(مقاله پژوهشی)

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نوشیدنی مالت تولید شده با ارزن و جو

مهسا مظفری[۱]، ابراهیم حسینی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران.
۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۵/۱۴

چکیده

نوشیدنی‌های مالت نسل جدید آبجوها هستند که بیشتر در کشورهای اسلامی مصرف دارند. این نوشیدنی‌ها به طور معمول به روش غیرتخمیری و با استفاده از مالت جو تولید می‌شوند. نوشیدنی‌های مالت نسبت به آبجو از طعم و احساس دهانی ضعیفی برخوردار هستند که دلیل آن عدم توازون بین عناصر طعم در غیاب الکل است. روش‌های مختلفی برای برطرف کردن این ضعف وجود دارد که یکی‌ازآن‌ها کاربرد سایر مالت‌ها با مالت جو است. مالت ارزن به واسطه ارزش تغذیه‌ای بالاگزینه‌ای مناسب در تولید این نوع نوشیدنی‌ها محسوب می‌شود. در این پژوهش نوشیدنی‌های مالت با استفاده از مالت جو یا ارزن به تنهایی یا با نسبت‌های ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ از این دو مالت تولید و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی روی آن‌ها انجام شد. در طول یک ماه نگهداری در شرایط سرد (۲۰°C) نیز بعضی خصوصیات فیزیکی مهم این نوشیدنی‌ها مانند کدورت، رنگ و تلخی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش مالت ارزن، تلخی، رنگ، کدورت، ثبات کف و ویسکوزیته کاهش می‌یابد. در طول یک ماه نگهداری نیز شدت رنگ و کدورت نوشیدنی‌ها به تدریج با افزایش، اما شدت تلخی با کاهش مواجه شد. از لحاظ پذیرش کلی، نوشیدنی با نسبت مساوی از دو مالت مقبولیت بیشتری داشت. همچنین ارزیاب‌های حسی شدت مشخصه‌های نوشیدنی‌ها را تقریبا مشابه اندازه‌گیری‌های دستگاهی گزارش کردند. این مطالعه نشان داد که ترکیب کردن مالت ارزن و جو روش مناسبی برای بهبود مشخصه‌های فیزیکی و کیفی نوشیدنی‌های مالت است.

واژه های کلیدی: نوشیدنی مالت، مالت ارزن، ویژگی‌های فیزیکی، ارزیابی حسی.

*مسئول مکاتبات: hoss_ebrahim@yahoo.com

۱- مقدمه

نوشیدنی‌های مالت از رشد فزاینده‌ای درکشورهای اسلامی برخوردارهستند. این نوشیدنی‌ها نسل جدید آبجوها هستند که در پاسخ به نیاز مصرف‌کنندگان برای اجتناب از مصرف الکل در سراسر دنیا تولید می‌شوند(۲۶). نوشیدنی‌های مالت به روش‌های تخمیری یا غیرتخمیری تولید می‌شوند. در نوع تخمیری، الکل با روش‌های فیزیکی نظیر حرارت دادن، اسمز معکوس و دیالیز از نوشیدنی جدا می‌شود. در روش‌های بیولوژیک از سویه‌هایی از مخمر با توانایی تولید مقادیر کم الکل یا پایان دادن زود هنگام به تخمیر استفاده می‌شود (۲۵). در ایران نوشیدنی مالت با روشی تقریباً مشابه آبجو، اما بدون انجام تخمیر تولید می‌شود(۲). امروزه با پیشرفت تکنولوژی، این نوشیدنی‌ها از حل کردن گرانول عصاره مالت جو در آب، صاف کردن، افزودن رازک و در نهایت تزریق گاز تولید می‌شوند (۱۶). مطابق قوانین اسلام، مقدار طبیعی الکل در غذا و نوشیدنی نباید از ۰/۵ درصد و در مواردی از ۰/۱ درصد بیشتر باشد (۲۶). در استاندارد ایران این مقدار حداکثر ۰/۵ گرم‌اتانول‌درصدمیلی‌لیترنوشیدنی‌مالت است (۱). نوشیدنی‌های مالت آثار سلامت بخش زیادی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و سرطان دارند (۳۰). در تولید آن‌ها به طور معمول از مالت جو و در مواردی مالت سایر غلات نظیر گندم، یولاف، سورگوم و ارزن استفاده می‌شود (۸). در بین این غلات، دانه ارزن به واسطه نداشتن گلوتن و ارزش تغذیه ای بالا از جایگاه خاصی برخوردار است. مالت این غله به عنوان یک ماده اولیه مناسب برای تولید غذا و نوشیدنی برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک نیز مطرح است و تنها راه جلوگیری از این بیماری، اجتناب مادام العمر ازمصرف غذاها و نوشیدنی‌های حاوی گلوتن است (۳۵). ارزن از خانواده گندمیان دانه ای کوچک است که در گذشته به عنوان خوراک دام و پرندگان مورد استفاده قرار می‌گرفت. امروزه کاربرد آن گسترش یافته است و در تهیه انواع محصولات غذایی مانند نان‌ها و نوشیدنی‌های تخمیری و غیرتخمیری، غذای کودک و تنقلات نیزکاربرد دارد (۱۸). ارزن دارای ارقام مختلف با کیفیت مالت متفاوت است که همه آنها در نداشتن گلوتن با یکدیگر مشابه هستند. دربین‌این‌ارقام، ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum* L.)، پروسو (*Panicum miliaceum* L.) و دم روباهی (*Setaria italica* L.) ازقدمت و کاربرد بیشتری برخوردار هستند (۲۸). ارزن از لحاظ کیفیت پروتئین و میزان بالای کلسیم نسبت به سایرغلات برتری دارد. این غله ظاهرا همه اسیدهای‌آمینه ضروری را به میزان کافی دارد (۱۸). علاوه بر این، در بین غلات از لحاظ ترکیبات فنلی و فلاونوییدها نیز بی‌نظیر است (۳۲). برای بهبود ویژگی‌های کیفی مالت ارزن برای کاربرد در تولید نوشیدنی‌های تخمیری از مخمرها، باکتری‌های اسید لاکتیک و باکتری‌های اسید استیک نیز استفاده شده است (۹ و ۳۵). از مالت ارزن به تنهایی یا در ترکیب با مالت جو برای تولید نوشیدنی تخمیری مالت نیز استفاده می‌شود (۴ و ۲۷). در این میان کومار و همکاران (۲۰۱۵) بهترین نسبت برای تولید این نوع نوشیدنی را کاربرد نسبت ۳۲ به ۶۸ از مالت ارزن به مالت جو گزارش کرده اند (۲۰). نوشیدنی‌های مالت از پروفایل چشایی ضعیفی نسبت به آبجوهای بدون الکل برخوردارند. این نوشیدنی‌ها فاقد یک احساس دهانی خوب هستند و آبکی بنظر می‌رسند که دلیل اصلی آن عدم توازون عناصر طعمی‌ناشی‌از فقدان الکل‌است (۲۳). روش‌های مختلفی برای برطرف کردن این ضعف وجود دارد که کاربرد مالت جو با سایر مالت‌ها ازجمله‌این‌روش‌هاست (۱۳). در پایگاه‌های اطلاعاتی در ایران مطالعه‌ای در خصوص کاربرد مالت ارزن در تولید نوشیدنی‌های مالت یا تولید نوشیدنی مالت غیرالکلی و غیرتخمیری با مخلوط مالت ارزن و جو گزارش نشده است. بنابراین در این مطالعه از این دو مالت به تنهایی و به نسبت‌های مختلف برای تولید این نوشیدنی‌ها استفاده شد و اثرات آنها بر خصوصیات فیزیکی و کیفی نوشیدنی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

