مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۳۴۳-۳۳۵

بررسی اثرات دمای تخمیر و دو مخمر *ساکارومایسس* بر ویژگی‌های ماءالشعیر

شیرین مال گنجی[۱]، آرمان جلیلوند[۲]، سارا سهراب وندی[۳]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

۲- کمیته تحقیقات دانشجویان، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- نویسنده‌ی مسئول: استادیار گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: sohrabv@sbmu.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: ماءالشعیر بدون الکل از جمله نوشیدنی‌های سلامت‌بخش و محبوب در سراسر جهان است و می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای نوشابه به‌شمار آید. با توجه به اهمیت این نوع نوشیدنی، هدف تحقیق حاضر بررسی اثرات مشترک دمای تخمیر و مخمرهای *ساکارومایسس سره‌ویسیه* و *ساکارومایسس روکسی‌یی* بر ویژگی‌های ماءالشعیر بدون الکل است.

مواد و روش‌ها: ابتدا عمل تخمیر ماءالشعیر با استفاده از مخمر *ساکارومایسس سره‌ویسیه* طی ۴۸ ساعت در دو دمای ۲۴°C و ۱۲ انجام شد سپس در ساعت ۴۸ام تخمیر دو سویه مخمر (*ساکارومایسس روکسی‌یی* ۲۵۳۱ و *ساکارومایسس روکسی‌یی* ۲۵۳۵) به درون ماءالشعیر (پس از غیرفعال کردن مخمر *ساکارومایسس سره‌ویسیه* توسط فرایند حرارتی) تلقیح شدند و میزان افت pH و گرانش و مقدار اتانول مورد بررسی قرار گرفت. در پایان دوره تخمیر، میزان غلظت استالدئید، دی استیل و ۲- ۳ پنتان‌دی‌اُن و خواص حسی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین نرخ افت pH و گرانش در نمونه‌های تخمیری *ساکارومایسس سره‌ویسیه* مربوط به دمای ۲۴°C بود. میزان اتانول در تیمارهای تخمیری *ساکارومایسس روکسی‌یی* در دمای ۲۴°C از ساعت ۴۸ام به بعد، به طور چشمگیر کاهش یافت. غلظت مواد فرار و هم‌چنین ارزیابی حسی در تیمارهای دارای *ساکارومایسس سره‌ویسیه*، به ترتیب کمتر و بهتر بود.

نتیجه‌گیری: هرچند تولید ماءالشعیر رایج با استفاده از مخمر *س. سره‌ویسیه* در دمای تخمیر ۲۴°C، به دلیل توانایی این مخمر در کاهش میزان ترکیبات فرار عامل بدطعمی ورتی مناسب است ولی به منظور تولید ماءالشعیر بدون الکل استفاده توام *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* در دمای ۲۴°C پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: اتانول، *ساکارومایسس*، ماءالشعیر، مخمر

مقدمه

ماءالشعیر یک نوشیدنی محبوب است که در سراسر جهان مصرف می‌شود. محبوبیت این نوشیدنی ناشی از طعم و ویژگی‌های حسی مطلوب و نیز قیمت کمتر آن در مقایسه با سایر نوشیدنی‌ها است (۱). گزارشات نشان می‌دهد اغلب ماءالشعیرهای تولید شده در دنیا حاوی ۶-۳٪ (V/V) اتانول هستند (۳، ۲). با این حال ماءالشعیر را با توجه به محتوای اتانول آن‌ها می‌توان به سه دسته کم الکل (حدود ۳-۲٪ اتانول)، متوسط (حدود ۵٪ اتانول) و زیاد (حدود ۱۲-۶٪ اتانول) تقسیم کرد (۴). در سال‌های اخیر سهم بازار در راستای تولید ماءالشعیر کم الکل و بدون الکل رو به افزایش است. به‌طور کلی، میزان اتانول در ماءالشعیرهای کم الکل کمتر از ۲/۵٪ (V/V) است. تعریف استاندارد ماءالشعیر بدون االکل در کشورهای مختلف، یکسان نیست. به‌عنوان مثال، بیشینه مقدار اتانول ماءالشعیر بدون الکل در کشورهای عربی باید کم‌تر از ۰/۱٪ (V/V) باشد این موضوع در حالی است که میزان اتانول در کشورهای انگلستان، آلمان، هلند و ایران کم‌تر از ۰/۵٪ تعریف شده است (۱۰-۳). بنابراین اصطلاح "تقریبا عاری از الکل" زمانی می‌تواند استفاده شود که میزان اتانول بین ۰/۵- ۰/۰۵ (V/V) باشد (۶، ۴).

