Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۴/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۱۹ تا ۳۳

DOI: 10.22034/FR.2021.32037.1653

تاثیر روش‌های تغلیظ (اتمسفریک و مایکروویو) بر خواص کیفی آب ریشه گیاه شلغم

فریده قادری[۱]، نفیسه جهانبخشیان[۲*] و مریم جعفری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۳۰

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد

[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد

*مسئول مکاتبه: Email: njahanbakhshian@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالای آب شلغم، روشی که بتواند محصولی از آن تولید نماید که مواد مغذی آن حفظ شده و در طی سال و در همه‌جا در دسترس باشد بسیار مفید است. **هدف**: هدف از این پژوهش بررسی تاثیر روش تغلیظ با مایکروویو در دو توان متفاوت (۱۸۰ و۵۴۰ وات) و روش حرارت‌دهی در شرایط اتمسفری بر برخی خواص کیفی عصاره ریشه گیاه شلغم و معرفی روش بهتر جهت تولید کنسانتره با کیفیت بیشتر می‌باشد. **روش کار**: در این تحقیق به مقایسه ویژگی‌های کیفی آب تغلیظ شده ریشه گیاه شلغم به دو روش مایکروویو (۱۸۰ و۵۴۰ وات) و تغلیظ معمول در فشار اتمسفریک در زمان های مختلف پرداخته شده و خواص کیفی محصول شامل میزان اسکوربیک اسید، درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، شاخص‌های رنگ، بریکس و خواص رئولوژیکی مورد بررسی قرار گرفت. **نتایج**: نتایج نشان داد با افزایش زمان تغلیظ میزان بریکس افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان بریکس، از میزان شاخص های L^* و b^* کاسته و به شاخص a^* افزوده می‌شود. نتایج نشان داد که با افزایش زمان تغلیظ درصد مهارکنندگی افزایش و درصد ویتامین ث باقیمانده در تمامی روش‌ها کاهش پیدا می‌کند. نتایج خواص رئولوژیکی نشان داد تمامی روش‌ها و زمان‌های تغلیظ از قانون هرشل بالکی تبعیت می‌کنند. **نتیجه‌گیری نهایی**: به طور کلی در ارتباط با تغییرات کلی رنگ نمونه‌ها در طی تغلیظ و همچنین در زمینه خواص تغذیه‌ای عصاره شلغم تغلیظ شده، روش مایکروویو به خصوص در توان پایین تر، موثرتر از روش اتمسفریک عمل کرده و می‌توان گفت استفاده از روش مایکروویو یک روش بالقوه برای تغلیظ آب شلغم می باشد.

واژگان کلیدی : بریکس، تغلیظ، شلغم، فشار اتمسفریک، مایکروویو

مقدمه

طی سال‌های گذشته تقاضا برای استفاده از مواد غذایی با منشاء گیاهی رشد چشمگیری داشته است. میوه‌ها و سبزیجات به دلیل دارا بودن ریز مغذی‌های مهمی نظیر ویتامین‌ها و مواد معدنی نقش مهمی در متعادل ساختن رژیم غذایی انسان و کاهش ریسک ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل سرطان، بیماری‌های قلبی‌عروقی و دیابت بازی می‌کنند (تالنس و همکاران ۲۰۱۷). بنابراین به منظور پاسخ به تقاضای مردم، فرآوری میوه‌ها و سبزیجات به

www.SID.ir

Archive of SID

صورت صنعتی درآمده است. با توسعه انواع آب میوه‌ها و محصولات مشتق شده از آن‌ها نظیر کنسانتره‌ها و نکتارها، اطلاع از ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آن‌ها امر مهمی محسوب می‌شود (کورتس و همکاران ۲۰۰۵ و وندرسن و همکاران ۲۰۰۹). رشد تقاضا برای آبمیوه با کیفیت حسی و تغذیه‌ای بالا منجر به جستجو برای فناوری‌های فرآیند پیشرفته تر شده است (سانچز و همکاران ۲۰۱۰). میوه‌ها و آبمیوه‌ها حاوی مقادیر بالایی آب هستند (۹۰-۷۵٪) که به دلیل فعالیت بالای آنزیم‌ها و میکروب‌ها در آب، آن‌ها را مستعد واکنش‌های تخریبی آنزیمی و میکروبی می‌کند. بنابراین، آبمیوه استخراج شده برای ذخیره سازی طولانی مدت و حمل و نقل آسان‌تر باید تغلیظ گردد (کانو لامادرید و همکاران ۲۰۱۷). گرفتن آب از غذا که موجب پایداری آن در مقابل میکروارگانیسمها شده تغلیظ گفته می‌شود و تفاوت آن با خشک کردن، در ماده نهایی می‌باشد؛ به این صورت که در تغلیظ ماده نهایی به شکل مایع است. تغلیظ یک مرحله رایج در فرآیند تولید آبمیوه است. طی این فرآیند، بیشتر آب یا مواد محلول را می‌توان با جوشاندن آبمیوه جدا کرد و یک محلول غلیظ بدست آورد (ناواز و همکاران ۲۰۱۸). فرآیند تغلیظ با توجه به اثرات قابل توجهی که بر روی رنگ، عطر و طعم و کیفیت محصول نهایی می‌گذارد، یک واحد عملیاتی مهم در فرآیند میوه‌جات است (یوسفی همکاران ۲۰۱۲). به روش‌های گوناگونی می‌توان آب ماده غذایی را کاهش داد. یکی از روش‌های معمول و متداول، تبخیر آب ماده غذایی با استفاده از تبخیر کننده‌های حرارتی است. از روش‌های دیگر، استفاده از انجماد و جداسازی غشایی می‌باشد که به ویژه برای محصولاتی که به حرارت حساس هستند استفاده می‌شود (سامانی و همکاران ۲۰۱۶). تغلیظ آبمیوه‌ها به منظور دستیابی به اهدافی صورت می‌پذیرد نظیر امکان تولید محصول با کیفیت یکنواخت در فواصل زمانی مختلف با توجه به فصلی بودن تولید آبمیوه تازه، کاستن از نوسان قیمت به دلیل فصلی بودن تولید آبمیوه تازه، افزایش ظرفیت تولید، کاستن از بار فرآیند خشک کردن که گاهی در صنایع آبمیوه‌سازی برای تولید محصولات پودری مورد استفاده قرار می‌گیرد (سوتو رییز و همکاران ۲۰۱۷)، صرفه‌جویی در سرمایه‌گذاری با توجه به اینکه تجهیزات مربوط به تغلیظ آبمیوه‌ها نسبت به سیستم ذخیره‌سازی و انبار کردن و نگهداری آبمیوه تازه هزینه کمتری در بردارد، کاهش مخارج حمل و نقل زیرا کمیت مواد به طور قابل - توجهی کاهش می‌یابد (کورتس و همکاران ۲۰۰۵ و وندرسن و همکاران ۲۰۰۹). یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) اثرات روش مایکروویو و حرارت‌دهی معمولی را بر کیفیت ویژگی‌های کنسانتره آب انار مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد اعمال انرژی مایکروویو زمان مورد نیاز برای رسیدن به درجه بریکس نهایی را به ۱۱۸، ۹۵ و ۷۵ دقیقه کاهش داد و تمام پارامترهای رنگی اصلی در طول زمان کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که تخریب رنگ، آنتوسیانین و فعالیت آنتی اکسیدانی در حرارت دهی معمول نسبت به حرارت دهی مایکروویو بیشتر بود. محمدی و همکاران (۲۰۱۳) به تاثیر دمای تغلیظ بر دانسیته و خواص رئولوژیکی آب هندوانه پرداختند. نتایج نشان داد دانسیته آب هندوانه با افزایش مواد خشک محلول و کاهش دما افزایش می‌یابد. همچنین نشان داد دما تاثیر معکوسی بر تنش برشی و ویسکوزیته ظاهری آب هندوانه دارد (سانی و همکاران ۲۰۱۳). شلغم با نام علمی *Brasica Napus* از خانواده *Brasicaceae* گیاهی است دو ساله که به دلیل داشتن خواص دارویی در درمان بیماری‌های کلیوی، التهاب مثانه، نقرس، دردهای مفصلی، آبسه‌ها و سرمازدگی مفید است (تیروونگادام و همکاران ۲۰۱۶). همچنین گزارش شده آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آن خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند فشار خون بالا و آرتریت روماتویید را کاهش می‌دهد. بنابراین به دلیل این اثرات آنتی‌اکسیدانی و داشتن ترکیباتی مانند

