

# تعیین میزان پکتین گل آفتابگردان و بررسی کیفی آن به منظور استفاده در صنایع غذایی

بهروز جنت<sup>a</sup>، محمد رضا اویسی<sup>b</sup>، نفیسه صادقی<sup>c\*</sup>، معصومه بهزاد<sup>d</sup>، عبدالعظیم بهفر<sup>e</sup>،  
منان حاجی محمودی<sup>c</sup>، سید محمد رضا شهدایی<sup>f</sup>

<sup>a</sup> دانشیار مرکز تحقیقات حلال، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران  
<sup>b</sup> استاد گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
<sup>c</sup> دانشیار گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
<sup>d</sup> کارشناس گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
<sup>e</sup> استادیار دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران  
<sup>f</sup> دکترای داروسازی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۴/۲۰

۲۵

## چکیده

**مقدمه:** پکتین مولکول کربوهیدرات پیچیده ای است که از واحدهای ۱ و ۴ - آلفا دی گالاکترونیك اسید که برخی از گروه‌های اسیدی آن با متانول استر شده‌اند تشکیل شده است. پکتین‌ها کاربرد وسیعی در صنایع دارویی و غذایی از جمله تولید ژله، مربا و مارمالاد دارند. این تحقیق به منظور تعیین میزان پکتین، درجه استریفیکاسیون و اسید گالاکترونیك پکتین گل آفتابگردان و استفاده آن در صنایع غذایی صورت پذیرفت.

**مواد و روش‌ها:** در ابتدا نمونه‌هایی از آفتابگردان (واريته رکورد Record) دشت ورامین به طور تصادفی جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌ها خشک و خرد شد و تا هنگام مصرف در دمای یخچال  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شد. جهت استخراج پکتین از محلول سدیم هگزا متا فسفات ۰/۷۵٪ در شرایط متفاوت از نظر (۳،۴،۵) pH و درجه حرارت ( $95^{\circ}\text{C}$ ،  $85^{\circ}\text{C}$ ،  $75^{\circ}\text{C}$ ) و زمان استخراج (۲۰ و ۴۰ دقیقه) استفاده شد و مقدار اسید گالاکترونیك و درجه استریفیکاسیون مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** در این پژوهش بهترین شرایط برای استخراج پکتین آفتابگردان در pH: ۵، زمان ۲۰ دقیقه و درجه حرارت  $95^{\circ}\text{C}$  بدست آمد. مقدار اسید گالاکترونیك که در واقع معرف درجه خلوص پکتین می‌باشد از ۶۶/۵٪ تا ۸۶٪ متغیر بود. درجه استریفیکاسیون پکتین بدست آمده از ۲۱٪ تا ۳۳/۱٪ بود که نشان دهنده متوکسیل پایین آن می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** یکی از فاکتورهای مهم کیفیت پکتین، میزان درجه استریفیکاسیون می‌باشد. بنابراین از نتایج بدست آمده می‌توان جهت تولید پکتین از سر آفتابگردان در صنایع غذایی بهره جست.

**واژه‌های کلیدی:** اسید گالاکترونیك، پکتین، درجه استریفیکاسیون، گل آفتابگردان

## مقدمه

پکتین از لحاظ شیمیایی پلیمر خطی از واحدهای D-اسید گالاکترونیك بوده که به وسیله اتصالات گلیکوزیدی  $\alpha$  (۴-۱) به صورت زنجیری به هم متصل شده‌اند (Be United States Pharmacopeia, 2002; Miller, 1986). معمولاً گروه‌های کربوکسیل اسید گالاکترونیك به وسیله متانول استریفیه شده و یا گاهی به وسیله کاتیونهای دو ظرفیتی خنثی شده‌اند (Change & Miyamoto, 1992). پلی‌مرهای خطی اسید D-گالاکترونیك معمولاً به وسیله قند L-رامنوز از یکدیگر جدا می‌شوند (Panchev et al., 2012). معمولاً پکتین‌هایی که بیشتر از ۵۰ درصد گروه‌های کربوکسیل آنها به شکل استر متیل باشد را پکتین با متوکسیل بالا می‌نامند و پکتین‌هایی که کمتر از ۵۰ درصد گروه‌های کربوکسیل در آنها استریفیه شده باشد به پکتین با متوکسیل پایین معروف هستند (Be Miller, 1986). نسبت گروه‌های کربوکسیل استریفیه شده به کل گروه‌های کربوکسیل موجود در ساختمان شیمیایی پکتین، درجه استریفیکاسیون نامیده می‌شود. درجه استریفیکاسیون عامل کلیدی در خواص رئولوژی و فیزیکوشیمیایی پکتین می‌باشد. اسید گالاکترونیك اصلی‌ترین بلوک سازنده شیمیایی پکتین می‌باشد که مقدار بالاتر اسید گالاکترونیك از مشخصات خلوص بالاست (Kar & Arslan, 1999).

