4- وزن هزاردانه

وزن هزاردانه یک ویژگی کیفی مؤثر در انتخاب و طبقه‌بندی دانه است. زیاد بودن وزن هزاردانه به معنای درشت بودن دانه‌ها و کم بودن میزان پوسته می‌باشد که موجب افزایش بازدهی مالت می‌گردد (6). نتایج نشان داد تیمار رقم بر وزن هزاردانه جو دارای تفاوت معنی دار (P<0/01) بود. طبق نتایج بدست آمده، بیشترین میانگین وزن هزاردانه جو (35/55 گرم) در لاین D5 و کمترین آن (31/39 گرم) در رقم ماهور مشاهده شد (جدول 1)، همچنین در طی فرآیند مالت سازی مقدار وزن هزار دانه مالت در هر دو نمونه جو نسبت به جو اولیه کاهش یافت. یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های حسینی قابوس (1383) و جبرائیلی (1390) مبنی بر کاهش وزن هزاردانه مالت نسبت به وزن هزار دانه جوی اولیه کاملاً مطابقت داشت (2و3).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار رقم روی وزن هزاردانه مالت دارای تأثیر معنی‌دار (p<0/01) بوده است. میزان وزن هزاردانه مالت در لاین D5 نسبت به رقم ماهور 10/28 درصد بیشتر بود (جدول2). کشیری (1386) تأثیر فرآیند مالت‌سازی را بر وزن هزاردانه مالت غلات مورد بررسی قرار داد و بیشینه وزن هزار دانه (39/26 گرم) را در مالت تهیه شده از جو صحرا و کمینه (29/05 گرم) را در مالت حاصل از جو ترکمن گزارش نمود (8). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی وزن هزاردانه مالت تأثیر معنی‌دار (p<0/01) داشت. وزن هزاردانه مالت در اثر اعمال تیمار 12 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 24 و 48 ساعت خیساندن به ترتیب 1/99 درصد و 4/64 درصد بیشتر بود (جدول3). بریگز (1990) علت کاهش وزن مالت نسبت به دانه جوی اولیه طی مرحله خیساندن را، خروج ترکیبات قابل حل در آب و تنفس دانه گزارش کرد (14). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی وزن هزاردانه مالت تأثیر معنی‌دار (p<0/01) داشت. وزن هزاردانه مالت در اثر اعمال تیمار 3 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 5 و 7 روز جوانه‌زنی به ترتیب 3/41 درصد و 7/44 درصد بیشتر بود (جدول4). علت کاهش وزن هزار دانه در طول جوانه‌زنی، تنفس سلولی و مصرف ترکیبات تغذیه‌ای جهت رشد آکروسپایر و ریشه‌چه می‌باشد (15). مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% ، بیشترین وزن هزاردانه مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و3 روز جوانه‌زنی (32/02%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (24/92%) نشان داد (جدول5)، که این اختلاف در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود.

3-5- پروتئین محلول

ازت کل محلول بیانگر پروتئین‌ها و پپتیدهای بزرگ موجود در عصاره حاصل از مالت غلات است که در افزایش طعم دهانی و ایجاد کف محصول نهایی نقش موثری را ایفا می‌کند (24). تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده حاکی از آن بود که تیمار رقم روی پروتئین کل محلول تأثیر معنی‌دار (p<0/01) داشت. میزان پروتئین کل محلول در رقم ماهور نسبت به لاین D5، 4/31 درصد بیشتر بود (جدول2). نی و همکاران (2010) در مطالعه خود بر روی 4 رقم جو، کمینه پروتئین محلول (4/7 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم استرل و بیشینه (5/2 درصد) را در مالت حاصل از رقم گان 3 گزارش نموده‌اند (24). که این افزایش را می‌توان به افزایش آنزیم‌های هیدرولیتیک به ویژه پروتئولیتیک‌ها و همچنین مقدار ازت کل دانه نسبت داد. نتایج تحقیق حاضر نیز رابطه مستقیمی را بین مقدار پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول نشان داد که با یافته‌های آن‌ها مطابقت داشت (24). طبق نتایج بدست آمده، تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی پروتئین محلول تأثیر معنی‌داری را نشان داد (p<0/01). پروتئین کل