ارزن (واریته دم‌روباهی) از شهر خرامه واقع در ۷۵ کیلومتری شرق شهر شیراز در استان فارس و مالت جو و رازک پلت از شرکت بهنوش تهران تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد استفاده از درجه آزمایشگاهی بودند و از شرکت مرک – سیگما تهیه شدند.

۲-۲- آماده سازی مالت ارزن

تولید مالت ارزن در سه مرحله خیساندن، جوانه زنی دانه ها و خشک و برشته کردن آن‌ها انجام شد (۳۵). خیساندن دانه‌ها با هدف رسیدن رطوبت آن‌ها به ۴۳-۴۱ درصد در دو مرحله ۵ ساعتی با آب معمولی ۱۸-۲۲ °C و یک مرحله استراحت ۱۰ ساعتی بین آن‌ها انجام شد. مرحله جوانه زنی به مدت ۴ روز در دمای ۱۹-۲۴°C انجام شد. پایان این مرحله و کفایت فعالیت آنزیمی دانه ها با جوانه زنی حداقل ۸۵٪ از دانه ها و رسیدن طول ریشه ها به حدود نیم سانتی‌متر همراه بود. مرحله خشک و برشته کردن دانه ها با هدف حذف عمده رطوبت دانه ها تا ۶-۳ درصد انجام شد. برای انجام واکنش میلارد و ایجاد طعم و رنگ مناسب در دانه‌های مالت از یک برنامه دمایی از ۶۵ تا ۷۵ درجه سانتیگرد استفاده شد.

۲-۳- آماده سازی عصاره

دانه‌های مالت ارزن به تنهایی یا به نسبت ۷۵: ۲۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ با مالت جومورداستفاده قرارگرفتند (جدول ۱). دانه‌های مذکور پس از آسیاب و عبور از الک با مش ۲۰ به نسبت ۱ به ۴ با آب مخلوط شدند. برای عصاره گیری از یک برنامه منظم دمایی (۳۰ دقیقه در ۴۸، ۶۰ دقیقه در ۶۸ و ۲۰ دقیقه در ۷۶ درجه سلسیوس) استفاده شد تا نشاسته، پروتئین‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها به اجزای ساده‌تر خود تبدیل شوند (۸). عصاره های مذکور پس از فیلتر شدن به مدت یک ساعت در دمای سردخانه قرار داده شدند تا ترکیبات نامحلول آنها ته نشین شوند. در ادامه مایع رویی همراه با عصاره رازک حرارت داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه قرار گرفت. در پایان از محلول شفاف رویی پس از سه مرحله صاف شدن به کمک فیلترهای غشایی (۵، یک و ۰/۱ میکرون) به عنوان عصاره برای تولید نوشیدنی مالت استفاده شد (۱۳).

جدول۱- میزان مالت مصرفی برای تولید نوشیدنی‌ها

نوع نوشیدنی	مالت ارزن (٪)	مالت جو (٪)
A	۱۰۰	-
B	۷۵	۲۵
C	۵۰	۵۰
D	۲۵	۷۵
E	-	۱۰۰

۲-٤- تولید نوشیدنی مالت

برای تولید نوشیدنی ابتدا pH و بریکس عصاره تولیدی به ترتیب روی ۴ و۹ تنظیم شد (۱ و ۲). در ادامه عصاره فرموله شده به بطری های از جنس پلی اتیلن ترفتالات (PET) منتقل و سپس به کمک یخ خشک گازدارشد. پس از حل شدن کامل گاز، نوشیدنی‌ها در دمای ۶۵ °C به مدت ۳۰ دقیقه در پاستوریزاتور تونلی (به طول ۲۱ متر و عرض ۳ متر، شرکت حنان صنعت پویا، کرج) کارخانه کام آوران (کازرون، فارس) پاستوریزه شدند. نمونه ها پس از قرار گرفتن در حمام آب

سرد و سپس خشک شدن سطح آن‌ها تا زمان آزمایش در شرایط سرد (۲۰°C) نگهداری شدند.

۲-۵-اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی مالت‌های ارزن و جو

میزان پروتئین(باروش‌میکروکلدال)، چربی (با روش سوکسله)، میزان خاکستر(با کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰°C) و رطوبت (با آون معمولی در دمای۱۰۰°C) با استفاده از روش‌های مصوبAACC تعیین شدند (۳). برای تعیین مقدار تقریبی کربوهیدرات، مجموع مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از عدد ۱۰۰ کسر و بر پایه ماده خشک گزارش شد.

۲-٦- اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی نوشیدنی‌ها

خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌ها بر اساس استاندارد شماره ۲۲۸۰ تعیین شد (۱). برای این کار ابتدا گاز موجود در نوشیدنی‌ها با انتقال‌ازبشری به بشردیگر خارج شد. اندازه‌گیری pH به کمک pH متر، وزن مخصوص به کمک پیکنومتر و اسیدیته با محلول سود ۰/۱ نرمال تعیین شد. خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس و قند محلول و احیاء با روش فهلینگ اندازه گیری شدند.

