

# کاربرد شتشوی اتانولی ضایعات گوجه فرنگی، آنزیم پکتیناز، و صابونی کردن اولئورزین در افزایش خلوص لیکوپین

آزاده رنجبر ندامانی<sup>a\*</sup>، یحیی مقصودلو<sup>b</sup>، محمد قربانی<sup>c</sup>، علیرضا صادقی ماهونک<sup>c</sup>

<sup>a</sup> دکتری تکنولوژی مواد غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران  
<sup>b</sup> استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران  
<sup>c</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران

## چکیده

**مقدمه:** خلوص لیکوپین حاصل از اولئورزین ضایعات گوجه فرنگی در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است. **مواد و روش‌ها:** در این تحقیق اثر پیش تیمار آنزیمی پکتیناز با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ و زمان اثر ۳۰، ۶۰، ۹۰ دقیقه و شستشو با اتانول ۹۴٪ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ثانیه استفاده شد. استخراج لیکوپین، در ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت با حلال هگزان: اتانول: استون با نسبت‌های ۱:۱:۲ به نسبت ۱:۱۰ نسبت به نمونه‌های خشک شده انجام شد. برای جلوگیری از اکسیداسیون به مقدار ۰/۰۵ درصد وزنی/ وزنی از BHT استفاده شد. بعد از این مرحله اثر صابونی کردن اولئورزین در افزایش خلوص لیکوپین توسط پروپیلن گلایکول و هیدروکسید پتاسیم ۴۵٪ و آب دیونیزه به ترتیب به مقدار ۳۰٪، ۱۰٪ و ۱۰٪ وزنی اولئورزین بررسی شد. **یافته‌ها:** به‌طور کلی اثر پیش تیمار آنزیمی و اتانولی و همچنین صابونی کردن اولئورزین، بر روی استخراج اولئورزین و لیکوپین و راندمان استخراج لیکوپین دارای اثر معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). در مورد ضایعات نشان داده شد که پیش تیمار اتانولی و آنزیمی نمونه‌های ضایعات قادر به افزایش غلظت لیکوپین در اولئورزین نمی‌باشد. **نتیجه‌گیری:** بیشترین مقدار لیکوپین از تیمار با آنزیم پکتیناز در غلظت ۱۰ ml/kg و زمان اثر ۹۰ دقیقه یعنی ۲۷۹/۵ میلی‌گرم لیکوپین در هر ۱۰۰ گرم اولئورزین به دست آمد. اما در صورت صابونی کردن اولئورزین‌های استخراجی، غلظت لیکوپین در اولئورزین در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم و اتانول بیشتر از نمونه‌های تیمار شده با آنزیم می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اولئورزین، تیمار اتانولی، پکتیناز، صابونی کردن، ضایعات گوجه فرنگی، لیکوپین

## مقدمه

داشتن رنگ مطلوب در فرآورده‌های مختلف غذایی از نظر مصرف‌کننده نشانه فرآیند مناسب تولید و کیفیت مطلوب محصول است. به همین دلیل استفاده از رنگدانه‌های سنتزی یا طبیعی در صنایع غذایی رواج دارد. اما امروزه به دلیل نگرانی‌ها از مصرف رنگ‌های سنتزی و تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از منابع طبیعی رنگی، توجه به سمت استفاده از رنگدانه‌های طبیعی جلب شده است (Delgado-Vargas & Paredes-López Andreeva, 2003; Socaciu, 2008). کاروتنوئیدها<sup>۱</sup> به دلیل پراکندگی وسیع در منابع حیوانی و گیاهی و همچنین داشتن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و زیست‌فعالی کاربرد وسیعی در رنگ‌دهی مواد غذایی دارند. تمام کاروتنوئیدها را می‌توان مشتقاتی از لیکوپین دانست که از طریق حلقه‌ای شدن یک یا دو انتهای مولکول، تغییر در سطح هیدروژناسیون، دهیدروژنه شدن و ورود گروه‌های اکسیژن‌دار، آرایش مجدد، مهاجرت باند دوگانه و غیره، اسکلت پایه لیکوپین به انواع کاروتنوئیدها قابل تبدیل است (Socaciu, 2008). علاوه بر این در سالهای اخیر نشان داده شده است که در کنار قدرت خنثی کردن اکسیژن یگانه (Soni, 2003) و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی قوی نسبت به بتاکاروتن (دو برابر بتاکاروتن) و آلفا توکوفرول (ده برابر آلفاتوکوفرول) (Shi et al., 2004; Sahlin et al., 1999)، لیکوپین قادر به جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و انواع سرطان‌ها به‌ویژه پروستات، ریه و معده می‌باشد (Ausich & Sanders, 1997). به همین دلیل لیکوپین از طرف سازمان غذا و دارو آمریکا به‌عنوان رنگ‌دهنده ماده غذایی با شماره E ۱۶۰d ثبت شده است (FDA, 2009).

از جمله مهمترین منابع لیکوپین گوجه‌فرنگی است. لیکوپین در گوجه‌فرنگی رنگدانه غالب بوده و بسته به واریته ۹۸-۶۵٪ وزنی کل کاروتنوئیدهای موجود در گوجه‌فرنگی را به خود اختصاص می‌دهد (Shi, 2001; Socaciu, 2008). گوجه‌فرنگی یکی از محصولات مهمی است که همه خانوارها برای تهیه مواد غذایی بدن وابسته هستند. اما متأسفانه ضایعات آن با توجه به سطح کشت و کیفیت بالا، بسیار زیاد است. درصد ضایعات در مراحل برداشت و پس از برداشت به ترتیب ۵ و ۱۵ درصد می‌باشد و مقدار ضایعات

این دو مرحله با احتساب تولید کل گوجه فرنگی به ترتیب برابر با ۲۲۱ و ۶۶۴ هزار تن است (شادان، ۱۳۸۵) و با توجه به اینکه بازدهی تولید در صنایع تبدیلی گوجه فرنگی در حدود ۹۰-۷۰ درصد است (مصباحی و همکاران، ۱۳۸۹)، اگر تمهیدات و برنامه ریزی‌ها چه در بخش دولتی و چه در بخش خصوصی در جهت جلوگیری از ضایعات در همه مراحل ایجاد آن صورت پذیرد، نه تنها باعث خواهد شد زیان اقتصادی حاصل از ضایعات گوجه فرنگی به حداقل برسد بلکه اولاً ارزش افزوده این محصول با ایجاد صنایع تکمیلی و تبدیلی بسیار بالا خواهد رفت ثانیاً مقداری از نیروی بیکار تحصیلکرده نیز جذب این صنایع خواهند شد (شادان، ۱۳۸۵).

