(مقاله پژوهشی)

تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سرکه حاصل از تخمیر میوه عناب

شادی بصیری*

۱-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد ، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷

چکیده

ضایع شدن میوه ها پس از برداشت در بیشتر مواقع، مشکلات زیادی رادر زمینه های اقتصادی و امنیت غذایی ایجاد می کند. فراوریمیوه های درجه ۱ و ۲ بهسرکهیکراهکارموثر در جهت کاهش ضایعات و افزایش پتانسیل کاربردی آنها میباشد.از این رو این پژوهش با هدف ارزیابی کیفیت سرکه به دست آمده از عناب و مقایسه آن با یک نمونه سرکه صنعتی، انجام شد. برای انجام عمل تخمیر از مخمر ساکارومایسز سرویسیه استفاده شد. آزمایشات اسیدیته، pH ، درصد قند احیا، بریکس و میزان الکل میوه عناب و سرکه حاصل انجام شدند. همچنین میزان ترکیبات فنلی، آنتوسیانین‌ها، ویتامین ث و املاح معدنی نظیرکلسیم، پتاسیم ، منیزیم و آهن در نمونه های سرکه مقایسه شدند. نتایج نشان دادکهدر اثر تخمیر، ترکیبات بیوفعال فنلی و اسیدهای آلی در سرکه عناب افزایش یافت. ویژگی‌های کیفی سرکه عناب در مقایسه با سرکه سیب به صورت معنی‌داری بالاتر بودند. مقادیر اسیدیته وpH سرکه عناب به ترتیب با مقادیر ۰/۱۳۹درصد و ۳/۵۷ نسبت به سرکه سیب به ترتیب با مقادیر ۰/۲۶۳ درصد، و ۳/۰۲ کمتر و بیشتر بودند.در سرکه عناب ترکیبات فنلی (۰/۲۶ میلی‌گرم در میلی لیتر)، ویتامین ث (۱/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و آنتوسیانین‌ها (۵/۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) نسبت به سرکه سیب به ترتیب با مقادیر (۰/۱۷، ۱/۰۴ ، ۰/۰۰۶) بیشتر بودند. داوران با بررسی مشخصات حسی بو، طعم، رنگ و پذیرش کلی دو سرکه، بیشترین امتیازات را به سرکه عناب دادند. در مجموع سرکه عناب با کسب محبوبیت بیشتر از نظر ویژگیهای حسی و فیزیکوشیمیایی (کیفی)، نمونه منتخب شد.

واژه‌های کلیدی: تخمیر، خواص حسی، سرکه، عناب، فیزیکوشیمیایی.

*مسئول مکاتبات: Shbasiri35@yahoo.com

۱-مقدمه

عناب با نام علمی، *Ziziphus jujuba* Mill. ، متعلق به خانواده Rhamnaceae مقاوم به خشکیو قابل رشد در آب و هوای گرم و خشک است(۳۸). رویشگاه درخت عناب در ایران بیشتردراستان خراسان جنوبی می باشد.میوه عناب آرام‌بخش، تقویت کننده معده و سیستم گوارشی و تصفیه کننده خون می باشد.عناب غنی از ویتامین ث، مواد معدنی مخصوصا پتاسیم، کلسیم و منیزیم ، فیبر، تانن، املاح، فنل ها، فلاوونوییدها و آنتوسیانین‌هامی باشد و در حالت رسیده کالری زیاد دارد(جدول۱). تحقیقات انجام شده در زمینه پس از برداشت و تولید محصولات فراوری شده از میوه عناب مخصوصا در ایران بسیار محدود است. سرکه عناب محصولی فراوری شده از عناب است که در اثر تخمیر توسط گونه‌های ساکارومایسز تولید می شود. ابتدا مخمرها در شرایط بی هوازی قند را به اتانول وسپس درشرایط هوازی توسط اسید استیک باکتری‌ها به اسید استیک اکسیده میشود(۶۰).سرکه مایع ترشی است که از مواد اولیه که حاوی نشاسته و ترکیبات قندی است به دست می آید. معمولاً ۳ تا ۵ درصد از حجم سرکه‌ها، اسید استیک می‌باشد. سرکه طبیعی علاوه بر آنتی‌بیوتیک های طبیعی، دارای اسیدهای آمینه مفیداست که در سرکه های صنعتی وجود ندارد.سرکه به عنوان یک ماده نگهدارنده و طعم دهنده درانواع محصولات غذایی نظیر کچاپ، انواع سس ها و ترشی ها مورد استفاده قرارگرفته و مانع از رشد میکروارگانیسم ها در محیط می شود(۲۷).سرکه از میوه های شیرین نظیر انگور، خرما و سیب تهیه می شود. خاصیت ضدعفونی کنندگی سرکه به علت توانایی عبور اسیدهای آلی سرکه از دیواره سلول های میکروب ها و مرگ آن‌ها است (۱۷). ویژگی‌های درمانی عملکردی سرکه شامل فعالیت ضدمیکروبی، کاهش فشار خون، فعالیت آنتی اکسیدانی،کاهش اثرات دیابت، پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی است.

اسیدهای آلی از جمله اسید های استیک، لاکتیک و ... در بیشتر غذاهای تخمیری وجود دارند(۱۴).اسیدهای آلی قدرت میکروب کشی دارند. تاثیر اسید استیک بر حذف میکروب ها از جمله اشرشیا کولی از بقیه اسیدها بیشتر است(۵۳). در پژوهش‌های انجام شده، اثرات نابودکنندگی سرکه بر سالمونلا تیفیموریوم موجود بر قطعات سبزیها نظیر هویج، ثابت شده است همچنین استفاده از سرکه برنج حاوی۵ درصد اسید استیک به مدت ۵ دقیقه منجر به نابود شدن و کاهش اشرشیا کولی به میزان ۳ عدد لگاریتمی در کاهو شده است(۱۷). گزارش شده رادیکال های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و هیدروکسیل بر گروه‌های لیپیدی، پروتئینی و مولکول‌های DNA تاثیر گذاشته و منجر به تسریع در امر پیری، سرطان و ضایعات مغزی می شوند (۴۱). مطالعات نشان داده است که ترکیبات بیواکتیو موجود در غذاها، بروز بیماریهای مربوط به ورم مفاصل را در نتیجه خواص آنتی اکسیدانی آن‌ها کاهش می‌دهد(۵۲).محققان ثابت کردند که ترکیبات عملگرا نظیر پلی‌فنل ها و ویتامین های موجود در انواع مختلف سرکه به علت داشتن قدرت آنتی‌اکسیدانی بر علیه استرس های اکسیداتیو فعال هستند(۴۸). پژوهش های مختلف بیانگر مقادیر قابل ملاحظه ترکیبات فنلی در انواع مختلف سرکه از جمله سرکه انگور، سرکه سنتی بالزامیک و سرکه سیب (۱۶) است. براساس نوع سرکه و مقادیر اسید استیک و کل ترکیبات فنلی موجود در آن و استفاده روزانه سرکه و در نهایت سلامت مصرف کننده ارتباط مستقیم وجود دارد. تحقیقات در زمینه اثرات ضد دیابتی سرکه نشان داده استکه در نتیجه مصرف سرکه به ترتیب ۱۹ و ۳۴ درصد افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ و ۲ مداوا شده اند(۳۱). اسید استیک موجود در سرکه به دلیل ممانعت از هضم کامل ترکیبات کربوهیدراتی یا از طریق افزایش جذب گلوکز به وسیله بافت ها میزان قند خون را کاهش می دهد(۲۵). بالا بودن قند موجود در خون هم در حالت گرسنگی و هم بعد از صرف غذا نشانه ابتلا به بیماری دیابت است.