۲-۷- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی نوشیدنی‌ها

در این مرحله میزان کف و ویسکوریته در پایان یک ماه نگهداری و میزان تلخی، کدورت و رنگ نوشیدنی‌ها بلافاصله بعد از تولید، دو هفته و چهار هفته بعد از نگهداری در شرایط سرد (۲۰ °C) اندازه گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان ثبات کف از روش Hackbarth (۲۰۰۶) با مقداری تغییر استفاده شد.برای این منظور نوشیدنی‌ها از یک ارتفاع مشخص به درون یک استوانه مدرج ۵۰۰ میلی لیتری (قطر ۵ سانتی متر) ریخته‌وارتفاع کف‌آن‌هابلافاصله و بعد از سه دقیقه اندازه‌گیری شد (۱۲). تفاوت ارتفاع در این دو زمان برحسب سانتی‌متر به عنوان میزان ثبات نوشیدنی‌گزارش شد. برای تعیین میزان ویسکوزیته‌نیزازروش۴-۳۸انجمن‌آبجوسازی‌اروپاو ویسکومتر اسوالد استفاده شد. میزان ویسکوزیته بر جسب mPas در دمای ۲۵ درجه سلسیوس گزارش شد (۱۱). برای تعیین میزان تلخی، کدورت و رنگ نوشیدنی‌ها نیز از روش‌های پیشنهادی انجمن آبجوسازی اروپا استفاده شد (۱۱). برای تعیین میزان تلخی نوشیدنی‌ها (بر حسب EBC) از روش ۸-۹ این انجمن استفاده شد. برای این منظور میزان جذب نوشیدنی گاززدایی شده در طول موج ۲۷۰ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر تعیین شد. از ایزواکتان به عنوان مرجع استفاده شد. برای تعیین کدورت نوشیدنی‌ها (بر حسب NTU) از روش ۲۹-۹ و کدورت سنج هک مدل (Hach, Loveland Co., ۲۱۰۰P USA) استفاده شد. برای تعیین رنگ نوشابه ها (بر حسب EBC) از روش۲- ۷-۴ و رنگ سنج لاوی باند (PFX 195, EnglandLaviband) استفاده شد. برای تعیین رنگ نوشیدنی‌های کم رنگ و پر رنگ به ترتیب از سل‌های ۲۵ و ۵ میلی‌متری استفاده شد.

۲-۸- ارزیابی حسی نوشیدنی‌ها

در این مرحله شدت ویژگی‌های کیفی مزه، آروما، رنگ، کدورت و همچنین پذیرش کلی نوشیدنی‌ها ارزیابی شد. برای ارزیابی شدت ویژگی‌های کیفی از ۱۰ ارزیاب آموزش دیده و مقیاس پنج طبقه ای استفاده شد. برای این منظور از ارزیاب ها خواسته شد که میزان شدت مزه، آروما، رنگ و کدورت نوشابه ها را با عبارات بسیار زیاد (۵)، زیاد (۴)، متوسط (۳)، کم (۲) و ناچیز یا نامحسوس (۱) مشخص کنند. برای پذیرش کلی از ۳۰ مصرف کننده این نوع نوشیدنی‌ها استفاده شد. برای این منظور از مقیاس ۵ طبقه ای لذت بخشی (هدونیک) استفاده شد و از ارزیابان خواسته شد که میزان علاقمندی و تمایل خود را نسبت به نوشیدنی‌ها با عبارات دوست داشتن بسیار زیاد (۵)، دوست داشتن زیاد (۴)، دوست داشتن متوسط (۳)، دوست داشتن کم (۲) و دوست نداشتن (۱) مشخص کنند. در پایان ارزیابی نیز عبارات کیفی به اعداد داخل پرانتز تبدیل و آنالیز آماری انجام شد (۲۱).

۲-۹- طرح تحقیق و تحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی و به روش فاکتوریل انجام شد. آزمایش‌ها با سه تکرار انجام شدند. نتایج با روش ANOVA و مقایسه میانگین با روش دانکن در سطح معنی داری ۰/۰۵ به کمک نسخه ۱۹نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر مالت سازی بر ویژگی‌های شیمیایی ارزن

مقدار پروتئین، چربی، کربوهیدرات و رطوبت دانه و مالت ارزن و همچنین مالت جو در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که مشخص است کربوهیدرات و خاکستر به ترتیب بیشترین و کم‌ترین جزء شیمیایی دانه و مالت ارزن را تشکیل دادند. مالت سازی سبب کاهش قابل توجه میزان اجزای دانه شد که ناشی از فعالیت متابولیسمی دانه در مرحله جوانه زنی بود. این افت تنفسی در مورد دانه ارزن در محدوده افت تنفسی برای این دانه ها در شرایط طبیعی جوانه زنی بود (۶). چنانچه در جدول ۲ مشخص است مالت ارزن از لحاظ چربی حاوی مقادیر بیشتر، اما از لحاظ میزان کربوهیدرات، پروتئین و املاح معدنی حاوی مقادیر کمتری نسبت به مالت جو است. این مطلب بازتابی‌ازترکیب شیمیایی‌دانه ارزن و جو و همچنین فعالیت‌های آنزیمی دانه در مرحله جوانه زنی و مالت سازی است (۱۸).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی دانه و مالت ارزن و مالت جو (بر حسب ماده خشک)

	دانه ارزن	مالت ارزن	مالت جو
پروتئین (٪)	۱۰/۳ ± ۰/۳^{a}*	۸/۱ ± ۰/۵^{b}	۱۱/٤ ± ۰/۵^{a}
چربی (٪)	٤/۷ ± ۰/۳^{a}	۳/۹ ± ۰/۱^{b}	۲/۷ ± ۰/۱^{c}
خاکستر (٪)	۲/٤ ± ۰/۲^{a}	۲/۱ ± ۰/۱^{b}	۲/٦ ± ۰/۲^{a}
کربوهیدرات (٪)	۸۰/۲ ± ۱/۳^{a}	۷۵/۵ ± ۰/٦^{b}	۷٦/۸ ± ۰/٤^{b}
رطوبت (٪)	۱۰/۵ ± ۰/٦^{a}	٤/۵ ± ۰/۳^{b}	٤/۹ ± ۰/۱^{b}

*حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

۳-۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های مالت

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های مالت بلافاصله پس از تولید در جداول ۳و۴ نشان داده شده است. در این خصوص با افزایش مالت ارزن در فرمول نوشیدنی‌ها میزان اسیدیته و خاکستر افزایش، اما میزان قند کل و قند احیاء کاهش یافت. همچنین میزان pH، دانسیته و ماده جامد محلول تقریبا ثابت ماندند.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های مالت تولید شده

نوع نوشیدنی	pH	اسیدیته (گرم در صد میلی‌لیتر)	خاکستر (گرم در صد میلی‌لیتر)	دانسیته
A	٤/۱۵ ± ۰/۰۳^{a}*	۰/٤۱ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۲٦ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۰۳۲ ± ۰/۰۰٤^{a}
B	٤/۰۷ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۳۸ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۲ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۰۳٤ ± ۰/۰۰٤^{a}
C	٤/۱۰ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۸ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۰۳۸ ± ۰/۰۰۲^{a}
D	٤/۱۸ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۲٤ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۱۱ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۰۳٤ ± ۰/۰۰۳^{a}
E	٤/۱۳ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۲۱ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۰۷ ± ۰/۰۱^{c}	۱/۰۳۵ ± ۰/۰۰۲^{a}

*حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است (برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید).

