فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال اول، شماره ۱، تابستان ۱۳۸۵ صفحات ۱۵ تا ۲۱

بررسی تاثیر آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک در بهبود فرایند قندگیری از خرما

فاطمه زارع[۱] ، دکتر مهرداد آذین[۲]، دکتر هوشنگ نیکوپور[۳] ، محمد تقی مظلومی[۴]

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دفتر بهبود تغذیه جامعه، معاونت سلامت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
پست الکترونیکی : fatemehzare@yahoo.com
۲- استادیار ، عضو هیات علمی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۴- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۲/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۲/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: خرما یک میوهٔ هسته دار است که از درخت نخل از خانواده *Palmaceae* به دست می‌آید و در مقایسه با بسیاری از میوه‌ها در وزن مساوی، مقادیر بیشتری انرژی، املاح و ویتامین‌های ضروری بدن را تامین می کند. بر اساس آمار و اطلاعات سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) در سال ۲۰۰۳ از نظر میزان تولید خرما، ایران رتبه سوم در جهان را به خود اختصاص داد. با وجود سطح وسیع کشت خرما در ایران تنها ۱۱ تا ۱۲ درصد خرمای تولیدی، جذب صنایع فراوری و بسته بندی می‌شود. بنا براین، بهبود فرایندهای تولید شیره خرما و قند مایع خرما با هدف افزایش تولید این فراورده ها و رونق بیشتر اقتصاد کشور در خور توجه است. در این مطالعه، تیمار آنزیمی توسط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک بر بهبود فرایند قندگیری از خرمای مضافتی درجه ۳ مورد بررسی قرار گرفت .

مواد و روشها: از روشهای آزمایشگاهی مطابق استانداردهای ملی و بین المللی استفاده شد. برخی ویژگیهای ماده اولیه و همچنین عصاره خرما اندازه‌گیری شد. برای تعیین بهینه شرایط عملکرد آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک و مخلوط آنها از روشهای R.S.M و Taguchi جهت طراحی آزمون و پیش بینی نتایج استفاده شد. پس از تعیین بهینه شرایط عملکرد آنزیم‌های مذکور ، تاثیر آنزیم‌های پکتولیتیک ، سلولیتیک و مخلوط آنها بر میزان قند کل ، قندهای احیا کننده ، شفافیت ، مواد جامد محلول و بهره تولید فرایند قندگیری از خرما، مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که با استفاده از مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک به نسبت ۲ به ۱ و به میزان ۰/۰۱۷درصد تحت دمای ۶۲ $^{\circ C}$ و pH = ۷/۵ میزان قند کل ، قند های احیاکننده ، مواد جامد محلول و بهره تولید در مقایسه با هر یک از آنزیم‌ها به تنهایی و نمونه شاهدِ فاقد آنزیم به طور معنی داری افزایش داشته است. نتایج نشان داد که تیمار آنزیمی، مقدار قند کل عصاره را ۳/۳۳ درصد افزایش داده است. به همین ترتیب، مقدار قند های احیا کننده ، مواد جامد محلول و بهره تولید بر اساس مواد جامد محلول به ترتیب ۳/۲۲، ۳/۶ و ۱۵/۰۵ درصد بهبود یافت که بسیار قابل توجه است. ضمناً در مورد شفافیت، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آنزیمی و نمونه شاهدِ فاقد آنزیم مشاهده نشد. نتایج ارزیابی حسی (مقایسه جفتی)توسط ارزیابهای خانگی معلوم کرد که در این فرایند با استفاده از مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک، فاکتور طعم شیرین در عصاره خرما در مقایسه با نمونه شاهد فاقد آنزیم به طرز معنی داری افزایش می یابد.

واژگان کلیدی : خرما ، قند گیری ، تیمار آنزیمی، پکتولیتیک ، سلولیتیک ، R.S.M

• مقدمه

خرما یک میوه هسته دار است که از درخت نخل از خانواده *Palmaceae* به دست می آید. در سال ۲۰۰۳ میزان تولید خرما در ایران ۸۷۵۰۰۰ تن بود که رتبه سوم در جهان محسوب می‌شد(۱). ولی به دلیل میزان بالای ضایعات و عدم مرغوبیت خرما، به ناچار بخش زیادی از خرمای تولید شده به مصرف خوراک دام می‌رسد.