از آن‌جا که مصرف نوشیدنی‌های الکلی از دو جنبه فردی (اثرات ضدسلامتی) و اجتماعی جنجال برانگیز بوده و در کشورهای اسلامی استفاده از این نوع نوشیدنی‌ها ممنوع است، بنابراین تولید ماءالشعیر بدون الکل با خواص حسی مطلوب اهمیت پیدا می‌کند (۱۲، ۱۱، ۶). روش‌های

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

متعددی برای تولید صنعتی ماءالشعیر بدون الکل به‌کار گرفته شده است که دو روش حذف اتانول محصول و تخمیر محدود شده از جمله مهم‌ترین این روش‌ها هستند. محدود کردن تخمیر الکلی می‌تواند با استفاده از مخمرهای ویژه و توقف عملیات تخمیر به وسیله ترکیبات گوناگون و یا عوامل موثر در فرایند انجام پذیرد. لازم به یادآوری است تنها روش اخیر مورد تایید دین مقدس اسلام است (۱۳، ۶، ۴).

شواهد نشان می‌دهند از آن‌جا که گونه *ساکارومایسس روکسی‌یی* قادر به استفاده کارآمد از قند مالتوز (بیشترین قند قابل تخمیر در ورت) نبوده می‌تواند به‌عنوان تولیدکننده ضعیف اتانول در محیط ورت به‌شمار آید (۴). *ساکارومایسس روکسی‌یی* قادر به کاهش اتانول در محیط‌های محتوای کم قند است (۷). بنابراین، مطالعه حاضر به بررسی تاثیر به‌کارگیری مرحله‌ای مخمر *ساکارومایسس سره‌ویسیه* و دو سویه مخمر *ساکارومایسس روکسی‌یی* بر میزان اتانول، مواد طعم زای نامطلوب و خواص حسی ماءالشعیر بدون الکل می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش: در ابتدا مخمر *ساکارومایسس سره‌ویسیه* (DSMZ, Braunschweig, Germany) به درون ورت تهیه شده از شرکت بهنوش تلقیح شد و فرایند تخمیر در دو دمای ۲۴° و ۱۲ به مدت ۴۸ ساعت انجام پذیرفت (۴). سپس سلول‌های مخمر *ساکارومایسس سره‌ویسیه* با اعمال فرایند حرارتی (دمای ۸۵°C و ۱۰ دقیقه) غیرفعال شدند و پس از خنک شدن نمونه‌ها، افزودن دو سویه مخمر *ساکارومایسس روکسی‌یی*2531 و DSM 2535 در تعداد تقریبی 10^7cfu/ml انجام پذیرفت. عملیات تخمیر تا ۴۸ ساعت در دمای ۲۴°C و تا ۹۶ ساعت در دمای ۱۲°C ادامه داشت. سپس شاخص‌های افت pH، گرانش ورت و مقدار اتانول در دوره‌های زمانی ۲۴ ساعته از تخمیر و غلظت‌های استالدئید، دی‌استیل، ۲ و ۳پنتان‌دی‌اُن و ارزیابی حسی تیمارها در پایان دوره تخمیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

آنالیزهای شیمیایی: اتانول و گرانش ماءالشعیر با استفاده از دستگاه آنالایزر دیجیتالی ماءالشعیر (Anton Par, Austria) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ارزیابی pH ورت و ماءالشعیر با استفاده از pHمتر (MA 235, Mettler, Switzerland)، غلظت استالدئید به وسیله گاز کروماتوگرافی (Thermo Electron Scientific Instrument Division, Dreieich, germany) انجام پذیرفت (۱۴). میزان دی استیل و ۲و ۳ پنتان‌دی‌اُن با استفاده از گاز کروماتوگرافی (Thermo Electron Scientific Instrument Division) مجهز به آشکارساز جذب الکترون و فضای خالی خودکار دریچه تزریق با توجه به روش ماتیس و همکاران اندازه‌گیری شد (۱۵).

ارزیابی حسی: از ارزیاب‌های آموزش‌دیده به منظور ارزیابی حسی استفاده شد. چند زوج از تیمارها با استفاده از آزمون مقایسه دوتایی به صورت رشته‌ای مورد مقایسه قرار گرفتند (۱۶). تیمارها شامل دو گروه زیر بودند:

الف. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۲۴/ *س. روکسی‌یی*۲۵۳۵ در ۱۲°C
با *س. سره‌ویسیه* ۷۰۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ در ۱۲°C

ب. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵ در ۲۴°C
با *س. سره‌ویسیه* ۷۰۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ در ۲۴°C

پس از ارزیابی تیمارهای یاد شده، تیمار مطلوب به منظور مقایسه با تیمارهای تخمیری با مخمر *س. سره‌ویسیه* در دو دمای ۲۴°C و ۱۲ انتخاب شد. شاخص‌های مقایسه شامل جاافتادگی طعم (Flavor maturity/fullness)، پذیرش کلی ماءالشعیر (Overall acceptability) و بوی نامطلوب (Taint) بودند (۱۶).

