

## بررسی تأثیر میزان پروتئین جو بر کیفیت مالت و خواص فیزیکوشیمیایی عصاره تولیدی

### \*محبوبه کشیری<sup>۱</sup>، یحیی مقصودلو<sup>۲</sup>، مهدی کاشانی‌نژاد<sup>۲</sup> و سیدحسین حسینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آدانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۶

### چکیده

مالت‌سازی فرآیند پیچیده بیوتکنولوژیکی است که شامل خیساندن، جوانه‌زنی و خشک‌کردن مالت‌سبز در شرایط کنترل‌شده دمایی است. در این تحقیق اثر فرآیند مالت‌سازی و تأثیر پروتئین دو رقم جو (صحرا و ترکمن) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفیت مالت حاصل مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از تهیه مالت در مقیاس آزمایشگاهی به‌منظور بررسی کیفیت آن، عصاره‌گیری انجام و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی عصاره حاصل بررسی گردید. آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام شد. پروتئین جو صحرا (۱۲/۶۴ درصد) کمتر از پروتئین جو ترکمن (۱۶/۱۱ درصد) بود. نتایج بیانگر آن است که بین مقدار پروتئین جو با قدرت دیاستاتیک ارتباط مستقیم و با بازدهی استخراج عصاره آب گرم و سرد ارتباط معکوس وجود داشت. نتایج بررسی اثر فرآیند مالت‌سازی نشان داد که طی فرآیند مالت‌سازی قدرت دیاستاتیک و بازدهی استخراج عصاره آب سرد ارقام جو مورد بررسی افزایش، اما وزن هزاردانه، پروتئین، عدد فالینگ آنها کاهش یافت. بازدهی استخراج عصاره آب سرد، وزن هزاردانه و pH مالت جو صحرا بیشتر، اما پروتئین و قدرت دیاستاتیک آن کمتر از مالت جو ترکمن بود. همچنین قند احیاء‌کننده، ماده خشک و بریکس ورت حاصل از مالت جو صحرا در مقایسه با ورت مالت ترکمن بیشتر و ازت کل محلول آن کمتر بود.

**واژه‌های کلیدی:** مالت، جو، قدرت دیاستاتیک، ورت، بازدهی استخراج عصاره آب گرم

### مقدمه

جو با نام علمی (*Hordeum vulgare*) از مهم‌ترین غلات مورد استفاده در مالت‌سازی است. فرآیند مالت‌سازی شامل سه مرحله، خیساندن، جوانه‌زنی و خشک‌کردن می‌باشد. طی فرآیند خیساندن، دانه با جذب آب و تولید اسید جیبرلیک، لایه آلرون را مجبور به سنتز و

یا فعال‌کردن آنزیم‌ها می‌کند (بریجز، ۲۰۰۲). تغییرات شیمیایی دانه طی فرآیند مالت‌سازی را مدیفیکاسیون<sup>۱</sup> یا اصلاح آندوسپرم می‌نامند. از مهم‌ترین تغییرات در طی فرآیند جوانه‌زنی، می‌توان به هیدرولیز ترکیبات آندوسپرم (دیواره‌های سلولی، ماتریکس پروتئینی، گرانول‌های نشاسته) و رشد ریشه‌چه و اکروسپایر<sup>۲</sup> اشاره کرد. فرآیند

1- Modification  
2- Acrospire

\*- مسئول مکاتبه: kashiri\_mahboobeh@yahoo.com

خشک کردن مالت سبز<sup>۱</sup> به منظور خروج آب و ثبات بیشتر دانه، تشکیل عطر، طعم و همچنین ترکیبات رنگی است (بریجز، ۱۹۹۸). اولمر و همکاران (۱۹۹۸) پروتئین جو را عامل مؤثر در اصلاح آندوسپرم دانستند. هوارد و همکاران (۱۹۹۶) ارتباط معکوسی بین افزایش پروتئین و بازدهی استخراج عصاره آب گرم گزارش کردند. در همین راستا اینجی و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که افزایش پروتئین در سرعت جوانه زنی، رشد ریشه چه و جوانه و در نهایت افزایش افت مالت سازی و کاهش بازدهی استخراج عصاره آب گرم نقش مؤثری دارد. اگو (۲۰۰۳) گزارش کرد که کاهش ازت سبب اصلاح مطلوب و یکنواخت تر آندوسپرم طی مرحله جوانه زنی می گردد.