تاکنون در خصوص استفاده از آنزیم در فرایند صنعتی تولید شیره خرما و قند مایع در داخل کشور، مطالعه‌ای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

صورت نگرفته است. شیره خرما در واقع کنسانتره حاصل از استخراج و تغلیظ عصاره خرماست که رنگش قهوه ای تیره و بریکس آن حدود ۷۵ است (۲). قند مایع خرما، ظاهری شبیه عسل دارد و پس از رنگبری و شفاف سازی و تغلیظ، از عصاره خرما به دست می‌آید(۳).

مرکز تحقیق و توسعه شرکت Novo Nordisk در سال ۲۰۰۰ اقدام به انتشار یک راهنما برای استفاده از انواع آنزیم‌های تولیدی خود در فرایند تولید شیره خرما کرد. در این راهنما آمده است که استفاده از آنزیم پکتولیتیک در تانک استخراج یعنی در مرحله اختلاط پالپ خرما و آب در دمای $^{\circ}C$ ۴۵ موجب افزایش بهره استخراج عصاره خرما می‌شود. همچنین توصیه شده است که برای افزایش بازیافت عصاره خرما از باقیماندهٔ پرس، با استفاده از آب $^{\circ}C$ ۵۵-۵۰ و آنزیم پکتیناز، عمل استخراج عصاره دوباره تکرار شود که موجب شفافیت بیشتر و سهولت فیلتراسیون خواهد شد(۴).

در یک مطالعه، روش آنزیماتیک با روش شیمیایی در شفاف‌سازی عصاره خرما مقایسه شد. آنزیم های مورد استفاده پکتیناز، سلولاز، آمیلاز و مخلوط آنها بود و برای شفاف سازی از آهک استفاده شد. در این بررسی، معلوم شد که استفاده از مخلوط سه آنزیم به طرز معنی داری نسبت به نمونه شاهدِ فاقد آنزیم یا نمونه حاوی هر یک از آنزیم ها به تنهایی، بهره تولید را افزایش می دهد. دمای $^{\circ}C$ ۴۰ ، pH= ۴/۵ و زمان انکوباسیون ۱ ساعت، بهترین بازده را در شفافیت ماده جامد کل، قند کل و قند احیا کننده داشت. به طوری که در نمونه شاهدِ بدون آنزیم ۹۵/۷۶درصد و با استفاده از مخلوط سه آنزیم این فاکتور ۸۲/۴۵درصد بود همچنین، مقدار قند کل در نمونه شاهد ۱۷/۱۵درصد و در نمونه به دست آمده استفاده از مخلوط سه آنزیم ۲۲/۳درصد بود(۵).

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۲ در کشور کویت بر روی دو واریته خرما(Birhri و Safri) انجام شد، ترکیب شیمیایی و خصوصیات کیفی شیره خرما را بررسی کردند که توسط تیمار آنزیمی تهیه شده بود. آنزیم های مورد استفاده، پکتیناز و سلولاز به نسبت مساوی و در مقادیر ۰/۵، ۱و ۲ میلی لیتر در ۱۰۰ گرم پالپ خرما بودند. نتایج نشان داد که استفاده از آنزیم های پکتیناز و سلولاز به میزان ۱٪ بیشترین تاثیر را در افزایش میزان مواد جامد محلول و بهبود کیفیت رنگ شیره خرما دارد(۶).

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر تیمار آنزیمی در افزایش بهره قندگیری از خرما انجام شد. ماده اولیهٔ مورد استفاده، خرمای مضافتی درجه ۳ بود و از آنزیم های سلولیتیک و پکتولیتیک در مرحله استخراج عصاره از خرما استفاده شد.

• مواد و روشها

تهیه، آماده سازی نمونه و آزمایش‌های اولیه

۴۰ کیلوگرم خرمای مضافتی درجه ۳ از شرکت صنایع غذایی سلوی در کرمان تهیه و به آزمایشگاه پایلوت مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران (در تهران) منتقل شد.خرمای مذکور شسته وآبگیری شد. سپس هسته ها جدا و توسط چرخ گوشت خانگی معمولی(National ، ساخت ژاپن)پالپ خرمای بدون هسته تبدیل به خمیر خرمای نرم شد.وزن خرما و وزن هسته توسط ترازوی آنالیتیکال (Metler– AE-240) اندازه‌گیری شد.

PH خمیر خرما توسط pH متر (Hanna ، ساخت ایتالیا)اندازه گیری شد. برای تعیین فاکتور رطوبت از روش تقطیر، مطابق استاندارد ملی ایران شماره۶۷۲ ، خاکستر از روش A0AC شماره ۹۰۰۲/۲، فیبر از روش وزنی غیر آنزیمی و روش A0AC شماره ۹۹۳/۲۱ و پکتین از روش تخمین پکتات کلسیم استفاده شد.