آنالیز آماری: آزمایشات در سه تکرار انجام شد و تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از ANOVA (نرم افزار Minitab) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

سینتیک افت pH در طی دوره تخمیر: جدول ۱ نشان‌دهنده شاخص‌های سینتیکی افت pH در تیمارها طی ۹۶ ساعت تخمیر در دوره‌های زمانی ۲۴ ساعته است. بر اساس جدول ۱، مستقل از ترکیب مخمری مورد استفاده، بیشترین سرعت‌های افت pH طی دوره تخمیر در تیمارهای تخمیرشده در دمای ۲۴°C در قیاس با تیمارهای تخمیرشده در ۱۲°C مشاهده می‌شود ($p<0/05$). نیز بیشترین سرعت افت pH میان تمامی تیمارها به انواع دارای *س. سره‌ویسیه* تخمیرشده در دمای ۲۴°C مرتبط است. این موضوع در حالی است که بیشترین سرعت کاهش pH در گذر از ساعت ۲۴ به ۴۸ تخمیر در تیمارهای تخمیرشده در دمای ۱۲°C و از ساعت ۰ تا ۲۴ تخمیر در تیمارهای تخمیرشده در دمای ۲۴°C مشاهده می‌شود. در تیمارهای دارای مخمر *س. روکسی‌یی*، از ساعت ۴۸ تخمیر به بعد،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

pH به طور قابل ملاحظه کم‌تر در مقایسه با تیمارهای فقط دارای مخمر *س. سره‌ویسیه* افت می‌کند.

سینتیک افت گرانش ورت طی تخمیر: مراجعه به جدول ۲ آشکار می‌سازد تا پایان دوره تخمیر، گرانش ورت با شیب به‌تدریج کمتر (به سبب کاهش سرعت رشد و در نتیجه، کاهش سرعت مصرف قند) نزول می‌کند. بیشترین سرعت‌های افت گرانش ورت در تیمارهای فقط دارای مخمر *س. سره‌ویسیه* مشاهده می‌شود.

مقدار اتانول در طی تخمیر: مطابق با جدول ۳، تا ساعت ۴۸ام تخمیر، تولید مقدار اتانول به طور اساسی تابع دمای تخمیر است. به عبارت دیگر، میزان اتانول به‌طور معنی‌دار در تیمار تخمیرشده در دمای ۲۴°C در قیاس با تیمار تخمیرشده در دمای ۱۲°C بیشتر است.

جدول ۴ نمایان‌گر خاصیت اتانول-کاهی دو سویه *س. روکسی‌یی* است. بیشترین سرعت کاهش اتانول در تیمارهای حاوی *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵ تخمیرشده در ۲۴°C (کاهش از ۱/۵۶٪ تا ۰/۳۶٪) و حاوی *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ تخمیرشده در ۲۴°C (کاهش از ۱/۵۶٪ تا ۰/۴۰٪) مشاهده می‌شود. در تیمارهای تخمیرشده فقط با *س. سره‌ویسیه* (۲۴ و ۱۲°C)، مقدار اتانول در پایان ۹۶ ساعت تخمیر، به ترتیب ۲/۷۵ و ۱/۹۱٪ (حجمی) بود (جدول ۳). در مقابل، در تمامی تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی* (تخمیرشده در ۱۲ یا ۲۴°C)، مقدار اتانول به طور چشمگیر تا پایان دوره نگهداری یخچالی کاهش می‌یابد.

جدول۱. تغییرات افت pH در تیمارهای مختلف طی تخمیر

تیمارها	افت pH طی زمان های (ساعت) مختلف تخمیر				
	۰	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
س. سره‌ویسیه- ۲۴°C	۴/۴	۳/۹۲	۳/۸۷	۳/۷۹	۳/۷۵
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	۴/۴	۳/۹۲	۳/۹۰	۳/۸۸	۳/۸۷
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	۴/۴	۳/۹۸	۳/۹۰	۳/۸۹	۳/۸۷
س. سره‌ویسیه- ۱۲°C	۴/۴	۴/۳۰	۴/۰۹	۴/۰۱	۳/۹۹
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	۴/۴	۴/۲۹	۴/۱۱	۴/۰۹	۴/۰۸
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	۴/۴	۴/۳۱	۴/۱۳	۴/۱۰	۴/۰۸

جدول ۲. تغییرات افت گرانش (درجه پلاتو) در تیمارهای مختلف طی تخمیر

تیمارها	افت گرانش (درجه پلاتو) طی زمان های (ساعت) مختلف تخمیر				
	۰	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
س. سره‌ویسیه- ۲۴°C	۶	۵	۴/۷۰	۴/۳۰	۴/۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	۶	۵	۴/۷۰	۴/۶۰	۴/۶۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	۶	۵	۴/۷۰	۴/۷۵	۴/۶۰
س. سره‌ویسیه- ۱۲°C	۶	۵/۴۸	۴/۹۳	۴/۵۰	۴/۴۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	۶	۵/۴۸	۴/۹۳	۴/۷۰	۴/۶۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	۶	۵/۴۸	۴/۹۳	۴/۷۵	۴/۶۰