آنزیم های هیدرولیتیکی سنتز شده طی فرآیند مالت سازی در دانه سبب تجزیه پروتئین دیواره سلولی و آندوسپرم نشاسته می گردند (مک گروگر و همکاران، ۱۹۹۹؛ سلوس و همکاران، ۲۰۰۶). فعالیت آنزیم  $\alpha$  و  $\beta$  آمیلاز بر محلول نشاسته سبب کاهش ویسکوزیته و تشکیل قندها و افزایش قدرت احیاءکننده محلول نشاسته می شود. این فعالیت آنزیمی مالت تحت عنوان قدرت دیاستاتیک بیان می گردد (بریجز، ۱۹۹۸). ترکیبات ازتی از مهم ترین فاکتورهای مؤثر بر قدرت دیاستاتیک، بازدهی استخراج عصاره آب گرم، و ازت کل محلول است، به طوری که با افزایش ازت کل دانه، قدرت دیاستاتیک افزایش، اما بازدهی استخراج عصاره آب گرم کاهش می یابد (روی و سینگ، ۲۰۰۶).

فرآیند استخراج مواد محلول در آب مالت آسیاب شده، تحت شرایط کنترل شده (افزایش تدریجی دما) را عصاره گیری<sup>۲</sup> و محصول حاصل از آن را ورت<sup>۳</sup> می نامند (جونز، ۲۰۰۵). جانکل و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی تأثیر پروتئین بر بازدهی عصاره دریافتند که اصلاح آندوسپرم جو دارای پروتئین بالا در حد مطلوب صورت نگرفته و

ترکیبات دیواره سلولی و پروتئین های ذخیره ای دانه به طور کافی هیدرولیز نمی شوند و گرانول های نشاسته درون ماتریکس پروتئین و در دیواره سلولی آندوسپرم باقی می ماند. به این سبب در طی عصاره گیری گرانول ها، نشاسته به طور ناقص ژلاتینه شده و کمتر در دسترس آنزیم های آمیلولیتیک قرار می گیرند و بازدهی استخراج عصاره آب گرم آن کاهش می یابد.

در سال های اخیر صاحبان صنایع مالت سازی بر آن شدند ارقامی از جو را مورد استفاده قرار دهند که اصلاح آندوسپرم و بازدهی استخراج عصاره مطلوبی داشته باشد که این عوامل تحت تأثیر پروتئین قرار دارند. بنابراین با در نظر گرفتن اهمیت این فاکتور در تعیین کیفیت مالت، شناسایی ارقام مناسب جو از لحاظ ترکیبات شیمیایی و گسترش کشت آن به منظور افزایش کارایی در صنعت مالت سازی به ویژه در تولید نوشیدنی های مالتی بسیار مفید است. از این رو با توجه به شرایط آب و هوا و خاک استان گلستان و تأثیر آن بر افزایش پروتئین جو این منطقه، این تحقیق براساس بررسی تأثیر پروتئین دو وارته جو (صحرا و ترکمن) و اثر فرآیند مالت سازی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی مالت و ورت حاصل از آن بنا شده است.

## مواد و روش ها

مواد اولیه این تحقیق شامل جو صحرا و جو ترکمن بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان، ایستگاه تحقیقاتی گرگان تهیه گردید. مراحل انجام این تحقیق به شرح زیر می باشد.

**مرحله اول: بررسی ویژگی های رویشی و فیزیکوشیمیایی دانه:** دانه ابتدا بوجاری و سپس به منظور گذراندن دوره رکود<sup>۴</sup> به مدت ۲ ماه در دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی گراد ذخیره و در ادامه ویژگی های رویشی دانه مطابق روش ونتون و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد.

1- Green malt  
2- Mashing  
3- Wort

4- Dormancy

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه نظیر رطوبت (AOAC 935.29)، وزن هزار دانه، عدد فالینگ (AOAC 976.13) و پروتئین مطابق روش اگو (۲۰۰۳) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

#### مرحله دوم: تولید مالت به روش آزمایشگاهی شامل:

جو در آب ۱۸-۱۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت غوطه‌ور شد و جوانه‌زنی در انکوباتور یخچال‌دار در دمای ۱۷-۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۱۰۰ درصد به مدت ۷-۵ روز و خشک کردن مالت‌سبز حاصل در دمای ۵۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد در آون به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. در انتهای فرآیند، جداسازی ریشه‌چه‌ها صورت گرفت.