محلول در اثر اعمال تیمار 5 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 3 و 7 روز جوانه‌زنی به ترتیب 10/18 و 10/58 درصد بیشتر بود (جدول4). که احتمالاً علت این افزایش را می‌توان به افزایش پروتئینازهای جو در روز پنجم جوانه‌زنی نسبت داد. نتایج بریگز (1998) نیز نشان داد که طی فرآیند مالت‌سازی ازت محلول در روز پنجم جوانه‌زنی نسبت به روز اول جوانه‌زنی افزایش داشته است (15). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین درصد پروتئین محلول را در رقم ماهور با 24 ساعت خیساندن و 5 روز جوانه‌زنی (3/28%) و کمترین آن را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (2/43%) نشان داد (جدول 5).

3-6- بررسی اثر متقابل پارامترهای مورد مطالعه

همانطور که در (جدول 6) نشان داده شده است، میزان بتاگلوکان با پروتئین کل با 0/515 در سطح احتمال 1 درصد همبستگی منفی و معنی‌داری داشت که با افزایش میزان بتاگلوکان مالت، میزان پروتئین کل مالت کاهش یافت.

در این تحقیق، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول مشاهده شد، نتایج پژوهش روی و سینگ (2006) نیز نشان داد که بین پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته است (27). همچنین نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، همبستگی منفی و معنی‌داری را بین میزان پروتئین کل مالت با وزن هزار دانه مالت و راندمان مالت‌سازی و همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین میزان بتاگلوکان مالت با وزن هزاردانه مالت نشان داده است (جدول 6).

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. میزان بتاگلوکان مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 59/59 درصد و 43/66 درصد کمتر بود (جدول3). به نظر می‌رسد هیدراتاسیون بیشتر دانه طی فرآیند خیساندن با افزایش فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز سبب تجزیه و کاهش میزان بتاگلوکان گردیده است (5 و13). عرب‌عامریان (1390)، اثر مدت زمان‌های خیساندن (24، 36 و 48 ساعت) را بر میزان فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مالت حاصل از دو واریته جو (رقم صحرا و لاین D5) مورد ارزیابی قرارداده و رابطه خطی مستقیمی را بین مدت زمان خیساندن و میزان فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مشاهده کرده است، نتایج وی حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان خیساندن، میزان آنزیم بتا-گلوکاناز افزایش یافته است. وی بیشترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در 48 ساعت خیساندن گزارش نموده است (5).

مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین میزان بتاگلوکان مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (1/40%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (0/19%) نشان داد (جدول5).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) داشت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان مالت کاهش یافت (جدول4). نتایج مطالعه هوبنر و همکاران (2010)، حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان جوانه زنی از 2 به 6 روز میزان بتاگلوکان مالت به دلیل افزایش میزان آنزیم بتاگلوکاناز آن، روند کاهشی داشته است (20).

4- نتیجه‌گیری

لاین D5 نسبت به رقم ماهور از میزان راندمان مالت‌سازی، وزن هزار دانه و بتاگلوکان بالاتری برخوردار بود و با افزایش مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان، راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه کاهش یافت. نتایج همبستگی بین صفات کیفی مالت جو نشان داد که بین بتاگلوکان با پروتئین کل و بین راندمان مالت‌سازی با بتاگلوکان به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری وجود دارد.

