

مطالعه تأثیر اسید و آنزیم پکتیناز بر خواص نوری و میکروبی عصاره خرما

راضیه نیازمند^۱

چکیده

این تحقیق با هدف افزایش زمان ماندگاری و شفاف سازی نسبی عصاره خرما انجام گرفته است. به منظور کاهش pH از دو نوع اسید، فرمیک و مالیک، و جهت پکتین زدایی و شفاف سازی از دو نوع آنزیم، Pectinex و Rohapect 3XL استفاده شد و اثرات آن ها بر رنگ، شفافیت، بریکس و خواص میکروبی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج اندازه گیری شدت عبور نور در طول موج ۴۲۰ و ۵۲۰ نانومتر (رنگ و شفافیت) نشان داد که دو نوع اسید و دو نوع آنزیم مورد استفاده به تنهایی بر رنگ و شفافیت تأثیرگذار نیستند. اما اثرات متقابل اسید و آنزیم نیز در حد $P < 0.01$ معنی دار نشان داده شد. نتایج آزمون های میکروبی مبین مؤثر بودن فرآیند اجراء شده در کاهش بار میکروبی (با توجه به بالا بودن بار میکروبی در خرماي اولیه) می باشد. اسید فرمیک و مالیک در کاهش کپک و مخمر تقریباً یکسان عمل کرده اما اسید فرمیک در کاهش باکتری ها مؤثرتر از اسید مالیک بوده است.

کلید واژه ها: عصاره خرما، پکتیناز تجارتي، شفاف سازی، اسید فرمیک، بار میکروبی خرما

مقدمه

گالاکتورونیک که به وسیله پیوندهای (۴-۱) به یکدیگر متصل شده و تعدادی از گروه های کربوکسیل آن متیله شده اند. پکتین به علت داشتن ویژگی محافظت کلوئیدی، ترکیبات دیگر را نیز به حالت معلق نگه می دارد. بدین جهت برای تشکیل فلوک پکتین موجود در آب میوه باید به روش آنزیمی تجزیه گردد. در گروه مواد پکتیکی بر اساس میزان متوکسیلاسیون ترکیباتی با ویژگی های متفاوت یافت می شوند. برای تجزیه این مواد باید به طور همزمان تعدادی آنزیم مورد استفاده قرار گیرد. پکتینازهای تجارتي معمولاً مخلوطی از پکتین استراز پلی گالاکتوروناز، پکتین لیاز و پکتات لیاز می باشند که هر یک بر قسمتی از زنجیره پکتین اثر کرده و آن را به ترکیبات محلول تبدیل می کند (۳، ۵، ۶، ۸، ۱۰). هر آنزیمی در محدوده معینی از pH و درجه حرارت حداکثر فعالیت را از خود نشان می دهد. به منظور انجام موفقیت آمیز عمل آنزیم

خرما دارای ۲۰-۱۵ درصد رطوبت می باشد و در شرایط گرم و مرطوب در معرض فساد میکروبی اعم از باکتری ها، مخمرها و کپک ها قرار می گیرد. pH خرما حدود ۵/۵ تا ۵/۶ می باشد که مناسب فعالیت طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها می باشد. از سوی دیگر بار میکروبی خرماي موجود در بازار ایران معمولاً بسیار بالا است و نیاز به روشی مناسب، جهت کاهش بار میکروبی در خرما و محصولات حاصل از آن به خوبی احساس می شود (۲۰۱). یکی از راه های افزایش زمان ماندگاری عصاره خرما کاهش pH عصاره می باشد.

همچنین در صنایع مختلف مانند تهیه نوشابه از خرما لازم است عصاره تا حد ممکن شفاف و عاری از کدورت باشد. پکتین یکی از ترکیبات مهم عامل کدورت در عصاره خرما می باشد که به مقدار ۲ تا ۶ درصد، بسته به واریته، در خرما وجود دارد. پکتین عبارت است از زنجیره ای متشکل از واحدهای اسید

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۲۸

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، گروه

علوم و صنایع غذایی r-niazmand@yahoo.com

سنتی از خاک و آهک برای شفاف سازی استفاده می شود که کارایی آن به اندازه آنزیم نمی باشد. ضمن این که باقی ماندن خاک در عصاره خود بر کدورت تاثیر دارد (۴). البته ترکیبات دیگری مانند آرابان، پروتئین و غیره نیز به عنوان عامل کدورت در خرما وجود دارند، اما مقدار آن ها نسبت به پکتین کمتر می باشد (۲ و ۱).