#### مرحله سوم: بررسی کیفیت مالت

فرآیند عصاره‌گیری مالت: در این روش ۵۰ گرم از مالت آسیاب‌شده توزین و ۲۰۰ میلی‌لیتر آب ۴۶ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری شد. سپس به‌ازای هر دقیقه دما ۱ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد. در این دما ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۷۰ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده و عصاره به مدت ۶۰ دقیقه در این دما نگهداری شد. سپس عصاره حاصله طی مدت ۱۵-۱۰ دقیقه سرد و به وزن ۴۵۰ گرم رسانده و صاف گردید (لو و لی، ۲۰۰۶).

در بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محلول آبی فیلتر شده حاصل از عصاره‌گیری (ورت) فاکتورهای مورد ارزیابی شامل: بازدهی استخراج عصاره آب گرم (AOAC 935.30)، قند احیاءکننده (AOAC 920.50)، شدت رنگ (AOAC 972.13)، pH (AOAC 954.29) و ازت کل محلول بودند (اگو، ۲۰۰۳).

تعیین بازدهی استخراج عصاره آب سرد: ۱۰ گرم نمونه آسیاب‌شده را به ۲۰۰ میلی‌لیتر آب حاوی ۱۲ میلی‌لیتر آمونیاک ۰/۲ نرمال افزوده و در انکوباتور ۲۰ درجه جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های رویشی دانه جو صحرا- ترکمن.

سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده و هر ۳۰ دقیقه تکان داده شد. سپس با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ آن را صاف و وزن مخصوص آن در دمای ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری و بازدهی استخراج عصاره آب سرد محاسبه گردید (بریجز، ۱۹۹۸).

تعیین قدرت دیاستاتیک: ۳-۱ میلی‌لیتر از عصاره آب سرد حاصل از مرحله قبل به ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول نشاسته اضافه و به مدت یک ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس برای توقف عمل تبدیل نشاسته به قند ۳۰ میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال افزوده و به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. برای تعیین میزان تبدیل نشاسته به قند احیاء از تیتراسیون نمونه با محلول فهلینگ مورد استفاده قرار گرفت (بریجز، ۱۹۹۸).

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و آنالیز واریانس آنها از طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار و سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها حاصل از آزمایش‌ها، میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم منحنی در این تحقیق نرم‌افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

## نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های رویشی دانه جو: همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود انرژی جوانه‌زنی در جو صحرا (۹۸ درصد) بیشتر از جو ترکمن (۹۷ درصد) است. همچنین ظرفیت جوانه‌زنی و حساسیت در برابر آب جو صحرا بیشتر از جو ترکمن تعیین گردید. از دیدگاه آماری بین ویژگی‌های رویشی ارقام جو مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد وجود نداشت. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق بیانگر عدم رکود دانه و حساسیت در برابر آب در ارقام جو (صحرا و ترکمن) است. بنابراین دانه اولیه جو دارای توانایی لازم برای تولید مالت با کیفیت مناسب است.

ارقام جو	ویژگی های رویشی	حساسیت در برابر آب (درصد)	ظرفیت جوانه زنی (درصد)	انرژی جوانه زنی (درصد)
صحرا		۹۷/۳۳ <sup>a*</sup>	۹۸/۶۶ <sup>a</sup>	۹۸/۰۰ <sup>a</sup>
ترکمن		۹۶/۰۰ <sup>a</sup>	۹۶/۳۳ <sup>a</sup>	۹۷/۰۰ <sup>a</sup>

\*حروف مشترک هر ستون در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

صحرا در افزایش قدرت دیاستاتیک طی فرآیند مالت سازی بسیار مؤثر است که از این حیث با نتایج آگو و پالم (۱۹۹۷)، بتی (۱۹۹۶) همچنین موریبا و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت دارد.

**تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر بازدهی استخراج عصاره آب سرد:** با نگاه اجمالی به شکل ۳ کاملاً مشهود است که فرآیند مالت سازی سبب افزایش شدید بازدهی استخراج عصاره آب سرد مالت جو در مقایسه با دانه اولیه گردیده است. که نتایج این تحقیق با یافته های بریجز (۱۹۹۸) و سلوس و همکاران (۲۰۰۶) که این افزایش را ناشی از تغییرات آندوسپرم دانه و حلالیت پروتئین های محلول در آب دانستند، کاملاً مطابقت دارد. مقایسه نتایج بازدهی استخراج عصاره آب سرد ارقام جو و مالت حاصل از آن نشان داد که بازدهی استخراج عصاره آب سرد جو و مالت صحرا بیشتر از جو و مالت ترکمن بود. از دیدگاه آماری بین ارقام مورد تحقیق تفاوت معنی داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده گردید که با توجه به نتایج آگو (۲۰۰۳) می توان افزایش مقدار ازت جو ترکمن در مقایسه با جو صحرا در افزایش خروج ترکیبات مغذی، افت مالت سازی و در نهایت کاهش بازدهی استخراج عصاره آب سرد مؤثر دانست. همچنین براساس گزارش بریجز (۱۹۹۸) که محدوده بازدهی استخراج عصاره آب سرد کمتر از ۱۸ درصد را بیانگر اصلاح ناقص آندوسپرم می دانستند می توان اظهار کرد که اصلاح آندوسپرم در مالت جو ترکمن ناقص انجام گرفته است.

**تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر وزن هزاردانه:** نتایج بررسی نشان داد که وزن هزار دانه جو صحرا (۴۳/۷۶ گرم) بیشتر از جو ترکمن (۳۲/۴۱ گرم) است (جدول ۲). در این راستا گبهارد و همکاران (۱۹۹۳) ارتباط مستقیمی

**تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر پروتئین:** نتایج بررسی نشان داد که مقدار پروتئین جو ترکمن (۱۶/۱۱ درصد) بیشتر از جو صحرا (۱۲/۶۴ درصد) است ( $P < 0.05$ ). همان طور که در شکل ۱ ملاحظه می شود پروتئین مالت حاصل از جو ترکمن نیز بیشتر از مالت جو صحرا است ( $P < 0.05$ ). فرآیند مالت سازی سبب کاهش پروتئین جو می شود. از عوامل مؤثر در این رابطه می توان به خروج این ترکیبات در مرحله خیساندن و حذف ریشه چه در انتهای خشک کردن اشاره نمود. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج (آگو، ۲۰۰۳) مطابقت داشت.

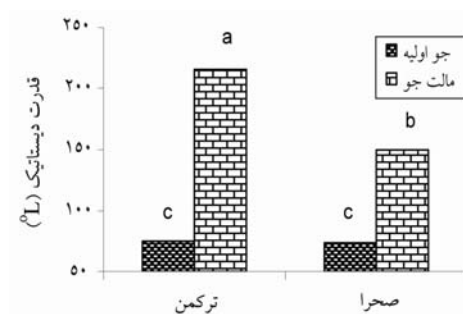
**تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر قدرت دیاستاتیک:** نتایج این تحقیق نشان داد که قدرت دیاستاتیک جو ترکمن ( $75/28^{\circ}L$ ) بیشتر از جو صحرا ( $73/10^{\circ}L$ ) است (شکل ۲). قدرت دیاستاتیک مالت جو ترکمن بیشتر از مالت جو صحرا و اختلاف آنها در سطح اطمینان ۵ درصد کاملاً معنی دار گردید (شکل ۲).

بتی (۱۹۹۶) و آگو و پالم (۱۹۹۷) در بررسی اثر فرآیند مالت سازی گزارش کردند که قدرت دیاستاتیک طی فرآیند مالت سازی افزایش پیدا می کند. اولمر و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقی مشابه تأثیر پروتئین ارقام مختلف جو بر ویژگی های کیفی مالت را بررسی کرده و اشاره نمودند که افزایش مقدار پروتئین سبب افزایش قدرت دیاستاتیک آن می گردد. بین  $\beta$  آمیلاز (مالتوئیدرولاز) و فعالیت دیاستاتیک دانه جو ارتباط مستقیمی وجود دارد. سنتز این آنزیم در حین رشد، تحت تأثیر نیتروژن و املاح معدنی است و با افزایش میزان پروتئین دانه فعالیت این آنزیم نیز افزایش می یابد (کی و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که افزایش مقدار پروتئین جو ترکمن در مقایسه با جو