Bombardelli و همکاران (۱۹۹۹) ابتدا مقدار ۱۰ کیلوگرم از گوجه‌فرنگی‌های رسیده را هموژنیزه کرده و سپس بعد از حرارت‌دهی در  $95^{\circ}\text{C}$  به مدت نیم ساعت همراه با هم‌زدن و سردکردن تا  $60^{\circ}\text{C}$  با حلال n-هگزان به استخراج لیکوپین پرداختند. در این تحقیق ۱۱ گرم باقی‌مانده روغنی قرمز روشن به‌دست‌آمد که حاوی ۰/۵۲ گرم لیکوپین بود. همین روش برای استخراج لیکوپین از پوست تر گوجه‌فرنگی، پوست خشک‌شده گوجه‌فرنگی نیز انجام‌شد که به ترتیب ۵/۲ گرم باقیمانده روغنی قرمز روشن حاوی ۴/۶٪ لیکوپین و ۴/۲ گرم باقیمانده روغنی قرمز روشن حاوی ۵/۶٪ لیکوپین به‌دست‌آمد. Bortlik و همکاران (۲۰۰۱) به بررسی استخراج لیکوپین توسط اتانول ۹۴٪ پرداختند. آنها قبل از استخراج، گوجه‌فرنگی را با اتانول ۹۴٪ در حال جوش شستشو دادند تا به این وسیله ترکیبات قطبی آن را قبل از استخراج خارج نمایند. سپس میزان ۳۰۰ کیلوگرم از پوست خردشده گوجه‌فرنگی را برای استخراج با اتانول ۹۴٪ به کار برده و توانستند میزان ۲۲/۲ گرم لیکوپین از ماده اولیه استخراج نمایند. Choudhari و Ananthanarayan (۲۰۰۶) به بررسی تیمار آنزیمی با سلولاز و پکتیناز و دستیابی به غلظت بهینه این آنزیمها در استخراج لیکوپین از گوجه‌فرنگی، پوست و ضایعات آن پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که استفاده از آنزیم پکتیناز برای گوجه‌فرنگی کامل و پوست، و استفاده از آنزیم سلولاز در استخراج لیکوپین از ضایعات، باعث افزایش راندمان استحصال لیکوپین به ترتیب به میزان ۱۰۸ و ۱۱۰۴

<sup>1</sup> Carotenoids

نمونه برداری ۱۵-۱۰ کیلوگرم ضایعات گوجه‌فرنگی تهیه می‌شد. بعد از هر نمونه برداری نمونه‌ها در فریزر  $18^{\circ}\text{C}$  - حداکثر به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند تا مراحل بعد از نمونه برداری یعنی آنزیم‌زنی و پیش تیمار اتانولی و سپس خشک کردن روی آنها انجام شود. بعد از انجام پیش تیمارها و خشک کردن، نمونه‌های خشک شده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی درون پاکت کاغذی و در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شدند. مدت زمان نگهداری در این دما تا زمان استخراج حداکثر ۴۸ ساعت بود. برای جدا کردن پوست ضایعات از بذر و سایر مواد همراه، از شناورسازی در آب و جمع‌آوری دستی پوست از سطح آب استفاده شد. سپس ۱۰۰ گرم از نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی، به ۵ قسمت مساوی ۲۰ گرمی تقسیم شدند. به هر کدام از آنها غلظت‌های  $2\text{ ml/kg}$ ،  $4$ ،  $6$ ،  $8$  و  $10$  آنزیم پکتیناز اضافه شد و در دمای  $55^{\circ}\text{C}$  گرمخانه گذاری شدند. به منظور بررسی اثر زمان آنزیم بر میزان استخراج لیکوپن، نمونه‌ها با فواصل زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰، از گرمخانه خارج و بعد از آن آنزیم در  $95^{\circ}\text{C}$  به مدت ۵ دقیقه منعقد شد (Shi, 2001). سپس نمونه‌های آنزیم‌زنی شده به دو قسمت تقسیم شدند. یک قسمت به‌عنوان تیمار بدون اتانول در نظر گرفته و خشک شدند و قسمت دوم به مدت ۵ ثانیه در اتانول ۹۴٪ در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  قرار داده شده و بعد از آن خشک شدند. فرآیند خشک کردن تمامی نمونه‌ها در آن تحت دمای  $40^{\circ}\text{C}$  تا رسیدن به رطوبت ثابت انجام شد.

#### - پیش تیمار اتانولی

نمونه‌های آنزیم‌زنی شده به دو قسمت تقسیم شدند. یک قسمت به‌عنوان تیمار بدون اتانول در نظر گرفته و خشک شدند. این نمونه‌ها در اشکال و جداول در مورد نمونه‌های ضایعات با حروف اختصاری، NW4، NW6، NW8، NW10 نمایش داده می‌شوند که به ترتیب نشان دهنده نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی هستند که به ترتیب با غلظت‌های  $2\text{ ml/kg}$ ،  $4$ ،  $6$ ،  $8$  و  $10$  آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند. قسمت دوم نمونه‌های ضایعات را به مدت ۵ ثانیه در اتانول ۹۴٪ در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  قرار داده و بعد از آن خشک شدند. این نمونه‌ها نیز در اشکال و جداول در مورد نمونه‌های ضایعات از حروف اختصاری EW2، EW4، EW6، EW8، EW10 استفاده شده است که نشان‌دهنده

میکروگرم در هر گرم نمونه می‌شود. Lavecchia و Zuorro (۲۰۰۸) به بررسی استخراج صنعتی لیکوپن از محصولات جانبی گوجه‌فرنگی پرداختند. آنها با استفاده از مخلوط هگزان، اتانول و استون به بررسی میزان استخراج پرداخته و توانستند از ۱۰۰ گرم نمونه پوست خشک شده میزان ۴ میلی‌گرم لیکوپن استخراج نمایند. همچنین این محققین از پیش تیمار آنزیمی سلولاز، پکتیناز و همی سلولاز برای افزایش راندمان استخراج لیکوپن از ضایعات گوجه‌فرنگی استفاده کردند. آنها بعد از تیمار یک ساعته با آنزیم‌های ذکر شده، عمل استخراج با هگزان: اتانول: استون از پوست خشک شده گوجه‌فرنگی را انجام داده و توانستند میزان ۴۴۰ میلی‌گرم لیکوپن را از ۱۰۰ گرم نمونه استخراج نمایند.