آگو (۱۹۹۵) در تولید آزمایشگاهیِ نوشیدنی مالتی الکلی با ارزن، سورگوم و جو مشاهده کرد که مالت ارزن اسیدیته بیشتری نسبت سایر مالت‌ها ایجاد می‌کند (۴). در این خصوص حسینی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند مقادیر بیشتر مالت یولاف در فرمول نوشیدنی مالت تولید شده با مخلوط مالت‌های جو و یولاف باعث افزایش خاکستر و اسیدیته می‌شود (۱۳). این موضوع می‌تواند تا حدودی مربوط به اسیدهای چرب آزاد شده از مقادیر زیادتر چربی ارزن و همچنین اسیدهای آلی در مراحل مختلف جوانه زنی، مالت سازی و فرآوری نوشیدنی با این مالت باشد (جدول ۲).

همان‌طور که در جدول۳ مشاهده می‌شود با افزایش مالت ارزن در فرمول نوشیدنی مالت، میزان قند کل و احیاء کاهش یافت که‌این‌کاهش‌در مورد قندکل تا حدودی آشکار بود و می‌تواند ناشی از فعالیت کمتر آلفا آمیلازی ارزن در مرحله جوانه زنی و فراوری عصاره مالت آن نسبت به جو باشد. مطالعات نشان می‌دهد که جو و گندم از فعالیت آمیلازی بالاتری نسبت به سایر غلات از جمله ارزن برخوردار هستند (۲۴). این موضوع را زارنکوف و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق روی بهینه سازی عصاره‌گیری برای مالت ارزن پروسو به عنوان مواد اولیه برای نوشابه و آبجو بدون گلوتن نیز تایید کرده‌اند (۳۵).

جدول ٤- میزان قند احیاء و کل نوشیدنی‌های مالت تولید شده

نوع نوشیدنی	قند کل (گرم در صد میلی‌لیتر)	قند احیا (گرم در صد میلی‌لیتر)
A	٦/٩٣ ± ٠/١٣^{b}*	١/٢٣ ± ٠/٨٠^{a}
B	٧/١٠ ± ٠/١٠^{ab}	١/٣٨ ± ٠/١٠^{a}
C	٧/٠٧ ± ٠/١١^{ab}	١/٥٢ ± ٠/٠٧^{a}
D	٧/١٢ ± ٠/٠٩^{a}	١/٦٨ ± ٠/١١^{a}
E	٧/١٥ ± ٠/١٠^{a}	١/٧٥ ± ٠/١٣^{a}

*حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است (برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید).

۳-۳- ویژگی‌های فیزیکی نوشیدنی‌های مالتی

۳-۳-۱- نتایج اندازه‌گیری میزان ثبات کف

با افزایش مالت ارزن، ثبات کف نوشیدنی‌ها کاهش یافت که علت اصلی آن ممکن است بخاطر مقدار بیشتر چربی این مالت در نوشیدنی‌های مذکور باشد (جدول۲). ثبات کف بخاطر تعامل پروتئین‌های با وزن مولکولی بیش از ۵ کیلو دالتون مشتق شده از مالت با اسیدهای رازک است (۵). برای تثبیت کف، این پروتئین ها باید دناتوره شوند که این عمل در مدت جوشاندن عصاره انجام می‌شود. لیپید ها از طریق تداخل در تعامل پروتئین‌های کف‌زا و اسیدهای رازک و همچنین رقابت با هوا سبب تخریب کف می‌شوند (۲۹). چنین نتیجه ای در نوشیدنی مالت تولید شده با مقادیر بیشتر مالت یولاف نسبت به جو نیز مشاهده شده است و دلیل آن محتوای چربی و اسیدهای آمینه بازی بیشتر مالت یولاف نسبت به جو گزارش شده است (۱۳).

جدول ۵- تاثیر مالت ارزن بر میزان کف و ویسکوزیته نوشیدنی‌ها

نوع نوشیدنی	ویسکوزیته (mPas)	ارتفاع کف (cm)
A	۱/۸۵ ± ۰/۰۵^{a}*	۱۳ ± ۱/۰^{bc}
B	۱/۸۸ ± ۰/۰۸^{a}	۱۵ ± ۱/۳^{b}
C	۱/۹۱ ± ۰/۰۶^{a}	۱۶ ± ۱/۶^{b}
D	۱/۹۳ ± ۰/۰۵^{a}	۱۸ ± ۱/۰^{a}
E	۱/۹۷ ± ۰/۰۷^{a}	۱۹ ± ۱/۵^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است (برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید).

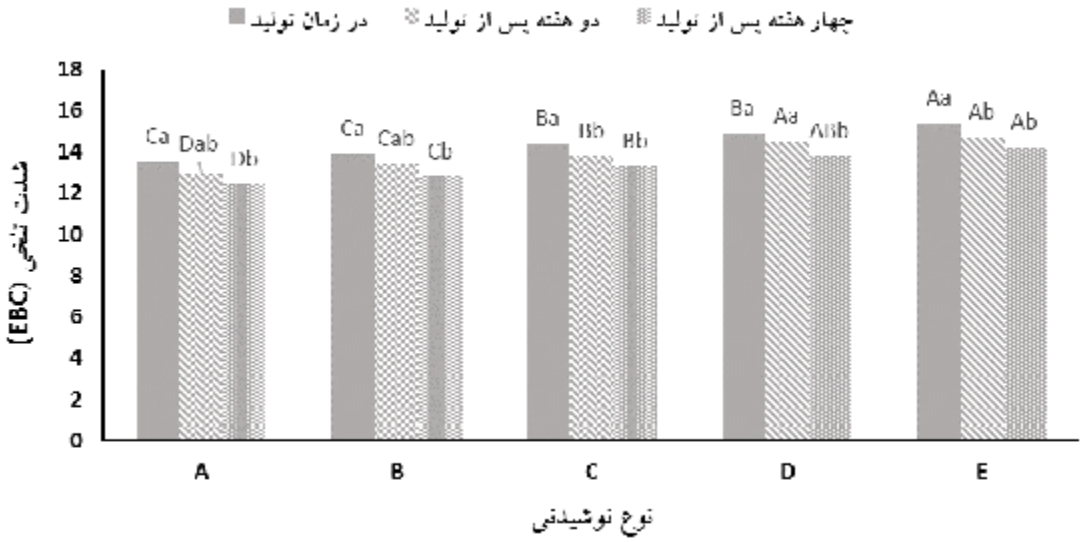
۳-۳-۲- نتایج اندازه‌گیری میزان ویسکوزیته