برای اندازه‌گیری قندهای احیا کننده و قند کل، ۱۰۰ گرم خمیر خرما با سه برابر وزن آن آب (حدود ۳۰۰ میلی لیتر) مخلوط و کاملاً به هم زده شد. سپس مطابق روش Lane-Eynon (فهلینگ) و روش AOAC شماره ۹۲۳/۰۹ فاکتورهای مذکور در این محلول اندازه گیری شد. بهره تولید بر اساس مواد جامد محلول در ۱۰۰ گرم پالپ خرما طبق فرمول زیر محاسبه شد: (۶-۸)

$$\text{بهره بازیافت مواد جامد محلول (R.S.S\%)} = \frac{\text{درصد مواد جامد محلول} \times \text{وزن عصاره استخراجی}}{\text{وزن پالپ خرما}} \times ۱۰۰$$

آنزیم های تجارتی مورد مصرف عبارت بودند از Pectinex Smash و Cellubrix که از شرکت Novo Enzyme سوئیس تهیه شده بودند. این آنزیم ها به شکل مایع بودند. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده، ساخت شرکت Merck آلمان بودند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

مطالعه مقدماتی و تعیین شرایط بهینه عملکرد آنزیمها

به منظور تعیین شرایط بهینه عملکرد آنزیم‌های مورد استفاده، از نرم افزار $MINITAB_{13}$ و روش طراحی آزمون Response Surface Method (R.S.M) استفاده شد(۹). در این روش، بر اساس اطلاعات اولیه که به عنوان نقاط مرکزی به نرم افزار داده می شود ، تعدادی آزمون طراحی می شود . در این مطالعه، نقاط مرکزی شامل pH ، درجه حرارت و نسبت آنزیم به سوبسترا بودند. آزمونهای طراحی شده برای آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک هر کدام ۲۰ آزمون بود.پس از طراحی، آزمونهای مقدماتی انجام شد.

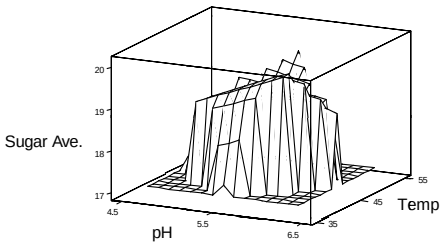
سپس انکوباسیون آنزیمی، استخراج عصاره خرما و میزان قند کل عصاره، اندازه‌گیری و به عنوان شاخص عملکرد آنزیم در نظر گرفته شد. با استفاده از نرم افزار و نتایج به دست آمده، نمودارهای نسبت قند کل به متغیرهای pH و درجه حرارت یا نسبت آنزیم به سوبسترا به دست آمد.این نمودارها شامل سه محور X ، Y و Z هستند که بسته به متغییرهای X و Y تفاوت دارند. به عنوان مثال نمودار ۱ میزان قند استخراجی حاصل از فرایند آنزیمی توسط Pectinex Smash را نسبت به pH و درجه حرارت نشان می دهد.

در خصوص مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک از نرم افزار $Minitab_{13}$ و روش Taguchi استفاده شد. پس از انکوباسیون آنزیمی، دوباره استخراج عصاره و سنجش میزان قند کل انجام گرفت .حاصل تمام این آزمونها تعیین بهینه شرایط عملکرد هر یک از آنزیم ها و مخلوط آنها بود .این نتایج برای آزمون اصلی مورد استفاده قرار گرفت.

بهترین شرایط عملکرد مخلوط آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک در جدول۱ آورده شده است.

مطالعه اصلی و تعیین ویژگیهای شیمیائی عصاره خرما

با استفاده از داده های مرحله قبل، انکوباسیون آنزیمی در



نمودار۱- میزان میانگین قند کل نسبت به درجه حرارت و pH در آزمونهای مربوط به تست مقدماتی تعیین بهینه شرایط عملکرد آنزیم پکتولیتیک (Pectinex Smash)

چهار بهر یکنواخت شامل تیمار آنزیمی با آنزیم پکتولیتیک ، تیمار آنزیمی با آنزیم سلولیتیک، تیمار آنزیمی با مخلوط آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک و همچنین نمونه شاهدِ فاقد آنزیم انجام شد. عصاره استخراجی از نظر میزان قند کل، قند احیا کننده ، مواد جامد محلول ، شفافیت و بهره استخراج عصاره بر اساس ماده جامد محلول، اندازه‌گیری و محاسبه شد. پس از آن، شفاف سازی و رنگبری و سپس تغلیظ عصاره خرما انجام شد.