این تحقیق با هدف افزایش زمان ماندگاری و شفاف سازی نسبی عصاره خرما انجام گرفته است. از دو نوع اسید، مالیک و فرمیک، به منظور کاهش pH و دو نوع آنزیم، 3XL و Rohapect، جهت پکتین زدایی عصاره خرما استفاده شد و اثرات آن بر رنگ، شفافیت، بریکس و خواص میکروبی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

ابتدا خرما هسته گیری شده، سپس با آب اسیدی شده با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد با اسیدهای فرمیک یا مالیک مخلوط شد. از اسید مالیک مرک استفاده شد که به صورت مایع می باشد. اسید فرمیک اسیدی بسیار قوی است که محلول ۲۰ درصد آن در زیر هود تهیه شد. pH آب طوری تنظیم شد که pH عصاره حاصل ۴/۵ باشد. به منظور تکمیل عمل استخراج، عصاره حاصل در شیکر با سرعت ۱۷۰ دور در دقیقه قرار گرفت. پس از طی این مدت عصاره با پارچه صاف شده، دمای آن در ۵۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد تنظیم شد. سپس مقدار ۵۰۰ ppm آنزیم به نمونه ها افزوده شد (جهت تعیین مقدار بهینه آنزیم غلظت های مختلف، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ...، ۱۰۰۰ ppm آنزیم به نمونه ها افزوده شد و نمونه ها به مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه در شیکر با دمای ۵۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد و سرعت ۷۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. پس از گذشت این مدت روی همه نمونه ها تست الکل انجام شد. همچنین نسر آن ها در ۵۲۰ نانومتر اندازه گیری شد

این موضوع باید مد نظر قرار گیرد. برای تعیین مقدار بهینه آنزیم باید توجه داشت که بین مقدار آنزیم مصرفی و مدت زمان رابطه معکوس وجود دارد. مقدار آنزیم با توجه به میزان عوامل کدورت موجود در عصاره متفاوت خواهد بود و معمولا با تست الکل میزان آنزیم پکتیناز مربوطه تعیین می گردد (۳، ۱۲، ۱۵). آنزیم های پکتیناز با تجزیه پکتین، تمام محاط های پکتین دارای بار منفی موجود در اطراف پروتئین حاوی بار مثبت را از بین برده، در نتیجه ویژگی محافظت کلوئیدی پکتین از بین می رود. رسوب پکتین موجب شفاف شدن عصاره می شود (۳، ۵، ۸، ۱۰).

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم و حذف کدورت، pH می باشد. محیط اسیدی خود بر تأمین نقطه ایزوالکتریک کلوئیدها و کاهش مقدار کدورت مؤثر است (۶). علاوه بر این با تغییر pH عصاره خرما از حدود خنثی به اسیدی محیط برای رشد و تکثیر بسیاری از میکروارگانیسم ها نامساعد شده و به آن ها اجازه رشد داده نمی شود. بنابراین زمان ماندگاری عصاره را نیز افزایش می دهد. اسید فرمیک و اسید مالیک در دسته اسیدهای خوراکی قرار دارند. البته بعضی منابع حد مجازی را برای اسید فرمیک قائل می شوند (۹، ۱۴). این دو اسید با داشتن ویژگی های خاص خود نتایج متفاوتی را در فرآیند عصاره دربردارند که در بخش نتایج و بحث شرح داده شده است.