کاربرد پکتین در صنایع غذایی به علت تولید ژل می‌باشد، توانایی پکتین در تشکیل ژل به درجه استریفیکاسیون آن بستگی دارد. همچنین از خاصیت قوام دهنده پکتین غالباً در غذاها استفاده می‌شود. از کل پکتین تولیدی در جهان حدود ۱۵٪ از نوع پکتین با درجه استری کم و بقیه حدود ۸۵٪ از نوع پکتین با درجه استری زیاد می‌باشد که بیش از ۶۸٪ آن در تولید انواع مرباها و ژله‌ها استفاده می‌شود. تشکیل ژل در مربا و مارمالاد و یا ژله با تولید شبکه‌های سه بعدی از زنجیره‌های اسید پلی گالاکترونیك و محبوس کردن آب همراه می‌باشد. مکانیزم ژله‌ای شدن پکتین با متوکسیل پایین از نظر ساختمانی و تشکیل یک شبکه پیوسته، شبیه به پکتین‌های با متوکسیل بالا می‌باشد، اما به جهت تشکیل اتصالات‌های عرضی بین

تعیین میزان پکتین گل آفتابگردان و بررسی کیفی آن

یون کلسیم و گروه کربوکسیل از دو زنجیره مختلف، متفاوت خواهد بود (Axelos & Thibault, 1991). پکتین به دلیل افزایش دادن ویسکوزیته، دادن پایداری به امولسیون‌ها و سوسپانسیون‌ها در تولید بسیاری از داروهای مایع استفاده می‌شود. پکتین به عنوان یک جز در فرآورده‌های دارویی از قبیل ضد اسهال، جلوگیری از خونریزی، کاهش کلسترول خون، کاهش گلوکز خون، کاهش اثر مسمومیت‌زایی فلزات سنگین، کاهش ایجاد مواد سرطانزا در غذا و کاهش اثر سرطان‌زایی آنها و کاهش چربی در خون و کبد به کار رفته است. فرآورده‌های حاوی پکتین با متوکسیل کم در درمان زخم‌های معده و دوازدهه مورد استفاده قرار می‌گیرد، پکتین به عنوان یک امولسیون کننده در امولسیون‌های آب در روغن استفاده می‌شود. همچنین در صنایع تولید انواع مرباها، مارمالادها، ژله‌ها، صنایع نانوایی، انواع سس‌ها و چاشنی‌ها خامه‌های کم‌کالری، امولیسفایر مواد غذایی اهمیت این محصول بیشتر آشکار می‌شود (Be Miller, 1986). ضمناً این ماده به جهت تشکیل ژل و محبوس کردن آب درون فیبریل‌ها، آب آزاد در دسترس میکروب‌ها را کاهش و بدین‌وسیله عمر نگهداری ماده غذایی را افزایش می‌دهد (Compball et al., 1978). یکی از مواد اولیه جهت تولید پکتین طبق یا سر آفتابگردان<sup>۱</sup> می‌باشد (Compball et al., 1978; Wiesnborn et al., 1999; Iglesias & Iozano, 2004; Chang et al., 1994).