پژوهش‌های مختلف نشان داده است که سرکه خاصیت ضد توموری و سرطانی دارد.به علت وجود ترکیبات فنلی موجود در سرکه های طبیعی خطر ابتلا به سرطان کاهش می یابد (۵۷). تخمیر الکل و تولید اسید استیک در حین تشکیل سرکه، مقدارآلفا گلیکان را افزایش داده که می تواند بر علیه سلولهای سرطانی و تومورها موثر باشد(۴۴). مصرف سرکه ممکن است اثر گلیسمییک وعده غذایی را از طریق سیریکاذب کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش مصرف مواد غذایی شود و جلوگیری از چاق‌شدن می‌شود(۳۹).پلی فنل‌های نظیر اسیدکلروژنیک موجود در سرکه باعث بهبود سلامت فرد در نتیجه جلوگیری از ابتلا به بیماریهای قلبی- عروقی می شود. بوداک در سال ۲۰۱۱ نشان داد که موش هایی که در رژیم غذایی آن‌ها سرکه وجود داشت علیرغم مصرف زیاد کلسترول ، ولی میزان آن در خون کاهش یافت(۱۶). طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی ایران در سال ۱۳۹۶، سطح زیر کشت عناب، ۳۴۳۵ هکتار، میزان تولید ۵۶۰۵ تن و عملکرد ۲۷۱۲ کیلوگرم در هکتار بوده است. بر اساس آمار و ارقام موجود ، برآورد می شود میزان ضایعات عناب در محدوده ۳۰ الی ۳۵ درصد است (۱). من و همکاران در سال ۲۰۱۹، فراوری و تولید غذاهای عملگرای حاوی عناب را با استفاده از تخمیر بررسی کردند. در این پروژه با استفاده از تکنولوژی های تخمیر و تغییر آنزیمی، ارزش تغذیه ای کنسانتره آب عناب را افزایش داد. تخمیر نه تنها غلظت ترکیبات عملگرای موجود را حفظ کرد بلکه باعث افزایش مقادیر عناصر آهن و روی شد که باعث تقویت قدرت بینایی و سیستم گردش خون گردید (۴۳). دو و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی مقادیر فلاوونوئیدها، اسیدهای فنلی و خاصیت آنتی اکسیدانی دو نوع عناب فراوری شده پرداختند ونتایج نشان دادکه متغیرهادارای اختلاف معنی دار بودند(۲۳). لی و همکاران در سال ۲۰۱۴، تخمیر دو مرحله ای پیاز را برای تولید سرکه توسط مخمرهای ساکارومایسز سرویسیه و گونه های استوباکتر بررسی کردند که منجر به تولید ۵ درصد اتانول و ۴ درصد اسید استیک شد. خواص حسی این سرکه توسط پانلیست ها ارزیابی و امتیاز بالا را کسب کرد(۳۶).موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۳، تاثیر تخمیر آب انار توسط لاکتوباسیلوس ها را روی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و متابولیسم قندها، اسیدهای ارگانیک و ترکیبات فنلی بررسی کردند. نتایج نشان دادکه گلوکز و فروکتوز آب انار به وسیله استارترها مصرف شدند. میزان تجزیه گلوکز از فروکتوز بیشتر و قدرت آنتی اکسیدانی آب انار پس از تخمیر افزایش یافت. همچنین مشخص شد فرایند تخمیر، فواید سلامتی زای آب انار را افزایش داد(۴۷). الهامی‌راد و استیری در سال۱۳۸۸، خصوصیات فیزیکوشیمیایی سرکه به دست آمده از ۲ رقم توت سفید در منطقه سبزوار را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد به دلیل بالا بودن میزان قند رقم بخارایی، میزان تولید الکل در این رقم بیشتر بود(۲). لیو و ژائو در سال ۲۰۱۱، تاثیر میزان قند اولیه میوه عناب، غلظت مخمر، درجه حرارت تخمیر وpH را بر کیفیت فراورده تخمیر شده عناب بررسی کردند(۴۰). چان و همکاران در سال ۲۰۱۲، مقادیر و نوع اسیدهای آمینه آزاد و طعم های موجود در سرکه تخمیری عناب را از طریق HPLC و GC/MS را بررسی کردند(۲۰). پارکو همکاران در سال ۲۰۰۹، تاثیر فشارهای هیدروستاتیک و تیمار انجماد را روی شمارش میکروبی، خواص فیزیکوشیمیایی و مشخصات حسی فراورده تخمیری عناب ارزیابی کردند(۵۰). پیدوک و همکاران (۲۰۱۱) در حین انجام تخمیر متوجه تولید اسیدهای آمینه زنجیره بلند آزاد شدند(۵۱). الکل های زنجیره بلند تولید شده در حینعمل تخمیر نقش مهمی در ایجاد طعم و آرومای سرکه عناب داشتند (۵۹). علی رغم مطالعات انجام شده که ذکر شد برای بهینه‌سازی فرایند تخمیر عناب به منظور تولید محصولات تخمیری با کیفیت، نیاز به پژوهش های مستمر و دقیق در این زمینه می باشد.امروزه تولید و عرضه نوشیدنی های فراسودمند نظیر سرکه با رشد روز افزودنی روبرو میباشد. بنابراین هدف از این تحقیق تولید یک فراورده تخمیری از میوه عناب توسط مخمرهای ساکارومایسز سرویسیه و بررسی ویژگی‌های

فیزیکوشیمیایی و حسی سرکه حاصل در مقایسه با سرکه سیب موجود در بازار بود.

۲-مواد و روش ها

در این پژوهش،عناب های درجه ۲ و ۳ که برای مصرف کننده غیر قابل استفاده بودند از شهرستان خواف واقع در استان خراسان‌رضوی تهیه گردید. مخمر مورد استفاده، ساکارومایسز سرویسیه، از نوع خشک فعال بود و ازکارخانه خمیر مایه رضوی و سرکه غیر پاستوریزه به عنوان مایع تلقیح استوباکتر از شرکت تاکسا در شهرستان مشهد از استان خراسان رضوی تهیه شد. سرکه سیب به عنوان نمونه شاهد از کارخانه تاکسا تهیه گردید.