www.SID.ir

Archive of SID

فلاوونوئیدها و آنتوسیانین‌ها گفته می‌شود این گیاه در بهبود بیماری دیابت مؤثر است (جاسپریت و همکاران ۲۰۰۳). شلغم دارای ترکیبات بیولوژیک فعالی نظیر: ۱- فلاوونوئیدها شامل ایزورامنتین ، کیمپرول و گلیکوزیدهای کوئرستین، ۲- مشتقات فنیل پروپانوئید، ۳- آلکالوئیدهای ایندول و ٤- گلوکوزیدهای استرول می‌باشد. فلاوونوئیدها دارای اثرات بسیار مفیدی به خصوص در بیماری دیابت هستند (سانگ و همکاران ۲۰۰٦). با توجه به خصوصیات مفید ریشه گیاه شلغم و استفاده از آن به عنوان یک آنتی‌اکسیدان و یک منبع دارویی درمانی طبیعی در موارد مختلف و هم‌چنین با توجه به اینکه فرآیند تغلیظ ریشه گیاه شلغم تا به حال صورت نگرفته، این پژوهش با هدف بررسی روش‌های مختلف تغلیظ اتمسفریک معمول و مایکروویو بر خصوصیات کیفی آب ریشه گیاه شلغم صورت می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی آب ریشه گیاه شلغم

شلغم تازه با نام علمی *Brassica Napus*، واریاته *Var.escutentha DC.* یک روز قبل از انجام آزمایشات، از بازار میوه و تره بار محلی واقع در استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان شهرکرد تهیه گردید. پس از شستشو با آب و پس از پوست‌گیری، برش داده شده و با یک دستگاه آب میوه‌گیر برقی آب-گیری تا میزان ۵۰ درصد انجام شد. آب شلغم به دست آمده جهت جداسازی ذرات درشت موجود با صافی ریز پارچه ای و سپس کاغذ صافی صاف شد. برای تغلیظ نمونه‌ها از روش تغلیظ معمول اتمسفریک و روش مایکروویو با دو توان ۱۸۰ و ٥٤٠ وات جهت رسیدن به حجم نهایی (۳۵٪ حجم اولیه) استفاده شد. به این صورت که در ابتدا با انجام پری تست‌های اولیه و نمونه گذاری‌های متعدد در چندین تکرار پیاپی، کل مدت زمان لازم جهت رسیدن حجم اولیه عصاره (۲۰۰ میلی-لیتر) به حجم نهایی مورد نظر (۷۰ میلی‌لیتر) در هر روش بدست آمد. پس از به دست آمدن زمان کل (زمان مورد نیاز برای رسیدن به حجم نهایی)، در هر روش جهت محاسبه و بدست آوردن بازه‌های زمانی یکسان موجود در بین نمونه‌ها؛ زمان کل بدست آمده بر ٥ (تعداد زمان های تغلیظ مد نظر) تقسیم شد و بنابراین ٥ بازه زمانی یکسان در بین نمونه‌ها بدست آمد. نتیجتا در هر روش یک نمونه شاهد در زمان صفر و ٥ نمونه با زمان‌های مختلف تغلیظ بدست آمد. سپس در هر روش هر کدام از نمونه‌ها تحت زمان لازم و مورد نیاز برای تغلیظ قرار گرفت و ویژگی‌های کیفی نمونه‌ها از طریق آزمون‌های مورد نظر ارزیابی گردید. در روش تغلیظ اتمسفریک از تغلیظ معمول با استفاده از حرارت‌دهی و رساندن دمای محصول به نقطه‌ی جوش در شرایط اتمسفری با استفاده از یک هیتر مجهز به همزن مغناطیسی (HSD180، چین) جهت رسیدن به حجم نهایی استفاده گردید. در روش مایکروویو از مایکروویو با قابلیت تنظیم توان (CC_ 3082 NR، کره جنوبی) استفاده گردید. نمونه شاهد، عصاره خام تغلیظ نشده‌ی ریشه گیاه شلغم در زمان صفر بود.

آزمون های شیمیایی

آزمون درصد مهار رادیکال آزاد DPPH

اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با استفاده از روش اندازه گیری کاهش ظرفیت رادیکالی (RSC:Radical Scavenging Capacity) به کمک ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH یکی از روش های معتبر، دقیق، آسان و مقرون به صرفه با قابلیت تکرارپذیری بالا می‌باشد که در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساس این روش بر مبنای احیای رادیکال آزاد دی-پی-پی-اچ به وسیله آنتی‌اکسیدان های موجود در محیط در غیاب سایر رادیکال‌های آزاد می‌باشد. DPPH ترکیبی است

www.SID.ir

Archive of SID

بنفش رنگ که به دلیل حضور گروههای فنیل در ساختار آن به راحتی به صورت رادیکال درآمده و در واقع منبع رادیکال آزاد می باشد. این ترکیب با گرفتن یک الکترون از ترکیب آنتی اکسیدان، از رنگ بنفش به رنگ زرد تغییر رنگ می‌دهد. رادیکالهای آزاد موجود در DPPH در۵۱۷ نانومتر جذب دارند که از قانون بیرلامبرت پیروی می کنند. نتیجه این عمل باعث کاهش شدت رنگ محلول دی-پی-پی-اچ میشود که شدت رنگ باقی‌مانده با دستگاه طیف‌سنج قابل اندازه‌گیری است. درصد مهار رادیکالی آزاد بر اساس روش ارائه شده توسط یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد.

$$Inhibition\%\ [DPPH] = [1 - A_{sample}/A_{blank}] \times 100$$

آزمون تعیین آسکوربیک اسید

اندازه‌گیری میزان آسکوربیک اسید در نمونه های آب شلغم مطابق با روش جسوس و همکاران (۲۰۰۷) و به روش اکسیداسیون احیا با استفاده از ۲ و ٦ – دی-کلروفنول ایندوفنول (مرک-آلمان) انجام شد (جسوس و همکاران ۲۰۰۷).