اولین بار Colin و Lemyon در سال ۱۹۴۰ در رابطه با وجود مقادیر بالایی از پکتین در گیاه آفتابگردان گزارش کردند و از آن به بعد تحقیق بر روی سایر خواص پکتین آفتابگردان صورت گرفت. ماده اولیه مورد نیاز جهت تولید پکتین در کشور فراوان و تقریباً به رایگان در دسترس می‌باشد. اگر چه تفاله سیب و مرکبات از منابع مرسوم تولید پکتین می‌باشد، اما در حال حاضر مقدار تفاله سیب مناسب در حال کاهش است ضمناً پکتین حاصل از آنها پکتین با متوکسیل بالا بوده در حالی که سر آفتابگردان دارای پکتین با متوکسیل پایین می‌باشد. علاوه بر این در رابطه با خواص این پکتین می‌توان وزن مولکولی بالا، ایجاد ویسکوزیته بالا، ظرفیت نگهداری آب و از همه مهمتر توانایی تولید ژل در دامنه وسیعی از pH (۳-۴/۵) اشاره کرد (Change &

<sup>1</sup> Sun Flowers Heads

### – استخراج پکتین آفتابگردان

از سدیم هگزامتافسفات در غلظت ۰/۷۵٪ در شرایط متفاوت از نظر درجه حرارت استخراج (۹۵ °C، ۸۵ °C، ۷۵ °C) و pH استخراج (۳، ۴، ۵) و زمان استخراج (۲۰ و ۴۰ دقیقه) با نسبت ۱:۲۰ (V/W) استفاده شده است. محلول پکتین حاصله از میان یک پارچه صافی ضخیم صاف شده و بقایای روی صافی دور ریخته می‌شود و محلول صاف شده تا دمای محیط خنک گردید. برای خالص‌تر کردن پکتین بدست آمده محلول پکتین را با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ کرده تا ذرات معلق ته نشین شود (Chang *et al.*, 1994; Mohammadzadeh *et al.*, 2010; Sabir *et al.*, 1976).

### – رسوب گذاری پکتین

عمل رسوبگذاری توسط اتانول اسیدی (که به وسیله اسیدکلریدریک ۱ نرمال اسیدی شده) صورت گرفت که به نسبت ۱ به ۴ با محلول پکتین مخلوط شد سپس هم زده شد و به مدت ۲۲ ساعت در یخچال نگهداری شد. پکتین رسوب کرده از میان پارچه صافی گذشته و آنچه در پارچه باقی بماند با دست فشرده شده تا غلظت پکتین افزایش یابد (Mohammadzadeh *et al.*, 2010; Miyamoto *et al.*, 1992).

### – خالص سازی محلول پکتین

پکتین حاصله جهت تخلیص و کاهش مقدار خاکستر دو بار با اتانول ۷۰٪ که با اسیدکلریدریک با pH: ۵/۵ شستشو داده شد تا کلر در پکتین نباشد. در آخر دو بار با اتانول ۹۶٪ شستشو شده و توسط پارچه صافی، صاف گردید (Lin *et al.*, 1976; Miyamoto & Chang, 1992; Mohammadzadeh *et al.*, 2010; Sosulski *et al.*, 1978).

### – خشک کردن

پکتین صاف شده را به آرامی فشار داده تا حلال اضافی آن خارج شود، آنگاه یک شیشه ساعت را توزین و پکتین را به آن منتقل کرده و در آن در حرارت ۵۰ °C به مدت ۱۹ ساعت خشک گردید. پکتین خشک شده را با ظرف شیشه‌ای وزن کرده و میزان راندمان استخراجی را پس از

Miyamoto, 1992; Alarco & Silva, 1990; Bishop, 1955; De Vries *et al.*, 1982). لذا در این مطالعه پکتین موجود در سرهای آفتابگردان پس از جداسازی دانه‌ها و در شرایط متفاوت استخراج گردید و بهترین شرایط استخراج از نظر راندمان، خواص کیفی پکتین (رطوبت، خاکستر، مقدار اسید گالاکترونیک، درجه استریفیکاسیون) مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### – آماده سازی نمونه‌ها

نمونه انتخاب شده در این تحقیق از آفتابگردان‌های منطقه ورامین (واریته رکورد) بوده که در اواخر شهریور ماه به طور تصادفی جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه کنترل غذا و دارو دانشکده داروسازی دانشگاه تهران منتقل شدند. نمونه‌های آفتابگردان پس از جدا سازی دانه‌ها در یک آون با سیرکولاسیون هوای ۵۵ °C به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند سپس سرهای خشک شده تکه تکه و به وسیله یک آسیاب خرد و به شکل پودر در آمدند نمونه‌های خرد شده توسط الک با مش ۶۰ غربال شده و تا هنگام مصرف جهت استخراج در درجه حرارت زیر صفر درجه ذخیره شدند (Change & Miyamoto, 1992). میزان رطوبت نمونه‌ها به روش مصوب (AACC4415, 1983) اندازه‌گیری شد (Paul, 1983). مقدار خاکستر نمونه‌های سر آفتابگردان با روش مصوب (AOAC, 14.006, ۱۹۸۴) تعیین شده است.