با توجه به سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی در ایران و حجم ضایعات تولید شده در صنایع تبدیلی گوجه‌فرنگی و اهمیت روزافزون مصرف رنگدانه‌های طبیعی و به‌ویژه لیکوپن در رژیم غذایی در جهان، در این مطالعه بهینه‌سازی استخراج لیکوپن به همراه روش افزایش خلوص لیکوپن در اولئورزین آن با یک نگاه صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است تا به این ترتیب شرایط صنعتی کردن استخراج لیکوپن از ضایعات گوجه‌فرنگی مطالعه و روش بهینه شده آن معرفی گردد.

#### مواد و روش‌ها

در این مطالعه از آنزیم پکتیناز Panzym BE شرکت Begrow ایتالیا با قدرت  $7500\text{ PGNU/g}$  (پلی‌گالاکتوروناز) به صورت مایع و با دمای بهینه فعالیت  $25-5^{\circ}\text{C}$  استفاده شد. آنزیم تا زمان استفاده، در دمای  $4-6^{\circ}\text{C}$  نگهداری شد. حلال‌های به کار رفته نیز عبارت بودند از استون از ایران، اتانول از شرکت شیمیایی سینا فریمان، ایران و هگزان Scharlow کشور اسپانیا که خلوص آنها به ترتیب ۹۸، ۹۶ و ۹۸٪ بود.

#### - تهیه ضایعات گوجه‌فرنگی و آماده‌سازی نمونه

نمونه برداری از پوست گوجه‌فرنگی و ضایعات آن در طول یک فصل تولیدی کارخانه کامنوش واقع در تقی‌آباد استان گلستان در تابستان انجام شد. فاصله نمونه برداری‌ها یک هفته از آغاز تولید تا انتهای تولید بود. در هر

دارای سه پیک در ۴۴۵، ۴۷۲، ۵۰۳ نانومتر است که به منظور حداقل کردن دخالت سایر کاروتنوئیدها و اندازه‌گیری مقدار کل لیکوپین تمام ترانس، اندازه‌گیری در طول موج ۵۰۳ نانومتر ( $\lambda_{Max}$ ) در حلال هگزان انجام شد (Lavecchia & Zuorro, 2008; Choudhari, et al. ) (2008). مقدار لیکوپین تمام ترانس توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (UV/VIS T80، PG Instruments Ltd) طبق فرمول (۱) برحسب mg و با استفاده از ضریب خاموشی<sup>۱</sup> ویژه ( $E_{1cm}^{1\%}$ ) محاسبه شد (Choudhari & Ananthanarayan, 2006):

$$Lycopene (mg) = A \times dil \times ml \times 10 / E_{1cm}^{1\%} \quad (1)$$

که در آن A جذب محلول در کووت ۱ سانتی‌متر؛ dil فاکتور رقیق‌سازی؛ ml حجم نهایی نمونه؛ و  $E_{1cm}^{1\%}$  ضریب خاموشی ویژه برای لیکوپین در هگزان و معادل می‌باشد (Lu et al., 2009).

#### - تعیین خلوص لیکوپین

خلوص لیکوپین بر اساس مقدار وزنی آن در ۱۰۰ گرم اولئورزین استحصالی محاسبه شد.

#### - تعیین راندمان استخراج لیکوپین

راندمان استخراج لیکوپین بر اساس فرمول (۲) برحسب میلی‌گرم از ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد.

$$Yield (mg/100g) = [(C \times m) / M] \times 100 \quad (2)$$

C = مقدار لیکوپین استخراج شده (mg)

m = وزن اولئورزین استخراج شده (g)

M = وزن نمونه ضایعات خشک‌شده گوجه‌فرنگی

#### - صابونی کردن

برای انجام این مرحله از تحقیق، از نمونه‌هایی استفاده شد که طی تیمارهای قبلی بیشترین بازدهی و خلوص لیکوپین را از خود نشان دادند. سپس برای صابونی کردن نمونه‌ها، از تیمار قلیایی با هیدروکسیدپتاسیم، و پروپیلن گلاکول و شستو با آب دیونیزه استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا به نمونه‌ها مقدار ۳۰٪ وزنی پروپیلن

نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی است که به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند و سپس تیمار اتانولی روی آنها انجام شده است (Bortlik et al., 2001).

#### - فرآیند استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی

بعد از خشک کردن تمامی نمونه‌های ذکر شده، به مقدار ۲ گرم از هر نمونه تهیه و در ظروف شیشه‌ای کاملاً بسته که با فویل آلومینیومی جهت جلوگیری از ورود نور کاملاً پوشیده شده بودند، ریخته شدند. عمل استخراج توسط حلال استون: اتانول: هگزان (۱: ۱: ۲) به نسبت ۱: ۱۰ به روش سدلر (۱۹۹۰) و شی (۱۹۹۹) در دمای ۳۰°C به همراه هم‌زدن آرام و به مدت ۱۶ ساعت انجام شد (Sadler et al., 1990; Shi, 1999). به منظور جلوگیری از اکسیداسیون لیکوپین در طول استخراج، از ۰.۵٪ w/w BHT استفاده شد. بعد از گذشت ۱۶ ساعت، نمونه‌ها توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴ که توسط اتانول اشباع شده بودند، صاف شدند. سپس به آنها به مقدار ۲۰٪ حجم حلال مورد استفاده، آب مقطر دیونیزه اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه به حال خود باقی‌ماندند تا به دو فاز آلی و آبی تقسیم شود. فاز بالایی فاز غیر قطبی و حاوی لیکوپین و فاز پایینی فاز آبی می‌باشد که دور ریخته شده و فاز بالایی جهت استحصال لیکوپین جداسازی می‌شود (Shi, 1999; Sadler et al., 1990). حلال توسط جریان هوا از ماده استخراجی جدا شد. یک نمونه شاهد (بدون تیمار آنزیمی) نیز به همین ترتیب استخراج شد تا تفاوت بین مقدار الئورزین و لیکوپین مقایسه شود.

#### - محاسبه مقدار اولئورزین

مقدار اولئورزین استخراج شده از ضایعات گوجه‌فرنگی بر اساس تفریق وزن لوله حاوی اولئورزین بعد از خشک شدن حلال، از وزن خالی همان لوله محاسبه شد.