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

جدول ۳. تغییرات میزان اتانول در تیمارهای مختلف طی تخمیر

تیمارها	درصد اتانول (حجمی) طی زمان های (ساعت) مختلف تخمیر				
	۰	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
س. سره‌ویسیه- ۲۴°C	۰	۰/۵	۱/۵۶	۲/۶	۲/۷۵
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	۰	۰/۵	۱/۵۶	۰/۴	۰/۳۶
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	۰	۰/۵	۱/۵۶	۰/۹	۰/۴۰
س. سره‌ویسیه- ۱۲°C	۰	۰/۴	۱	۱/۶	۱/۹۱
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	۰	۰/۴	۱	۰/۲۵	۰/۱
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	۰	۰/۴	۱	۰/۶	۰/۳

جدول۴. اثر اتانول- کاهی سویه‌های *س. روکسی‌یی* در انواع تیمارها طی تخمیر*

تیمارها	درصد اتانول (حجمی) در ساعت ۴۸	درصد اتانول (حجمی) در ساعت ۹۶	کاهش مقدار اتانول از ساعت ۴۸ تا ۹۶	نرخ کاهش مقدار اتانول (درصد اتانول / روز) از ساعت ۴۸ تا ساعت ۹۶
*س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	۱/۰۳	۰/۱۵	^{c}۰/۸۸	^{c}۰/۲۲
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	۱/۵۶	۰/۲۷	^{a}۱/۲۹	^{a}۰/۳۲
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	۱/۰۳	۰/۲۵	^{cd}۰/۷۸	^{cd}۰/۲۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	۱/۵۶	۰/۳۶	^{ab}۱/۲۰	^{ab}۰/۳۰

* میانگین‌هایی که در یک ستون با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، به طور معنی‌دار با یکدیگر متفاوتند (p <۰/۰۵).

غلظت استالدئید، دی استیل و ۲و۳-پنتان‌دی‌اُن در پایان دوره تخمیر: جدول ۵ نشان‌دهنده غلظت‌های استالدئید، دی استیل و ۲ و ۳- پنتان‌دی‌اُن در تیمارهای گوناگون در پایان دوره تخمیر است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، غلظت این ترکیبات در تیمارهای دارای فقط مخمر *س. سره‌ویسیه* در مقایسه با انواع دارای مخمر *س. روکسی‌یی* به طورمعنی‌دار کمتر است. غلظت ترکیبات یادشده در تیمارهای تخمیرشده در دمای ۲۴°C در قیاس با تیمارهای تخمیرشده در دمای ۱۲°C به‌طور معنی‌دار کمتر است.

مقایسه‌های حسی دوتایی میان تیمارها در پایان دوره تخمیر: جدول ۶ نشان‌دهنده آزمون مقایسه دوتایی به صورت رشته‌ای (پی در پی) در پایان دوره تخمیر است. مطابق با این جدول، نتایج حاصل از این رشته- مقایسه‌ها به شرح زیر است:

۱. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- (۱۲°C) = *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴- *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱- (۱۲°C) (p<۰/۰۵)

۲. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- (۲۴°C)= *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱- (۲۴°C) (p<۰/۰۵)

۳. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- (۲۴°C) < *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- (۱۲°C) (p<۰/۰۵)

۴. *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴- (۲۴°C) ≤ *س. سره‌ویسیه* ۷۰۴۲۴/ *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- (۲۴°C)

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد پذیرش کلی تیمارهای حاوی فقط *س. سره‌ویسیه*، به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمارهای دارای سویه های *س. روکسی‌یی* است و میان دو تیمار دارای *س. روکسی‌یی*۲۵۳۵ و *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ تخمیرشده در دماهای یکسان (۱۲ یا ۲۴°C) تفاوت حسی معنی‌دار وجود ندارد. در مقابل، تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در ۱۲°C در مقایسه با تیمار تخمیرشده در ۲۴°C، بدبویی بیشتر و پذیرش کلی کمتر را نتیجه می‌دهد. در تیمارهای حاوی *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در ۱۲°C، غلظت استالدئید بالاتر از آستانه چشایی آن است. از این‌رو، بدبویی آلدئیدی (ورتی) در ماءالشعیر ارزیابی حسی شده، مشهود است. اگرچه این بدبویی در تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در دمای ۲۴°C محسوس است، اما به‌طور معنی‌دار کمتر از تیمارهای مشابه تخمیرشده در دمای ۱۲°C تشخیص داده می‌شود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

جدول ۵. غلظت‌های ترکیبات فرار شامل استالدئید، دی استیل و ۲ و۳ پنتان دی‌اُن در تیمارهای مختلف