#### – روش آماده‌سازی نمونه‌ها جهت استخراج

#### – جداسازی رنگدانه‌ها و توقف فعالیت آنزیم

۱۰۰ گرم از نمونه‌های خرد شده را توزین و سپس به نسبت ۱ به ۲۵ با آب مقطر مخلوط کرده و به مدت ۱۵ دقیقه در درجه حرارت ۷۵ °C قرار می‌گیرد. این عمل باعث جداسازی کربوهیدرات‌های با وزن مولکولی کم و رنگدانه‌ها و توقف فعالیت‌های آنزیمی می‌شود. پس از خنک شدن مخلوط تا دمای محیط آن را توسط کاغذ صافی، صاف نموده و آنچه بر روی کاغذ صافی باقی می‌ماند جهت استخراج پکتین به کار می‌رود (Iglesias & Lozano, 2004; Chang *et al.*, 1994; Lin *et al.*, 1976; Miyamoto & Chang *et al.*, 1992; Sahari *et al.*, 2003).

تعیین میزان پکتین گل آفتابگردان و بررسی کیفی آن

سدیم ۰/۱ نرمال خنثی گردید سپس ۱۰ میلی لیتر از محلول ۰/۵ نرمال هیدروکسید سدیم به آن اضافه کرده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند. مقدار اضافی قلیا توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیترا شود. یک نمونه شاهد را به همان روش فوق انجام داده تفاوت بین دو تیتراسیون مقدار قلیای لازم جهت صابونی کردن را می‌دهد که بیانگر مقدار متوکسیل پکتین می باشد.

$$\text{درجه استریفیکاسیون کل گروه‌های کربوکسیل} = \frac{\text{گروه‌های کربوکسیل استریفیه شده}}{\text{کل گروه‌های کربوکسیل}} \times 100$$

### تجزیه و تحلیل آماری

۰/۰۵ < p بدست آمد. اختلاف SPSS اطلاعات ثبت شده از طریق تست آماری آنالیز واریانس یک طرفه<sup>۱</sup> و نرم‌افزار از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

نتایج مربوط به تجزیه واریانس (ANOVA) در جدول ۱ نشان می‌دهد که هر سه عامل pH، زمان و درجه حرارت بر روی میزان راندمان استخراج پکتین در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معناداری داشته‌اند (p < ۰/۰۵). جدول ۱ میزان استخراج پکتین آفتابگردان را با توجه به سه عامل pH، زمان و درجه حرارت نشان می‌دهد. نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که درجه حرارت، زمان و pH استخراج در سطح اطمینان ۹۵٪ بر روی اسید گالاکترونیکی اثر معنی‌داری داشته‌اند (p < ۰/۰۵). همچنین نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که درجه حرارت، زمان، pH استخراج و اثرات متقابل آنها در سطح اطمینان ۹۵٪ اثر معنی‌داری بر روی میزان درجه استریفیکاسیون دارند (p < ۰/۰۵). میزان رطوبت نیز یکی از فاکتورهای مهم برای رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌باشد (جدول ۴).

### بحث

با توجه به مطالعه انجام شده، مشاهده می‌گردد آفتابگردان وارسته رکورد که گونه اصلی کشور است ۱۷/۵٪

کسر وزن شیشه به صورت گرم پکتین خشک شده در ۱۰۰ گرم آفتابگردان خشک شده محاسبه گردید (Change & Miyamoto, 1992; Chang *et al.*, 1994; Lin *et al.*, 1976; Mohammadzadeh *et al.*, 2010).