در سال ۱۳۸۰ محمدی نافچی از آنزیم های پکتیناز و سلولاز و همچنین ژلاتین برای شفاف سازی عصاره خرما و تولید نوشابه خرما استفاده کرد. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که آنزیم های پکتیناز و سلولاز تاثیر بسزایی در شفافیت عصاره خرما دارند. از طرفی ژلاتین در pH پایین (حدود ۳) قابلیت شفاف سازی عصاره را دارد (۷). به طور کلی تحقیقات اندکی در زمینه شفاف سازی عصاره خرما به کمک آنزیم انجام گرفته است. در روش های

نمودار ۱ اثر متقابل اسید و آنزیم را روی رنگ نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود این اثر با احتمال کمتر از یک درصد ($p < 0.01$) معنی دار می باشد.

آنزیم Rohapect در حضور اسید مالیک بهتر از اسید فرمیک عمل می کند. این افزایش فعالیت حدودا ۵۱/۹ درصد می باشد. اما در مورد آنزیم 3XL که از جمله آنزیم های Pectinex می باشد، حالت عکس آن وجود دارد. فعالیت آنزیم 3XL در حضور اسید فرمیک حدود ۱۷/۳ درصد بیشتر از اسید مالیک می باشد.

هدف از افزودن اسید جدا از تاثیر آن بر طعم و مزه محصول کاهش pH می باشد. همان طور که ذکر شد pH اپتیمم این دو آنزیم ۴/۵ می باشد. مطالعه فعالیت دو آنزیم به کار برده شده در pH های متفاوت مشخص می کند که آنزیم 3XL در محدوده pH ۴/۳ تا ۴/۸ فعالیت خوبی دارد، در حالی که فعالیت آنزیم Rohapect در pH بالای ۴/۵ کاهش می یابد. فعالیت مناسب آن در pH ۴/۲ تا ۴/۵ می باشد. سسی و لوزانو^۲ (۱۲) نشان دادند که فعالیت آنزیم پکتین استراز در پکتیناز تجارتي Rohapect حدود چهار برابر بیشتر از Pectinex می باشد، در حالی که در pH حدود ۴/۶ فعالیت پکتین لیز در آنزیم Rohapect بیشتر بوده و در همین pH فعالیت پلی گالاتکتورناز در Pectinex بیشتر می باشد. فعالیت دو آنزیم پلی گالاتکتورناز و پکتین استراز در هر دو نوع پکتیناز تجارتي در pH های بالاتر کاهش یافته و در pH خنثی غیر فعال می شوند.

بنا بر موارد فوق، با افزایش pH فعالیت دو آنزیم مورد استفاده کاهش می یابد. اما در این بین آنزیم Pectinex 3XL به تغییرات pH مقاوم تر است. به دلیل استفاده از آب با دمای بالا در عمل

که بهترین نتیجه در غلظت ۵۰۰ ppm گزارش شد) و به مدت یک ساعت در شیکر ۵۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد و با سرعت ۷۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. آنزیم های مورد استفاده از گروه آنزیمهای پکتیناز تجارتي، Pectinex 3XL، ساخت شرکت Novo و Rohapect DA6L، ساخت شرکت Rohm می باشند (در ترکیب هر دو آنزیم پکتین متیل استراز و پلی گالاتکتورناز وجود دارد، اما آنزیم Rohapect دارای نسبتی آنزیم آرابیناز نیز می باشد. pH بهینه هر دو آنزیم ۴/۵ است). بعد از گذشت این مدت عصاره ها با کاغذ صافی صاف شدند.

در تمامی مراحل پارامترهای رنگ، شفافیت، بریکس و pH اندازه گیری شد (منظور از رنگ و شفافیت به ترتیب میزان عبور نور در طول موج های ۴۲۰ و ۵۲۰ نانومتر می باشد (سیف کردی و همکاران (۴)، کوکس و همکاران^۱ (۱۶)). همچنین شمارش کل میکروبی و شمارش کپک و مخمر بر روی نمونه ها انجام گرفت. آنالیز آماری نتایج با استفاده از طرح کاملا تصادفی به روش فاکتوریل انجام شد.