با افزایش‌میزان‌مالت‌ارزن، ویسکوزیته نوشیدنی‌ها بدون تغییری آشکار با کاهش مواجه شد. ویسکوزیته بیشتر برای نوشیدنی با نسبت بیشتر مالت جو ممکن است به دلیل ورود مقادیر زیادتر ماکرومولکول‌های بتاگلوکان‌وآرابینوزایلان از طریق این مالت به محصول نهایی باشد (۱۰). در این خصوص زارنکوف و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه خود روی تولید آبجو بدون گلوتن با ارزن پروسو به چنین نتایجی دست یافتند و نشان دادند که ویسکوزیته برای عصاره تولید شده با مالت ارزن تقریباً ۱/۶۵ و برای ورت جو در دامنه ۲/۲-۱/۷ میلی پاسکال بر ثانیه است (۳۴). کم بودن ویسکوزیته یک ویژگی مطلوب برای مالت جو و ارزن محسوب می‌شود و بازتاب فعالیت بالای آلفا آمیلازی دانه است که باعث می‌شود استخراج عصاره از مالت به راحتی و در مدت کوتاهی انجام شود (۲۴). این‌موضوع‌یکی‌دیگرازدلایل ثبات بیشتر کف در نوشیدنی‌های حاوی مالت جو بیشتر نیز محسوب می‌شود.

۳-۳-۳- نتایج میزان تلخی

با افزایش‌مقدار مالت ارزن در ترکیب نوشیدنی‌های مالت تولید شده، مقدار تلخی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱). کمتر بودن تلخی آبجوهای تولید شده با مالت ارزن نسبت به جو توسط آگو (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است (۴). تلخی نوشابه‌های مالتی عمدتا بخاطر حضور اسیدهای ایزوآلفا است که در مرحله جوشاندن عصاره از ایزومری شدن اسیدهای آلفای رازک حاصل می‌شوند (۱۴). با توجه به کاربرد مقدار یکسان رازک برای همه نوشیدنی‌ها، تغییر تلخی نباید به طور مستقیم در ارتباط با رازک باشد و ممکن است عوامل دیگری مانند اکسیداسیون اسیدهای رازک در کاهش آن شرکت داشته‌باشند.دراین‌خصوص‌محتوای‌فنلی‌وملانوئیدین نوشیدنی‌ها و همچنین ویسکوزیته آن ها نقش مهمی دارند. ترکیبات فنلی و ملانوئیدین به عنوان گیرنده و رادیکال‌های آزاد از ادامه واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایش خودبخودی عوامل تلخی جلوگیری‌می‌کنند(۳۳). رنگ‌کمتر نوشیدنی‌های حاوی مقادیر بیشتر مالت ارزن که نشانه تشکیل مقادیر کمتر ملانوئیدین است، پتانسیل‌کمتراین نوشیدنی‌ها را در جلوگیری از اکسایش اسیدهای ایزوآلفا تایید می‌کند. تلخی کم تر این نوشیدنی‌ها را می‌توان به ویسکوزیته کم تر آن‌ها نیز ربط داد (جدول ۴). در این رابطه اسیدهای ایزوآلفا با سهولت بیشتری در معرض رادیکال‌های آزاد موجود در محیط و اکسایش قرار می‌گیرند. با این حال، زارنکوف (۲۰۱۰) تلخی عصاره ارزن پروسو را بسیار نزدیک به تلخی عصاره جو برآورد کرد که این موضوع ممکن است مربوط به واریته متفاوت ارزن مورد استفاده باشد (۳۴). با توجه به شکل ۱ تلخی نوشیدنی‌ها در مدت یک ماه نگهداری در شرایط سرد به طور معنی‌داری کاهش یافت. چنین نتایجی در نوشیدنی‌های تولید شده با مالت جو و یولاف نیز مشاهده شده است و علت آن به کم شدن تدریجی توان آنتی‌اکسیدانی نوشابه ها و ویسکوزیته آن‌ها نسبت داده شده است (۱۹). در مدت نگهداری نوشیدنی‌ها مقداری از ترکیبات

فنلی‌صرف‌خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد، کلاته‌کردن یونهای فلزی و سایر عوامل اکسیدان شده و توان آنتی اکسیدانی آنها در محافظت از اسیدهای رازک کاهش می‌یابد. اسیدهای ایزوآلفای رازک به تجزیه فیتوشیمیایی نیز حساس هستند و با قرار گرفتن در معرض مختصری نور تجزیه می‌شوند (۱۵).

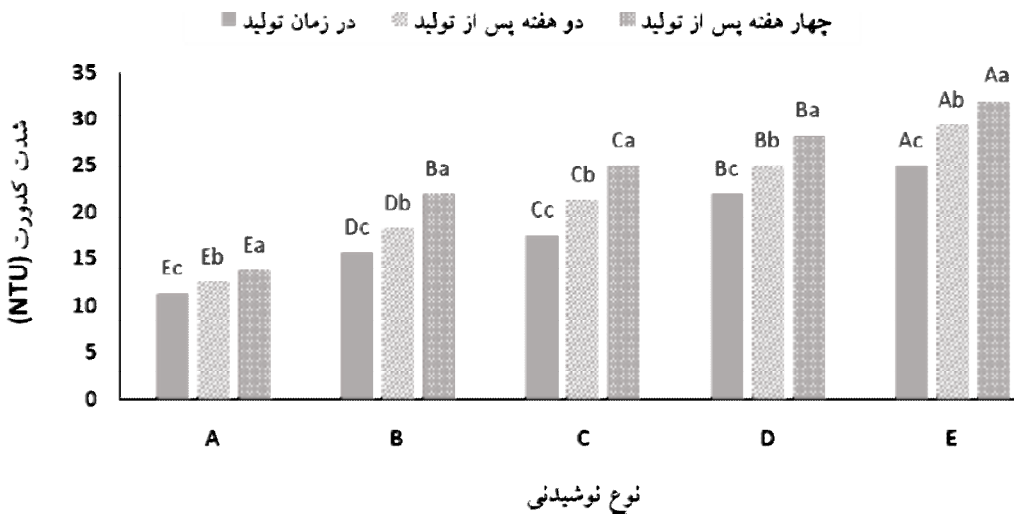


شکل۱- تاثیر مالت ارزن و جوبه تنهایی و همچنین نسبت‌های مختلف آنها بر میزان تلخی نوشیدنی‌ها در مدت نگهداری در شرایط سرد

*حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین نوشیدنی‌ها در هر زمان و همچنین هر نوشیدنی در طول نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد است؛ برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید

۳-۳-٤- نتایج اندازه‌گیری کدورت

با افزایش مقدار مالت ارزن در ترکیب نوشیدنی‌ها کدورت به طور معنی‌داری‌کاهش یافت که ممکن است ناشی از حضور مقادیر بیشتر پروتئین و کربوهیدرات‌هایی مانند بتاگلوکان و آرابینوزایلان در مالت جو باشد (شکل ۲). در نوشیدنی‌های بر پایه مالت، کدورت عمدتاً حاصل واکنش بین پلی پپتیدهای غنی از پرولین و پلی فنل‌های فلاوانولی است (۳۱). مالت ارزن نسبت به جوحاوی‌اسیدآمینه‌پرولین و همچنین عوامل فلاوانولی کم‌تری‌است (۱۸). برای تشکیل کدورت، فلاوانوئیدهای ساده ابتدا در طول عصاره گیری و جوشاندن پلیمری می‌شوند تا شرایط اتصال آن‌ها به پروتئین فراهم شود (۱۷). کدورت نوشیدنی مالت جو می‌تواند به واسطه بتا گلوکان‌ها و آرابینوزایلان‌های بیشتر مالت جو نسبت به ارزن باشد(۷). ویسکوزیته بیشتر نوشیدنی‌های حاوی مقادیر بیشتر مالت جو گواه بر این موضوع است.