تیمارها	غلظت استالدئید (ppm)	غلظت دی استیل (ppm)	غلظت ۲و۳- پنتان دی-اُن (ppm)
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	۴۱	۰/۶۱	۰/۴۹
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	۲۲	۰/۴۱	۰/۳۰
*س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	۴۳	۰/۶۳	۰/۵۰
*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	۲۵	۰/۴۵	۰/۳۱
س. سره‌ویسیه- ۱۲°C	۲۰	۰/۴۰	۰/۲۱
س. سره‌ویسیه- ۲۴°C	۱۱	۰/۲۰	۰/۱۰

جدول ۶. آزمون حسی مقایسه دوتایی به‌صورت رشته‌ای میان تیمارها

تیمارهای مقایسه‌ای	جاافتادگی طعم	بدبویی	پذیرش کلی
*س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C و *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۱۲°C	(p >۰/۰۵)	(p >۰/۰۵)	(p >۰/۰۵)
*س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C و *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۱- ۲۴°C	(p >۰/۰۵)	(p >۰/۰۵)	(p >۰/۰۵)
*س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C و *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۱۲°C	(p >۰/۰۵)	*س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- ۲۴°C > *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵-۱۲°C (p <۰/۰۵)	*س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- ۲۴°C > *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- ۱۲°C (p <۰/۰۵)
س. سره‌ویسیه- ۲۴°C و *س. سره‌ویسیه/س. روکسی‌یی*۲۵۳۵- ۲۴°C	*س. سره‌ویسیه*- ۲۴°C > *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- ۲۴°C (p <۰/۰۵)	*س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵- ۲۴°C > *س. سره‌ویسیه*- ۲۴ °C (p <۰/۰۵)	*س. سره‌ویسیه* > *س. سره‌ویسیه/ س. روکس‌یی* ۲۵۳۵- ۲۴°C (p <۰/۰۵)

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، از آن جا که دماهای بالاتر تخمیر به رشد بیشتر سلولی و در نتیجه تولید مقادیر بیشتر اسیدهای کربوکسیلیک و مصرف بیشتر ترکیبات نیتروژن دار منجر می‌شود، هر دو عامل یادشده سبب کاهش pH ورت طی تخمیر می‌شوند (۱۷). در دماهای ثابت تخمیر (۱۲ یا ۲۴°C)، تیمارهای تخمیرشده با هر دو مخمر *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵ یا *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ سرعت‌های افت pH به‌طور معنی‌دار تفاوت نداشتند (p>0.05). این مشاهده نشان داد میان متغیرهای دمای تخمیر و ترکیب مخمری به کاررفته در خصوص اثر بر سینتیک افت pH طی دوره تخمیر اثر متقابل (Interactive/inter-related effect) وجود ندارد و شدت اثر از نظر آماری وابسته به اثر منفرد متغیر دمای تخمیر است. مخمر *س. روکسی‌یی* در مقایسه با *س. سره‌ویسیه* رشد قابل ملاحظه در ورت نشان نمی‌دهد، زیرا گذشته از خاصیت کم- رشدی ژنتیکی آن، قادر به استفاده کارآمد از قند مالتوز (بیشترین قند قابل تخمیر در ورت) نیست.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، در تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی*، از ساعت ۴۸ تخمیر به بعد، مقدار اتانول به‌طور چشمگیر کاهش یافت. مخمر *س. روکسی‌یی* قادر به مصرف بخشی از اتانول موجود در محیط تحت شرایط هوازی (به‌ویژه زمانی‌که مقدار قند قابل تخمیر در محیط کم باشد) است (۷). طی ۴۸ ساعت اول تخمیر قندهای ساده

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

ورت (شامل ساکارز، فروکتوز و مالتوز، به ویژه قندهای اول و دوم) به‌وسیله *س. سره‌ویسیه* به مصرف می‌رسند و دیگر، *س. روکسی‌یی* در استفاده از قند مالتوز (بیشترین قند قابل تخمیر در ورت) ناتوان است، مخمر اخیر بایستی پس از تلقیح با کمبود منابع قندی قابل تخمیر در ورت مواجه شده باشد. هم‌چنین، به‌کارگیری فرآیند هوادهی دوره‌ای ورت باعث قرارگرفتن دوره‌ای سلول‌های مخمر در شرایط هوازی می‌شود. مجموع شرایط شرح داده شده مصرف کارآمد اتانول محیط را باعث می‌شود. مخمر *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۵ در کاهش سریع‌تر و بیشتر اتانول (به ویژه تا ساعت‌های حدود ۶۵ تخمیر) نسبت به *س. روکسی‌یی* ۲۵۳۱ در هر دو دمای تخمیر تواناتر است (جدول ۳) و دمای بالاتر تخمیر (۲۴°C در قیاس با ۱۲°C) مصرف اتانول با مخمرهای یادشده را به طور معنی‌دار افزایش می دهد.