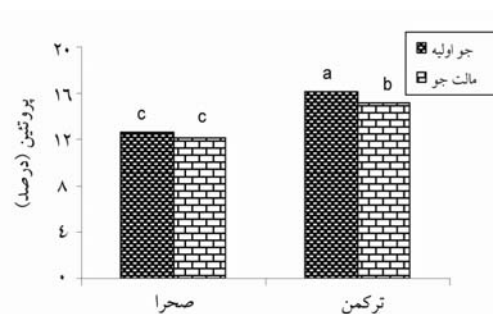
بین اندازه دانه و بازدهی استخراج گزارش کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که جو صحرا نسبت به جو ترکمن درشت تر بوده و بازدهی استخراج عصاره حاصل از آن نیز بیشتر است. در بررسی اثر فرآیند مالت سازی مشاهده شد که وزن هزاردانه با کاهش معنی داری همراه بود که از عوامل مؤثر بر این کاهش می توان به خروج ترکیبات قابل حل در آب، تنفس دانه طی مرحله خیساندن، مصرف ترکیبات مغذی طی جوانه زنی و همچنین خروج آکروسپایر و ریشه چه در انتهای فرآیند مالت سازی و کاهش رطوبت محصول نهایی در مقایسه با ماده اولیه اشاره نمود. آگو و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که ازت کل دانه، عامل مؤثر در افزایش افت مالت سازی و در نهایت کاهش بازدهی است. نتایج این پژوهش نیز بیانگر آن بود که افزایش ازت کل جو ترکمن در مقایسه با جو صحرا سبب کاهش وزن هزار دانه مالت حاصل می گردد که با نتایج بریجز (۱۹۹۸) مطابقت دارد.

تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر عدد فالینگ: بررسی عدد فالینگ دو واریته جو نشان داد که زمان لازم برای هیدرولیز نشاسته رقم ترکمن (۱۸۹ ثانیه) کمتر از جو صحرا (۲۴۱ ثانیه) است. از لحاظ آماری بین ارقام جو اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود داشت که این اختلاف با فعالیت آنزیمی دانه ارتباط مستقیمی دارد (جدول ۲). با توجه به افزایش شدید فعالیت آنزیمی مالت مورد بررسی، تجزیه تحلیل تأثیر فرآیند مالت سازی بر عدد فالینگ ارقام جو امکان پذیر نمی باشد.

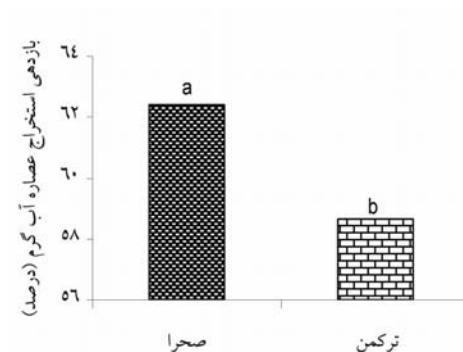
تأثیر رقم و فرآیند مالت سازی بر pH: نتایج به دست آمده از بررسی pH دو واریته جو در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طوری که ملاحظه می شود pH جو ترکمن (۵/۹۰) بیشتر از جو صحرا (۵/۵۴) است ( $P < 0/05$ ). همچنین فرآیند مالت سازی سبب افزایش معنی دار در pH مالت حاصل از دو رقم جو می گردد (جدول ۲).



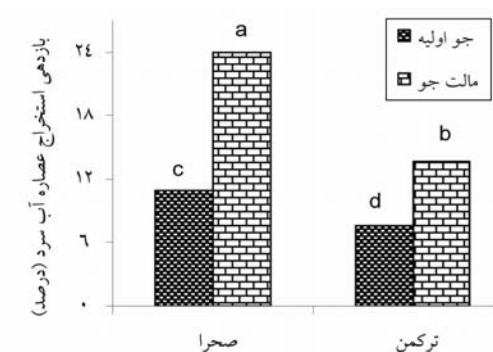
شکل ۲- تأثیر مالت سازی بر قدرت دیاستاتیک.