### اندازه‌گیری مقدار اسید گالاکترونیکی پکتین آفتابگردان

میزان ۱ میلی‌لیتر از محلول استاندارد اسید گالاکترونیکی و ۱ میلی لیتر محلول پکتین استخراج شده (۲۵-۹۰ μg/Lit) را با ۱ میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۲٪ به درون لوله آزمایش به وسیله پیپت ریخته و به محلول اضافه و خوب مخلوط گردید و این عمل چند بار تکرار شد. لوله‌ها را درون بن‌ماری به مدت ۱۰ دقیقه در ۷۰ °C حرارت داده و دوباره در حمام آب یخ سرد کرده، اسید و حرارت سبب شکستن پکتین به واحدهای اسید گالاکترونیکی می‌شود حدود ۰/۱ میلی لیتر معرف ۵ و ۳ دی متیل فنل به لوله‌ها اضافه کرده که ایجاد رنگ قرمز آجری نموده و لوله‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه برای خارج شدن گاز و حباب ثابت نگهداشته تا حباب‌ها تاثیری روی جذب نگذارند. شدت جذب در دو ناحیه ۴۰۰ و ۴۵۰ نانومتر به فاصله ۱۰ تا ۱۵ دقیقه پس از افزودن معرف رنگی قرائت گردید. لوله دوم را از لوله آزمایش حاوی استاندارد اسید گالاکترونیکی پر نموده و در طول موج ۲۵۰ نانومتر میزان جذب قرائت شد.

$$\%C = \frac{A}{E\%1450} \times 100$$

C: غلظت اسید گالاکترونیکی

A: اختلاف شدت جذب در ۴۵۰-۴۰۰ نانومتر

E: ضریب جذب ویژه (٪)

### تعیین درجه استریفیکاسیون

۵ گرم از نمونه پکتین استخراج شده را به درون یک بشر ۲۵۰ منتقل و با ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک و ۱۰۰ میلی لیتر ایزوپروپانول ۶۰٪ مخلوط و به شدت تکان داده شد تا کلر موجود در پکتین حل شود. سپس حدود ۴۰ میلی‌لیتر از محلول محتوی ۰/۴g پکتین را در یک ارلن ۲۰۰ میلی لیتر قرار داده و دو یا سه قطره معرف محلول ۰/۴٪ آبی برموتیمول را به آن اضافه کرده و با هیدروکسید

<sup>1</sup> One Way ANOVA

افزایش یافته است با این حال در pH: ۳ و زمان استخراج ۴۰ دقیقه راندمان همچنان که درجه حرارت افزایش می‌یابد کاهش پیدا می‌کند. عامل درجه حرارت اثر معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بر بازده استخراج داشته و با افزایش درجه حرارت بازده استخراج نیز افزایش می‌یابد. آزمون مقایسه میانگین در سطح ۰/۰۵ بر روی سطوح مختلف درجه حرارت نشان می‌دهد که بین درجه حرارتهای ۸۵ °C و ۹۵ °C اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و بالاترین بازده استخراج در این دو درجه حرارت بوده است. در حالی که این اختلاف برای درجه حرارت ۷۵ °C معنی‌دار بوده و کمترین راندمان استخراج را نشان داده است. بنابراین با توجه

بر اساس وزن خشک، پکتین داشته که با مقدار پکتین، در تحقیقات Grant و همکاران (۱۹۷۳) که ۲/۲۴-۱۴/۹٪ می‌باشد مطابقت دارد. همچنین مقدار پکتین استخراجی از ۰/۸ درصد برای شرایط pH: ۳ در درجه حرارت ۷۵ °C و زمان ۲۰ دقیقه تا مقدار ۴/۴ درصد در pH: ۵ درجه حرارت ۹۵ °C و زمان ۲۰ دقیقه متفاوت می‌باشد. در درجه حرارت ۷۵ °C راندمان در ۵ و ۴ و pH: ۳ با افزایش یافته است در حالی که در pH: ۳ و درجه حرارت‌های ۸۵ °C و ۹۵ °C راندمان استخراج وقتی که زمان از ۲۰ به ۴۰ دقیقه افزایش می‌یابد کاهش پیدا می‌کند. در زمان ۲۰ دقیقه در هر سه pH با افزایش درجه حرارت راندمان نیز

جدول ۱- میزان راندمان استخراج پکتین آفتابگردان با توجه به سه عامل درجه حرارت، زمان و pH