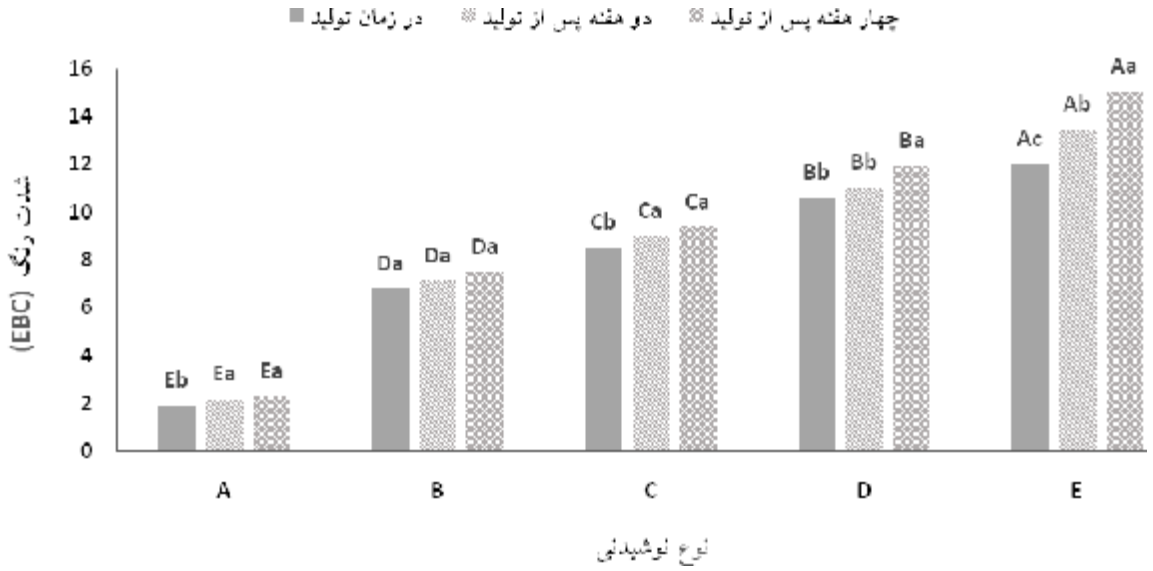
شکل۲-تاثیر مالت ارزن و جو به تنهایی و همچنین نسبت‌های مختلف آنها بر میزان کدورت نوشیدنی‌ها در مدت نگهداری در شرایط سرد

*حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین نوشیدنی‌ها در هر زمان و همچنین هر نوشیدنی در طول نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد است؛ برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید.

کدورت نوشیدنی‌ها در طول نگهداری افزایش یافت که علت آن می‌تواند ناشی از رشد و بزرگ شدن کمپلکس پلی فنل‌ها پلی‌پپتیدها درنوشیدنی‌های با مقادیر بیشتر مالت جو باشد (۲۲). این کمپلکس‌ها ابتدا کوچک و محلول هستند، اما با گذشت زمان بتدریج بزرگ شده و قابل مشاهده می‌شود و در نهایت رسوب می‌کنند (۳۱). چنین نتایجی برای نوشیدنی‌های حاوی مالت جو و یولاف نیز مشاهده شده است (۱۳).

۳-۳-۵- نتایج اندازه‌گیری رنگ

با افزایش میزان مالت ارزن، رنگ نوشیدنی‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت که دلیل آن ممکن است مربوط به مقادیر کمتر پروتئین و قند احیاء در این مالت باشد (شکل ۳). به طور کلی رنگ نوشیدنی‌های مالت تحت تاثیر نوع مالت و رازک است. در این خصوص مالت اثر بیشتری نسبت به رازک دارد و به واسطه تشکیل ملانوئیدین و سایر ترکیبات رنگی ناشی از واکنش‌های میلارد در طول خشک و برشته شدن مالت باعث افزایش شدت رنگ در نوشیدنی می‌شود. این نتیجه با سایر مطالعات که حاکی از شدت رنگ کمتر مالت ارزن نسبت جو است مطابقت دارد (۴).



شکل۳- تاثیرمالت ارزن و جو به تنهایی و همچنین نسبت‌های مختلف آنها بر میزان رنگ نوشیدنی‌ها در مدت نگهداری در شرایط سرد

*حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین نوشیدنی‌ها در هر زمان و همچنین هر نوشیدنی در طول نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد است؛ برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنی

با توجه به شکل۳ شدت رنگ نوشیدنی‌ها در طول نگهداری به تدریج زیاد شد. این نتیجه می‌تواند ناشی از اکسیداسیون پلی فنل‌های مالت و رازک در طول نگهداری باشد که سبب افزایش رنگ نوشیدنی‌های مالت شده است (۱۴). با افزایش رنگ، توان آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی زیاد شده و مانع از تخریب عوامل حسی‌مانند تلخی نوشیدنی می‌شود. این موضوع از شدت تلخی بیشتر نوشیدنی‌های حاوی مقادیر بیشتر مالت جو مشهود است (شکل ۱).