#### - محاسبه مقدار لیکوپین

روش استاندارد محاسبه لیکوپین، استفاده از اسپکتروفوتومتر می‌باشد (Lavecchia & Zuorro, 2008; Choudhari & Ananthanarayan, 2006). جذب لیکوپین در هگزان

<sup>1</sup> Extinction

**یافته‌ها**

**– اثر پیش‌تیمار آنزیمی بر مقدار اولئورزین استخراج‌شده از ضایعات گوجه‌فرنگی**

روند استخراج اولئورزین از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با آنزیم در شکل ۱ نشان داده می‌شود. طبق این شکل این روند با افزایش زمان و غلظت آنزیم پایین‌رونده است. بیشترین مقدار اولئورزین در غلظت ۲ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۳۰ دقیقه به مقدار ۰/۰۴ گرم از ۲ گرم نمونه به‌دست‌آمد.

**– اثر پیش‌تیمار آنزیمی بر مقدار لیکوپن استخراج‌شده از ضایعات گوجه‌فرنگی**

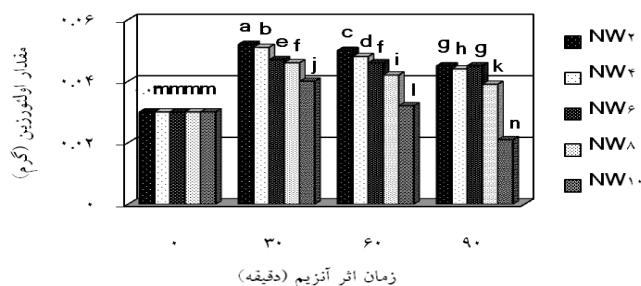
مقدار لیکوپن استخراج‌شده از ضایعات گوجه‌فرنگی در شکل ۲ نشان داده شده است. با افزایش غلظت آنزیم و زمان اثر مقدار استخراج نیز افزایش می‌یابد تا اینکه در غلظت ۱۰ ml/kg و زمان اثر ۹۰ دقیقه، به بیشترین مقدار یعنی ۰/۰۵۸ میلی‌گرم می‌رسد.

گلایکول و ۱۰٪ وزنی هیدروکسید پتاسیم ۴۵٪ در دمای ۵۵°C اضافه شد. سپس مخلوط به‌دست‌آمده به مدت نیم ساعت در ۶۵°C هم زده شد. بعد از این مرحله به مقدار ۱۰٪ وزنی به آن آب دیونیزه ۷۵°C اضافه و مخلوط حاصله به آرامی هم‌زده شد. در مرحله نهایی مخلوط توسط کاغذ واتمن شماره ۲ فیلتر و با آب دیونیزه ۸۵°C شستشو داده شد. بعد از این مرحله مقدار لیکوپن در مخلوط حاصله به‌روش ذکر شده در بالا توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (Ausich & Sanders, 1997).

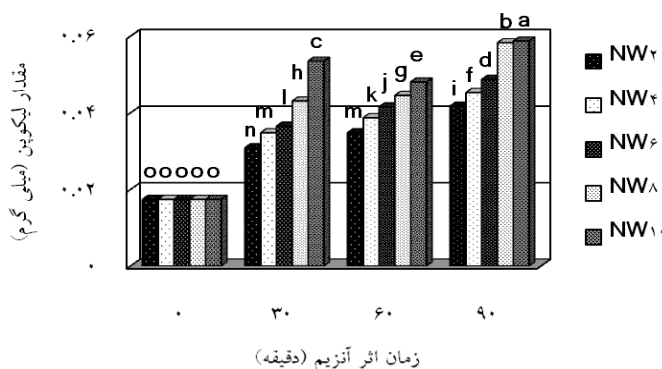
**– تجزیه و تحلیل آماری**

نمونه‌برداری به‌صورت طرح کاملاً تصادفی انجام و داده‌ها توسط SAS و SPSS به‌صورت طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند و برای بررسی بهترین ترکیب و آزمون‌های مقایسات زوجی از LSD و Duncan استفاده شد. تمام تیمارها در سه تکرار و رسم گراف‌ها توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

۳۱



شکل ۱- مقدار اولئورزین استخراج‌شده از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف آنزیم، (NW4، NW2، NW10، NW8، NW6: نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی که به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند)



شکل ۲- مقدار لیکوپن استخراج‌شده از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف آنزیم (میلی‌گرم)، (NW4، NW2، NW10، NW8، NW6: نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی که به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند)

نشان داده می‌شود. در این جدول می‌توان مشاهده کرد که بیشترین راندمان در غلظت ۸ ml/kg و زمان اثر ۹۰ دقیقه به مقدار ۰/۱۱۳۶۰۹ میلی‌گرم به دست آمد.

**اثر پیش تیمار آنزیمی و اتانولی بر مقدار اولئورزین استخراج شده از ضایعات گوجه‌فرنگی**

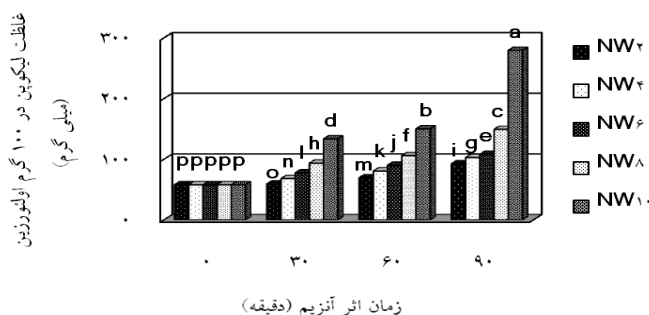
در شکل ۴ روند بالارونده استخراج اولئورزین از ضایعات گوجه‌فرنگی که با آنزیم و اتانول تیمار شده بودند، نمایش داده می‌شود. همان‌طور که گفته شد این روند با افزایش غلظت و زمان اثر آنزیم افزایش می‌یابد تا اینکه در غلظت ۱۰ ml/kg و زمان اثر ۹۰ به بیشترین مقدار خود یعنی ۰/۶۴ گرم از ۲ گرم نمونه می‌رسد.