شکل ۱- تأثیر مالت سازی بر میزان پروتئین ارقام جو.



شکل ۴- تأثیر رقم بر بازدهی استخراج عصاره آب گرم.



شکل ۳- تأثیر مالت سازی بر بازدهی استخراج عصاره سرد.

جدول ۲- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه اولیه و مالت ارقام جو.

رطوبت (درصد)	pH	عدد فالینگ (ثانیه)	وزن هزاردانه (گرم)	بازدهی عصاره آب سرد (درصد)	قدرت دیاستاتیک (°L)	پروتئین <sup>a</sup> (درصد)	ویژگی دانه / ارقام جو
۹/۸ <sup>a</sup>	۵/۵۴ <sup>d</sup>	۲۴۱ <sup>a</sup>	۴۳/۷۶ <sup>a</sup>	۱۰/۹۴۰ <sup>c</sup>	۷۳/۶۱۰ <sup>c</sup>	۱۲/۶۴ <sup>d</sup>	جو صحرا
۹/۷ <sup>a</sup>	۵/۹۰ <sup>c</sup>	۱۸۹ <sup>b</sup>	۳۲/۴۱ <sup>c</sup>	۷/۵۶۰ <sup>d</sup>	۷۵/۲۸۳ <sup>c</sup>	۱۶/۱۱ <sup>c</sup>	ترکمن جو
۵/۷ <sup>b</sup>	۵/۷۷ <sup>b</sup>	۶۰ <sup>c</sup>	۳۹/۲۶۰ <sup>b</sup>	۲۱/۹۷۰ <sup>a</sup>	۱۴۸/۹۰ <sup>b</sup>	۱۲/۱۶ <sup>b</sup>	مالت صحرا
۵/۶ <sup>b</sup>	۶/۴۰ <sup>a</sup>	۶۰ <sup>c</sup>	۲۹/۰۵۰ <sup>d</sup>	۱۳/۵۷۳ <sup>b</sup>	۲۱۵/۶۵۰ <sup>a</sup>	۱۵/۱۷ <sup>a</sup>	مالت ترکمن

\*حروف مشترک در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

<sup>a</sup>(N×۶/۲۵)

مقدار ازت کل دانه جو و ازت کل محلول ورت حاصل از آن وجود دارد.

مقدار قند احیاء‌کننده براساس مالتوز ورت حاصل از دو رقم جو در جدول ۳ نشان می‌دهد که مقدار قند مالتوز ورت مالت جو صحرا (۶۲/۲۱۲ گرم در لیتر) بیشتر از ورت مالت جو ترکمن (۵۶/۰۵۸ گرم در لیتر) است.

نتایج ارزیابی تأثیر وارسته بر ماده‌خشک و بریکس ورت حاکی از معنی‌دار بودن اثر رقم است (جدول ۳). هوم و همکاران (۱۹۹۸) بین افزایش فاکتورهای نظیر بریکس، مدیفیکاسیون یکنواخت آندوسپرم، رهاسازی گرانول‌های نشاسته از دیواره سلولی و ماتریکس پروتئین، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده، ازت محلول کل و قندهای احیاء‌کننده ارتباط مستقیمی گزارش کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نیز بیانگر ارتباط مستقیمی بین میزان بازدهی استخراج عصاره آب گرم و بریکس است.

نتیجه کلی بررسی تأثیر پروتئین دو رقم جو مورد مطالعه در این تحقیق بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت و ورت حاصل بیانگر آن است که پروتئین جو یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده نوع مالت است. جو صحرا با توجه به دارا بودن پروتئین پایین‌تر در مقایسه با جو ترکمن و همچنین فعالیت آنزیمی مناسب به‌منظور فرآیند عصاره‌گیری، بسیار مطلوب‌تر از جو ترکمن می‌باشد. مالت ترکمن با دارا بودن فعالیت آنزیمی بالاتر، یک مالت آنزیمی محسوب می‌شود که در فرآیند عصاره‌گیری دارای بازدهی استخراج عصاره پایین‌تری است ولی در سایر صنایع نظیر بیسکویت‌سازی به‌منظور ایجاد عطر، طعم و رنگ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