نتایج و بحث

۱- بررسی اثر اسید و آنزیم

۱-۱- بررسی رابطه نوع اسید و آنزیم بر

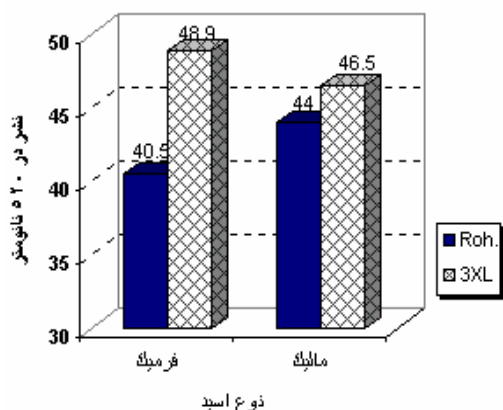
شدت نور عبوری در طول موج ۴۲۰ نانومتر

اثر اسید و آنزیم مورد استفاده در فرآیند تولید قند مایع بر روی رنگ محصول (شدت نور عبوری در طول موج ۴۲۰ نانومتر) مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که به طور کلی نوع اسید مصرفی و نوع آنزیم بکار برده شده هر یک به تنهایی اثر معنی داری بر روی رنگ ندارند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر اسید و آنزیم بر شدت عبور نور در طول موج ۴۲۰ نانومتر

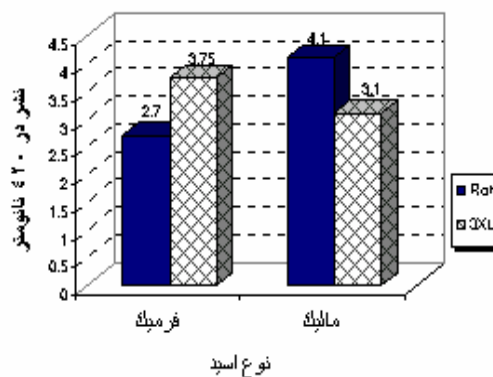
منبع	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
اسید	۰/۴۲۲	۰/۴۲۲	۱/۲۸۵۷	۰/۲۸۹۷
آنزیم	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵۷	—
اثر متقابل اسید و آنزیم	۳/۱۵۲	۳/۱۵۲	۹/۶۰۵۷	۱/۰۱۴۷

۵۲۰ نانومتر یا به عبارتی شفافیت نشان می دهد که این اختلاف در سطح اطمینان پنج درصد ($p < 0.05$) معنی دار می باشد (نمودار ۲). نتایج تحقیقات لائو و همکارانش^۱ (۱۷) نشان می دهد که در نتیجه عمل آنزیم پکتیناز تجزیه بر پکتین و سایر پلی ساکاریدها در آب انگور، ضمن تجزیه این ترکیبات مقداری پلی فنل نیز در آن تشکیل می شود و نمونه های فرایند شده با آنزیم، پلی فنل بیشتری نسبت به نمونه های فرایند نشده دارند. لذا آنزیم های پکتیناز ضمن کاهش قابل توجه کدورت به مقدار بسیار جزئی رنگ را افزایش می دهند (۱۷). با توضیحات بخش ۱-۱ وجود این اختلاف معنی دار قابل توجه می باشد. البته در اینجا علت دیگری نیز دخالت دارد و آن رسوب پروتئین به عنوان یکی از عوامل کدورت در نقطه ایزو الکترونیک یعنی ۴/۵ می باشد.



نمودار ۲- اثر متقابل نوع اسید و آنزیم بر شدت عبور نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر

استخراج و نزدیک بودن دمای تبخیر آب و اسید فرمیک و از طرفی فراریت اسید فرمیک احتمال می رود که مقداری اسید فرمیک تبخیر شده، خارج شود که در نتیجه pH عصاره بطور جزئی افزایش می یابد (۱۴). لازم به ذکر است که در ابتدای



نمودار ۱- اثر متقابل نوع اسید و آنزیم بر شدت عبور نور در طول موج ۴۲۰ نانومتر

فرایند pH عصاره در ۴/۵ تنظیم شده بود، لذا با این توضیحات اثرات متقابل اسید و آنزیم توجه شده و مبین بهتر عمل نمودن آنزیم 3XL در حضور اسید فرمیک و آنزیم Rohapect در حضور اسید مالیک می باشد.