بدطعمی ورتی در ماءالشعیر زمانی روی می‌دهد که آلدئیدهای تولیدشده طی فرآیندهای ورت- جوشانی و تخمیر به‌طور موثر به‌وسیله سلول‌های مخمر برای احیاشدن به اتانل باز- جذب نشوند (۱۹، ۱۱). سلول‌های مخمر اسیدهای آلفا- استوهیدروکسی را طی تخمیر ترشح می‌کنند. این ترکیبات متعاقبا از راه واکنش‌های غیرآنزیمی به ویسینال دی‌کتون‌ها (Vicinal diketones) (VDKs) (دی‌استیل و ۲و۳- پنتان دی‌اُن) تبدیل می‌شوند. استالدئید، دی استیل و ۲و۳- پنتان‌دی‌اُن بالاتر از غلظتی خاص عامل بدطعمی های ورتی/ ورت- مانند (Worty/wort-like) و کره‌ای (Buttery)در ماءالشعیر است (۲۲، ۲۱، ۱۸، ۱۷). در تولید ماءالشعیر بدون الکل به روش تخمیر محدودشده، آلدئیدها در ورت اجتماع می‌یابند که دلیل آن باز- جذب نشدن موثر به داخل سلول‌های مخمر برای متابولیسم بیشتر است. گزارش شده است استفاده از انواع جهش‌یافته *س. سره‌ویسیه* (که در استفاده از قندهای قابل تخمیر ورت ناتوان است) برای تولید ماءالشعیر بدون الکل به ایجاد محصولی با بدطعمی ورتی به دلیل دارا بودن غلظت نسبتا بالای استالدئید منجر می‌شود. اجتماع یافتن استالدئید در ورت صرف نظر از پدیدآمدن بدطعمی باعث ایجاد اختلال در متابولیسم سلول‌های مخمر می‌شود (۲۳). خاطرنشان می‌شود روش هوادهی دوره‌ای ورت در این پژوهش بایستی اثر کاهش‌دهنده بر غلظت آلدئیدها در ورت داشته باشد؛ از آن جا که این ترکیبات گذشته از باز- جذب به داخل سلول‌های مخمر، تحت شرایط هوازی به‌وسیله سلول‌های مخمر به‌منظور تولید اسیدهای چرب غیراشباع مورد نیاز برای رشد، به مصرف می‌رسند (۲۵، ۲۴). این واقعیت که مقدار ترکیبات فرار استالدئید، دی استیل و ۲و۳- پنتان‌دی-اُن در تیمارهای تخمیرشده در دمای ۲۴°C در مقایسه با تیمارهای تخمیرشده در دمای ۱۲°C به‌طور معنی‌دار کمتر بود، می‌تواند بدین صورت توجیه شود که دماهای بالاتر تخمیر سبب تشدید حذف ترکیبات یادشده در اثر تبخیر شدن و همچنین فشار خروج گاز دی اکسیدکربن تولیدشده طی دوره تخمیر می‌شوند (۲۷، ۲۶، ۲۰). گ انجام تخمیر در دماهای بالاتر از نقطه جوش استالدئید (بیش از ۲۱°C) اثر قابل توجه در کاهش غلظت این ترکیب پایین‌تر از آستانه بویایی آن (۲۵ ppm) دارد (۲۸). در تحقیق حاضر، غلظت استالدئید فقط در تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در ۱۲°C بالاتر از این آستانه بود (داده ها نشان داده نشده‌اند). بر مبنای جدول ۵، تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی* (۲۵۳۵ و ۲۵۳۱) از نظر غلظت سه ترکیب فرار وجود ندارد. این موضوع نشان‌گر ویژگی‌های متابولیسمی مشابه این دو سویه مخمری است. تیمارهای حاوی فقط *س. سره‌ویسیه*، پذیرش کلی حسی به‌طور معنی‌دار بیشتر، در قیاس با تیمارهای دارای سویه‌های *س. روکسی‌یی* نشان می‌دهند. علت این امر را باید به نمایه (پروفیل) کاملاً متفاوت طعم در تیمار فقط دارای *س. سره-ویسیه* که ۹۶ ساعت با این مخمر تخمیر می‌شود با تیمارهای دارای تخمیر ثانویه دو سویه *س. روکسی‌یی* که فقط ۴۸ ساعت تخمیر با مخمر نخست را داراست، نسبت داد. پیش‌تر اشاره شد که *س. روکسی یی* دارای رشد ذاتاً کند در ورت است. از این گذشته، کمبود قندهای مناسب قابل تخمیر برای این مخمر در ورت پس از زمان تلقیح (ساعت ۴۸ تخمیر) همراه با به‌کارگیری شیوه هوادهی دوره‌ای سبب تشدید شرایط محدودشده تخمیر برای آن می‌شود. بنابراین، اجتماع یافتن ترکیبات فرار در تیمارهای دارای *س. روکسی یی*، به دلیل حذف ناکارآمد آن‌ها به‌وسیله سلول‌های این مخمر پس از ساعت ۴۸ تخمیر، سبب غلظت به طور معنی‌دار بالاتر آن‌ها در قیاس با تیمارهای تخمیرشده فقط با مخمر *س. سره‌ویسیه* شد.