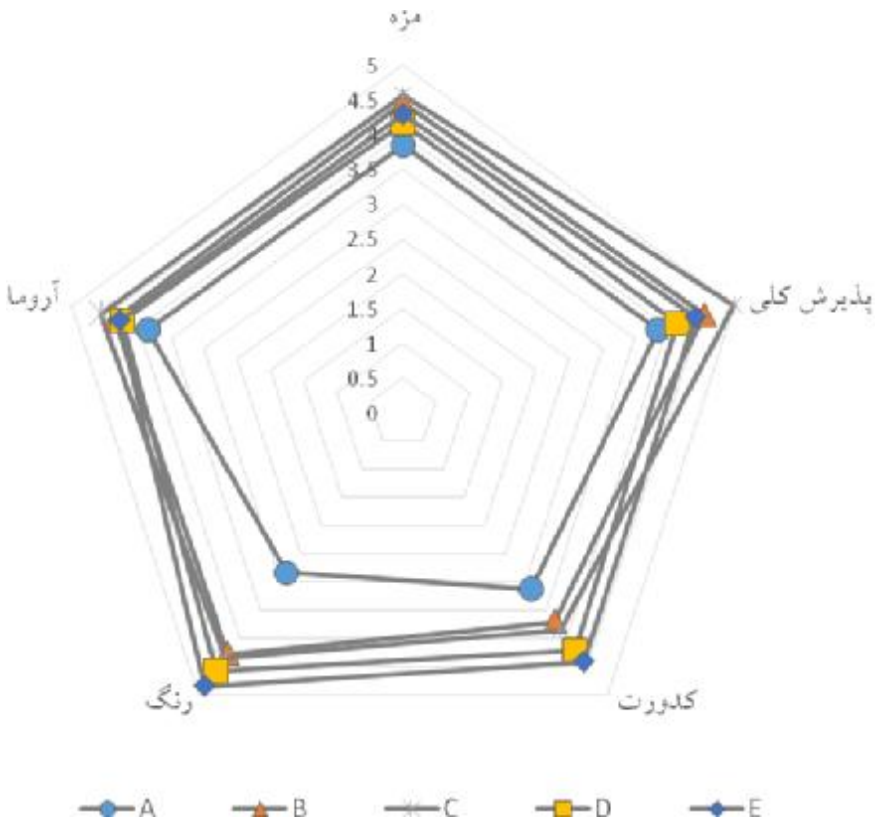
۳-٤- ارزیابی حسی نوشیدنی‌های مالتی

نتایج حاصل از ارزیابی کیفی شدت ویژگی‌های حسی و پذیرش مصرف‌کننده در شکل۴ نشان داده شده است. کمترین پذیرش کلی و شدت احساس مشخصه‌های کیفی مربوط به نوشیدنی مالت تولید شده با ۱۰۰٪ ارزن بود. این در حالی است که نوشیدنی‌های با نسبت ۵۰ و ۷۵ درصد مالت ارزن از لحاظ طعم (مزه و آروما) و همچنین میزان رنگ از شدت بیشتری برخوردار بودند. علاوه بر این از پذیرش بالاتری نسبت به نوشیدنی مالت تولید شده با فقط ارزن یا حتی مالت جو برخوردار شدند. این موضوع نشانه اهمیت بیشتر طعم نسبت به سایر مشخصه‌های کیفی در پذیرش کلی بالای این دو نوع نوشیدنی است. علاوه بر این نشان می‌دهدکه کاربرد همزمان دو مالت با این نسبت‌ها از اثر هم افزایی خوبی بر مشخصه‌های کیفی برخوردار است. در مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۱۲) نیز ترکیب مساوی از دو مالت جو و یولاف بیشترین مقبولیت را نزد مصرف‌کنندگان داشت (۱۳). نوشیدنی حاوی فقط مالت جو از شدت طعم و رنگ بالاتری نسبت به نوشیدنی تولید شده با ۱۰۰٪ مالت ارزن برخوردار بود؛ با این حال کدورت‌زیادترآن‌باعث‌پذیرش کمتر آن نسبت به نوشیدنی‌های حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد مالت ارزن شد. در این خصوص نیز آگو (۱۹۹۵) در ارزیابی حسی آبجوهای تولیدی خود با مالت ارزن و جو مشاهده کرد که نوشیدنی تهیه شده با جو از طعم و

رنگ و همچنین مقبولیت بیشتری نسبت به نوشیدنی الکلی مالت ارزن برخوردار است (۴).

٤- نتیجه‌گیری

مالت‌ارزن‌به‌تنهایی باعث رنگ و کدورت کمتر در نوشیدنی‌ها شد؛ اما اثر خوبی روی طعم و تلخی نوشیدنی نداشت. با این حال ترکیب آن با مالت جو به نسبت مساوی در فرمول نوشیدنی با بهبود مشخصه‌های کیفی باعث بیشترین مقبولیت نزد مصرف‌کنندگان شد. در طول نگهداری شدت رنگ و کدورت بتدریج با افزایش، اما شدت تلخی با کاهش مواجه شد که پدیده‌ای طبیعی در نوشیدنی‌های مالت است. با توجه به امکان کشت ساده و دسترسی راحت به این غله در ایران، ارزن می‌تواند پتانسیل خوبی در تولید نوشیدنی مالت بویژه برای بیماران حساس به گلوتن داشته باشد که نیازمند مطالعه بیشتری است.



شکل ٤- ارزیابی حسی نوشیدنی‌های مالت تولید شده با مالت ارزن یا مالت جو و همچنین نسبت‌های ۷۵ به ۲۵، ۵۰ به ۵۰ و ۲۵ به ۷۵ درصد از مالت ارزن و جو پس از یک ماه نگهداری در شرایط سرد

(برای اطلاع از فرمول نوشیدنی‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید).

۵- منابع

۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸٦. روش‌های آزمون ماء الشعیر. استاندارد شماره ۲۲۸۰، تجدید نظر اول.

۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۰. نوشیدنی مالت: ویژگی‌ها. استاندارد شماره ۲۲۷۹، تجدید نظر پنجم.