**اثر پیش تیمار آنزیمی بر غلظت لیکوپین در وزن معینی از اولئورزین استخراج شده از ضایعات گوجه‌فرنگی**

در شکل ۳ غلظت لیکوپین در وزن معین ۱۰۰ گرم اولئورزین نشان داده می‌شود. طبق این شکل بیشترین مقدار لیکوپین در غلظت ۱۰ ml/kg و زمان اثر ۹۰ دقیقه و به مقدار ۵۰/۲۷۹ میلی‌گرم/گرم ۱۰۰ گرم اولئورزین به دست آمد.

**اثر پیش تیمار آنزیمی بر راندمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی**

در جدول ۱ راندمان استخراج لیکوپین از ۱۰۰ گرم ضایعات خشک شده گوجه‌فرنگی تیمار شده با آنزیم پکتیناز

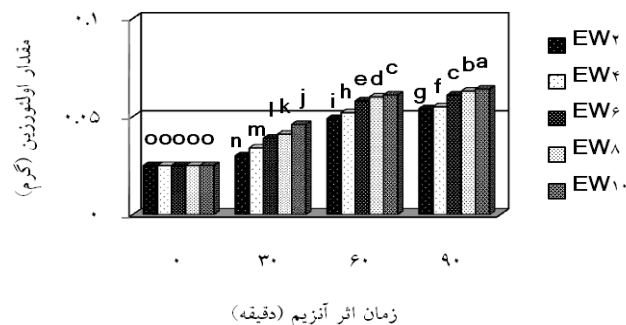


شکل ۳- غلظت لیکوپین استخراج شده از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف آنزیم (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم اولئورزین)، (NW<sub>2</sub>، NW<sub>4</sub>، NW<sub>6</sub>، NW<sub>8</sub>، NW<sub>10</sub>: نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی که به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند)

۳۲

جدول ۱- راندمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با آنزیم در زمان‌های مختلف (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم نمونه)

زمان اثر آنزیم (دقیقه) / مقدار آنزیم (ml/kg)	۱۰	۸	۶	۴	۲
۰	۰/۰۲۶۰۸۷ <sup>p</sup>	۰/۰۲۶۰۸۷ <sup>p</sup>	۰/۰۲۶۰۸۷ <sup>p</sup>	۰/۰۲۶۰۸۷ <sup>p</sup>	۰/۰۲۶۰۸۷ <sup>p</sup>
۳۰	۰/۱۰۶۹۵۷ <sup>c</sup>	۰/۰۹۹ <sup>e</sup>	۰/۰۸۵۸۲۶ <sup>l</sup>	۰/۰۸۸۶۹۶ <sup>z</sup>	۰/۰۸۰۲۶۱ <sup>m</sup>
۶۰	۰/۰۷۶۸۷ <sup>n</sup>	۰/۰۹۳۴۹۶ <sup>g</sup>	۰/۰۹۵۵۱۴ <sup>f</sup>	۰/۰۹۲۸۷ <sup>i</sup>	۰/۰۸۶۹۵۷ <sup>k</sup>
۹۰	۰/۰۶۱۶۳ <sup>o</sup>	۰/۱۱۳۶۰۹ <sup>a</sup>	۰/۱۰۹۵۶۵ <sup>b</sup>	۰/۰۹۹۵۷۴ <sup>d</sup>	۰/۰۹۳۱۹۳ <sup>h</sup>



شکل ۴- مقدار اولئورزین استخراج شده از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف آنزیم و تیمار اتانولی، (EW<sub>2</sub>، EW<sub>4</sub>، EW<sub>6</sub>، EW<sub>8</sub>، EW<sub>10</sub>: نمونه‌های ضایعات گوجه‌فرنگی که به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده‌اند و سپس تیمار اتانولی روی آنها انجام شده است)



زمان اثر ۳۰ دقیقه و به مقدار ۱۶۰/۸۶۹ میلی گرم / ۱۰۰ گرم اولئورزین به دست آمد.

**اثر پیش تیمار آنزیمی و اتانولی بر راندمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه فرنگی**

راندمان استخراج لیکوپین از ۱۰۰ گرم نمونه خشک شده ضایعات گوجه فرنگی که با آنزیم و اتانول تیمار شده بود، در جدول ۲ نشان داده می شود. طبق این جدول بیشترین راندمان در غلظت ۲ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۶۰ دقیقه، به میزان ۰/۰۸۹۴۷۸ میلی گرم به دست آمد.

**اثر صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با آنزیم و آنزیم- اتانول**

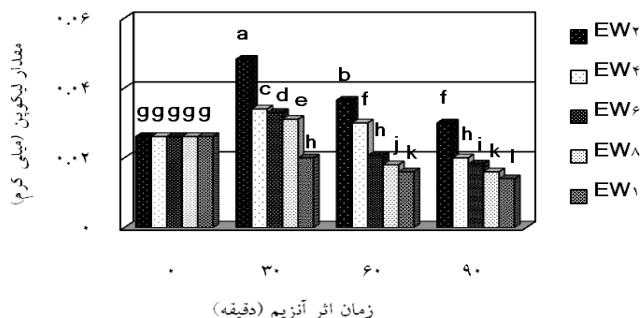
در جدول های ۳ و ۴ اثر فرآیند صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه فرنگی که فقط با آنزیم تیمار شده اند، نمایش داده شده است.

**اثر پیش تیمار آنزیمی و اتانولی بر مقدار لیکوپین استخراج شده از ضایعات گوجه فرنگی**

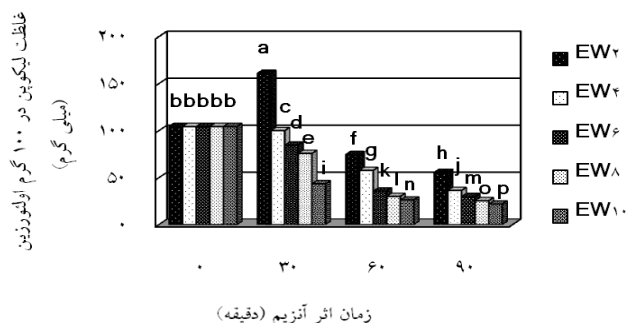
در شکل ۵ روند استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با آنزیم پکتیناز و اتانول نشان داده می شود. در این شکل دیده می شود که به عکس روند استخراج اولئورزین، با افزایش غلظت و زمان اثر آنزیم روند استخراج لیکوپین پایین رفته است. بیشترین مقدار لیکوپین در غلظت ۲ ml/kg و زمان اثر ۳۰ دقیقه و به مقدار ۰/۰۲ میلی گرم به دست آمد.