زمان (دقیقه) حرارت (°C)	pH		۳		۴		۵	
	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰
۷۵	۰/۸±۰/۲۸	۳/۱±۰/۴۲	۳/۱±۰/۴۲	۳/۱±۰/۴۲	۳/۴±۰/۵۶	۳/۴±۰/۵۶	۳/۵±۰/۲۱	۳/۷±۰
۸۵	۳/۸±۰/۴۲	۱/۳±۰/۲۸	۳/۵±۰/۴۲	۳/۵±۰/۴۲	۴/۱±۰/۲	۴/۱±۰/۲	۳/۹±۰/۰۷	۳/۶±۰/۲۸
۹۵	۴±۰	۱±۰/۲۸	۳/۸±۰/۲۸	۳/۸±۰/۲۸	۴/۱±۰/۱۴	۴/۱±۰/۱۴	۴/۴±۰/۲۸	۳/۵±۰/۲۸

جدول ۲- میزان اسید گالاکترونیکی پکتین آفتابگردان با توجه به سه عامل درجه حرارت، زمان و pH

زمان (دقیقه) حرارت (°C)	pH		۳		۴		۵	
	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰
۷۵	۸۵/۷۵±۰/۳۵	۸۰/۳۵±۰/۴۹	۷۶/۵±۰/۷	۷۶/۵±۰/۷	۸۰/۱±۰/۱۴	۸۰/۱±۰/۱۴	۷۵/۵±۰/۵۶	۷۶/۸۵±۰/۲۱
۸۵	۸۰/۹۵±۰/۴۹	۶۶/۵±۰	۸۲/۵۵±۰/۷۷	۸۲/۵۵±۰/۷۷	۷۸/۳±۰	۷۸/۳±۰	۷۴/۳±۰/۴۲	۷۳/۷±۰
۹۵	۷۴/۹۵±۰/۲۱	۷۸/۵۴±۰/۳۵	۷۴/۸۵±۰/۲۱	۷۴/۸۵±۰/۲۱	۷۵/۹۵±۰/۳۵	۷۵/۹۵±۰/۳۵	۷۸/۴±۰/۱۴	۸۲/۳۵±۰/۰۷

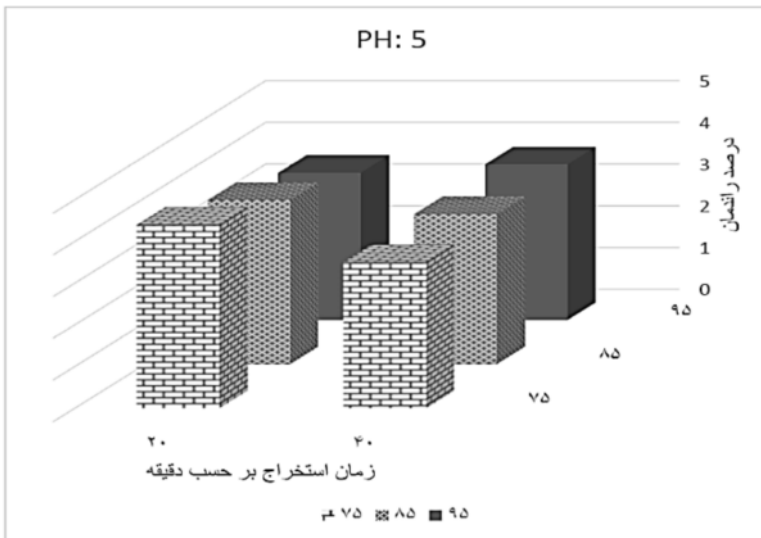
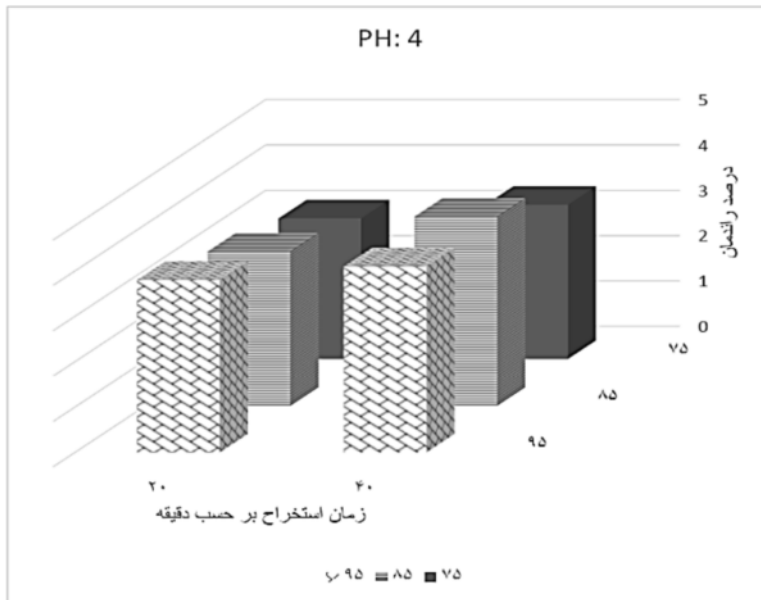
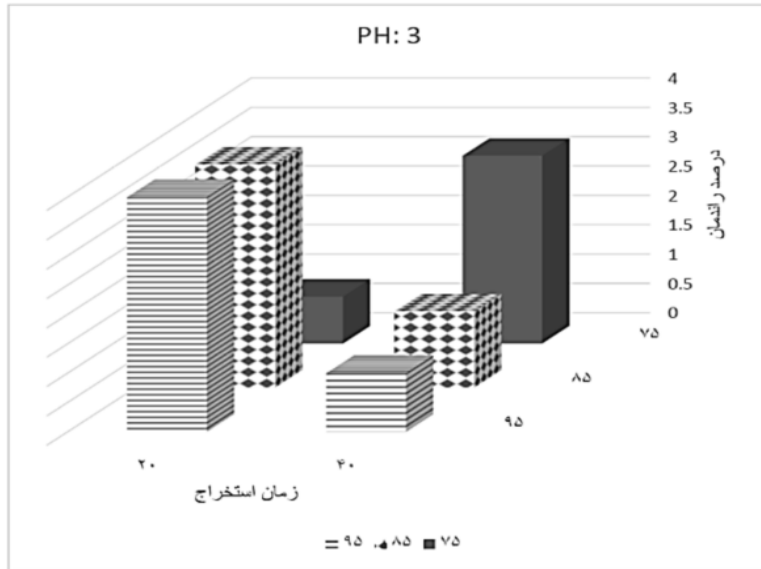
جدول ۳- میزان درجه استریفیکاسیون پکتین آفتابگردان با توجه به سه عامل درجه حرارت، زمان و pH