آزمون رنگ سنجی

جهت تعیین وضعیت رنگ نمونه‌ها از دستگاه رنگ سنج هانتر لب (Lab-025-9000، آمریکا) استفاده شد (آفواکوا و همکاران ۲۰۰۸).

آزمون تعیین خواص رئولوژیکی

پس از آماده‌سازی و تغلیظ تیمارها مقدار ۳۰ میلی‌لیتر از عصاره‌های تغلیظ شده‌ی ریشه‌ی شلغم را به درون محفظه دستگاه رئومتر (MCR 301، آلمان) منتقل کرده سپس اسپیندل را به درستی ثابت کرده و ویسکوزیته‌ی عصاره‌ها در دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس با اسپیندل ULA و با سرعت اولیه ۵۰ دور بر دقیقه و سرعت نهایی ۲٤۰ دور بر دقیقه ثبت شد. سپس تغییرات تنش برشی در ازای نرخ‌های برشی متفاوت اندازه‌گیری شده و با مدل‌های مختلف برازش شد (سامانی و همکاران ۲۰۱٦).

آزمون تعیین مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول به وسیله یک رفرکتومتر دستی (آتاگو-ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد و به صورت درصد بریکس بیان شد (تالنس و همکاران ۲۰۱۷).

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات کیفی با سه تکرار صورت گرفت. اختلاف بین مقادیر در نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس و جدول دانکن آنالیز گردید. آنالیزهای ذکر شده توسط نرم افزار (SAS) و طرح کاملا تصادفی انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

قدرت مهارکنندگی رادیکال های آزاد DPPH

نتایج نشان داد بین قدرت‌های مختلف تغلیظ مایکروویو و اتمسفریک اختلاف معنی‌داری در میزان مهار رادیکال-های آزاد مشاهده شد ($P<0.05$) و در هر روش اختلاف معنی‌داری طی زمان‌های متفاوت تغلیظ مشاهده شد ($P<0.05$). تاثیر امواج مایکروویو و اتمسفریک بر روی درصد مهار رادیکال آزاد در جدول ۱ نشان داده شده است. این تغییرات به گونه‌ای بود که نمونه‌های تغلیظ شده تحت زمان های مختلف، روند افزایشی را طی نمودند؛ بدین معنا که با گذشت زمان بیشتر جهت انجام تغلیظ و افزایش بریکس، قدرت مهارکنندگی نمونه ها افزایش یافت. بررسی تغلیظ نشان داد که نمونه شاهد کمترین درصد مهارکنندگی را به خود اختصاص داد که با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار داشت ($P<0.05$). در سایر نمونه‌ها درصد مهارکنندگی بیشتری نسبت به شاهد مشاهده شد. به طور کلی با افزایش زمان تغلیظ و کاهش حجم و افزایش بریکس، درصد مهارکنندگی DPPH افزایش یافت. همچنین مشاهده شد که با وجود روند افزایشی کلی در درصد مهار کنندگی نمونه های تغلیظ شده نسبت به نمونه شاهد، در

www.SID.ir

Archive of SID

زمان‌ها و بریکس‌های پایانی تغلیظ، درصد مهارکنندگی کاهش یافت که میزان این کاهش در روش اتمسفریک نسبت به روش مایکرویو بیشتر بود (در روش مایکرویو کاهش به میزان ناچیز بود). این موضوع میتواند به این دلیل باشد که با افزایش زمان تغلیظ و پیشرفت فرآیند و افزایش بریکس، از یک زمان به بعد با افزایش بریکس و خروج رطوبت، غلظت مواد جامد محلول در عصاره از جمله ترکیبات فنلیک و مواد آنتی اکسیدانی میتواند آنقدر افزایش یابد که این تجمع بیش از حد مواد در اثر تغلیظ، به دلیل فعل و انفعالات شیمیایی، خود اثر معکوس بر میزان این ترکیبات و در نتیجه تاثیر کاهشی بر درصد مهارکنندگی DPPH داشته باشد. همچنین از طرفی با تجمع بیش از حد این مواد در اثر فرآیند تغلیظ و خروج رطوبت، از آنجایی که در روش اتمسفریک به دلیل دمای بالاتر و زمان طولانی‌تر میزان تخریب مواد نیز بیشتر است این مسئله میتواند مؤید کاهش بیشتر درصد مهارکنندگی در روش اتمسفریک نسبت به روش مایکرویو در زمان‌های پایانی باشد.

جدول ۱- تاثیر روش‌های تغلیظ مایکروویو و حرارت‌دهی اتمسفریک بر روی میزان قدرت مهارکنندگی آب شلغم تغلیظ شده

Table 1- The effect of microwave condensing methods and atmospheric heating method on the inhibitory power of condensed turnip juice

Time (min)		Time (min)		Time (min)	
Inhibitory percent of DPPH	Atmospheric Heating method	Inhibitory percent of DPPH	Microwave method (540 watt)	Inhibitory percent of DPPH	Microwave method (۱۸۰ watt)
40.100[d]	0	40.100[d]	0	40.100[d]	0
50.458[c]	8.17	50.567[c]	3.5	43.694[c]	12.4
64.375[b]	16.33	60.277[b]	7	44.766[c]	24.8
72.509[a]	24.5	72.593[a]	10.5	54.655[b]	37.2
70.554[a]	32.67	72.319[a]	14	58.574[a]	49.6
63.492[b]	87.40	71.185[a]	17.5	58.133[a]	62

Different superscripts within the same column represent significant difference between samples in that method at $P<0.05$.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد با گذشت زمان جهت انجام تغلیظ و افزایش بریکس، درصد مهارکنندگی DPPH در نمونه‌ها افزایش یافت که این می‌تواند به دلیل خروج مداوم آب از عصاره در حین عمل تغلیظ و افزایش غلظت مواد جامد محلول و همچنین ترکیبات فنولیک و سایر ترکیباتی که در عصاره خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند باشد. نتایج هارد و چیسم (۱۹۹۶) نشان داد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه و سبزی با افزایش غلظت محصول افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که حرارت‌دهی منجر به افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی گوجه و قهوه نسبت به نمونه تازه می‌شود (نیکولی و همکاران ۱۹۹۷، دوانتو و همکاران ۲۰۰۲، ری و همکاران ۲۰۰۲ و کیم و همکاران ۲۰۰۶). چنگ و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که گوجه فرآیند شده دارای مقادیر بالاتری از ترکیبات فنولیک نسبت به نمونه تازه می‌باشد. همچنین بیشترین میزان درصد مهارکنندگی در بریکس پایانی در روش مایکروویو ۵۴۰ وات دیده می‌شود که زمان بسیار کوتاه فرآیند در این روش را می‌توان به عنوان یک عامل اصلی برای آن ذکر کرد. تخریب حرارتی ویژگی‌های کیفی آبمیوه به طور مستقیم در ارتباط با دما و زمان فرآیند حرارتی می‌باشد. زمان کمتر تغلیظ باعث حفظ بهتر محصول شده و تخریب ترکیبات فنولیک در آنها کمتر است (ساواتوویک و همکاران ۲۰۰۹). هارتلی

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران (۱۹۹۰) بیان نمودند که ترکیبات آنتی-اکسیدانی با ترکیبات دیگر موجود در ماده، مانند کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها باند شده و حرارت‌دهی باعث شکسته شدن سلول‌ها و آزادسازی این ترکیبات می‌شود. در بررسی اثر روش حرارت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد که تسریع زمان فرایند و ایجاد حرارت کمتر توسط مایکروویو باعث حفظ بهتر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کنسانتره آب شلغم می-شود. نتایج به دست آمده توسط سایر محققین از جمله فضائلی و همکاران (۲۰۱۳) در مورد کنسانتره آب انار، آشوش و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کنسانتره آب انار، حجت پناه و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کنسانتره آب شاتوت با نتایج حاصل از این تحقیق در زمینه افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طی تغلیظ در توافق است.