جدول2- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر رقم

تیمارآزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
لاین D5	0/82±0/32 [a]	86/46±2/94 [a]	15/78± 0/81 [b]	31/00±0/60 [a]	2/78± 0/26 [b]
رقم ماهور	0/58± 0/37 [b]	84/78 ± 4/59 [b]	18/51±0/86 [a]	28/11± 1/63 [b]	2/90±0/20 [a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار± SD

جدول3- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر خیساندن

تیمارآزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
12 ساعت خیساندن	0/99±0/36 [a]	87/96±1/87 [a]	17/02±1/97 [b]	30/20±1/40 [a]	2/85±0/26 [a]
24ساعت خیساندن	0/71±0/25 [b]	85/65±3/72 [b]	17/10±1/68 [b]	29/61±1/83 [b]	2/83±0/30 [a]
48ساعت خیساندن	0/40±0/20 [c]	83/25±4/31 [c]	17/32± 1/13[a]	28/86±2/23 [c]	2/84±0/13 [a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار± SD

جدول 4- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر جوانه زنی

تیمارآزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
3 روز جوانه زنی	0/99±0/36 [a]	89/11±0/87 [a]	16/49±1/30 [b]	30/60±1/03 [a]	2/75±0/21 [b]
5 روز جوانه زنی	0/62±0/25 [b]	85/61±2/27 [b]	17/48±1/82 [a]	29/59±1/58 [b]	3/03±0/18 [a]
7 روز جوانه زنی	0/48±0/27 [c]	82/15±4/03 [c]	17/46±1/54 [a]	28/48±2/30 [c]	2/74±0/21 [b]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار± SD

جدول5- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر رقم و خیساندن و جوانه‌زنی

تیمارآزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
لاین D5×12ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	1/40 ± 0/05[a]	90/29 ± 0/12 [a]	15/05± 0/07 [i]	[a]0/24 ± 32/02	2/75 ±0/07 [de]
لاین D5×12ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	1/00± 0/02 [bc]	88/71 ± 0/ 56 [bcd]	15/16 ± 0/05 [i]	31/35 ± 0/06 [b]	3/17 ±0/08 [ab]
لاین D5×12ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/96 ± 0/03 [c]	85/56 ± 0/30[g]	15/23± 0/09 [i]	30/79 ± 0/13 [cd]	2/43± 0/14[f]
لاین D5×24ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	1/09 ±0/002 [b]	88/81 ± 0/21[bc]	15/17± 0/07 [i]	31/49 ± 0/13 [b]	2/51 ± 0/31[ef]
لاین D5×24ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	0/78 ±0/04 [de]	87/38 ± 0/51[e]	15/56 ±0/17 [hi]	31/19 ±0/13 [bc]	2/87 ± 0/18 [cd]
لاین D5×24ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/65 ±0/01 [fg]	85/45 ±0/30 [g]	15/87 ±0/53 [h]	30/51 ± 0/12[de]	2/78± 0/23 [de]
لاین D5×48ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	0/69 ±0/03[ef]	88/12 ± 0/18[d]	15/98 ±0/60[h]	[bc]0/10 ± 31/17	2/71 ± 0/32 [de]
لاین D5×48ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	0/53 ±0/005 [h]	83/04 ±0/24[i]	16/68 ±0/64 [g]	30/36 ± 0/26[de]	2/93 ±0/03 [bcd]
لاین D5×48ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/28± 0/06[ij]	80/82 ± 0/ 27[j]	17/32± 0/37[f]	30/12 ±0/28 [ef]	2/85 ± 0/04 [cd]
رقم ماهور×12ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	1/42 ± 0/03[a]	89/94 ± 0/17[a]	18/21±0/10[de]	[fg]0/09 ± 29/77	2/79 ±0/06 [cde]
رقم ماهور×12ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	0/67 ± 0/08[f]	86/87 ± 0/23[ef]	19/48 ± 0/32 [a]	29/09 ± 0/13 [h]	3/08± 0/07 [abc]
رقم ماهور×12ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/49 ± 0/003 [h]	86/39 ± 0/ 43[f]	18/96 ±0/45[abc]	[i]0/83 ± 28/14	2/90± 0/08 [bcd]
رقم ماهور×24ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	0/82 ±0/10 [d]	89/22 ± 0/32[b]	17/95 ± 0/18 [e]	29/69 ± 0/10 [gf]	2/88 ± 0/ 15 [cd]
رقم ماهور×24ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	0/56 ±0/07 [gh]	84/54 ± 0/62[h]	19/22 ±0/09[ab]	28/43 ± 0/31 [i]	3/28 ±0/03[a]
رقم ماهور×24ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/33 ± 0/03[i]	78/52 ± 0/39[k]	18/80± 0/33[bcd]	26/37 ± 0/21 [k]	2/64± 0/24[def]
رقم ماهور×48ساعت خیساندن ×3روز جوانه‌زنی	0/50 ±0/14 [h]	88/25 ± 0/13[cd]	16/58 ± 0/42 [g]	29/45 ±0/10 [gh]	2/84 ±0/06[cd]
رقم ماهور×48ساعت خیساندن ×5روز جوانه‌زنی	0/20± 0/02[j]	83/11 ± /50 [i]	18/76 ± 0/25[bcd]	27/13 ± 0/32 [j]	2/86 ±0/04 [cd]
رقم ماهور×48ساعت خیساندن ×7روز جوانه‌زنی	0/19± 0/03[j]	76/15 ± 0/24 [l]	18/60± 0/16[cd]	24/92 ± 0/18 [l]	2/83 ±0/03 [cd]