۲-۱-آماده سازی عصاره عناب

ابتدا عناب شسته شده و به مدت ۱۵ دقیقه در آب جوشانده تا بافت آن کاملا نرم شد. مخلوط به دست آمده را از یک سبد فلزی عبور داده تا پوست و هسته های عناب گرفته و بافت آن یکنواخت شود. برای انجام تلقیح از مخمر ساکارومایسز سرویسیه به میزان ۱ درصد پس از فعال شدن بر عصاره عناب آماده، استفاده شد. سپس به ظروف پلاستیکی درب دار منتقل و مرحله اول تخمیر در شرایط بی هوازی انجام شد. در مرحله تخمیر الکلی، اتانول تولید وتا زمانی که میزان الکل به حدود ۹ درصد برسد، ادامه داشت. در مرحله بعد که تخمیر استیکی بود، در شرایط هوازی انجام شد. سرکه به عنوان مایه تلقیح به میزان ۱درصد به مخلوط در ظرف تخمیر اضافه و عمل هوادهی به همراه همزدن انجام شد. مرحله تخمیر استیکی تا زمانی ادامه داشت کهمیزان اسید تولیدیبه حدود ۴ درصد برسد (۲).پس از فراوری و تولید محصول، خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل اسیدیته، pH، ویتامین ث، درصد الکل، مقدار فنل، آنتوسیانین و عناصر کلسیم منیزیم پتاسیم و آهن اندازه‌گیری و با یک نمونه سرکه سیب به عنوان شاهد مقایسه شد. علت انتخاب سرکه سیب آن بود که حاوی بسیاری از ویتامین ها، اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، املاح معدنی و آنتی اکسیدان های مختلف و اثرات بیولوژی قوی دارد و مصرف آن بین مردم متداول است.

۲-۲-ارزیابی خصوصیات فیزیکو شیمیایی سرکه

۲-۲-۱-اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون

۱۰ میلی‌لیتر نمونه سرکه را با آب مقطر رقیق و با محلول سود نیم نرمال در مجاورت معرف فنل فتالئین تیتراسیون انجام و نتیجه را برحسب گرم اسید استیک درصد میلی‌لیتر سرکه گزارش شد(۷).

۲-۲-۲-اندازه‌گیری pH

با دستگاه pH متر (مدل متروهم ۶۹۱ ساخت کشور سوئیس)، اندازه گیری شد (۷).

۲-۲-۳-اندازه گیری فنلها

میزان کل ترکیبات فنلی به روش فولین سیو کالچو انجام شد (۵۸).جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومترUV/vis اندازه گیری شد.میزان فنل کل هر نمونه با توجه به نمودار استاندارد برحسب معادل گالیک اسید(GAE) بیان شد.

۲-۲-٤-اندازه گیری آنتوسیانین

میزان کل آنتوسیانین به روش اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۵ نانومتر اندازه گیری شد (۲۴).

۲-۲-۵- اندازه گیری ویتامین ث

ویتامین ث به روش اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه گیری شد (۴۲).

۲-۲-٦-اندازه گیری قند احیا

درصد قند احیا به شیوه لین آنیون اندازه گیری شد (۳۵).

۲-۲-۷-اندازه گیری الکل

پس از خنثی کردن سرکه، الکل از راه تقطیر جدا و توسط بی‌کرومات پتاسیم در محیط اسیدنیتریک به اسید استیک تبدیل و اندازه‌گیری شد (۷).

۲-۲-۸-اندازه گیری پتاسیم

پتاسیم به روش فلیم فتومتر اندازه گیری شد(۳). از دستگاه فلیم فتومتر مدل CORNING 405 ساخت کشور انگلستان استفاده شد.

۲-۲-۹-اندازه گیری کلسیم

کلسیم به روش جذب اتمی شعله ای (AAS) اندازه‌گیری شد(۳). از دستگاه جذب اتمی مدل PERKIN-ELMER ساخت آمریکا استفاده شد.

۲-۲-۱۰-اندازه گیری منیزیم

منیزیم به روش جذب اتمی شعله ای (AAS) اندازه‌گیری شد(۳).

۲-۲-۱۱-اندازه گیری آهن

آهن به روش جذب اتمی شعله ای (AAS) اندازه‌گیری شد(۳).

۲-۲-۱۲-آزمایشات حسی

دراین پژوهش آزمون حسی با قضاوت۱۰داورآموزش داده شده انجام پذیرفت. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک۵ امتیازی (۱بسیاربد، ۲بد، ۳متوسط، ۴خوب، ۵ بسیارخوب) استفاده شد. تعداد ۴ صفت حسی (طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه) مورد ارزیابی قرارگرفتند (۵).

۲-۳-روش آماری

مدل آماری مورد استفاده آزمون T- test بود که نتایج حاصل از آزمایشات پس آزمون نرمالیته (کولموگروف اسمیرنوف) و با استفاده از آزمون تی (independent sample T test) مستقل مقایسه شدند. آزمایشات با ۳ تکرار انجام شدند. میانگین‌ها در سطح معناداری ($p<0.05$) تجزیه و تحلیل شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه عناب

آزمایشات مربوط بهدرصد قندهای احیا، اسیدیته، pH، ویتامین ث، ترکیبات فنلی، ترکیبات آنتوسیانینی و مقادیر عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن موجود در عصاره عناب اندازه‌گیری گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات عصاره عناب

کمیت اندازه گیری شده	مقدار (واحد)	کمیت اندازه گیری شده	مقدار (واحد)
اسیدیته	۰/۰۳ درصد	ویتامین ث	۰/۷۸ (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)
pH	۳/۰۱	کلسیم	۲۲۵ (میلی گرم بر کیلوگرم)
درصد قند احیا	۱/۲۸ درصد	منیزیم	۱۳۱ (میلی گرم بر کیلوگرم)
فنل	۰/۵٤ (میلی گرم بر میلی لیتر)	آهن	۰/۳ (میلی گرم بر کیلوگرم)
آنتوسیانین	۳/۸۲ (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	پتاسیم	۰/۲٤ درصد

۳-۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی سرکه عناب

میانگین آزمایشات مربوط به درصد مواد جامد محلول (بریکس)، اسیدیته، pH، ویتامین ث ، ترکیبات فنلی، ترکیبات آنتوسیانین، درصد الکل تولیدی و مقادیرعناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن موجود در سرکه عناب به همراه سرکه شاهد (سرکه سیب) پس از انجام مقایسات آماری در جدول۲ آورده شده است. مقایسه میانگین‌های داده های موجود نشان داد که بین دو نمونه آزمایشی در کلیه صفات مورد بررسی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

جدول ۲- میانگین مشخصات فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده برای سرکه

ویژگی ها	سرکه عناب	سرکه سیب	T
اسیدیته (درصد)	۰/۱۳۹۶ b	۰/۲۶۳۳ a	-۲/۰۹۸٤
pH	۳/۵۷۳ a	۳/۰۲b	٤۱/۵
الکل (گرم در لیتر سرکه)	۰/۱۲٦ b	۰/۱۵a	-۰/۷٤٦
فنل (میلی گرم بر میلی لیتر)	۰/۲٦ a	۰/۱۷۳۳b	۱۳
ویتامین ث	۱/۳۰٦٦ a	۱/۰٤٦٦b	۷/۸۷۹
آنتوسیانین (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)	۵/۵۳۳ a	۰/۰۰٦b	٤۱/۵۹۳
منیزیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱٤۹/۳۳۳ b	۲۱۲a	-۱۸/۲٦
پتاسیم (درصد)	۰/۲۳٦٦a	۰/۰٦۷b	۱۷/۲۳۲
کلسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱۵۲/۳۳۳ b	۳٤۸a	-٤۰/۷۰۱
آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱/۰۰۳ b	۷/۳۹a	-۵۰/۳٦۹