آسکوربیک اسید

نتایج نشان داد بین قدرت‌های مختلف تغلیظ با مایکروویو و تغلیظ اتمسفریک معمول، اختلاف معنی‌داری در میزان آسکوربیک اسید مشاهده شد ($P<0.05$)، همچنین اختلاف معنی داری بین ٦ نمونه مورد بررسی در داخل هر روش مشاهده شد ($P<0.05$). تاثیر امواج مایکروویو و اتمسفریک بر روی اسکوربیک اسید در جدول ۲ نشان داده شده است. روش مایکروویو به صورت معنی‌داری در حفظ ترکیبات نسبت به روش اتمسفریک موثرتر عمل کرده است. میزان اسکوربیک اسید باقی مانده با گذشت زمان کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین میزان اسکوربیک اسید در نمونه شاهد مشاهده شد و در سایر نمونه‌ها میزانی به مراتب کمتر نشان داده شد. همچنین شرایط تغلیظ در مایکروویو با ۱۸۰ وات قدرت بیشترین مقدار آسکوربیک اسید را به خود اختصاص داد که با سایر روش‌ها اختلاف آماری معنی‌داری داشت.

جدول ۲- تاثیر روش های تغلیظ مایکروویو و حرارت‌دهی اتمسفریک بر روی میزان اسکوربیک اسید باقی مانده در آب شلغم تغلیظ شده

Table 2- The effect of microwave condensing methods and atmospheric heating method on the amount of Ascorbic acid remaining of condensed turnip juice

Time (min)		Time (min)		Time (min)	
Remaining Ascorbic acid (%)	Atmospheric Heating method	Remaining Ascorbic acid (%)	Microwave method (540 watt)	Remaining Ascorbic acid (%)	Microwave method (۱۸۰ watt)
100^{a}	0	100^{a}	0	100^{a}	0
89.30^{ab}	8.17	91.27^{ab}	3.5	95.27^{ab}	12.4
76.69^{bc}	16.33	89.86^{ab}	7	91.55^{ab}	24.8
68.91^{cd}	24.5	80.36^{bc}	10.5	89.55^{ab}	37.2
60.72^{cd}	32.67	72.58^{c}	14	87.11^{b}	49.6
51.83^{d}	87.40	65.44^{c}	17.5	64.80^{c}	62

Different superscripts within the same column represent significant difference between samples in that method at $P<0.05$.

مشخص شده که حرارت‌دهی برای مدت طولانی باعث تغییر رنگ و یا طعم و کیفیت نهایی محصول به دلیل احتمال واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی، میلارد و نیز اکسیده شدن آسکوربیک‌اسید می‌شود (مدنی ۲۰۰٦). از طرفی همراه با پیشرفت فرآیند و حذف آب، تجمع اسید-آسکوربیک در نمونه افزایش یافته و این افزایش اثر تخریب اسیدآسکوربیک در اثر حرارت را می‌پوشاند. روش مایکروویو به صورت معنی‌داری در حفظ ترکیبات موثرتر عمل کرده است که این امر به دلیل کوتاه بودن زمان فرآیند در این روش و الگوی حرارتی

www.SID.ir

Archive of SID

خاص مایکروویو می‌باشد که به حفظ ترکیبات مغذی موجود در مواد غذایی کمک می‌کند. اساسا خشک کردن توسط مایکروویو یک روش ملایم برای خشک کردن ماده غذایی محسوب می‌شود و از این نظر برای مواد حساس به حرارت می‌تواند مطلوب باشد، زیرا مایکروویو از نظر ایجاد حرارت به شکل انتخابی عمل می‌کند. در خشک کردن با مایکروویو کیفیت تغذیه‌ای ماده بهتر حفظ می‌شود اما هزینه زیاد و پایین بودن مقیاس خشک‌کردن توسط مایکروویو در مقایسه با روش‌های متداول خشک کردن باعث محدود شدن این روش برای مواد گران قیمت یا مواد با رطوبت کم می‌گردد (فاطمی، ۱۳۸۸). نتایج به دست آمده توسط سایر محققین از جمله حجت پناه و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کنسانتره آب شاتوت و آشوش و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کنسانتره آب انار نتایج حاصل از این تحقیق را در زمینه کاهش اسید اسکوربیک در طی تغلیظ تأیید می‌کنند.

رنگ سنجی

روش‌های مختلف تغلیظ اثرات معنادار و متفاوتی بر میزان مولفه رنگی داشته است نتایج شاخص‌های رنگ سنجی (L^*، a^* و b^*) و شاخص تغییر کلی رنگ نمونه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. تغلیظ عصاره شلغم با روش مایکروویو با توان ۱۸۰ وات دارای بالاترین میزان شاخص روشنایی در تمامی نمونه‌ها می‌باشد. این درحالیست که در روش اتمسفری با شدت بیشتری تغییر می‌کند. همچنین نتایج نشان می‌دهد با افزایش توان مایکروویو سرعت تغییرات شاخص روشنایی در طی تغلیظ افزایش پیدا می‌کند. شاخص رنگی a^* در مایکروویو باتوان ۵۴۰ وات بالاترین و در توان ۱۸۰ وات پایین ترین مقدار شاخص a^* را نشان دادند. بیشترین تغییرات شاخص b^* در طی تغلیظ مربوط به نمونه تغلیظ شده با روش مایکروویو با توان ۱۸۰ وات می‌باشد. بیشترین شدت تغییرات در روش اتمسفری و بعد از آن در مایکروویو ۵۴۰ مشاهده شد. فرآیند تغلیظ، خصوصیات سطحی ماده غذایی نظیر قابلیت انعکاس نور و رنگ نمونه‌ها را تغییر می‌دهد. تغییر رنگ مواد غذایی در اثر تغلیظ به جز آنچه توسط قهوه‌ای شدن آنزیمی یا غیرآنزیمی و کاراملیزاسیون رخ می‌دهد، در اثر تجزیه رنگدانه‌های گیاهی مانند کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها می‌باشد. هر چه مقدار دما یا طول زمان تغلیظ زیادتر باشد تغییر در این رنگدانه‌ها بیشتر است. مقدار شاخص L^* نشان دهنده مقدار روشنایی - تیره بودن، مقدار a^* نشان دهنده قرمز - سبز بودن، مقدار b^* نشان دهنده زرد - آبی بودن می‌باشد. نتایج سایر محققین نیز نشان می‌دهد که تغلیظ باعث کاهش میزان روشنایی آب میوه و سبزی می‌شود (فضائلی و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به اینکه L^* شاخص روشنایی- تاریکی نمونه است، این کاهش در مقدار L^* بیانگر تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌ها در طی مرحله تغلیظ بوده است. کاهش شاخص روشنایی به میزان زیادی در ارتباط با افزایش قهوه‌ای شدن و تخریب ساختار رنگدانه‌های مواد غذایی است (رحیم ۱۹۸۹). همچنین ماسکان (۲۰۰۶) و مدنی (۲۰۰۶) بیان نمودند که کاهش روشنایی در طی تغلیظ می‌تواند به دلیل افزایش واکنش قهوه‌ای شدن در طی تغلیظ باشد.