**تأثیر رقم بر بازدهی استخراج عصاره آب گرم:** بازدهی استخراج عصاره آب گرم از پارامترهای کیفی مهم مالت است و نشان‌دهنده مواد قابل استخراج محلول از مالت می‌باشد که طی مرحله عصاره‌گیری و در اثر فعالیت آنزیم‌ها به ورت منتقل می‌گردد. اکاشی و همکاران (۲۰۰۲) هدف از عصاره‌گیری را دستیابی به حداکثر میزان کربوهیدرات‌های ساده دانستند. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بازدهی استخراج عصاره آب گرم حاصل از مالت جو صحرا (۶۲/۴۷۰ درصد) بیشتر از مالت جو ترکمن (۵۸/۶۲۰ درصد) است ( $P < 0.05$ ). که این امر به‌مقدار پروتئین دانه جو (شکل ۴) که در مدیفیکاسیون مطلوب، به مفهوم تبدیل آندوسپرم سخت به آندوسپرم نرم دانه در نتیجه افزایش بازدهی عصاره بر می‌گردد. به‌طورکلی با افزایش ازت دانه فرآیند اصلاح آندوسپرم دانه کندتر انجام می‌شود و بازدهی استخراج عصاره کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از این بررسی با تحقیقات روی و سینگ (۲۰۰۶)، هووارد و همکاران (۱۹۹۶) و آگو (۲۰۰۵) مبنی بر تأثیر معنی‌دار پروتئین بر بازدهی استخراج عصاره آب گرم مطابقت داشت.

**بررسی تأثیر رقم بر ازت کل محلول ورت:** نتایج بررسی ازت کل محلول ورت ارقام مالت جو مورد مطالعه بیانگر آن است که ورت حاصل از مالت جو ترکمن (۰/۸۸۲ درصد) در مقایسه با مالت جو صحرا (۰/۶۸۳ درصد) دارای ازت کل محلول بیشتری است (جدول ۳). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج اولمر و همکاران (۱۹۹۸)، آگو (۲۰۰۳) و روی و سینگ (۲۰۰۶) مطابقت دارد و بیانگر آن است که رابطه مستقیمی بین

جدول ۳- بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورت حاصل از مالت ارقام جو.

رقم جو	ویژگی ورت	بازدهی استخراج عصاره				
		آب گرم (درصد)	ازت کل محلول (درصد)	میزان قند (g/l)	شدت رنگ (ASBC)	بریکس (w/w)
صحرا	۶۲/۴۷۰ <sup>a*</sup>	۰/۶۸۳ <sup>a</sup>	۶۲/۲۱۲ <sup>a</sup>	۱/۹۰۹ <sup>a</sup>	۷/۸ <sup>a</sup>	
ترکمن	۵۸/۶۲۰ <sup>b</sup>	۰/۸۸۲ <sup>b</sup>	۵۶/۰۵۸ <sup>b</sup>	۱/۸۴۱ <sup>b</sup>	۷/۲۷ <sup>b</sup>	

\*حروف مشترک در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.