درهر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار±SD

جدول 6 - ضرایب همبستگی بین صفات کیفی مالت در سه زمان خیساندن و جوانه زنی در دو رقم جو

	راندمان مالت‌سازی (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین کل (درصد)	پروتئین محلول (درصد)	بتاگلوکان (درصد)
راندمان مالت‌سازی (درصد)	1	0/752**	-0/438**	0/019	0/782**
وزن هزاردانه(گرم)		1	-0/782**	-0/123	0/689**
پروتئین کل(درصد)			1	0/345*	-0/515**
پروتئین محلول(درصد)				1	-0/160
بتاگلوکان(درصد)					1

**= همبستگی در سطح 1 درصد معنی دار است. *= همبستگی در سطح 5 درصد معنی دار است.

5- منابع

1- رجب زاده، ن. 1382. مبانی فناوری غلات . جلد دوم ، انشارات دانشگاه تهران ، تهران ، صفحات 442-447.

2- جبرائیلی، ش. 1390. بررسی خصوصیات کیفی مالت‌سازی لاین‌های برتر جو استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی.

3- حسینی قابوس، س. ح. 1383. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین‌های جوی استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

4- خادمی. ا.1371. بررسی فعالیت‌های آنزیمی آلفا آمیلاز و انورتاز به هنگام جوانه زدن جو در فرآیند مالت. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی.

5- عرب‌عامریان، ف. الهامی‌راد، ا. قدس‌ولی، ع. آرمین، م و بخش‌آبادی، ح.1390. بررسی تأثیر مدت زمان خیساندن بر میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مالت حاصل از دو واریته‌ی جو (واریته صحرا ، لاین D5)، مجموعه مقالات اولین سمینار امنیت غذایی، سوادکوه.

6- فیضی پور نامقی، ا. و حسینی قابوس، س. ح. 1389. مالت و ماءالشعیر. جلد اول ، انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران، صفحات 96-67 .

7- قدس ولی، علیرضا. 1375. پروژه مقایسه‌ی ارقام جو برتر و امید بخش ایران جهت استخراج عصاره‌ی مالت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، بخش تحقیقات فنی و مهندسی.

8- کشیری، م. 1386. بررسی کیفیت مالت جو، گندم و تریتیکاله و اثر اختلاط غلات کمکی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیائی عصاره تولیدی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی.