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی طعم از روش In-House ، آزمون مقایسه جفتی و تکنیک انتخاب تحت فشار استفاده شد(۱۰).

روشهای آماری

جهت انجام محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار $Minitab_{13}$ و آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و در صورت معنی دار بودن از آزمون Tukey استفاده شد. به این ترتیب، با استفاده از آنالیزهای آماری، بهترین تیمار آنزیمی معین شد.

جدول ۱ - شرایط بهینه عملکرد مخلوط آنزیمهای Pectinex و Cellubrix و مقادیر قند کل و حجم عصاره استخراجی پیش بینی شده توسط نرم افزار Quali-Tec

فاکتور	pH	درجه حرارت (درجه سانتیگراد)	نسبت آنزیم به سوبسترا (ml/100gr)	نسبت اختلاط آنزیمها	قند کل (gr%)	حجم عصاره استخراجی (ml)
میزان	۵/۷۵	۶۲	۰/۰۱۷	۲:۱	۲۰/۶۱	۳۲۵/۹۹

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

• یافته ها

ویژگیهای ماده اولیه (خرمای مضافتی درجه ۳) در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر قند کل، قند احیا کننده، ماده جامد محلول و شفافیت با استفاده از سه تیمار آنزیمی و نمونهٔ شاهدِ بدون آنزیم پس از انکوباسیون آنزیمی و استخراج عصاره در جدول ۳ آمده است.

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین سه تیمار آنزیمی و نمونهٔ شاهد بدون آنزیم از نظر میزان قند کل، قندهای احیا کننده و ماده جامد محلول، اختلاف معنی داری وجود دارد($p<۰/۰۰۰۱$).

همچنین نتایج آزمون Tukey معلوم کرد که تیمار سوم یعنی مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک، بیشترین تاثیر را در افزایش فاکتورهای مذکور دارد ($p<۰/۰۵$).

سایر آنالیزهای آماری نشان داد که از نظر فاکتور شفافیت، بین هیچ یک از تیمارهای آنزیمی و نمونهٔ شاهدِ بدون آنزیم، اختلاف معنی داری وجود ندارد.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی طعم از نظر میزان شیرینی نشان داد که قند مایع خرما حاصل از فرایند آنزیماتیک ، شیرین تر از نمونه قند خرمای حاصل از فرایند غیر آنزیماتیک است ($p< ۰/۰۵$). مقادیر وزن عصاره های استخراجی حاصل از سه تیمار آنزیمی و نمونه شاهدِ بدون آنزیم و بهره تولید بر اساس ماده جامد محلول (R.S.S %) در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۲- ویژگیهای ماده اولیه
(خرمای مضافتی درجه ۳)

فاکتور	میانگین	انحراف معیار
هسته (gr%)	۱۱/۱۰	۰/۱۲
رطوبت (gr%)	۱۱/۵۰	۰/۰۲۵
قند احیا کننده(gr%)	۱۶/۸۰	۰/۰۰۱
قند کل(gr%)	۱۷/۰۲	۰/۰۴۰
خاکستر(mg%)	۱۸۱۰	۴/۰۸
فیبر(mgr%)	۶/۹۱	۰/۰۲۹
پکتین(mgr%)	۵۵۵	۰/۰۰۰۱
pH	۵/۵	۰/۰

جدول۳- مقایسه قند کل، قندهای احیا کننده ، ماده جامد محلول و شفافیت با استفاده از سه تیمار آنزیمی و نمونه شاهد در شرایط بودن آنزیم

تیمار	قند کل (gr%)		قندهای احیا کننده (gr%)		ماده جامد محلول (gr%)		شفافیت (%)	
	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean
آنزیم پکتولیتیک(تیمار ۱)	۰/۱۳	۱۹/۴۳	۰/۱۴	۱۹/۲۵	۰/۰۶	۲۰/۵۶	۰/۰۲	۹۶/۲۰
آنزیم سلولیتیک(تیمار۲)	۰/۰۶	۱۸/۲۱	۰/۰۱	۱۷/۹۵	۰/۲۳	۱۹/۶۰	۰/۰۳	۹۶/۳۰
مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک (تیمار۳)	۰/۰۶	۲۰/۳۵	۰/۰۴	۲۰/۰۱	۰/۰۷	۲۲/۰	۰/۰۴	۹۶/۱۰
شاهد بدون آنزیم(تیمار۴)	۰/۰۳	۱۷/۰۲	۰/۰۶	۱۶/۷۸	۰/۰۳	۱۸/۴۰	۰/۰۳	۹۶/۰۰