*حروف مشابه در هر ردیف، ازنظرآماری تفاوت معنی‌دار ندارند

۳-۲-۱-اسیدیته

مطابق جدول ۲، اسیدیته سرکه عناب با مقدار ۰/۱۳۹ درصد، به صورت معنی‌داری کمتر از سرکه سیب (۰/۲۶۳) بود. اسیدیته نمونه عصاره اولیه عناب ۰/۰۳ بود که در نتیجه عمل تخمیر و تولید اسیدهای آلی مختلف، افزایش یافت. شاخص اسیدیته نماینده تمام اسیدهای آلی تولید شده در محصول نظیر اسیدهای استیک ، سیتریک ، تارتاریک و ... است که در محصولات تخمیری در اثر فعالیت اسید استیک باکتریها (AAB)، تولید و میزان اسید استیک تولید شده از بقیه اسیدهای آلی بیشتر است. انجام این آزمایش برای اطمینان از کیفیت محصول مورد بررسی و مقایسه آن با سرکه شاهد (سرکه سیب) ضرورت داشت. وجود اختلاف بین اسیدیته دو نمونه سرکه، احتمالا مربوط به تفاوت فعالیت متابولیکی اسید استیک باکتری‌ها در آن دو نمونه در نتیجه نوع میوه مصرفی بود. در یک تحقیق در سال ۲۰۱۸ در ارتباط با تخمیر آب انار توسط اسید لاکتیک باکتری‌ها، نتایج نشان داد در نتیجه عمل تخمیر، اسیدیته در اثر تولید اسیدهای آلی افزایش یافت(۵۶).کانور و کشانی (۲۰۱۶) به ارزیابی تخمیر آب سیب به کمک مخمرها و تاثیر آن بر خواص حسی محصول تولید شده پرداختند. میزان تولید اتانول، قند، تانن، متانول، و اسیدهای فرار حاصل از تخمیر بود. شرایط تخمیر از جمله میزان قند میوه، درجه حرارت محیط بر کیفیت محصول نهایی تاثیر داشت. اسیدیته آب سیب ۰/۲۶ و اسیدیته سرکه سیب در محدوده(۰/۴۵۸۷-۰/۴۸۱۳) اندازه گیری شد. افزایش اسیدیته

در سرکه سیب در نتیجه تولید اسیدهای آلی به ویژه اسید استیک بود(۳۲).

pH-۲-۲-۳

در سرکه ها، اسیداستیک عامل ایجاد طعم ترش می باشد. همچنین در ایجاد خواص ضدعفونی کنندگی و کشندگی میکروارگانیسم ها نقش مهمی را ایفا می کند. واژه pH به مقدار یون‌های هیدروژن موجود در محلول اشاره می کند. pH معادل منهای لگاریتم غلظت یون هیدروژن در مول ها در لیتر می باشد. اگر pH محلول ۱ واحد کاهش یابد غلظت یون هیدروژن ۱۰ برابر افزایش می یابد. pH سرکه بستگی به مقدار اسید در محیط یا غلظت اسید استیک دارد.به عنوان مبنا سرکه سفید تقطیری حاوی ۵ درصد اسید استیک است و pH معادل ۲/۴ است(۱۰).pH نمونه سرکه عناب در پژوهش حاضر ۳/۵۷۳ و pH سرکه سیب (شاهد) معادل ۳/۰۲ بود. مقادیر هر دو سرکه مورد بررسی از pH سرکه تقطیری مبنا (۲/۴) بیشتر بود. سرکه عناب با داشتن pH بالاتر از سرکه سیب، ترشی کمتر داشت. از نظر داوران و مصرف کنندگان، این سرکه با داشتن اسیدیته کمتر و pH بیشتر، دارای طعم بهتر و جذاب‌تر بود.

۳-۲-۳-الکل

مکانیسم تخمیر الکلی تقریبا مشابه مکانیسم تنفس عادی است. تخمیر الکلی فقط روی قندها انجام و با گلیکولیز شروع شده و تولید اسید پیرووِیک میکند. سپس اسیدپیرووِیک به اتانول تبدیل می‌شود. و بازده عمل تخمیر۴۴٪ است. به همراه الکل در بعضی موارد ترکیبات دیگر نظیر گلیسرول‌ها و همچنین اسیداستیک و لاکتیک نیز تولید می شوند. شدت تخمیر را با اندازه گیری مقدار الکل تولید شده از تخمیر می توان محاسبه کرد. مقادیر اتانول و متانول تولید شده در نتیجه فرایند تخمیر درحد مجاز، عواقب خطرناک نداشت هوبه منظورکنترل کیفیت، باید میزان الکل به صورت دوره ای، تعیین واز ۰/۵ درصد حجمی- حجمی تجاوز نکند(۹ و ۲۸).

میزان اتانول موجود در سرکه عناب (۰/۱۲۶گرم در لیتر) و سرکه سیب (۰/۱۵گرم در لیتر) بود. مطابق آنچه ذکر شد مقادیر اتانول موجود در سرکه های مورد بررسی در این پژوهش در محدوده مجاز برای سلامت مصرف کننده است. در پژوهشی که در سال ۲۰۱۸ انجام شد به ارزیابی میزان ترکیبات بیو اکتیو موجود در سرکه حاصل از گیلاس پرداختند و مقادیر اتانول به دست آمده از فرایند تخمیر را اندازه گیری کردند(۳۳). مقدار اتیل الکل موجود در سرکه گیلاس پس از دو مرحله تخمیر ۱/۷۹ گرم در لیتر سرکه به دست آمد که از اتانول موجود در نمونه های سرکه پروژه حاضر بیشتر بود.

۳-۲-٤-ترکیبات فنلی

ترکیبات فنلی موجود در نمونه سرکه عناب با مقدار (۰/۲۶ میلی‌گرم در لیتر) در مقایسه با سرکه سیب (۰/۱۷۳ میلی‌گرم در لیتر) به صورت معنی داری بیشتر بود. محمدی و همکاران در سال۱۳۹۴، خواص آنتی‌اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی نوشیدنی تخمیری آب پنیر پسته را بررسی کردند. پسته حاوی مقادیر بالای ترکیبات فنلی است.تخمیر در دمای ۲۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت انجام شد.در نتیجه عمل تخمیر میزان ترکیبات فنلی افزایش یافت. به طوری که مقدار فنل کل موجود در محصول تخمیر شده (۱۰۸ میلی گرم در لیتر) به صورت معنی‌داری بیشتر از فنل موجود در محصول غیر تخمیری (۷۸ میلی‌گرم در لیتر) بود. در اثر فرایند تخمیر توسط اسید استیک باکتری‌ها مقادیر قابل ملاحظه‌ای از انواع ترکیبات فنلی حاصل شد. میزان فنل ارتباط مستقیم به میزان تخمیر دارد(۶). افزایش فنل کل در فراورده تخمیری و در نتیجه بهبود خاصیت آنتی اکسیدانی توسط بسیاری از پژوهشگران به اثبات و علت را به هیدرولیز ترکیبات فنلی گلیکوزیلی و ایجاد فنل آزاد نسبت داده شد(۲۲). تخمیر باعث تجزیه دیواره‌های سلول‌های گیاهی شده که خود منجر به تولید فنل ها یا آنتی اکسیدان های جدید می شود. این ترکیبات به صورت گیرنده های رادیکال های آزاد ، شلات کننده های یون های فلزی یا