9- AOAC. 2008. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

10-Agu,R.C. Palmer,G.H.1996. Enzymatic breakdown of endosperm of sorghum at different malting temperatures, *J Inst Brew*, 102:41541-8

11-Bamforth, C. W., and Martin, H. L. 1983. The degradation of β-glucan during malting and mashing: the role of β-glucanases. *J. Inst. Brew*, 89: 303-307.

12-Brennan, C.S. & Cleary, L.J. 2005.The potential use of cereal (1,3–1,4)-b- glucans as functional food ingredients , *Journal of Cereal Science*, 42:1-13

13-Brien,R.O., and Fowkes, N. 2005. Modification patterns in germinating barley-malting II. *Journal of Theoretical Biology*, 233(3): 315-325

14- Briggs, D.E. 1990. *Malting And Brewing Science (Malt and sweet Wort)*. Chapman & Hall , London.

15- Briggs, D.E. 1998. *Malt and Malting*. Blackie Academic and Profession, London. 79 p

16- Celuse, I. Brijs, K. & Delcour, A. 2006.The effect of malting and mashingon barley protein extractability, *Journal of Cereal Science*, 44(2): 203-211.

17- Ellis,R.P. Swanston,J.S. Rubio,A. Perezvendrell,A.M. Romagosa,L. & Molinacano,J.L. 1997. The development of β -glucanase and degradation of β-Glucan in barley grown in Scotland and Spain , *Journal of cereal Science*, 26: 75-82.

18- Eneje,L.O. Ogu,E.O. Aloh.C.U. Odibo,F.G.C. Agu,R.C. Palmer,G.H. 2004.Effect of steeping and germination time on malting performance of Nigerian white and yellow maize varieties, *Process Biochemistry*, 39:1013-1016.

19-Gianinetti , A. 2008 .A theoretical framework for β-glucan degradation during barley malting,*Theory Biosci*, 128: 97-108.

20-Hubner,F. Onail, T. Cashman, K.D. & Arendt, E.K. 2010. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley, *Eur Food Res Technol*, 231: 35-27.

21- Jones, B.L. 2005. Endoprotease of barley and malt, *Journal of Cereal Science*, 42: 139-156.

22- Junmei .W, Guoping. Z , Jinxin . C & Feibo .W. 2003. The changes of β-glucan content and β-glucanase activity in barley before and after malting and their relationships to malt qualities , *Food Chemistry*, 86: 223-228.

23-McCleary, B.V. and Nurthen, E. J. 1986. Measurement of (1-3)(1-4)-B–glucan in malt,wort and beer.*J.Inst.Brew*,92:168-173.

24-Nie,C. Wang,C. Zhou,G. Dou,F. and Huang,M.2010.Effects of malting conditions on the amino acid compositions of final malt, *African Journal of Biotechnology*,9(53): 9018-9025.

25-Nirmala,M.Subba Rao, M.V.S.S.T. and Muralikrishna,G. 2000 .Carbohydrates and their degrading enzymes from native and malted finger

millet (Ragi,Eleusine coracana,Indiaf-15) , *Food Chemistry* ,69: 175-180.

26-Robrta, M. D and Palmer, G. H. 2005. Re-assessment of the half grain modification method for assessing malt modification. *Journal of Institute of Brewing*, 111: 176-180.

27-Roy, D. K., and Singh, B. P. 2006. Malting characteristics of six-row winter barley (Hordeum vulgare L.) as affected by different levels of nitrogen, phosphorus and vermicompost. *Journal of the food science and technology*, 43:337-340.

28-Rimsten,L.Haraldsson, A.K. Andersson ,R. Alminger,M. Sandberg,A.S. & Amen, p. 2002 . Effects of malting on b-glucanase and phytase activity in barley grain , *Journal of Food and Agriculture*, 82: 904-912.

29-Wang, J. and G. Zhang, Chen, J., Wu, F. 2004. "The changes of β-glucan content and β-glucanase activity in barley before and after malting and their relationships to malt qualities. *Food Chemistry*, 86: 223-228.