۲-۱- بررسی رابطه نوع اسید و آنزیم بر

شدت نور عبوری در طول موج ۵۲۰ نانومتر

اثر هر یک از دو فاکتور اسید و آنزیم به تنهایی بر شفافیت جزئی بوده و از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد. (جدول ۲) بررسی اثر متقابل دو فاکتور اسید و آنزیم بر روی شدت نور عبوری در طول موج

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر اسید و آنزیم بر شدت عبور نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر

منبع	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
اسید	۴۳/۸۹۲	۴۳/۸۹۲	۴/۷۴۴۷	۰/۰۶۱۰
آنزیم	۶/۰۹۲	۶/۰۹۲	۰/۶۵۸۵	—
اثر متقابل اسید و آنزیم	۶۲/۷۹۲	۶۲/۷۹۲	۶/۷۸۷۸	۰/۰۳۱۴

یک نسبت کاهش می دهند (جدول ۳). لذا وجود آرایناز علاوه بر پکتین متیل استراز در ترکیب آنزیم تجارتي Rohapect اثر مشهودی بر تجزیه پکتین خرما ندارد که می تواند نشان دهنده وجود مقدار ناچیز آرابان در ترکیب پکتین خرما باشد. تجزیه ترکیبات خرما نیز وجود مقادیر کم آرابان در خرما را تایید می کند (۱،۲).

بررسی اثر متقابل این دو فاکتور بر بریکس مؤید وجود اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) بین آن ها می باشد. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که نتیجه فعالیت آنزیم Rohapect در حضور اسید فرمیک نسبت به اسید مالیک، رسیدن به عصاره ای با بریکس بالاتر می باشد، همان طور که در بخش ۱-۱ شرح داده شد ناشی از کارایی کمتر آنزیم در حضور اسید فرمیک می باشد. در نتیجه تمام پکتین محلول به پکتین نامحلول تبدیل نشده و بریکس افزایش می یابد.

همان طور که از نمودار ۳ پیدا است در مورد آنزیم 3XL این اختلاف چندان زیاد نمی باشد، زیرا این آنزیم در دامنه وسیع تری از pH فعالیت می کند.

۲- نتایج اندازه گیری pH

در مرحله تغلیظ با حذف آب و افزایش غلظت، pH نمونه ها کاهش می یابد. مقدار این کاهش در مورد نمونه هایی که از اسید فرمیک استفاده شده نسبت به اسید مالیک کمتر است که علت آن نزدیک بودن نقطه جوش اسید فرمیک و آب می باشد.

۳-۱- بررسی رابطه نوع اسید و نوع آنزیم

بر روی بریکس

بریکس شاخص مواد جامد محلول می باشد. نتایج تجزیه واریانس گویای معنی دار بودن تاثیر نوع اسید بر بریکس ($p < 0.01$) می باشد. مشاهده شد که اسید فرمیک بریکس را بیشتر از اسید مالیک افزایش می دهد. علت آن ماندگاری بیشتر اسید مالیک در عصاره و تامین pH نقطه ایزوالکتریک پروتئین ها و کمک به رسوب آن ها می باشد (۶). با رسوب پروتئین بریکس کاهش می یابد. علاوه بر این رسوب پروتئین به عنوان یک عامل کدورت باعث افزایش شفافیت می شود (۵،۳).

پکتین تحت تاثیر آنزیم شکسته شده و رسوب می کند. سپدا و ویلاران^۱ (۱۳) ثابت کردند که عصاره پکتین زدایی شده رفتار نیوتنی دارد، چرا که غلظت آن کاهش می یابد. آن ها همچنین عنوان کردند که غلظت مواد جامد محلول یا بریکس با دانسیته نسبی رابطه مستقیم دارد. پکتین در نتیجه تاثیر آنزیم پکتیناز بر عصاره رسوب کرده، جرم عصاره و در نتیجه دانسیته آن کاهش می یابد. به علت وجود رابطه مستقیم بین دانسیته و بریکس قطعاً بریکس نیز کاهش می یابد (۱۳).