کاهش شاخص روشنایی و شاخص رنگ زرد و همچنین افزایش شاخص رنگ سبزی - قرمزی در طول فرآیند حرارتی - نظیر آنچه در در روش حرارت-دهی اتمسفریک و مایکروویو ۵۴۰ وات رخ داده است، می‌تواند به علت محو شدن رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در حین عملیات حرارتی باشد که رنگدانه‌های ناپایدار آب میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد یا آن که ممکن است به علت پلیمریزه شدن رنگدانه‌ها و ترکیبات فنلی دیگر باشد (گارسیا ویگوئرا ۱۹۹۹). همانطور که مشاهده گردید در این پژوهش تغییرات کلی رنگ نمونه-ها در طی تغلیظ با گذشت زمان افزایش یافت. این درحالیست که در روش اتمسفری به دلیل حرارت‌دهی بالا این شاخص بیشترین مقدار را دارد و با شدت

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری تغییر می‌کند. در پی تغییرات پارامترهای رنگ، تغییرات کلی رنگ نیز در طول فرایند تغلیظ با افزایش دما به دلیل بروز واکنش‌هایی نظیر میلارد و یا کاراملیزاسیون که با کاهش رطوبت و افزایش دما همراه است، افزایش می‌یابد (آشوش و گادالا ۲۰۱۱). با افزایش مواد جامد محلول در طی کنسانتره شدن، تخریب رنگ آب میوه و سبزیجات افزایش می‌یابد. قند و مواد قندی تخریب شده می‌تواند باعث تخریب رنگدانه‌ها و افزایش واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی در طول فرآیند حرارتی شود (ماسکان ۲۰۰۶ و مدنی ۲۰۰۶). نتایج به دست آمده از پژوهش عسکری و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که پارامترهای رنگی می‌توانند تحت تأثیر روش آبزدایی مانند خشک کردن و تغلیظ قرار گیرند. درجه حرارت بالای فرآیند بیش‌ترین افت رنگی را در محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند (عسکری و همکاران ۲۰۰۸).

جدول ۳- تاثیر روش های تغلیظ مایکروویو و حرارت‌دهی اتمسفریک بر روی شاخص های رنگی آب شلغم تغلیظ شده

Table 3- The effect of microwave condensing methods and atmospheric heating method on color indexes of condensed turnip juice

				Time (min)
General changes in the color	b* Index	a* Index	L* Index	Microwave method (180 watt)
0.0^{a}	2.14^{a}	-3.1^{a}	39.00^{ab}	0
3.95^{a}	1.72^{a}	-3.80^{a}	40.42^{a}	12.4
8.14^{a}	1.77^{a}	-3.30^{a}	31.36^{ab}	24.8
8.84^{a}	3.07^{a}	-3.17^{a}	30.47^{ab}	37.2
9.97^{a}	3.10^{a}	-2.09^{a}	29.90^{ab}	49.6
11.73^{a}	3.31^{a}	-1.70^{a}	27.45^{b}	62
				Time (min)
General changes in the color	b* Index	a* Index	L* Index	Microwave method (540 watt)
0.0^{b}	2.14^{a}	-3.1^{b}	39.00^{a}	0
3.06^{b}	0.39^{b}	-2.60^{b}	39.08^{a}	3.5
24.68^{a}	0.08^{b}	-1.20^{a}	14.52^{b}	7
26.40^{a}	-0.50^{b}	-0.80^{a}	12.81^{b}	10.5
27.10^{a}	-0.70^{b}	-0.81^{a}	12.12^{b}	14
27.62^{a}	-0.80^{b}	-0.77^{a}	11.61^{b}	17.5
				Time (min)
General changes in the color	b* Index	a* Index	L* Index	Atmospheric Heating method
0.0^{d}	2.14^{a}	-3.1^{c}	39.00^{a}	0
3.77^{dc}	1.93^{a}	-3.16^{c}	37.04^{ab}	8.17
11.78^{bc}	1.65^{ab}	-2.15^{bc}	56.27^{bc}	16.33
19.90^{ab}	1.35^{ab}	-1.50^{ab}	19.19^{dc}	24.5
24.25^{a}	-0.34^{bc}	-1.43^{a}	14.92^{d}	32.67
28.55^{a}	-0.70^{c}	-1.34^{a}	11.13^{d}	87.40

Different superscripts within the same column represent significant difference between samples in that method at $P<0.05$.

در این زمینه فضائلی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود روی اثرات روش‌های حرارتی مختلف و شرایط آن بر سرعت تبخیر و خواص کیفی کنسانتره آب انار، یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) در مقایسه روش حرارت‌دهی معمولی و حرارت مایکروویو در فشارهای متفاوت بر سرعت تبخیر و خواص

www.SID.ir

Archive of SID

کیفی کنسانتره آب انار و آشوش و گادالا (۲۰۱۱) در مطالعه خود تحت عنوان تأثیر روش‌های حرارت‌دهی مختلف بر خصوصیات کیفی آب انار به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. یکی از دلایل بالا بودن آسیب رنگدانه‌های نمونه‌ها تحت امواج مایکروویو با توان ۵٤۰ وات، به میزان انرژی گرمایی که ماده غذایی در مایکروویو در معرض آن قرار می‌گیرد، مربوط است. به طوری که این میزان گرما و انرژی، باعث تجزیه کاروتنوئیدها و کلروفیل‌ها و تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای و در نهایت بالا رفتن میزان تغییرات کلی رنگ می‌شود (طهماسبی پور و همکاران ۱۳۹۱).