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

جدول۴- مقادیر وزن عصاره های استخراجی حاصل از سه تیمار آنزیمی و نمونه شاهد بدون آنزیم و بهره تولید بر اساس ماده جامد محلول (% R.S.S)

نمونه	فاکتور	وزن(گرم)		بهره تولید بر اساس مواد جامد محلول (٪)
		میانگین	انحراف معیار	
آنزیم پکتولیتیک		۳۱۱	۰/۰۴۰۵	۶۳/۹۴
آنزیم سلولیتیک		۳۱۱	۰/۰۰۰۱	۶۰/۹۵
مخلوط آنزیمهای پکتولیتیک و سلولیتیک		۳۲۶	۰/۰۰۱۲	۷۱/۷۲
نمونه شاهد بدون آنزیم		۳۰۸	۰/۰۱۱۵	۵۶/۶۷

در نمودارهای ۲ تا ۵ میزان قند کل ، قندهای احیا کننده ، ماده جامد محلول و بهره تولید در نمونه های عصاره خرما حاصل از ۳ تیمار آنزیمی و نمونه شاهد بدون آنزیم مقایسه شده است.

نمودار۲- مقایسه قند کل در نمونه های عصاره خرما حاصل از تیمار آنزیمی و نمونه شاهد بدون آنزیم

نمودار۴- مقایسه مواد جامد محلول در نمونه های عصاره خرما حاصل از تیمار آنزیمی و نمونه شاهد بدون آنزیم

نمودار۳ - مقایسه میزان قندهای احیا کننده در نمونه های عصاره خرما حاصل از تیمار آنزیمی و نمونه شاهد بدون آنزیم

نمودار ۵- مقایسه بهره تولید(% RSS) در نمونه های عصاره خرما حاصل از تیمار آنزیمی و نمونه شاهد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

• بحث

طراحی آزمون ، انجام آزمونهای شیمیایی و تجزیه و تحلیل با روش RSM دستیابی به بهترین شرایط عملکرد مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک را که در تیمار سوم مورد استفاده قرار گرفت ، ممکن ساخت: استفاده از درجه حرارت $۶۲^{\circ C}$ ، در PH= ۵/۷۵ و نسبت ۲ به ۱ آنزیم‌های پکتولیتیک به سلولیتیک به میزان ۰/۰۱۷میلی لیتر در ۱۰۰ گرم سوبسترا (عصاره خرما).

این نتایج با آنچه Benjamin و Abbas در سال ۱۹۸۵ بیان داشتند و همچنین نتایج تحقیقات Suad و همکاران در سال ۲۰۰۲ همسویی دارد. مطالعه اصلی بر اساس داده‌های حاصل از مطالعه مقدماتی انجام شد.

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین هر یک از سه تیمار آنزیمی و نمونهٔ شاهدِ فاقد آنزیم از نظر میزان قند کل، قندهای احیا کننده و مواد جامد محلول، اختلاف معنی‌داری وجود دارد($P< ۰/۰۰۱$)، اما از نظر درصد شفافیت، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد($P<۰/۰۰۵$). به طوری که می‌توان گفت شفافیت سه تیمار آنزیمی و نمونه شاهد فاقد آنزیم، مشابه یکدیگر است. با توجه به این نتایج و در نظر گرفتن مکانیسم عمل آنزیم‌های مورد استفاده، به نظر می رسد که استفاده از آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک باعث لیز شدن بهتر سلول های پالپ خرما شده است . این امر از سویی باعث سهولت استخراج عصاره و از سویی هیدرولیز جزئی ماکرومولکول ها به مولکول‌های ریزتر و قندهای ساده شده است.