3. AACC International. 2010. Approved methods of analysis. 11th edition. AACC International, St. Paul.
4. Agu, R. C. 1995. Comparative study of experimental beer brewed from millet, sorghum, and barley malts. *Process Biochemistry*, 30(4):311-315.
5. Asano, K. and Hashimoto, N. 1980. Isolation and characterization of foaming proteins of beer. *Journal of American Society of Brewing Chemists*, 38(4): 129 – 137.
6. Badau, M. H., Nakama, I. and Jideani, I. A. 2006. Steep-out moisture, malting loss, and diastatic power of pearl Millet and Sorghum as affected by germination time and cultivar. *International Journal of Food Properties*, 9(2): 261-272.
7. Baxter, E. D. and Hughes, P. S. 2001. Beer: Quality, safety, and nutritional aspects. Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 14-39.
8. Briggs, D., Boulton, C. A., Brookes, P. A. and Stevens, R. 2004. *Brewing:* Science and practice. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, pp. 589-604.
9. Chao, S. H., Huang, H. Y., Kang, Y. H., Watanabe, K. and Tsai, Y. C. 2013 The diversity of lactic acid bacteria in a traditional Taiwanese millet alcoholic beverage during fermentation. *LWT-Food Science and Technology*, 51(1): 135-142.
10. Cyran, M., Izydorczyk, M. S. and McGregor, A. W. 2002. Structural characteristics of water-extractable nonstarch polysaccharides from barley malt. *Cereal Chemistry*, 79(3): 359-366.
11. European Brewery Convention. 2006. Analytica EBC. 6th edition. Verlag Hans Carl Getrankeach verlag, Nurnburg.
12. Hackbarth, J. J. 2006. Multivariate analyses of beer foam stand. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(1): 17-24.
13. Hosseini, E., Shahedi, M. and Kadivar, M. 2102. Physicochemical properties and storability of non-alcoholic malt drinks prepared from oat and barley malts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1): 173-182.
14. Hughes, P. 2000. The significants of iso α-acids for beer quality. *Journal of the Institute of Brewing*, 106(5): 271-276.
15. Hughes, P. 2008. Beer flavor. In: Beer, a quality perspective (Editors: C. W. Bamforth, I. Russell, and G. Stewart). Academic Press, London, pp. 61-83.
16. Kamil, G. 2003. Technological development in production methods for alcohol-free malt beverages. *Drink Technology Market*, 5(1): 22-24.
17. Kaneda, H., Kano, Y., Osawa, T., Kawakishi, S. and Kamimun, M. 1990. Effects of free radicals on haze formation in beer. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 38(10): 1909–1912.
18. Kent, N. L., and Evers, A. D. 1994. *The* technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture. Pergamon Press, Oxford, pp. 287-312.
19. King, B. M. and Duineveld, C. A. A. 1999. Changes in bitterness as beer ages naturally. *Food Quality and Preference*, 10(4): 315–324.
20. Kumar, S., Singh, A., Shahi, N. C., Chand, K., and Gupta, K. 2015. Optimization of substrate ratio for beer production from finger millet and barley. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(2): 110-120.
21. Langstaff, S. A., Guinard, J. X. and Lewis, M. J. 1991. Sensory evaluation of the mouthfeel of the beer. *Journal of American Society of Brewing Chemists*, 49(2): 54-59.
22. Leiper, K. A. and Miedl, M. 2008. Colloidal stability of beer. In: Beer, a quality perspective (Editor: C. W. Bamforth). Academic Press, London, pp. 112-155.
23. Malfliet, S., Goiris, K., Aerts, G. and DeCooman, L. 2009. Analytical-sensory determination of potential flavor deficiency of light beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 115(1): 49-63.

24. Meussdoerffer, F. and Zarnkow, M. 2009. Starchy raw materials. In: Handbook of brewing (Editor: H. M. Eblinger). Wiley, Weinheim, pp. 43-83.
25. Muller, C., Neves, L. E., Gomes, L., Guimaraes, M. and Ghesti, G. 2019. Processes for alcohol-free beer production: a review. *Food Science and Technology Campinas*, 40(2): 273-281.
26. Ottman, R., Riaz, M. N. and Chaudry, M. M. 2019. Alcohol in halal food production. In: Handbook of halal food production (Editors: M. N.Riaz and M. M. Chaudry). CRC Press, Boca Raton, pp. 201-206.
27. Pacala, M. L., Oprean, L., Tita, O., Brudiu, L., Begea, M. and Sirbu, A. 2012. Basic physical-chemical and sensorial evaluation of some fermented mashes produced from wheat, husked millet, barley malt, and oat. *Procedia Engineering*, 42: 197-205.
28. Ravindran, G. 1991. Studies on millets: Proximate composition, mineral composition, and phytate and oxalate contents. *Food Chemistry*, 39(1): 99–107.
29. Roberts, R. T., Keeney, P. J. and Wainwright T. 1978. The effects of lipids and related materials on beer foam. *Journal of the Institute of Brewing*, 84(1): 9 – 12.
30. Salanta, L. C., Coldea, T. E., Ignat, M. V., Pop, C. R., Tofana, M., Mudura E. et al. 2020. Non-alcoholic and craft beer production and challenges. *Processes*, 8(11): 1-23.
31. Siebert, K. J., Carrasco, A. and Lynn, P. Y. 1996. Formation of protein-polyphenol haze in beverages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44(8): 1997-2005.
32. Taylor, R. N. and Duodu, K. G. 2015. Effects of processing sorghum and millets on their phenolic phytochemicals and the implications of this to the health-enhancing properties of sorghum and millet food and beverage products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2): 225-237.
33. Woffenden, H. M., Ames, J. M., Chandra, S., Anese, M. and Ni-Coli M. C. 2002. Effect of kilning on the antioxidant and pro-oxidant activities of pale malts. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50(17): 4925–4933.
34. Zarnkow, M., Faltermaier, A., Back, W., Gastl, M. and Arendt, E. K. 2010. Evaluation of different yeast strains on the quality of beer produced from malted proso millet (Panicum miliaceum L.). *European Food Research and Technology*, 231(2): 287–295.
35. Zarnkow, M., Kebler, M., Back, W, Arendt, E. K. and Gastl, M. 2010. Optimization of the mashing procedure for 100% malted Proso Millet (Panicum miliaceum L.) as a raw material for gluten-free beverages and beers. *Journal of the Institute of Brewing*, 116(2): 141–150.

(Original Research Paper)

Investigation into Physicochemical and Sensorial Properties of Malt Drink Produced with Millet and Barley Malts

Mahsa Mozaffari[1] , Ebrahim Hosseini[2]*

1-MSc. Graduated of Food Science and Technology, Kherad Institute of Higher Education, Bushehr, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

Received:11/05/2021 Accepted:05/08/2021

Abstract

Malt drinks are a new generation of beers that are primarily consumed in Muslim countries. These drinks are typically produced using barley malt and in a similar manner to beer but without fermentation. Malt drinks have a poor taste and mouthfeel compared to beers due to the imbalance of their flavor elements in the absence of alcohol. There are several ways to overcome the poor taste of these drinks, among which the most important way is accompanying other malts with barley malt. Millet malt is a promising alternative to produce malt drinks due to its high nutritional value. In this study, malt drinks were made using barley and millet malts alone or in a mass ratio of 25: 75, 50: 50, 75: 25, and their physicochemical properties and sensory characteristics were determined. Also, some physical properties, including turbidity, color, and bitterness, have been examined during a month of storage at ambient temperature. The results showed increased millet malt decreased bitterness, color, turbidity, viscosity, and foam stability. Furthermore, while bitterness was gradually reduced during the storage, turbidity and color intensity were increased. In this regard, sensory evaluation was in line with instrumental measurements. Overall, the drink with an equal proportion of the barley and millet malts was faced with the highest acceptance. This study demonstrated that a combination of millet and barley malts could be an appropriate way to improve the physical and sensorial properties of malt drinks.

Keywords: Malt Drink, Millet Malt, Physical Properties, Sensorial Evaluation

*Corresponding Author: hoss_ebrahim@yahoo.com