خواص رئولوژیکی

خواص رئولوژیکی بستگی به ساختار مولکولی مواد دارد. رفتار جریانی عصاره میوه و سبزی با مدل‌های رئولوژیکی مختلفی مانند قانون توان، نیوتنی، بینگهام، هرشل بالکی و کیسون بیان می‌شوند. جدول ٤ پارامترهای مربوط به ارزیابی انطباق رفتار رئولوژیکی آب شلغم در طی تغلیظ با سه مدل قانون توان، نیوتنی و هرشل بالکی را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود تمامی روش‌ها و زمان‌های تغلیظ از قانون هرشل بالکی به دلیل ضریب رگرسیون بالا تبعیت می‌کنند. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق در مدل هرشل بالکی با گذشت زمان، به میزان ضریب غلظت (k) افزوده می‌شود به طوری که این ضریب در بریکس‌های پایانی تغلیظ بیشترین میزان را دارد. همچنین تنش تسلیم اولیه نیز با گذشت زمان تغلیظ برای تمامی روش‌ها روندی افزایشی دارد به طوری که در بریکس‌های ابتدایی میزان ناچیزی دارد و با افزایش تغلیظ و خروج بیشتر رطوبت و غلیظ‌تر شدن آب شلغم میزان آن افزایش پیدا می‌کند و در بریکس پایانی به بالاترین میزان خود می‌رسد. همچنین با توجه به اینکه میزان n بدست آمده در این مدل بیشتر از ۱ می‌باشد (n>۱)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رفتار سیال در طی تغلیظ از نوع دایلاتانت (رفتار غلیظ شونده با برش) می‌باشد. نتایج سایر محققان نشان می‌دهد با افزایش میزان مواد جامد محلول و همچنین با افزایش دمای تغلیظ، ویسکوزیته افزایش پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق مشابه سایر تحقیقات صورت گرفته بر روی آب پرتقال (ایبارز و همکاران ۲۰۰۹)، آب آناناس (شمسودین و همکاران ۲۰۰۷)، آب انار (کایا و سوزر ۲۰۰۵)، آب گیلاس (جاسکزاک و فرتونا ۲۰۰٤) می‌باشد. بررسی رفتار جریانی آب هندوانه نشان داد که رفتار جریانی مستقل از فشار عملیاتی تغلیظ بوده و به میزان غلظت نمونه وابسته است و با افزایش غلظت، رفتار جریان از نیوتنی به شبه‌پلاستیک تغییر می‌کند (عالمی و همکاران ۱۳۹۱). در مطالعات کابرال و همکاران (۲۰۰۷) و داک و همکاران (۲۰۰۷) که به ترتیب بر روی کنسانتره آب شاه توت و کنسانتره آب انبه انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که دو پارامتر دما و غلظت بر ویژگیهای رئولوژیکی کنسانتره آب شاه توت و کنسانتره آب انبه تأثیر آشکار داشته و موجب بروز رفتار رقیق‌شونده با برش در این نمونه‌ها شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- پارامترهای مربوط به ارزیابی انطباق رفتار رئولوژیک نمونه های تغلیظ شده در روش های تغلیظ مایکروویو و حرارت‌دهی اتمسفریک با مدل های مختلف

Table 4- Parameters related to the evaluation of conformity of rheological behavior of concentrated samples in microwave condensation and atmospheric heating methods with different models

Herschel-Balkh's model				Newtonian model		Power law model			Time (min)
k	n	τ_0	R^2	η	R^2	k	n	R^2	Microwave method (180 watt)
0.00010	1.463	0.092	0.999	0.031	0.978	0.001	1.503	0.999	12.4
0.00013	1.699	0.250	0.999	0.029	0.988	0.001	1.530	0.997	24.8
0.00021	1.829	0.436	0.999	0.030	9.985	0.001	1.521	0.993	37.2
0.00044	1.918	0.626	0.999	0.032	0.981	0.001	1.494	0.994	49.6
0.0021	1.967	0.646	0.988	0.035	0.982	0.003	1.394	0.990	62
k	n	τ_0	R^2	η	R^2	k	n	R^2	Microwave method (540 watt)
0.00004	1.809	0.421	0.995	0.034	0.974	0.001	1.421	0.981	3.5
0.00008	1.823	0.426	0.999	0.031	0.978	0.001	1.535	0.996	7
0.0002	1.855	0.820	0.999	0.032	0.986	0.001	1.549	0.993	10.5
0.00023	2.009	0.979	0.994	0.032	0.972	0.004	1.311	0.981	14
0.00024	2.134	1.150	0.994	0.033	0.977	0.003	1.376	0.985	17.5
k	n	τ_0	R^2	η	R^2	k	n	R^2	Atmospheric Heating method
0.00013	1.732	0.198	0.999	0.031	0.995	0.001	1.555	0.998	8.17
0.00019	1.730	0.255	0.999	0.031	0.985	0.001	1.561	0.995	16.33
0.00037	1.848	0.427	0.999	0.030	0.987	0.0008	1.597	0.997	24.5
0.00038	1.920	0.543	0.999	0.032	0.981	0.001	1.538	0.993	32.67
0.0013	1.924	0.606	0.998	0.033	0.980	0.001	1.514	0.991	87.40

مواد جامد محلول (درصد بریکس)

نتایج این تحقیق نشان داد که بطور کلی بریکس نمونه-های مختلف در طی تغلیظ روند افزایشی معنی‌داری را از خود نشان دادند (جدول ۵). به طوری که با افزایش زمان تغلیظ، میزان بریکس نمونه‌ها افزایش پیدا کرد و بیشترین میزان بریکس در انتهای تغلیظ و در زمان نهایی مشاهده شد. در طی تغلیظ و غلیظ شدن نمونه، به طور مرتب رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد و همزمان بر میزان مواد جامد عصاره افزوده می‌شود که باعث افزایش بریکس عصاره در طی فرآیند تغلیظ شده است (عالمی و همکاران ۱۳۹۱). همچنین در این زمینه نتایج تحقیقات یوسفی و همکاران (۲۰۱۱) و ماسکان (۲۰۰۶) بر روی تغلیظ آب انار با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تاثیر روش‌های تغلیظ مایکروویو و حرارت‌دهی اتمسفریک بر روی میزان بریکس آب شلغم تغلیظ شده

Table 5- The effect of microwave condensing methods and atmospheric heating method on the Brix of condensed turnip juice

Time (min)		Time (min)		Time (min)	
Brix (%)	Atmospheric Heating method	Brix (%)	Microwave method (540 watt)	Brix (%)	Microwave method (۱۸۰ watt)
7^{f}	0	7^{f}	0	7^{f}	0
9.20^{eA}	8.17	9.60^{eA}	3.5	9.30^{eA}	12.4
11.60^{dA}	16.33	11.85^{dA}	7	11.40^{dA}	24.8
14.50^{cA}	24.5	14.40^{cA}	10.5	13.75^{cA}	37.2
16.80^{bA}	32.67	17.00^{bA}	14	16.95^{bA}	49.6
18.00^{aA}	87.40	19.45^{aA}	17.5	19.30^{aA}	62

Different superscripts within the same column represent significant difference between samples in that method at $P<0.05$.

Similar capital superscripts within the same line represent inexistence significant difference between samples in different methods at $P>0.05$.