دهنده های هیدروژن به رادیکال ها عمل می کنند(۲۹). حضور ترکیبات فنلی در نوشیدنی های گیاهی تخمیر شده بستگی به نوع وگیاه اولیه دارد. تخمیر باعث تغییر در بعضی ترکیبات می‌شود. گاهی اوقات این تغییرات به گونه ای هستند که ممکن است در حین فرایند تخمیر، منجر به ایجاد ترکیبات جدید فنلی شود که دارای قدرت آنتی اکسیدانی هستند (۵۵). فراوان‌ترین آنتی اکسیدان‌های موجود در انواع سرکه، پلی فنل ها و ویتامین ها هستند که هر دو دارای سابقه طولانی در مبارزه با اکسیداسیون مواد غذایی هستند(۱۵).در زمینه تعیین نقش و اهمیت تغذیه ای مربوط به ترکیبات فنلی موجود در مواد غذایی تحقیقات زیادی انجام شده است که نشان می دهد ترکیبات فنلی توانایی بهبود اختلالات ناشی از استرس‌های اکسیداتیو را داشته که از جمله این ضایعات می توان به چاقی بیش از حد[1](۲۶)، مشکلات کبدی (۱۳) و دیابت (۲۱) اشاره کرد.

۳-۲-۵-ترکیبات آنتوسیانین

مقدار آنتوسیانین ها در سرکه عناب ۳/۸۲ میلی گرم در لیتر سرکه بود که به صورت معنی داری از آنتوسیانین های سرکه سیب (شاهد) بیشتر بود. سرکه به عنوان یک فراورده تخمیری به‌دست آمده از میوه ، به عنوان یک منبع از ترکیبات سلامتی زا شناخته می شود و باکیر و همکاران در سال ۲۰۱۶، وجود ترکیبات مختلف آنتی‌اکسیدانی موجود در سرکه میوه را ثابت کردند(۱۲). آنتوسیانین ها جزو رنگ‌های طبیعی هستند که در خانواده فلاوونوئیدها قرار دارند. این ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی به میزان زیاد در گل‌ها، میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارند(۶۲). در یک تحقیق که سلی در سال ۲۰۱۷ انجام داد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در سرکه انار را بررسی کرد. او نشان دادکه مقدار کل ترکیبات آنتوسیانینی در سرکه انار (۱۱/۸۶ میلی‌گرم در لیتر) بسیار نزدیک به آنتوسیانین‌های موجود در آب انار تازه بود و نتیجه گرفت که قسمت اعظم آنتوسیانین‌ها از آب انار به سرکه راه یافته است(۵۴). ای و همکاران در سال ۲۰۱۷ در یک تحقیق میزان ترکیبات بیواکتیو با قدرت آنتی‌اکسیدانی سرکه خاصل از توت را اندازه گیری و بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که مقادیر ترکیبات فنلی، آنتوسیانینی و سایر ترکیبات فلاوونوئیدی و قدرت آنتی‌اکسیدانی در محصول پس از تخمیر به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافت (۶۳).

۳-۲-۶-ویتامین ث

ویتامین‌ث از ویتامین های ضروری برای بدن می باشد. از آنجا که بدن قادر به تولید این ویتامین نمی باشد بنابراین دریافت آن از طریق مواد غذائی و مکمل ها ضروری است. ویتامین ث یا اسید اسکوربیک، با بالا بردن ایمنی بدن، انسان را در برابر بسیاری از سرطان ها و بیماری های قلبی محافظت می کند. میزان ویتامین‌ث موجود درسرکه عناب (۱/۳ میلی‌گرم در لیتر) و به صورت معنی‌داری از میزان ویتامین ث موجود در سرکه سیب (۱/۰۴) بیشتر بود. منابع مختلف علمی بیان کرده اند که عناب سرشار از ویتامین ث است. میغانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ در یک پژوهش ثابت کردند عناب منبع خوبی از ویتامین های ث و آ می باشد(۸).مقدار اسیدآسکوربیک موجود در میوه تازه عناب در محدوده وزنی ۱۹۲-۳۵۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم میوه گزارش شد(۴۹).میشرا و کرسکا (۲۰۱۷) میزان ویتامین ث موجود در میوه تازه و خشک عناب را ۷۵- ۶۵/۸ میلی گرم گزارش کردند(۴۵).

۳-۲-۷-املاح معدنی

در این تحقیق مقادیر املاح معدنی نظیر منیزیم، پتاسیم، کلسیم و آهن موجود در سرکه عناب با استفاده از روش‌های دستگاهی تعیین مقدار شدند و با مقادیر موجود در منبع اولیه و همچنین با نمونه شاهد (سرکه سیب) مقایسه و در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. مقادیر پتاسیم موجود در سرکه عناب (۰/۲۳۴۶ درصد) ، منیزیم (۳۳۳ /۱۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کلسیم (۱۵۲/۳۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و آهن (۱/۰۰۳

1- Obesity

میلی‌گرم بر کیلوگرم) تعیین مقدار شده که تمامی آنها به صورت معنی‌داری با نمونه شاهد اختلاف داشتند. با ارزیابی و مقایسه موارد مندرج در سرکه عناب و میوه عناب مشخص شد، کلیه عناصر به غیر از کلسیم دارای افزایش مقدار بودند. علت کاهش مقدار کلسیم در محصول نهایی را می توان این طور توجیه کرد که در هنگام پخت اولیه عناب قبل از تخمیر به منظور نرم شدن بافت میوه و تسریع در امر تخمیر، احتمالا مقدار جزئی یون های کلسیم وارد آب شده و از محصول خارج شده باشد یا ممکن است کاهش مقدار به دلیل استفاده کلسیم توسط میکروارگانیسم ها در حین عمل تخمیر باشد. با استفاده از محصولات تخمیرشده می توان املاح مورد نیاز بدن را تامین کرد. در یک پژوهش، آیهک و همکاران در سال ۲۰۱۷ تاثیر تخمیر را بر خواص فیزیکوشیمیایی و ارزش تغذیه ای املاح لوبیای لوکاست بررسی کردند. نتایج نشان دادکه مقادیر کلسیم روی منگنز مس آهن و سدیم در فراورده تخمیر شده لوبیا بیشتر از ماده اولیه آن یا محصول تخمیر نشده بود. پژوهشگران در این مطالعه بیان کردند که ارزش تغذیه ای محصول تخمیر شده از نظر املاح موجود، بیشتر از محصول اولیه بود(۳۰). نتایج تحقیق پژوهش آیهک و همکاران، تاییدی بر نتایج حاصل از تحقیق حاضر است. پاریک در سال ۲۰۱۳ در یک پژوهش، خواص تغذیه ای میوه عناب و مقادیر ترکیبات فعال و بیواکتیو موجود در میوه عناب را گزارش کرد. او مقادیر ترکیبات معدنی از جمله آهن، کلسیم، فسفر، منیزیم و ... موجود در میوه عناب را تعیین کرد. به طوری که میزان کلسیم ۲۵/۶ میلی گرم، فسفر ۲۶/۸ میلی گرم، آهن ۰/۷۶ -۱/۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم میوه تازه بودند(۴۹).