مقدار اتانول بیشتر در تیمار فقط دارای *س. سره‌ویسیه* نیز در نمایه طعم آن اثر قابل توجه دارد. به‌طورکلی، ماءالشعیرهای بدون الکل دارای طعمی مصنوعی و بی‌طعم (Artificial and dull/bland) هستند (۱۷، ۱۰). درضمن

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

گفته شده است که اتانول بر بدطعمی ورتی اثـر پوشـانندگی دارد (۱۹). از این‌رو می‌توان انتظار داشت کـه مقـدار آسـتانه بویایی بدطعمی ورتـی در تیمارهـای دارای اتـانول پـایین‌تـر (تیمارهای دارای *س. روکسی‌یی*)، کم‌تر باشد. اضافه می‌شود که اگرچه تفاوت حسی میان تیمارهای تخمیرشـده فقـط بـا *س. سره‌ویسیه* به‌طور معنی‌دار متفـاوت از تیمـار حـاوی *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در دمای ۲۴°C بود، ایـن تفـاوت، بـه اندازه اختلاف بسیار زیاد موجود میان تیمار نخسـت و تیمـار حاوی *س. روکسی‌یی* تخمیرشده در دمای ۱۲°C نبود.

این مطالعـه نشـان داد، تولیـد ماءالشـعیر بـا اسـتفاده از مخمر تنها *س. سره‌ویسیه* در دمای ۲۴°C، به دلیـل توانـایی ایـن مخمـر در افـت pH و گـرانش ورت، همچنـین کـاهش غلظت ترکیبات فرار اسـتالدئید، دی اسـتیل و ۲و۳ پنتـا دی اُن که عامل بدطعمی ورتی می‌باشند، معقول به نظر می‌رسد. شایان ذکر است که به منظور تولیـد ماءالشـعیر بـدون الکـل استفاده توام *س. سره‌ویسیه/ س. روکسی‌یی* در دمـای ۲۴°C پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله از پایان‌نامه دانشجویی دانشـگاه علـوم پزشـکی شهید بهشتی اسـتخراج شـده‌اسـت. بدینوسـیله از کمیتـه‌ی تحقیقـات دانشـجویی بـه دلیـل حمایـت‌هـای مـالی تشـکر می‌شود.

References

1. Catarino M, Mendes A, Madeira L, Ferreira A. Beer dealcoholization by reverse osmosis. Desalination 2006; 200:397-399.
2. Bamforth CW. Nutritional aspects of beer- a review. Nutr Res 2002; 22(1): 227-237.
3. Hardwick WA, Van Oevelen DE, Novellie L, Yoshizawa K. Kinds of beer and beer- like beverages. In: Hardwick WA, editor. Handbook of Brewing. Marcel Dekker: New York, USA; 1995: 53-85.
4. Sohrabvandi S. Optimization of alcohol- free beer production through the restricted fermentation practices [dissertation]. Tehran: The University of Tehran, PhD. Faculty of Food Science and Technology; 2009 [in persian].
5. Anonymous. Beer. Available from: www.isir.org. Accessed 2007 Nov 10
6. Caluwaerts HJJ. Process for the manufacture of an alcohol-free beer having the Organoleptic properties of a large type pale beer. US Patent ۱۹۹۵; 384,135 1995.
7. Dziondziak K. Method for the production of alcohol-free beer. Bio Ad 1990; 8(2): 475.
8. Huige NJ, Sanchez GW,Leidig AR. Process for preparing a nonalcoholic (less than 0.5 volume percent alcohol) malt beverages. US Patent 1990; 4,970,082.
9. Lommi H, Swinkels W, Van Dieren B. Process for the production of n0n-alcoholic or low alcoholic malt beverages. US Patent 1997; 5,612,072.
10. Lewis MJ, Younger TW. Beer quality and flavor. In:Lewis MJ, Younger TW, editors. Brewing. Chapman and Hall: London, UK; 1995.
11. Zurcher C, Gruss R. Method of making alcohol-free or nearly alcohol-free beer. US Patent 1991; 5,077,061.
12. Garcia AA, Cancho Grande B, Gandara JS. Development of rapid method based on solid-phase extraction and liquid chromatography with ultraviolet absorbance detection for the determination of polyphenols in alcohol-free beers. J Chromatogr 2004; 1054(1-2): 175-180.
13. Dziondziak k. Method for the production of low-alcohol or alcohol-free beer. US Patent 1989; 4,814.
14. Lachenmeier DW, Sohnius EM. The role of acetaldehyde outsideethanol metabolism in the carcinogencity of alcoholic beverages: Evidence from a large chemical survey. Food Chem Toxicol 2008; 46(8): 2903-2911.
15. Mathis C, Pons MN, Engasser JM. Development of an on-line method for the monitoring of vicinal diketones and their precursors in beer fermentation. Anal Chim Acta 1993; 279(1): 59-66.
16. Grub H. Sensory analysis in quality control. In: Ziegler E, Ziegler H, editors. Flavoring. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Netheland; 1998: 513-539.
17. Hardwick WA. The properties of beer. In: Hardwick WA, editor. Handbook of Brewing. Marcel Dekker, New York, NY, USA; 1995: 551-586.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

18. Munroe JH. Fermentation. In: Hardwick WA, editor. Handbook of Brewing. Marcel Dekker, New York, NY, USA; 1995: 323-354

19. Van Iersel MFM, Van Dieren B, Rombouts FM, Abee T. Flavor formation and cell physiology during the production of alcohol-free beer with immobilized Saccharomyces cerevisiae. Enzyme Microb Tech 1999; 24(7): 407-411.