نتیجه‌گیری

نتایج کلی حاکی از آن است که با گذشت زمان تغلیظ میزان بریکس نمونه‌ها افزایش یافت و بکار بردن توان بالاتر در مایکروویو باعث کاهش زمان تغلیظ می‌شود. همچنین میزان مهار رادیکالی آزاد DPPH نمونه‌های مختلف که تغلیظ بر روی آن‌ها صورت گرفته بود نیز روند افزایشی را طی نمود و نمونه‌ی شاهد کمترین درصد مهارکنندگی را به خود اختصاص داد که با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار داشت. همچنین میزان ویتامین ث باقیمانده در طی تغلیظ کاهش پیدا کرد. در تمامی روش‌های تغلیظ شاخص رنگ قرمزی روند افزایشی و شاخص روشنایی نمونه‌ها روند کاهشی معناداری را طی نمود. تغییرات کلی رنگ نمونه‌های تغلیظ شده در طی تغلیظ افزایش یافت و بیشترین میزان تغییرات کلی رنگ در روش حرارت‌دهی اتمسفریک مشاهده گردید. نتایج خواص رئولوژیکی نشان داد تمامی روش‌ها و زمان‌های تغلیظ از قانون هرشل بالکی تبعیت می‌کنند و رفتار سیال در طی تغلیظ از نوع دایلاتانت (رفتار غلیظ شونده با برش) می‌باشد. به طور کلی می توان گفت در ارتباط با تغییرات کلی رنگی نمونه‌ها در طی تغلیظ، روش مایکروویو به خصوص در توان پایین تر، موثرتر عمل کرده است. همچنین در زمینه خواص تغذیه‌ای عصاره شلغم تغلیظ شده نیز، روش مایکروویو موثرتر عمل کرده و با توجه به کوتاهتر بودن زمان فرآیند، علاوه بر صرفه‌جویی در استفاده از وقت و منابع انرژی، به حفظ ترکیبات تغذیه‌ای نیز کمک کرده است. نتایج بطور کلی نشان دهنده این موضوع بود که استفاده از روش مایکروویو بخصوص در توان پایین تر می تواند بطور بالقوه به عنوان روش مناسبی جهت تغلیظ نمودن آب شلغم مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

عالمی ا، امام جمعه ز، میرزایی ح، ۱۳۹۱. اثر فشار و دمای تغلیظ بر برخی خصوصیات کیفی آب هندوانه، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، تهران: انتشارات نوران.

فاطمی ح، ۱۳۸۸، اصول تکنولوژی نگهداری مواد غذایی، تهران: انتشارات شرکت سهامی، ۲۲۳-۲٤٤.

www.SID.ir

Archive of SID

طهماسبی پور م، دهقان نیا ج، قنبرزاده ب، سیدلو س، ۱۳۹۱، مدل سازی تغییرات رنگی طی خشک کردن انگور پیش تیمار شده با فراصوت و کربوکسی متیل سلولز و بررسی ویژگی‌های حسی آن، فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی، تهران: انتشارات نور، ۷۹-۶۱.

Afoakwa E. O, Paterson A, Fowler M, & Vieira J, 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. Journal of Food Engineering 87(1): 181-190 .

Ashoush I, Gadallah M G, 2011. Effects of Different Heating Methods on the Quality Characteristics of Pomegranate Juice Concentrates. Egyptian Journal of food Science 40(1): 1-14 .

Askari G R, Emam-Djomeh Z, Mousavi S M, 2008. An investigation of the effects of drying methods and conditions on drying characteristics and quality attributes of agricultural products during. Food & function 22(1): 45-55 .

Cabral R A F, Orrego-Alzate C E, Gabas A L, Telis-Romero J, 2007. Rheological and thermophysical properties of blackberry juice. Tecnology Alimentary Campinas 6(1): 589-596 .

Cano-Lamadrid M, Lech K, Michalska A, Wasilewsk M, Figiel A, Wojdyło A, Carbonell-Barrachinaa Á A, 2017. Influence of osmotic dehydration pre-treatment and combined drying method on physico-chemical and sensory properties of pomegranate arils, cultivar Mollar de Elche. Food Chemistry 232(1): 306-315 .

Chang C H, Lin H Y, Chang C Y, Liu Y C, 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze dried and hot air dried tomatoes. Journal of Food Engineering 77(1): 478-485 .

Cortes A, Mara J C, Esteve F, Ana J, Frigola U, Francisco P, 2005. Changes in Carotenoids Including Geometrical Isomers and Ascorbic Acid Content in Orange-Carrot Juice during Frozen Storage. European Food Research and Technology 22(1): 125-131 .

Dak M, Verma R C, Jaaffrey S NA, 2007. Effect of temperature and concentration on rheological properties of 'Kesar' mango juice. Journal of Food Engineering 80(1): 1011-1015 .

Dewanto V, Adom W, Liu R H, 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agriculture Food Chemistry 25(50): 3010-3014 .

Fazaeli M, Yousefi S H, Emam-Djomeh Z, 2013. Investigation on the effects of microwave and conventional heating methods on the phytochemicals of pomegranate (Punica granatum L.) and black mulberry juices. Journal of Food Reserch 50(1): 568-573 .

Garcia-Viguera C, Zafrilla P, Romero F, Abellan P, Artes F, Barberan F A T, 1999. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. Journal of Food Science 64(1): 243-247 .

Haard N F, Chism G W, 1996. Characteristics of edible plant tissues in Fennema OW, editor. Food chemistry. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, 11(1): 944-1011 .

Hartley R D, Morrisson WH, Hilmmelsbach D S, Borneman W S, 1990. Cross-linking of cell wall phenolic arabinoxylans in graminac- eous plants. Phytochemistry 29(1): 3705-3709 .

Hojjatpanah G, Fazaeli M, Emam-Djomeh Z, 2011. Effects of heating method and conditions on the quality attributes of black mulberry (Morus nigra) juice concentrate. Journal of Food Science & Technology 46(1): 956-962 .

Ibarz R, Falguera V, Garvin A, Garza S, Pagan J, Ibarz A, 2009. Flow behaviour of clarified orange juice at low temperatures. Journal of Texture Studies 40(1) 456-445.

Jaspreet V, Sivakami S, Shahani S, Suthar A C, Banavalikar M M, 2003. Antihyperglycemic Effects of Three Extracts from Momordica Charantia. Journal of Ethnopharmacology 88(1): 107-111 .

Jesus D F M, Leite L F, Silva R D, Modesta V M, Matta L M C, 2007. Orange (Citrus Sinensis) Juice Concentration by Reverse Osmosis. Journal of Food Engineering 81(2): 287-291 .

Juszczak L, Fortuna T, 2004. Effect of temperature and soluble solid content on the viscosity of cherry juice concentrate. International Agrophysics 18(1): 17-21 .

Kaya A, Sozer N, 2005. Rheological behavior of sour pomegranate juice concentrates (Punica granatum L.). International Journal of Food Science and Technology 40(1): 223-227 .

Kim K H, Tsao R R, Yang Cui S W, 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. Food Chemistry 95(1): 466-473 .

www.SID.ir

Archive of SID

Maskan A, Medeni D, 2006. Production of Pomegranate (Punica Granatum L.) Juice Concentrate by Various Heating Methods: Colour Degradation and Kinetics. Journal of Food Engineering, 72(1): 218-220 .

Medeni M, 2006. Production of Pomegranate (Punica Granatum L.) Juice Concentrate by Various Heating Methods: Colour Degradation and Kinetics. Journal of Food Engineering 72(3): 218-220 .

Mohamadi Sani A, Hedayati G, Arianfar A, 2013. Effect of temperature and concentration on density and rheological properties of melon (*Cucumis melo* L. *var. Inodorus*) juice. Nutrition & Food Science: 168-178.

Nawaz H, Aslam S M, Rehman A A u, Tul M. S, Saima M, 2018. Phytochemical Composition and Antioxidant Potential of Oven Heated and Microwave Treated Ginger (Zingiber officinale Roscoe). Free Radicals & Antioxidants 8(1): 89-95 .