۳-۳- آزمایشات حسی سرکه عناب

میانگین آزمایشات مربوط به ویژگیهای حسی بو طعم رنگ و پذیرش کلی فراورده تخمیری میوه عناب (سرکه عناب) به همراه سرکه شاهد (سرکه سیب) پس از انجام مقایسات آماری در جدول شماره ۳ آورده شده است. مقایسه میانگین‌های داده‌های موجود در جدول ۳ نشان می دهد که بین دو نمونه آزمایشی در کلیه صفات مورد بررسی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت که اختلاف موجود با حروف در کنار میانگین‌ها مشخص شده است.میانگین نتایج بررسی خواص حسی سرکه عناب به صورت معنی‌دار از ویژگی‌های سرکه سیب بیشتر بود (جدول۳). در تمامی صفات مورد آزمایش، داوران بیشترین امتیاز را به سرکه عناب دادند. آن‌ها سرکه عناب را یک محصول تخمیر شده بسیار عالی که تمامی ویژگی‌های یک سرکه مطلوب را داشت، معرفی نمودند. تحقیقات پژوهشگران در زمینه فرآیندهای تخمیری نشان داده است که در نتیجه فعالیت اسید استیک باکتری ها در میوه ها و یا سبزی ها در حین تخمیر تولید انواع اسیدهای آلی شده که در اکثر موارد اسید استیک تولیدی اسید غالب است. بو و طعم محصول نهایی در نتیجه وجود اسید استیک بسیار مطبوع و خوشایند است. حسین و همکاران در سال ۲۰۱۷ ویژگی‌های حسی سوسیس فراسودمند تخمیری را مورد بررسی قرار دادند. به دلیل کاهش pH در نمونه های تخمیری باعث بهبود عطر و طعم آن‌ها و در نهایت افزایش پذیرش کلی در بین مصرف کنندگان شد(۴).دیدار و زنگنه در سال ۱۳۹۲، تاثیر مواد اولیه، افزودنی‌های غذایی و فرایند تخمیر را بر ویژگی‌های حسی ساورکرات بررسی کردند. نتایج نشان داد خواص حسی مطلوب در فراورده تخمیری ایجاد شد(۵). لی و همکاران در سال ۲۰۱۷ به بررسی ویژگی‌های حسی (طعم مزه ظاهر عمومی و رنگ) سرکه پیاز در یک تخمیر نیمه مداوم پرداختند. آن‌ها عنوان کردند ویژگی‌های حسی سرکه حاصل بسیار رضایتبخش و نسبت به نمونه سرکه تجاری امتیاز بالاتر داشت(۳۷).

جدول۳- میانگین ویژگیهای حسی اندازه گیری شده برای دو نوع سرکه

ویژگی ها	سرکه عناب		سرکه سیب		T
بو	٤/٨٣٣	a	٣/٥	b	٤/٧٨
طعم	٤/٨٣٣	a	٣/٦٦٦	b	٢/٥٧٣
رنگ	٤/٥	a	٣/٨٣٣	b	١/٧٥٤
پذیرش کلی	٤/٨٣٣	a	٣/٣٣٣	b	٤/٠٢٤

*اعداد با حروف مشابه در هر ردیف، از نظرآماری تفاوت معنی‌دارندارند

دانشمندان در سال ۲۰۱۶، به ارزیابی فرایند تولید سرکه به عنوان یک فراورده سودمند غذایی از پوست و ضایعات آناناس پرداختند. آن‌ها یاداوری کردند که سرکه حاصل از تخمیر پوست میوه آناناس دارای خواص حسی مطلوب و مورد پسند مصرف کنندگان بود. همچنین سرکه درپاک و تمیز شدن محیط زیست از آلودگی های ناشی از فساد میوه ها تاثیردارد(۱۱).

۳-۳-۱-ارزش تغذیه ای سرکه حاصل از تخمیر

در نتیجه تولید اسیدهای آلی مختلف مخصوصا اسید استیک در سرکه حاصل از عمل تخمیر، قدرت‌گیرندگی رادیکال های آزاد افزایش می یابد(۳۴). در حین تخمیر در اثر تخریب دیواره سلولی که تحت تاثیر عوامل مختلف ایجاد می شود، محتوای ترکیبات سلولی افزایش و در نتیجه میزان ترکیبات فنلی در محصول افزایش می یابد (۱۸).اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی موجود در سرکه با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی جزو ترکیبات عملگرا بوده و ارزش تغذیه ای محصول را زیاد می کند(۱۵).

٤-نتیجه گیری

سرکه از طریق تخمیرهای متوالی اتانول و اسید استیک از مواد اولیه که حاوی نشاسته و ترکیبات قندی هستند حاصل می شود. اسیداستیک عامل ایجاد عطر و طعم غالب در سرکه است و دارای سابقه طولانی به عنوان یک افزودنی مهم غذایی برای اسیدی کردن و ایجاد طعم و افزایش نگه دارندگی در آن‌ها می‌باشد. تحقیقات اخیر نشان دهنده اثرات زیست فعالی سرکه‌ها است که برای سلامت انسان مفیداست. خواص درمانی عملکرد یانواع سرکه شامل فعالیت ضد باکتریایی، قدرت آنتی‌اکسیدانی، کاهش فشار خون، پایین آورنده میزان قند خون و پیشگیری از بیماری های قلبی- عروقی و دیابت می باشد. ترکیبات فنولیو اسیدهای آلی موجود در سرکه می توانند رادیکال های آزاد موجود را درگیر کرده و فعالیت آنتی اکسیدانی قویایجاد کنند. بسته به نوع سرکه مصرفی و مقدار ترکیبات بیوفعال موجود در آن، مصرف روزانه سرکه بر سلامت انسان و سوخت و ساز بدن تأثیرمستقیم دارد. در پژوهش حاضر با بررسی ویژگی‌های شیمیایی و حسی سرکه عناب در مقایسه با سرکه سیب، مشخص شد که سرکه عناب با داشتن ترکیبات فنلی، فلاوونوئیدی و اسید آسکوربیک بالاتر، همچنین عطر، طعم و رنگ بهتر امتیاز بیشتری را کسب کرد و به دلیل داشتن ترکیبات بیوفعال می تواند در پیشگیری و درمان انواع بیماریها کاربرد داشته باشد. توصیه می شود در زمینه استفاده از خواص ارزشمند دارویی سرکه عناب، تحقیقات بیشتر انجام شود.

٥-منابع

۱. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی. محصولات باغی ایران. ١٣٩٦.

۲. الهامی راد، ا. ح.، استیری، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و روند تولید سرکه از دو واریته توت سفید در منطقه سبزوار. *علوم و فناوری غذایی*، سال اول، شماره اول، ٤٠-٢٥.

۳. امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. *نشریه فنی* شماره ۹۸۲ انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، جلد اول.

٤. حسین،ف. ح.، رضوی، ه.، امام جمعه، ز. ۲۰۱۷. خواص فیزیکوشیمیایی و ارزیابی حسی سوسیس فراسودمند تخمیری با چربی کاهش یافته تهیه شده از گوشت گوساله. *بیوتکنولوژی غذایی کاربردی*، دوره٤، شماره۲، ۱۰۲-۹۳.

۵. دیدار ، ز.، زنگنه اسد آبادی، ی. ۱۳۹۳. تأثیر نوع کلم و طعم دهنده های مختلف بر ویژگیهای شیمیایی و حسی ساورکرات. *نشریه ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی*، سال ششم، شماره ۲، صفحات ۸۱-۷۵.