## منابع

1. Agu, R.C., and Palmer, G.H. 1997. The effect of temperature on the modification of sorghum and barley during malting, *Process Biochemistry*. 32: 501-507.
2. Agu, R.C. 2003. Some relationships between malted barleys of different nitrogen levels and the wort properties, *Journal of Institute of Brewing*, 109: 2. 106-109.
3. Agu, R.C. 2005. Quality assessment and performance of malted for food processing, *Master Brewing Association of the Americas*, 42: 3. 199-203.
4. Bhatti, R.S. 1996. Production of food malt from hull-less barley, *Cereal Chemistry*, 73: 1. 75-80.
5. Briggs, D.E., *Malt and Malting*. 1998. Blackie Academic and Profession. London. 790p.
6. Briggs, D.E. 2002. Malt modification a century evolving views, *Journal of Institute of Brewing*, 108: 4. 385-405.
7. Celuse, I., Brijis, K., and Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. *Journal of Cereal Science*. 44: 2. 203-211.
8. Eneje, L.C., Ogu, E.O., Aloh, C.U., Odibo, F.J.C., Agu, R.C., and palmer, G.H. 2003. Effect of steeping and germination time on malting performance of Nigerian white and yellow maize varieties. *Process Biochemistry*. 39: 8. 1013-1016.
9. Gebhardt, D.J., Rassmusson, D.C., and Fulcher, G. 1993. Kernel morphology and malting quality variation in lateral and central kernels of six-row barley, *Journal of American Society of Brewing Chemists*, 51: 145-148.
10. Gunkel, J., Voetz, M., and Rath, F. 2002. Effect of malting barley variety (*Hordeum vulgare L.*) on fermentability. *Journal of Institute of Brewing*. 108: 3. 355-361.
11. Home, S., Stenholm, K., Wilhelmson, A., and Autio, K. 1998. Properties of starch and cell wall components and their effects on process. *Cereal Chemistry*. 75: 10-14.
12. Howard, K.A., Gayler, K.R., Eagles, A.H., and Halloran, G.M. 1996. The relationship between D hordein and malting quality in barley. *Journal of Cereal Science*. 125: 1. 47-53.
13. Jones, B.L. 2005. Endoprotease of barley and malt. *Journal of Cereal Science*. 42: 139-156.
14. Lu, J., and Li, Y. 2006. Effect of arabinoxylan solubilization on wort viscosity and filtration when mashing with grist containing wheat and wheat malting, *Food Chemistry*, 98: 164-170.
15. MacGregor, A.W., Bazin, S.L., Macri, L.J., and Babb, J.C. 1999. Modeling the contribution of alpha-amylase, beta-amylase and limit dextrinase to starch degradation during mashing, *Journal of Cereal Science*, 29: 169-199.
16. Muoria, J.K., Linden, J.C., and Bechtel, P.J. 1998. Diastatic power and an amylase activity in millet, sorghum, and barley grains and malts, *Journal of American Society of Brewing Chemists*, 56: 4. 131-135.
17. Ogushi, K., Lim, P., Barr, A.R., Takahashi, S., Asakura, T., and Ito, K. 2002. Japanese barley meets Australia quality performance of malting barley crown different countries, *Journal of Institute of Brewing*, 108: 3. 303-309.
18. Qi, J.C., Zhang, G.P., and Zhou, M.X. 2006. Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta amylase activity, *Journal of Cereal Science*, 43: 1. 102-107.
19. 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.
20. Ulmer, R.L., Zytinak, R., and Hoskins, P.H. 1998. Influence of malt protein content on malting quality characteristics of flour barley varieties. *Journal of American Society of brewing chemists*, 43: 10-16.
21. Wang, J., Zhang, G., Chen, J., Shen, Q., and Wu, F. 2003. Genotypic and environmental variation in barely beta-amylase activity its relation to protein content, *Food Chemistry*, 83: 163-165.
22. Wootton, B.W., Jacobsen, J.V., Sherkat, F., and Tuart, I.M. 2005. Changes in germination and malting quality during storage of barley, *Journal of Institute of Brewing*, 111: 1. 33-41.

## **Studies of protein content of barley on quality of malt and physico-chemical properties of wort**

**\*M. Kashiri<sup>1</sup>, Y. Maghsoudlou<sup>2</sup>, M. Kashaninejad<sup>2</sup> and S.H. Hosseini<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Former M.Sc. Student, Dept. of Food Sciences and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Former M.Sc. Student, Dept. of Food Sciences and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

---

### **Abstract**

Malting is a completed biotechnological process that includes steeping, germination and kilning of green malt in controlled conditions. The present studies two varieties of barley namely Sahra and Torkman were used to investigate the influence of malting process on physico-chemical properties of grains and evaluate the quality of malts. Malts samples were produced in laboratory scale were measured following mashing process a properties of wort. Analysis of variance was performed with SAS soft ware and the differences among means were evaluated using the Duncan's multiple range tests. Protein content of Sahra (12.64) was less than protein content of Torkman (16.64). Results confirmed a linear relationship between protein content of barely and diastatic power, cold water extract, hot water extract and soluble nitrogen. Result showed that during malting, diastatic power and cold water extract of two varieties improved and thousand kernel weights, protein and falling number decreased. Some properties including diastatic power, cold water extract and pH of malted barley Sahra variety was more than of Torkman variety. This variety produced higher hot water extract, reduced sugars, dry matter and brix but had less total soluble nitrogen than the other one.

**Keywords:** Malt, Barley, Diastatic power, wort, Hot water extract