بنابراین آنزیمی بهتر عمل می کند که پکتین بیشتری را تجزیه کرده و بریکس را بیشتر کاهش دهد. نتایج آماری مبین عدم وجود اختلاف معنی دار بین دو آنزیم می باشد و هر دو آنزیم بریکس را به

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر اسید و آنزیم بر بریکس

منبع	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
اسید	۳/۷۹۷	۳/۷۹۷	۲۷/۰۰۰	۰/۰۰۰۸
آنزیم	۰/۴۲۲	۰/۴۲۲	۳/۰۰۰۰	۰/۱۲۱۵
اثر متقابل اسید و آنزیم	۲/۲۹۷	۲/۲۹۷	۱۶/۳۳۳۳	۰/۰۰۳۷

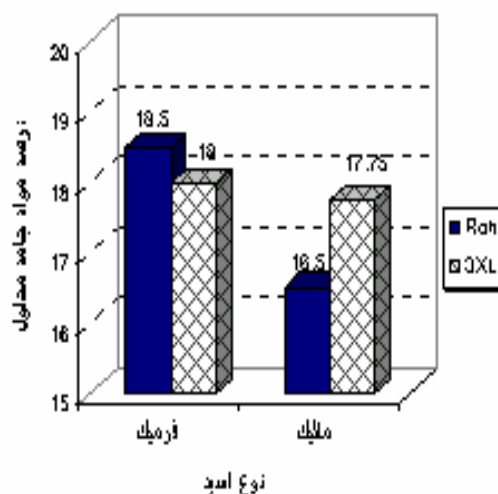
اسید فرمیک به طور طبیعی در بسیاری از مواد غذایی مانند عسل، مالت، پنیر، محصولات تخمیری، شیر، کاکائو، نیشکر و برنج وجود دارد. علاوه بر تشکیل اسید فرمیک در گیاهان و پستانداران بسیاری از باکتری ها و مخمرها نیز اسید فرمیک تولید می کنند (۱۴).

به دلیل سمیت بسیار کم اسید فرمیک در صورت مصرف خوراکی و همچنین به دلیل وجود آن در رژیم های غذایی به صورت طبیعی، سازمان بهداشت جهانی و اداره غذا و دارو آمریکا مصرف خوراکی آن را در مقادیر ذکر شده مجاز و بدون خطر گزارش کرده اند (۹).

ما همان طور که می دانیم اسید فرمیک، اسیدی قوی می باشد و بخارات آن برای چشم و پوست بسیار مضر می باشند. با توجه به موارد فوق اندازه گیری اسید فرمیک ضروری می باشد. نتایج اندازه گیری اسید فرمیک در نمونه های عصاره حاوی اسید فرمیک نشان می دهد که میزان اسید فرمیک باقی مانده در محصول نهایی پس از تغلیظ در محدوده ۲۰ تا ۲۵ ppm قرار دارد و بنابراین میزان باقیمانده آن در عصاره خرما در حد مجاز بوده، مشکلی از این لحاظ ایجاد نمی کند.

۴- نتایج شمارش میکروبی

همان طور که اشاره شد اسید فرمیک در فراورده های غذایی به عنوان نگه دارنده مورد استفاده قرار می گیرد. این ترکیب دارای خاصیت باکتری کشی و قارچ کشی می باشد (۱۴). نتایج شمارش کل میکروبی نشان داد که بار میکروبی



نمودار ۳- اثر متقابل نوع اسید و آنزیم بر بریکس

به طوری که مقداری از اسید فرمیک آزاد تبخیر شده، حذف می شود.