٦. محمدی یگانه، ز.، خدائیان، ف.، حسینی، س.، صفری، م.، رضایی، ک.، موسوی، م. ۱۳۹٤. بررسی خواص آنتی اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی نوشیدنی تخمیری آب پنیر-پسته با استفاده از استارتر کفیر. *فصلنامه فناوری های نوین غذایی*، سال سوم، شماره۹، ۸٤-٦۹ .

۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۰. روش های آزمون سرکه. *استاندارد ملی ایران*، شماره ۱۳۹٤، چاپ اول.

۸. میغانی، ح.، قاسم نژاد، م.، هاشم پور، ا. ۱۳۹٤. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیبات آنتیاکسیدانی میوه ژنوتیپ‌های مختلف کُنار هندی استان هرمزگان. *به زراعی کشاورزی*. دوره ۱۸ شماره ٤، ۹٦۷-۹۵٦.

9. Ahmadi, A., Akhghari, M., Gholamzadeh, S., Zarenezhad, M. 2017. Quantitative Determination of Ethanol and Methanol in Non-alcoholic Fermented Beverages and Herbal Distillates: Analytical Toxicology PerSpectives. *Iranian Journal of Forensic Medicine*, 23(3): 225-232.

10. Alawad, S. M., Sulieman, A. M. E., Osman, M. A., Mudawi, H. A. 2015. Production and Quality Evaluation of Vinegar from Tamarind (Tamarindus indica L.) Fruit Pulp. *Journal of engineering and applied sciences*, 10 (1): 35-46.

11. Aye, K. H., Ko, T. L. 2016. Utilization of Fruit Waste (Pineapple Peel) for Vinegar Production. *Yadanabon University Research Journal*, 7(1).

12. Bakir, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J. and Capanoglu, E. 2016. Fruit Antioxidants during Vinegar Processing: Changes in Content and in Vitro Bio-Accessibility. International *journal of molecular sciences*, 17(10): 1658.

13. Bouazza, A., Bitam, A., Amiali, M., Bounihi, A., Yargui, L., Koceir, E.A. 2016. Effect of fruit vinegars on liver damage and oxidative stress in high-fat-fed rats. *Pharmaceutical Biology*, 54: 260–265.

14. Brennan, M., Port, G. L, Gormley R. 2000. Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. *Lebensmittel-Wissenschaft und - technologie*, 33: 285–9.

15. Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C. 2014. Functional properties of vinegar. *Journal of Food Science* ,79:757-764.

16. Budak, H. N., Kumbul Doguc, D., Savas, C. M., Seydim, A. C., K¨ok Tas, T., Ciris, I. M., G¨uzel-Seydim, Z. B. 2011. Effects of apple cider vinegars produced with different techniques on blood lipids in high-cholesterol-fed rats. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59: 6638–44.

17. Chang, J., Fang, T. J. 2007. Survival of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica serovars typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against E. coli O157:H7. *Food Microbiol* 24:745–51.

18. Chism, G.W. and Haard, N.F. 1996. Characteristics of edible plant tissues. In

27. Ho, C.W., Lazim, A.M., Fazry, S., Umi Kalsum, H.Z. and Lim, S.J. 2017. Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food Chemistry*, 221: 1621-1630.
28. Hosseini, E., Kadivar, M., Shahedi, M. 2011 Physicochemical properties and storability of Non-alcoholic malt drinks prepared from oat and barley malts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1): 173-82.
29. Hur, S., Lee, S., Kim, Y., Choi, I, Kim, G. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food chemistry*, 160C: 346-356.
30. Iheke, E., Oshodi, A., Omoboye, A., and Ogunlalu, O. 2017. Effect of Fermentation on the Physicochemical Properties and Nutritionally Valuable Minerals of Locust Bean (Parkia biglobosa). *American Journal of Food Technology*, 12: 379-384.
31. Johnston, C. S., Kim, C. M., Buller, A. J. 2004. Vinegar improves insulin sensitivity to a highcarbohydrate meal in subjects with insulin resistance or type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27:281–3.
32. Kanwar, S. S. and Keshani, A. 2016. Fermentation of apple juice with a selected yeast strain isolated from the fermented foods of himalayan regions and its organoleptic properties. *Front Microbiol*,7: 1012.
33. Kawa-Rygielska, J., Adamenko, K., Kucharska, A. Z. and Piórecki, N. 2018. Bioactive Compounds in Cornelian Cherry Vinegars. *Molecules*, 23: 379.
34. Kong, H. T., Ho. C. W., Ling, J. W. A., Lazim, A., Shazrul, F., Lim, S. J. 2018. Chemical changes and optimisation of acetous fermentation time and mother of vinegar concentration in the production of vinegar-like fermented papaya beverage. *Sains malaysiana*, 47(9): 2017–2026.
35. Lane, J., Eynon, J. 1923. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue as indicator. *Journal of the chemical society, transactions*, 42: 32–36.

Food Chemistry, edited by Fennema, O.R. New York: Marcel Dekker Inc. pp: 943-1011.

19. Chiti, S., Mortazavi, A., Basiri, S., Sharifi, A. 1392. Evaluation on some physicochemical and nutritional properties of two jujube cultivars in Khorasan province. The first regional conference of medicinal plants in the north of the country. Gorgan.
20. Chun, M.S., Kim, S. J., Noh, B.S. 2012. analysis of Free Amino Acids and Flavors in Fermented Jujube Wine by HPLC and GC/MS. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 44: 779–784.
21. Davalos, A., Bartolome, B., Gomez-Cordoves, C. 2005. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. *Food Chemistry*, 93: 325–330.
22. Dordevic, T. M., Siler-Marinkovic, S.S., Dimitrijevic-Brankovic, S.I. 2010. Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. *Food Chemistry*, 119(3):957–963.
23. Du, L. J., Gao, Q. H., Ji, X. L., Ma, Y. J., Xu, F. Y., & Wang, M. 2013. Comparison of flavonoids, phenolic acids, and antioxidant activity of explosion-puffed and sundried jujubes (Ziziphus jujuba Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 11840–11847.
24. Francis, F. J. 1982. In anthocyanins as food colors. New york:Academic press, pp: 181–207.
25. Fushimi, T., Sato, Y. 2005. Effect of acetic acid feeding on the circadian changes in glycogen and metabolites of glucose and lipid in liver and skeletal muscle of rats. *British journal of nutrition*, 94: 714 –9.
26. Halima, B., Sonia, G., Sarra, K., Houda, B., Fethi, B., Abdallah, A. 2018. Apple cider vinegar attenuates oxidative stress and reduces the risk of obesity in high-fat-fed male wistar rats. *Journal of Medicinal Food*, 21: 70–80.

F. 2004. Induction of apoptosis in human leukemia cells by naturally fermented sugar cane vinegar (kibizu) of Amami Ohshima Island. *Biofactors*, 22:93 –7.