**اثر پیش تیمار آنزیمی و اتانولی بر غلظت لیکوپین در وزن معینی از اولئورزین استخراج شده از ضایعات گوجه فرنگی**

غلظت لیکوپین در ۱۰۰ گرم اولئورزین در شکل ۶ نشان داده می شود. همان طور که در این شکل دیده می شود، این روند نیز همانند استخراج لیکوپین پایین رفته است. بیشترین مقدار لیکوپین در ۱۰۰ گرم اولئورزین، در غلظت ۲ ml/kg و



شکل ۵- مقدار لیکوپین استخراج شده از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با غلظت های مختلف آنزیم و تیمار اتانولی (میلی گرم)، (EW2، EW4، EW6، EW8، EW10): نمونه های ضایعات گوجه فرنگی که به ترتیب با غلظت های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده اند و سپس تیمار اتانولی روی آنها انجام شده است



شکل ۶- غلظت لیکوپین استخراج شده از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با غلظت های مختلف آنزیم و تیمار اتانولی (میلی گرم / ۱۰۰ گرم اولئورزین)، (EW2، EW4، EW6، EW8، EW10): نمونه های ضایعات گوجه فرنگی که به ترتیب با غلظت های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ آنزیم پکتیناز تیمار شده اند و سپس تیمار اتانولی روی آنها انجام شده است

جدول ۲- راندمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با آنزیم و اتانول در زمان های مختلف (میلی گرم / ۱۰۰ گرم نمونه)

زمان اثر آنزیم (دقیقه) / مقدار آنزیم (ml/kg)	۲	۴	۶	۸	۱۰
۰	۰/۰۳۲۶۰۹ <sup>P</sup>	۰/۰۳۲۶۰۹ <sup>P</sup>	۰/۰۳۲۶۰۹ <sup>P</sup>	۰/۰۳۲۶۰۹ <sup>P</sup>	۰/۰۳۲۶۰۹ <sup>P</sup>
۳۰	۰/۰۷۲۳۹۱ <sup>d</sup>	۰/۰۵۷۸ <sup>h</sup>	۰/۰۶۴۳۵ <sup>o</sup>	۰/۰۶۳۶۳۹ <sup>f</sup>	۰/۰۴۶ <sup>o</sup>
۶۰	۰/۰۸۹۴۷۸ <sup>a</sup>	۰/۰۷۸ <sup>c</sup>	۰/۰۶۰۰۱۷ <sup>g</sup>	۰/۰۵۴ <sup>k</sup>	۰/۰۴۸۸ <sup>m</sup>
۹۰	۰/۰۸۱ <sup>b</sup>	۰/۰۵۵ <sup>j</sup>	۰/۰۵۵۶۹۶ <sup>i</sup>	۰/۰۵۰۴ <sup>l</sup>	۰/۰۴۴۸ <sup>n</sup>

جدول ۳- اثر صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با آنزیم

قبل از صابونی کردن		بعد از صابونی کردن	
شاهد	نمونه	شاهد	نمونه
۰/۳ <sup>a</sup>	۰/۳ <sup>a</sup>	۰/۱۴۹ <sup>b</sup>	۰/۱۴۵ <sup>b</sup>
۰/۳۲۳ <sup>a</sup>	۰/۳۲۳ <sup>a</sup>	۰/۲۹۷ <sup>b</sup>	۰/۳۳۰ <sup>b</sup>
۲۷/۸۸۹ <sup>a</sup>	۳۲/۹۱۸ <sup>a</sup>	۲۹/۰۰۷ <sup>b</sup>	۳۴/۲۲۸ <sup>b</sup>

اولئورزین (گرم)  
لیکوپین (میلی گرم)  
غلظت لیکوپین (میلی گرم / ۱۰۰ گرم اولئورزین)

جدول ۴- اثر صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه فرنگی تیمار شده با آنزیم و اتانول

قبل از صابونی کردن		بعد از صابونی کردن	
شاهد	نمونه	شاهد	نمونه
۰/۳ <sup>a</sup>	۰/۳ <sup>a</sup>	۰/۱۲۸ <sup>b</sup>	۰/۱۲۳ <sup>b</sup>
۰/۳۲۰ <sup>a</sup>	۰/۳۲۰ <sup>a</sup>	۰/۳۵۴ <sup>b</sup>	۰/۳۸۸ <sup>b</sup>
۳۲/۹۰۴ <sup>a</sup>	۳۳/۰۰۸ <sup>a</sup>	۳۶/۱۹۴ <sup>b</sup>	۳۷/۶۲۱ <sup>b</sup>

اولئورزین (گرم)  
لیکوپین (میلی گرم)  
غلظت لیکوپین (میلی گرم / ۱۰۰ گرم اولئورزین)

بحث

میزان استخراج اولئورزین و لیکوپین از ضایعات گوجه فرنگی

مقدار اولئورزین به دست آمده از تیمار آنزیمی و آنزیمی- اتانولی به ترتیب در شکل های ۱ و ۴ نشان داده شده اند. با مشاهده این شکل ها می توان دریافت که روند استخراج در هر کدام با دیگری معکوس است و به طور کلی باز یافت اولئورزین توسط تیمار اتانولی در بیشترین مقدار در غلظت ۱۰ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۹۰ دقیقه و برابر با ۰/۰۶۴ گرم از هر ۲ گرم نمونه است که این مقدار بالاتر از تیمار آنزیمی با بیشترین مقدار ۰/۰۵۴ در غلظت ۲ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۳۰ دقیقه است. اما استخراج لیکوپین با روند استخراج اولئورزین معکوس بوده و با افزایش مقدار اولئورزین، مقدار لیکوپین کاهش می یابد. همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود، با افزایش زمان اثر و غلظت آنزیم، مقدار اولئورزین کاهش می یابد. این پدیده به دلیل تجزیه کامل پکتین و محلول شدن آن در فاز آبی و خروج آن از مخلوط واکنش می باشد. زیرا ضایعات به طور طبیعی و به دلیل اعمال فرآیندهای حرارتی بر روی آن ها، دارای