۳- نتایج اندازه گیری اسید فرمیک

اداره غذا و دارو آمریکا اسید فرمیک را در دسته مواد GRAS قرار داده است و اجازه داده است که اسید فرمیک به عنوان یک طعم دهنده سنتزی به مواد غذایی افزوده شود (۹، ۱۴). البته میزان افزودن اسید فرمیک باید در حدی باشد که مقدار آن در محصول نهایی در محدوده کمتر از مقدار طبیعی آن در محصولات مختلف و بویژه عسل باشد. میزان اسید فرمیک در عسل طبیعی به طور معمول ۱۳۸ ppm می باشد که با توجه به نوع شهد و نکتار می تواند در محدوده کمتر یا بیشتر از آن متغیر باشد. حداکثر مقدار مجاز گزارش شده برای میوه ها و سبزی ها ۲۵۰ ppm می باشد (۹).

همچنین نتایج، مبین کاهش مخمرها می باشد. اثر فرایند بر کاهش مخمرها کمتر از کپک بوده و مخمرها کاملاً از بین نرفته اند، هر چند هر دو اسید، فرمیک و مالیک، تاثیر تقریباً مشابهی بر روی میزان کپک و مخمر داشته اند.

دسمار چیلر^۱ (۱۴) در مقاله خود بیان کرده است که علاوه بر مقادیر طبیعی، به دانه ها و علوفه تازه اسید فرمیک جهت کنترل کپک ها و مخمرها افزوده می شود. به عنوان مثال مقدار به کار برده شده برای علف تازه حدود ۵۰۰۰ ppm بر اساس وزن مرطوب می باشد (۱۴).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج نشان می دهد که بین دو اسید مورد استفاده از لحاظ آماری تفاوتی وجود ندارد. در انتخاب اسید، هدف انتخاب ترکیبی بود که ضمن کاهش pH و قدرت اسیدی بیشتر، دارای طعم و مزه مناسب و قابل قبول باشد. اسید فرمیک اسید غالب در عسل طبیعی می باشد. اسید مالیک نیز اسید غالب در سیب می باشد. لذا به نظر می رسد که این دو اسید تاثیر مطلوبی بر طعم خواهند داشت. یکی از مزایای اسید فرمیک، نزدیک بودن نقطه جوش آن به آب و تبخیر جزئی آن در حین تغلیظ عصاره نهایی می باشد که باعث افزایش pH و تعدیل طعم محصول می شود. بنابراین با توجه به موارد فوق و قیمت اسیدهای مصرفی، استفاده از اسید فرمیک ترجیح داده می شود. لازم به یاد آوری است که کار کردن با اسید فرمیک مشکل تر می باشد و جنبه های ایمنی آن باید در نظر گرفته شود.

نتایج تجزیه واریانس نوع آنزیم نشان می دهد که دو آنزیم مورد استفاده نیز تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. بنابراین وجود آنزیم آرابیناز در

نمونه خرما در رقت مورد نظر (یک درصد) تقریباً غیر قابل شمارش بود. اما نتایج شمارش میکروبی در نمونه های عصاره خرما مؤید تاثیر مؤثر فرایند بر کاهش بار میکروبی می باشد.

همان طور که در جدول ۴ ملاحظه می شود بار میکروبی نمونه های عصاره بسیار کاهش یافته و

جدول ۴- نتایج شمارش کل میکروبی و

شمارش کپک و مخمر

میکروارگانسیم	میانگین شمارش	
	کپک و مخمر	کل میکروبی
ردیف	غیر قابل شمارش	غیر قابل شمارش
نمونه خرما	۲۸	۷
عصاره (فرمیک)، (3XL)	۶۱	۰
عصاره (فرمیک)، (Rohapect)	۱۹	۴
عصاره (مالیک)، (3XL)	۵۳	۸
عصاره (مالیک)، (Rohapect)		

حتی گاهی به صفر رسیده است. این نتایج همچنین مؤید مؤثرتر بودن اسید فرمیک نسبت به اسید مالیک در از بین بردن باکتری ها می باشد. مطلب اخیر خاصیت باکتری کشی اسید فرمیک را تایید می کند.