همچنین با استفاده از آزمون Tukey بهترین تیمار از نظر میزان قند کل، قندهای احیا کننده، مواد جامد محلول و بهره تولید تعیین شد. آنالیزهای آماری نشان داد که استفاده از مخلوط آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک، بیشترین تاثیر را در افزایش میزان قند کل ، قند های احیا کننده و مواد جامد محلول در عصاره استخراجی خرما دارد($P<۰/۰۵$). این موضوع نشان می دهد که آنزیم‌های پکتولیتیک و سلولیتیک دارای تاثیر سینرژیک هستند و به طور همزمان، تاثیر بهتری بر سوبسترا دارند. آنزیم‌های سلولیتیک موجب شکستن دیواره سلول و آنزیم‌های پکتولیتیک باعث تجزیه مواد پکتیک می شود. در این بررسی معلوم شد که مخلوط دو آنزیم تاثیر بیشتری از هر یک از آنزیم ها به تنهایی داشته است. این نتیجه با آنچه طی مطالعات Suad و همکاران در سال ۲۰۰۲ و محمدی نافچی و همکاران در سال ۱۳۸۱حاصل آمده است، همسویی دارد.

میانگین قند کل در نمونه حاصل از بهترین فرایند آنزیماتیک (مخلوط آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک) ۲۰/۳۵ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره خرما در مقایسه با نمونه شاهد (۱۷/۰۲گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) است. این مقادیر نشان می دهد که تیمار آنزیمی، مقدار قند کل عصاره را ۳/۳۳ درصد افزایش داده است. به همین ترتیب مقادیر قند های احیا کننده، مواد جامد محلول و بهره تولید بر اساس مواد جامد محلول به ترتیب ۳/۲۲ ، ۳/۶ و ۱۵/۰۵درصد افزایش یافت که بسیار قابل توجه است.

نتایج مطالعات Suad و همکاران در سال ۲۰۰۲ و محمدی نافچی و همکاران در سال ۱۳۸۱و آنچه در راهنمای کاربردی Novo Nordisk(2000) آمده است با نتایج این تحقیق از نظر میزان قند کل ، قندهای احیا کننده، مواد جامد محلول، درصد شفافیت و بهره تولید عصاره استخراجی خرما کاملا همسو است.

پیشنهادات

به دلیل مثبت بودن نتایج این تحقیق، استفاده ار آنزیم در فرایند تولید قند مایع خرما توصیه می شود. همچنین پیشنهاد می شود تاثیر تیمار آنزیمی در فرایند استخراج دو مرحله ای، طی تحقیق جداگانه ای بررسی شود.

سپاسگزاری

پس از سپاس از ایزد منان که ما را در انجام این مطالعه یاری نمود، لازم می دانیم از کلیه مسئولان آزمایشگاه پایلوت بیوتکنولوزی مرکز پژوهشهای علمی و صنعتی ایران و همچنین از مسئولان و کارشناسان آزمایشگاههای دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و گروه تحقیقات تغذیه انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور که کمال همکاری را در اجرای این مطالعه با ما داشته اند قدردانی کنیم.

• منابع

1.www.fao.org , A to Z table of production , Free on internet.

۲. استاندارد شیره خرما ، ویژگیها و روشهای آزمون(۱۳۷۴)، استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۷۵.

۳. ایران منش ، س .م. ، مقدمه ای بر تکنولوژی کاربرد تولید خرما ، نگهداری ،فراوری ، بسته بندی و صادرات، چاپ سوم ، نشر آیدا،(۱۳۷۹)، صفحه ۶۰-۳۰ .

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

4. Novo Nordisk , Enzymes for Processing of Dates, (2000) Sep, NNBMA ,pp:1-2.

۵. محمدی نافچی .ع. ،رضوی،س. و دارابی ،ل. ،شفاف سازی شیره خرما به روشهای آنزیمی و شیمیایی ، مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره صنایع غذایی ایران، انتشارات دبیرخانه کنگره دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، (۱۳۸۱).

6. Suad N. Al-hooti ,Jiwan S. Sidhu , Jameel M. Al-saqer and Amani Al-othman, , Chemical Composition and Quality of Date Syrup as Affected by Pectinase / Cellulase Enzyme Treatment . Food Chemistry , (2002),Vol. 79 , pp: 215-220.

۷. پروانه ، و. ، کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی ، انتشارات دانشگاه تهران ، (۱۳۷۴) ،صفحات ۹۰-۲۰.

8. A.O.A.C.,Official Method of Analysis of Agr.Chemist.,Washington D.C.,USA,(1975)

9. Shahdan Sh. And Aminah Ab. , Optimizing Enzyme Concentration ,pH and Temperature in Banana Juice Extraction , Asean Food Journal , (1995), Vol.10 , No. 3 , pp: 107-111.

10.Harry T., Law Lee and Hiledgarde H., Sensory Evaluation of Food: Principle and practice, (1998) , pp:431-443.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]