پکتین کمتری نسبت به پوست می باشد و افزودن آنزیم به سرعت باقیمانده پکتین در دیواره را تجزیه می کند. تا این که در غلظت ۱۰ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۹۰ دقیقه، بیشترین مقدار لیکوپین استخراج شده یعنی ۲۷۹/۵ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم اولئورزین به دست آمد (شکل ۳). با مشاهده شکل ۴ می توان دریافت که تیمار اتانولی باعث افزایش مقدار اولئورزین و به همان ترتیب کاهش مقدار لیکوپین در اولئورزین می شود. علت این پدیده را هم می توان با توجه به اینکه پکتین ضایعات آنقدر کم و تضعیف شده است که به راحتی توسط آنزیم تجزیه تحت تاثیر اتانول قرار می گیرد، توجیه کرد. به این ترتیب بیشترین مقدار لیکوپین در غلظت ۲ ml/kg آنزیم پکتیناز و زمان اثر ۳۰ دقیقه به مقدار ۱۶۰/۸۷ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم اولئورزین به دست آمد (شکل ۴) که این مقدار کمتر از بیشترین مقدار به دست آمده توسط تیمار آنزیمی می باشد. پس می توان گفت تیمار اتانولی در مورد ضایعات مطلوب نمی باشد. مشاهده می شود که هر چند Bortlik و همکاران (۲۰۰۱) معتقدند کاربرد یک تا دو مرحله شستشو با اتانول در پوست گوجه فرنگی به دلیل حذف ناخالصی هایی از قبیل



نمونه‌های تیمار شده با آنزیم و اتانول ۱۱۳/۹۷٪ است. برای تصمیم‌گیری در مورد مسیر بهینه‌شده استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی، با توجه به اینکه در تیمار اتانولی مقدار استخراج لیکوپین کمتر از تیمار آنزیمی است اما در صابونی کردن مقدار خلوص تیمار اتانولی بیشتر از تیمار آنزیمی شده است، در جدول زیر مقدار لیکوپین نهایی از هر دو مسیر جهت مقایسه نشان داده می‌شود. برای انجام این محاسبه، مقدار لیکوپین در هر ۱۰۰ گرم اولئورزین، در ضریب افزایش خلوص هر نمونه ضرب شده است.

#### جدول ۵- مقدار لیکوپین نهایی حاصل از ضایعات گوجه‌فرنگی

تیمارهای انجام‌شده	مقدار نهایی لیکوپین (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اولئورزین)
تیمار آنزیمی	۱۸۳۳۴/۳۵
تیمار اتانولی و آنزیمی	۲۹۰۵۹/۶۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود، هرچند در زمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی تیمار اتانولی به‌طور کلی راندمان پایین‌تری از تیمار آنزیمی از خود نشان می‌دهد، اما بعد از فرآیند صابونی کردن و حذف مواد زائد، این تیمار بیشترین بازدهی لیکوپین را داشته است. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تیمار صابونی کردن می‌تواند در استخراج لیکوپین بسیار موثر و تصمیم‌ساز باشد.

#### نتیجه‌گیری

همان‌طور که در توضیحات آورده شد، برای بهینه‌سازی استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی مسیرهای متفاوتی وجود دارد. در مورد استفاده از ضایعات به عنوان منبع لیکوپین نیز باید توجه داشت که اگر از فرآیند صابونی کردن بعد از استخراج اولئورزین استفاده نمی‌شود، نباید از تیمار اتانولی استفاده شود و بهترین مسیر برای افزایش راندمان استخراج، استفاده از آنزیم پکتیناز به تنهایی است. اما اگر از فرآیند صابونی کردن استفاده می‌شود، استفاده از تیمار اتانولی بسیار مفید و پر بازده خواهد بود. پیش تیمار اتانولی نمونه‌های ضایعات آنزیمی شده با پکتیناز قادر به افزایش غلظت لیکوپین در اولئورزین نمی‌باشد. به این ترتیب بیشترین مقدار لیکوپین از تیمار با آنزیم پکتیناز در غلظت ۱۰ ml/kg و زمان اثر ۹۰ دقیقه یعنی ۵۰/۲۷۹ میلی‌گرم لیکوپین در هر ۱۰۰ گرم اولئورزین به‌دست آمد. اما در

زانتوفیل‌ها و کاروتنوئیدهای قطبی می‌تواند به افزایش خلوص لیکوپین در اولئورزین کمک نماید، اما این نظریه در مورد ضایعات صادق نیست و در مجموع استفاده از تیمار اتانولی در استخراج لیکوپین از ضایعات نمی‌تواند باعث افزایش حضور لیکوپین در اولئورزین استحصال شود. دلیل این پدیده شاید ناپایدار شدن لیکوپین طی فرآیند تولید رب و بالارفتن شانس ایزومریزاسیون طی فرآیند تولید و سپس شستشو با اتانول باشد.

#### - راندمان استخراج لیکوپین از ضایعات گوجه‌فرنگی

تیمار با آنزیم و اتانول باعث می‌شود نه تنها لیکوپین در غلظت و زمان اثر کمتر آنزیم پکتیناز، بلکه با خلوص بالاتری از پوست گوجه‌فرنگی استخراج شود. با مراجعه به جدول ۱ و ۲ می‌توان دریافت که به‌طور کلی تیمار اتانولی بر روی نمونه‌های آنزیمی شده نمی‌تواند مقدار استخراج لیکوپین در اولئورزین را افزایش دهد بلکه آن را کمتر نیز می‌کند. به همین دلیل در مجموع می‌توان در مورد ضایعات فقط از تیمار آنزیمی در غلظت مناسب استفاده کرد و نیازی به استفاده از تیمار اتانولی در کنار آن وجود ندارد.

#### - نقش صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه‌فرنگی

با مراجعه به جدول‌های ۳ و ۴ می‌توان مشاهده کرد که تیمار صابونی کردن میزان خلوص لیکوپین در اولئورزین نمونه‌های تیمار شده را افزایش می‌دهد. این افزایش در میزان خلوص در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم به مقدار ۲۱۵/۶۵٪ و در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم و اتانول ۲۶۷/۴۶٪ است. پس می‌توان نتیجه گرفت که در مورد استخراج لیکوپین، بهترین مسیر استفاده از تیمار آنزیمی و اتانولی و سپس صابونی کردن اولئورزین به‌دست آمده است.

#### - نقش صابونی کردن بر خلوص لیکوپین حاصل از ضایعات گوجه‌فرنگی

در مورد نقش صابونی کردن بر ضایعات گوجه‌فرنگی نیز با مراجعه به جدول ۵، می‌توان مشاهده کرد که تیمار صابونی کردن میزان خلوص لیکوپین در اولئورزین نمونه‌های تیمار شده را افزایش می‌دهد. این افزایش در میزان خلوص در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم به مقدار ۱۰۳/۹۷٪ و در

food and nutraceutical uses. Boca Raton, Florida, 44-71.