۵- نتایج شمارش کپک و مخمر

نتایج شمارش کپک و مخمر نیز نشان دهنده آلودگی بسیار زیاد خرما به کپک و مخمر می باشد به طوری که در رقت یک درصد غیر قابل شمارش است. فرایند تولید خرما تاثیر مؤثری در کاهش کپک و مخمر نمونه های عصاره حاصل از همین خرماها داشته است. نتایج نشان می دهد که در نمونه های حاصل، میزان کپک کاهش چشمگیری داشته است.

1- Desmarchelier

ترکیب آنزیم تجارتي Rohapect اثر محسوس مشهودی بر تجزیه پکتین ندارد. مشاهده شد که اثر متقابل اسید و آنزیم معنی دار می باشد و آنزیم 3XL در حضور اسید فرمیک بهتر عمل می کند، زیرا در دامنه وسیع تری از pH فعالیت بهینه دارد. معیار انتخاب آنزیم می تواند قابلیت دسترسی و هزینه آن باشد.

منابع

۱. ایران منش، م. ۱۳۷۹. مقدمه ای بر تکنولوژی کاربردی تولید خرما، نگهداری، فرآوری، بسته بندی و صادرات. سازمان چاپ المهدی، صص ۱۲۵-۱۸۵.
۲. بی نام. دبیرخانه همایش تخصصی خرما. ۱۳۸۱. مجموعه مقالات هشتمین سمینار تخصصی خرما. منطقه ویژه اقتصادی ارگ جدید. کرمان، صص ۱۶-۱۷ و ۱۱۱.
۳. پیروزی فرد، م. ۱۳۷۸. شفاف سازی آب میوه. چاپ اول. چاپ ارومیه، صص ۱۷۸.
۴. سیف کردی، ع. توریانی، ش. معصومی، ب. خاکباز، ع. و وثوقی، م. ۱۳۷۱. فرآیندهای تبدیلی خرما. طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی تهران، صص ۸۰-۹۶.
۵. شهیدی، ف. ۱۳۶۶. ارزیابی اثر عسل و پکتیناز بر شفاف کردن آب سیب. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، صص ۳۵-۹۰.
۶. فاطمی، ح. ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. چاپ اول. شرکت سهامی انتشار. تهران، صص ۴۰-۴۵ و ۴۴۳.
۷. محمدی نافچی، ع. ۱۳۸۰. تولید نوشابه از خرما. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی. دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف تهران، صص ۳۰-۷۵.
8. Alkovarta, I. Garbisu, C. Liama, M J., and Serra, J L. 1998, Industrial applications of pectic enzymes: a review, *Process Biochemistry*, 33(1), 22-28 pp.
9. Anonymous. 1974. Seventeenth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. *Seris 5*, No. 539.
10. Ashurst, P. R. 1995. Production and packaging of non-carbonated fruit juices and fruit beverages. VCH Press, 2 nd edition 253-273 pp.
11. carabosa, M. Ibarz, A. Gorza, S., and Borbosa-Canovas, G. 1998. Removal of dark compounds from clarified fruit juices by adsorption process. *Journal of Food Engineering*, 37(1): 25-41.
12. Ceci, L. and Lozano, J. 1998. Determination of enzymatic activities of commercial pectinases for the clarification of apple juice. *Food Chemistry*, 61(1/2): 237-241.

13. Cepeda, E., and Villaran, M. C. 1999. Density and viscosity of malus floribunda juice as a function of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering*, 41(1): 103-107.
14. Desmarchelier, J. M. 1999. Ethylformate and formic acid: occurrence and environmental fate. *Post Harvest News and Informations*, 10(1): 7-12.
15. Kashyap, D. R. Vohra, P. K. Chopra, S., and Tewari, R. 2001. Application of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource Technology*, 77: 215-227.
16. Kovacs, K., and Nagy-gatonyi, M. 1985. Clarification and purification of date extract with the enzyme pectinlyase. *Acta alimentaria*, 14: 77-78.
17. Lao, C. Santamaria, A. Lepez-tamanes, E. Bujan, J., and Buxaderas, S. 1999. Effect of grape pectic enzyme treatment on foaming properties of white musts and wines. *Food Chemistry*, 65(2): 169-173.