Nicoli MC, Anese M, Parpinael MT, Franceschi S, Lerici CR, 1997. Study on loss and formation of antioxidants during processing and storage. Cancer Lett .114: 71–4.

Re R, Bramley P M, Rice-Evans C, 2002. Effects of food processing on flavonoids and lycopene status in a Mediterranean tomato variety. Free Rad Res 36(1): 80-10 .

Rhim J W, Nunes R V, Jones V A, Swartzel K R, 1989. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. Journal of Food Sci 54(1): 776-777 .

Samani B H, Khoshtaghaza M. H, Zareifourosh M. H, Eshtiagh M .N, Rostami I, 2016. Design, development and evaluation of an automatic fruit-juice pasteurization system using microwave - ultrasonic waves. Journal of Food Science and Technology 53(1): 88-103 .

Sanchez J Y, Ruiz M, Raventos J. M, Auleda E, Hernandez, 2010. "Progressive Freeze Concentration of Orange Juice in a Pilot Plant Falling Film." Innovative Food Science and Emerging Technologies 11 (4): 644–51.

Sani M, Hedayati G, Arianfar A, 2013. Effect of temperature and concentration on density and rheological properties of melon (Cucumis melo L. var. Inodorus) juice. Nutrition & Food Science, 11(1): 168-178 .

Savatovic S, Tepic A, Sumic Z, Nikolic M, 2009. Antioxidant activity of polyphenol-enriched apple juice. Journal of APTEF 40(1): 95-102 .

Shamsudin R, Daud W R W, Takrif M S, Hassan O, Kamal A M, Abdullah A G L, 2007. Influence of temperature and soluble solid contents on rheological properties of the josapine variety of pineapple fruit (Ananas comsus L.). International Journal of Engineering and Technology 5(1): 213-220 .

Soto-Reyes N, López-Malo A, Rojas-Laguna R, Gómez-Salazar J A, Sosa-Morales M E, 2017. Effects of microwave-assisted hot water treatments designed against Mexican fruit fly (Anastrepha ludens) on grapefruit (Citrus paradisi) quality. Society of Chemical Industry 41(1): 28-60 .

Sung L S, Jung Y J, Hyun S K, Lee Y S, 2006. Constituents of Nelumbo Nucifera Stamens. Food & function, 82(1): 825-830 .

Talens C, Álvarez-Sabatel S, Rios Y, Rodríguez R, 2017. Effect of a new microwave-dried orange fibre ingredient vs. a commercial citrus fibre on texture and sensory properties of gluten-free muffins. Innovative Food Science & Emerging Technologies 44(1): 83-88 .

Thiruvengadam M, Baskar V, Seung-Hyun Chung, K.-M, 2016. Effects of abscisic acid, jasmonic acid and salicylic acid on the content of phytochemicals and their gene expression profiles and biological activity in turnip (Brassica rapa ssp. rapa). Plant Growth Regulation 80(3): 377-390 .

Vandreseen S, Quadri M G N, Souza J A R, Hotza D, 2009. Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. Journal of Food Engineering, 92(6): 269-274 .

Yousefi S, Emam-Djomeh Z, Mousavi S, Reza G G, 2012. Comparing the Effects of Microwave and Conventional Heating Methods on the Evaporation Rate and Quality Attributes of Pomegranate (Punica Granatum L.) Juice Concentrate. Food and Bioprocess Technology 5(4): 1328-1339 .

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.31 No.4 2021/pp 18-32
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.32037.1653

The effect of condensation (atmospheric and microwave) methods on the quality properties of roots water of turnip plant

F Ghaderi[1], N Jahanbakhshian[2] *and M Jafari[2]

Received: March 11, 2019 Accepted: January 19, 2021
[1]Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Iran
[*]Corresponding author: Email: njahanbakhshian@yahoo.com

Introduction: Fruits and juices contain high amounts of water (75-90%) which, due to the high activity of enzymes and microbes in water, make them susceptible to enzymatic and microbial destructive reactions. Therefore, the extracted juice should be concentrated for long-term storage and easier transportation (Kano Lamadrid et al., 2017). Taking water from food, which makes it resistant to microorganisms, is called concentration. Concentration is a common step in the juice production process. During this process, most of the water or soluble material can be separated by boiling the juice and a concentrated solution is obtained (Nawaz et al., 2018). Concentration process is an important operational unit in the fruit and vegetable process due to the significant effects it has on the color, flavor and quality of the final product (Yousefi et al., 2012). There are several ways to reduce food water. One of the most common methods is to evaporate food water using thermal evaporators. Concentration of juices is done in order to achieve goals such as the possibility of producing a product with uniform quality at different intervals due to the seasonality of fresh juice production, reducing price fluctuations due to seasonal production of fresh juice, increasing production capacity, reducing load The drying process that is sometimes used in the juice industry to produce powdered products (Soto Rees et al., 2017), (Sunny et al., 2013). Turnip with the scientific name of *Brasica Napus* from the *Brasicaceae* family is a biennial plant that is useful in the treatment of kidney diseases, bladder inflammation, gout, joint pain, abscesses and frostbite due to its medicinal properties (Tirvongadam et al., 2016). Its antioxidants have also been reported to reduce the risk of diseases such as high blood pressure and rheumatoid arthritis. Therefore, due to these antioxidant effects and having compounds such as flavonoids and anthocyanins, this plant is said to be effective in improving diabetes (Jasperit et al., 2003). Turnip contains biologically active compounds such as: 1- Flavonoids include isoramentin, kimperol and quercetin glycosides 2- Phenylpropanoid derivatives 3- Indole alkaloids and 4- Sterol glucosides. Flavonoids have very beneficial effects, especially in diabetes (Song et al., 2006). Given the high nutritional value of turnip, a method that can produce a product that maintains its nutrients and is available throughout the year and everywhere is very useful. The purpose of this study is to investigate the effect of microwave concentrating method in two different powers (180 and 540 watts) and heating method in atmospheric condition on some quality properties of turnip root extract and to introduce a better method to produce higher quality concentrate.

Material and methods: In this research, the qualitative properties of condensed turnip root juices were investigated by microwave (180 and 540 Watt) and conventional concentrations at atmospheric pressure during process times. The qualitative properties of the product were ascorbic acid, the percentage of free radical inhibitory DPPH, color indexes, brix and rheological properties.

www.SID.ir

Archive of SID

Results and discussion: The results showed that by increasing concentration time, the amount of brix increased. Also, by increasing the amount of brix, the amount of L * and b * indices decreased and a * increased. The results showed as the concentration time increased the inhibitory percent and the percentage of remaining vitamin C in all methods decreased. The results of rheological properties showed that all methods and condensation times followed the Herschel-Balkh's law.
Conclusion: In general, in conjunction with the general changes in the color of samples during condensation, as well as in the nutritional properties of the condensed turnip extract, the microwave technique, especially in lower power, is more effective than the atmospheric method, and it can be said that the use of microwave method is a potential way to concentrate turnip juices.

Keywords: Brix, Condensation, Turnip, Atmospheric pressure, Microwave

www.SID.ir