45. Mishra, S. and Krška, B. 2017. Value Addition, Sensory and Evaluation of Jujube Products, *International journal of pure and applied bioscience*, 5(3): 540-547.
46. Mohammadi Yeganeh, Z., Khodaeyan, F., Hoseini, S., Safari, M., Rezaii, K., Mosavi, M. 1394. Evaluation on antioxidant and physicochemical properties of fermented whey-pistachio drinking with kefir starter. *Journal of modern food technologies*, 2: 69-84.
47. Mousavi, Z., Mousavi, M., Razavi, H., HadineJad, M., Emam jomeh, Z., Mirzapour, M. 2013. Effect of Fermentation of Pomegranate Juice by *Lactobacillus* l*antarum* and L*actobacillus* acidophilus on the Antioxidant Activity and Metabolism of Sugars, Organic Acids and Phenolic Compounds. *Food Biotechnology*, 27 (1):1-13.
48. Nishino, H., Murakoshi, M., Mou, X.Y., Wada, S., Masuda, M., Ohsaka, Y., Satomi, Y., Jinno, K. 2005. Cancer prevention by phytochemicals. *Oncology*, 69:38–40.
49. Pareek, S. 2013. Nutritional composition of jujube fruit. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25 (6): 463-470.
50. Park, H. J., Kim, K. Y. and Jeong, H. S. 2009. Quality changes of jujube wine by hydrostatic pressure and freezing treatment during storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38 (1): 89-97.
51. Piddocke, M. P., Fazio, A., Vongsangnak, W., Wong, M. L., Heldt-Hansen, H. P., Workman, C., Nielsen, J., and Olsson, L. 2011. Revealing the beneficial effect of protease supplementation to high gravity beer fermentations using '-omics' techniques. *Microbial Cell Factories*, 10 (1): 27.
36. Lee, J., Lee, S., Park, Y. 2014. Two-stage Fermentation of Onion Vinegar Using Acetobacter spp. and Saccharomyces cerevisiae. Department of Food Science and Biotechnology, Gachon University, Korea.
37. Lee, S., Lee, J., Park, G., Jang, J., and Park, Y. 2017. Semi-Continuous Fermentation of Onion Vinegar and Its Functional Properties, *Molecules,* 22: 1313.
38. Li, J. W., L. P. Fan, S. D. Ding. and X. L. Ding. 2007. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food Chemistry*, 103(2):454- 460.
39. Lim, S., Yoon, J. W., Choi, S. H., Choa, B. J., Kim, J. T., Chang, H. S., Park, H. S., Park, K. S., Lee, H. K., Kim, Y. B., Jang, H. J. 2009. Effect of ginsam, a vinegar extract from Panax ginseng, on body weight and glucose homeostasis in an obese insulin-resistant rat model. *Metabolism* 58: 8–15.
40. Liu, Y. H. and Zhao, Q. X. 2011. Studies on the fermentation technics of dry wild jujube wine. *Advanced Materials Research*, 236-238, 2951-2956.
41. Maes, M., Galecki, P., Chang, Y. S., Berk, M. 2011. A review on the oxidative and nitrosative stress (O&NS) pathways in major depression and their possible contribution to the (neuro)degenerative processes in that illness. *Prog Neuropsychopharmacol Biological Psychiatry*, 35: 676–9.
42. Mc cormick, D. B, Greene, H. L. 1994. In: Tietz Text Book of Clinical Chemistry. Carl A, Britis Edward R, Ashwood, editor. Vol. 2. Philadelphia: W. B. Saunders. Vitamins, pp: 1313–1314.
43. Men, Y., Zhu, P., Zhu, Y., Zeng, Y., Yang, J., Sun, Y. 2019. The development of low-calorie sugar and functional jujube food using biological transformation and fermentation coupling technology. *Food Science and nutrition*, 7:1302–1310.
44. Mimura, A., Suzuki, Y., Toshima, Y., Yazaki, S., Ohtsuki, T., Ui, S., Hyodoh,

52. Ramadan, M. F., Al-Ghamdi, A. 2012. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: a review. *Journal of functional foods*, 4:39–52.
53. Ryu, J. H., Deng, Y., Beuchant, L. R. 1999. Behavior of acid-adapted and unadapted Escherichia coli O157:H7 when exposed to reduced pH achieved with various organic acids. *Journal of food protection*, 62: 451–5
54. .Selli, S. 2017. Phenolic compounds in pomegranate vinegars. The Online Journal of Science and Technology, 7 (4).
55. Shahidi, F., Mc Donald, J., Chandrasekara MPhil, A and Zhong, Y. 2008. Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: chemistry and health effects. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17 (S1): 380-382.
56. Shubhada, N., Rudresh, D. L., Jagadeesh , S. L., Prakash, D. P., and Raghavendra, S. 2018. Fermentation of Pomegranate juice by lactic acid bacteria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(8): 4160-4173.
57. Shimoji, Y., Kohno, H., Nanda, K., Nishikawa, Y., Ohigashi, H., Uenakai, K., Tanaka, T. 2004.Extract of Kurosu, a vinegar from unpolished rice, inhibits azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 rats. *Nutrition and cancer*, 49: 170–3.
58. Singleton, V., Rossi, A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *American journal of enology and viticulture*, 16: 144–158.
59. Stevens, R. 1960. Beer flavor. I. Volatile products of fermentation: a review. *Journal of the Institute of Brewing*, 66 (6): 453-471.
60. Tan, S. C. 2005. Vinegar fermentation [Master of Science thesis]. Louisiana State Univ., Dept. of Food Science.
61. Wang, H., Cao, G., and Prior, R. L. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(2): 304-309.
62. Xie, X., Zhang, L. and Gao, X. 2017. Phenolic Compounds Content and Antioxidant Activity of Mulberry Wine During Fermentation and Aging. *American Journal of Food Technology*, 12:367-373.

(Original Research Paper)

Determination of Physicochemical and Sensory Properties of Produced Vinegar from Fermentation of Jujube Fruit

Shadi Basiri*

1-Assistant Professor,Department of Technical Researches and Agricultural Engineering, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Cented, Agricultural Research Education and Extention Organization, Mashhad, Iran.

Received: 13/10/2019 Accepted:28/12/2019

Abstract

Post-harvest fruit drops have often created many problems in economic and food security. Processing and converting grade 2 and 3 fruits into vinegar can be a useful and effective strategy to reduce waste and increase their potential. This study aimed to evaluate the quality of vinegar obtained from jujube and compare it with an industrial vinegar sample. The yeast Saccharomyces cerevisiae was used for fermentation. The acidity, pH, reduction sugar percent, brix and alcohol content of jujube fruit and its vinegar were exprimented. Phenolic compounds, anthocyanins, vitamin C and mineral such as calcium, potassium, magnesium and iron were measured and compared in the samples. The results showed that fermentation increased the phenolic bioactive compounds and organic acids in jujube vinegar. The quality characteristics of jujube vinegar were significantly higher than apple vinegar. The acidity and pH values of jujube vinegar with 0.139% and 3.57, were lower and higher than apple vinegar with 0.263% and 3.02, respectively. Phenolic compounds of jujube vinegar (0.26 mg / ml), vitamin C (1.3 mg / 100 g) and anthocyanins (5.53 mg / 100 g) were higher than apple vinegar (0.17, 1.04, 0.006), respectively. Judges evaluated the sensory characteristics aroma, taste, color and total acceptance of two vinegars and gave the highest scores to jujube vinegar. Overall, Jujube vinegar was selected as the better sample for its sensory and physicochemical properties.

Keywords: Fermerntation, Jujube Fruit, Physicochemical, Sensory Properties, Vinegar.

*Corresponding Author:shbasiri35@yahoo.com