FDA. (2009). 21 CFR Ch. I (4-1-09 Edition) 73.585.

Koch, J. & Nevins, D. J. (1989). Tomato Fruit Cell Wall. *Plant Physiol*, 91, 816-822.

Lavecchia, R. & Zuurro, A. (2008). Improved lycopene extraction from tomato peels using cell-wall degrading enzymes. *European Food Research and Technology*, 228(1), 153-158.

Lu, C. H., Engelmann, N., Ann Lila, M. W. & Erdman Jr, J. (2009). Optimization of Lycopene Extraction from Tomato Cell Suspension Culture by Response Surface Methodology. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(17), 7710-7714.

Sadler G., Davis, J. & Dezman, D. (1990). Rapid Extraction of Lycopene and  $\beta$ -Carotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates. *Journal of Food Science*, 55(5), 1460-1461.

Sahlin, E., Savage, G. P. & Lister, C. E. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition & Analysis*, 17, 635-647.

Saltveit, M. J. (1989). Effect of alcohols and their interaction with ethylene on the ripening of epidermal pericarp discs of tomato fruit1. *Plant Physiology*, 90, 167-174.

Shi, J., Maguer, M. L., Kakuda, Y., Liptay, A. & Niekamp, F. (1999). Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International*, 32, 15-21.

Shi, J. (2001). Separation of carotenoids from fruits and vegetables. WO/2001/079355.

Socaciu, C. (2008). *Food Colorants Chemical and Functional Properties*. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton. 652.

Soni, J. (2003). Separation of carotenoids from fruits and vegetables. United States Patent 2003/0180435

Waliszewski, A. K., Ovando, S. & Pardo, V. (2007). Effect of hydration and enzymatic pretreatment of vanilla beans on the kinetics of vanillin extraction. *Journal of Food Engineering*, 78, 1267-1273.

Zuurro, A. & Lavecchia, R. (2008). Process for the extraction of lycopene. WO/2008/055894.

صورت صابونی کردن اولئورزین‌های استخراجی، غلظت لیکوپین در اولئورزین در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم و اتانول بیشتر از نمونه‌های تیمار شده با آنزیم می‌شود.

با همه این توصیفات و با توجه به قیمت بالای لیکوپین در بازارهای جهانی و کاربردهای وسیع آن در صنایع غذایی و دارویی، امکان تولید انبوه این ماده با ارزش در کشورمان از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌نماید به ویژه اینکه ایران در رده بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گوجه‌فرنگی می‌باشد و در این تحقیق نشان داده شد که گوجه‌فرنگی‌های کاشته شده در استان گلستان از نظر لیکوپین و راندمان استخراج به این شیوه گزینه مناسبی می‌باشند.

## منابع

شادان، ع. (۱۳۸۵). بررسی ابعاد اقتصادی ضایعات محصولات کشاورزی در ایران. گزارش پژوهشی موسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی.

مصباحی، غ.، عباسی، ا.، جمالیان، ج. و فرحناکی، ع. (۱۳۸۸). افزودن پوست و دانه گوجه‌فرنگی به سس کچاپ به منظور بهبود ارزش غذایی و خصوصیات رئولوژیک آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۴۷ (الف).

Ausich, R. L. & Sanders, D. J. (1997). Process for the isolation and purification of lycopene crystals. United States Patent 5858700.

Bombardelli, E., Morazzoni, P. & Seghizzi, R. (1999). Process for the extraction of lycopene using phospholipid in the extraction medium. United States Patent 5897866.

Bortlik, K., Mortezaei, L. & Saucy, F. (2001). A Process for the extraction of lycopene. WO/2001/038443.

Choudhari, S. M. & Ananthanarayan, L. (2006). Enzyme aided extraction of lycopene from tomato tissues. *Food chemistry*, 102, 77-81.

Choudhary, R., Bowser, T. J., Weckler, P., Manessb, N. O. & McGlynn, W. (2008). Rapid estimation of lycopene concentration in watermelon and tomato puree by fiber optic visible reflectance spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 7.

Delgado-Vargas, F. & Paredes-López Andreeva, O. (2003). Natural colorants for

# Ethanol Washing, Pectinase Pretreatment and Oleoresin Saponification of Tomato Waste to Increase Lycopene Purity

A. Ranjbar Nedamani<sup>a\*</sup>, Y. Maghsoudlou<sup>b</sup>, M. Ghorbani<sup>c</sup>, A. R. Sadeghi Mahounak<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Ph. D. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran.

<sup>b</sup> Professor of the Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran.

<sup>c</sup> Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran.

Received: 24 April 2016

Accepted: 3 January 2018

## Abstract

7

**Introduction:** In this study the best method of extracting lycopene from tomato skin, waste and the effect of pectinase enzyme pre-treatment at 2, 4, 6, 8, and 10 ml/Kg concentrations and 30, 60, 90 minutes of effective times for tomato waste and also washing with 94% ethanol at 60 °C for 5 seconds were studied in order to determine the best method of increasing lycopene purity in oleoresin.

**Materials and Methods:** Lycopene extraction was performed at 30 °C for 16 hours with hexane: ethanol: acetone (1:1:2) at ratios of 1:10 to dried samples with gentle stirring. In order to prevent the lycopene oxidation 0.05 percent w/w of BHT was used. The effect of oleoresin saponification to increase the purity of lycopene in oleoresin was also studied by propylene glycol and potassium hydroxide 45% (w/w) and deionized water at the concentration of 30%, 10% and 10% oleoresin by weight, respectively.

**Results:** The effect of enzyme pretreatment and ethanol and also oleoresin saponification had a significant effect on oleoresin and lycopene extraction and extraction efficiency from tomato waste ( $P < 0.01$ ). Ethanol treatment significantly increased lycopene purity in oleoresin ( $P < 0.01$ ). In waste samples treating with 10 ml/kg enzyme concentration at 90 minutes of effective time resulted in highest extraction of lycopene (279.5 mg/100g oleoresin).

**Conclusion:** It has been shown that if saponification is not employed in lycopene extraction from tomato waste the ethanol washing pre-treatments should not be applied.

**Keywords:** Ethanol Treatment, Lycopene, Oleoresin, Pectinase, Saponification, Tomato Waste.

\* Corresponding Author: aranjbar5264@gmail.com