20. Briggs DE, Boulton CA, Brookes PA, Stevens R. Beer flavor and sensory assessment. In: Briggs DE, editor. Brewing Science and Practice. CRC Press LLC, New York, NY, USA; 2004: 716-757

21. Debourg A, Laurent M, Goossens E, Borremans E, Van De Winkel L, Asschelein CA. Wort aldehyde reduction potential in free and immobilized yeast systems. Am Soc Brew Chem 1994; 52(3): 100-106.

22. Madigan D, Perez A, Clements M. Furanic aldehyde analysis by HPLC as a method to determine heat-induced flavor damage to beer. Am Soc Brew Chem 1998; 56(4): 146-151.

23. Gorinstein S, Zemser M, Vargas-Albores F, Ochoa JL, Praedes Lopez O, Scheler Ch, et al. Proteins and amino acids in beers, their contents and relationships with other analytical data. Food Chem 1999; 67(1): 71-78.

24. Perpete P, Collin S. Influence of beer ethanol content on the wort flavor pereception. Food Chem 2000; 71(3): 379-385.

25. Van-Iersel MFM, Brouwer-Post E, Rombouts FM, Abee T. Influence of yeast immobilization on fermentation and aldehyde reduction during the production of alcohol-free beer. Enzyme Microbe Tech 2000; 26(8): 602-607.

26. Van Dieren B, editor. Yeast Metabolism and the production of alcohol-free beer. BC-Monographs XXIV, Espoo, Finland 1995. P. 66-67.

27. Van Iersel MFM, Eppink MHM, Van Berkel WJH, Rombouts FM, Abee T. Purification and characterization of a novel NADP- dependent branched-chain alcohol dehydrogenase from S.cervisiae. Appl Environ Microb 1997; 63(10): 4079-4082.

28. Michaels AS, Canning RP, Hogan P. Methods for dealcoholization employing perstration. US Patent 1998; 5,817,359.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]

Effects of fermentation temperature and two *Saccharomyces* yeasts on non-alcoholic Ma-al-shaeer properties

Malganji Sh[1], Jalilvand A[2], Sohrabvandi S[3]*

1. *Dept. of Food Science and Technology, Khorasegan Branch, Islamic Azad University, Esfahan, Iran.*
2. *Students' Research Committee, Dept. ofFood Science and Technology,National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty ofNutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences,Tehran,Iran.*
3. **Corresponding author: Assistant Prof., Dept. of Food Technology Research, National Nutrition and FoodTechnology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of MedicalSciences, Tehran, Iran. E-mail:* sohrabv@sbmu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Non-alcoholic Ma-al-shaeer is among the most popular beverages in the world, and can be considered as an alternative to soft drinks. According to Its importance, the aim of this study was to consider the concurrent effects of fermentation temperature and *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces rouxii* yeasts on non-alcoholic Ma-al-shaeer properties.

Materials and Methods: Ma-al-shaeer was fermented using *Saccharomyces cerevisiae* at 12°C or 24°C for 48hr, under periodic aeration practice. After 48 hr of fermentation, Ma-al shaeer was subjected to heat treatment in order to inactive *Saccharomyces cerevisiae* cells and after cooling down, *Saccharomyces rouxii* DSM 2535 and *Saccharomyces rouxii* DSM 2531 were inoculated in to Ma-al-shaeer. The pH drop, gravity and ethanol content were analyzed. Also, the concentration of acetaldehyde, diacetyl, 2,3-pentanedione and sensory properties were assessed .

Results: The highest pH drop rate and gravity drop rate was observed for fermentation with *S. cerevisiae* at 24°C. Also, after 48 hr of fermentation, ethanol content start to decrease significantly for the treatment containing *S. rouxii* fermented at 24°C. In treatments containing only *S. cerevisiae*, the concentration of volatile compounds and also sensory evaluation were decreased and increased, respectively.

Conclusion: The production of common Ma-al-shaeer by using *S. cerevisiae* at 24°C fermentation is suitable due to Its ability to decrease volatile compounds, which present worty off flavor ; However, for production of non-alcoholic Ma-al-shaeer successive application of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces rouxii* at 24°C is recommended.

Keywords: Ethanol, Ma-al-shaeer, *Saccharomyces*, Yeast

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-19]