زمان (دقیقه) حرارت (°C)	pH		۳		۴		۵	
	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰
۷۵	۳۰/۴±۰/۴۲	۳۳/۱±۰/۱۴	۲۸/۸±۰/۲۸	۲۹/۳±۰/۴۲	۲۵/۷±۰/۴۲	۲۵/۷±۰/۴۲	۲۷/۸±۰/۲۸	۲۷/۸±۰/۲۸
۸۵	۲۴/۲±۰/۲۸	۲۷±۰/۷	۲۷/۲۵±۰/۳۵	۲۸±۰	۲۳/۴±۰/۵۶	۲۳/۴±۰/۵۶	۲۶/۲۵±۰/۳۵	۲۶/۲۵±۰/۳۵
۹۵	۲۵/۰۵±۰/۰۷	۲۴/۵±۰	۲۹/۳±۰/۴۲	۲۴/۳۵±۰/۲۱	۲۵/۴±۰/۱۴	۲۴/۳۵±۰/۲۱	۲۱/۰۵±۰/۰۷	۲۱/۰۵±۰/۰۷

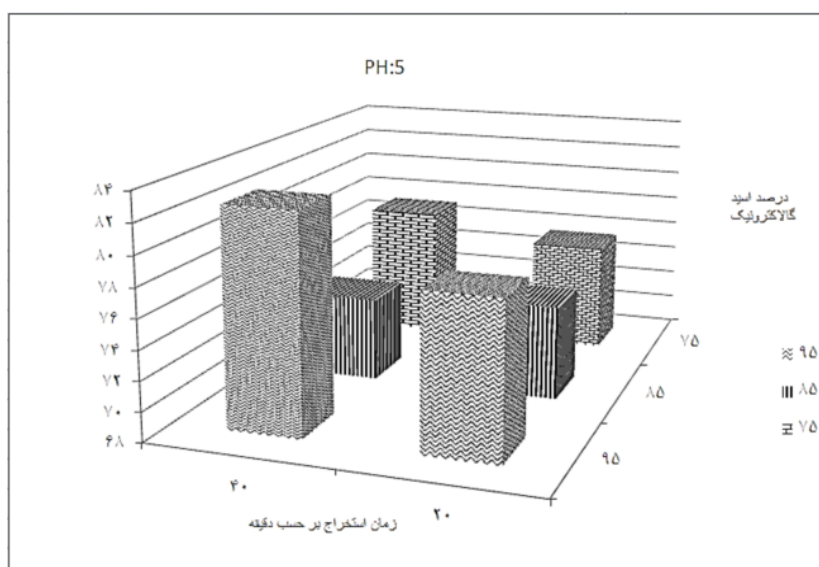
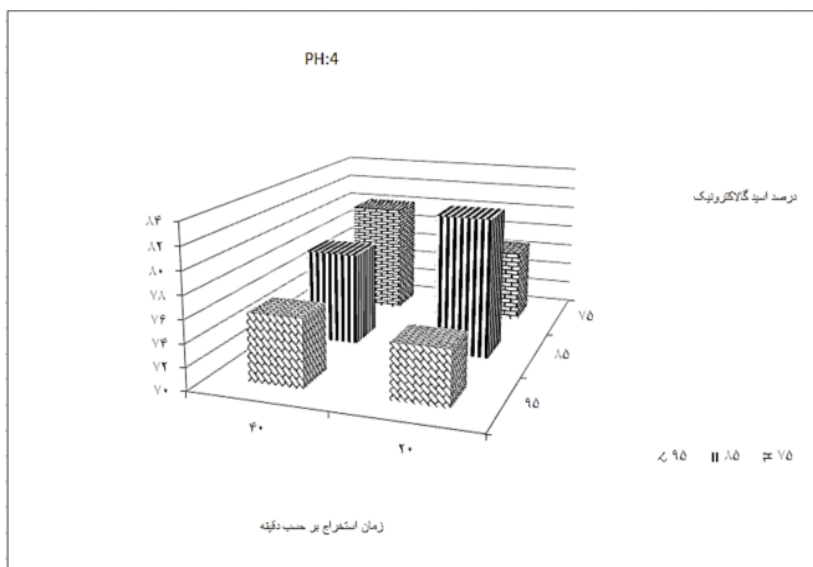
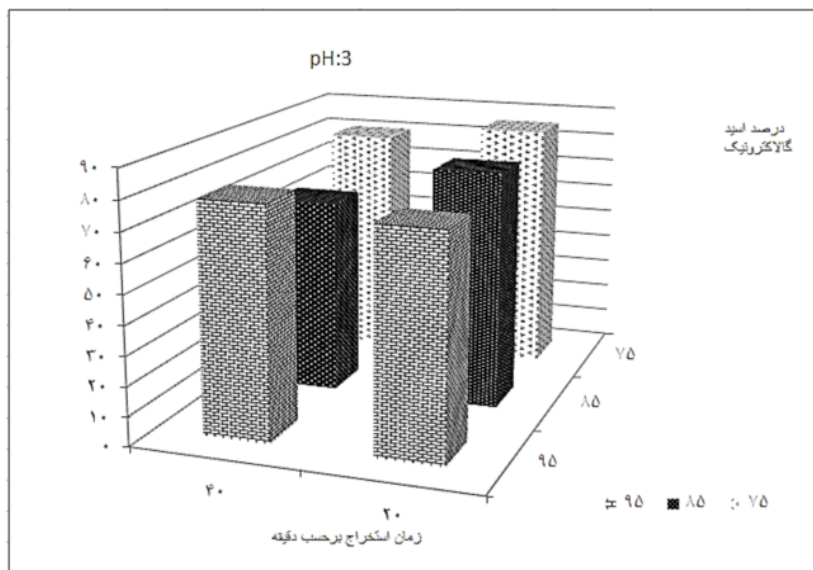
جدول ۴- مشخصات شیمیایی پکتین آفتابگردان

مشخصات	Mean±SD
رطوبت	۵/۳±۰/۹۴
خاکستر	۱/۵±۰/۲۶
درجه استریفیکاسیون	۲۶/۴±۷/۱
اسیدگالاکترونیکی	۷۷/۹±۸/۴
راندمان استخراج	۳/۲±۱/۲

تعیین میزان پکتین گل آفتابگردان و بررسی کیفی آن

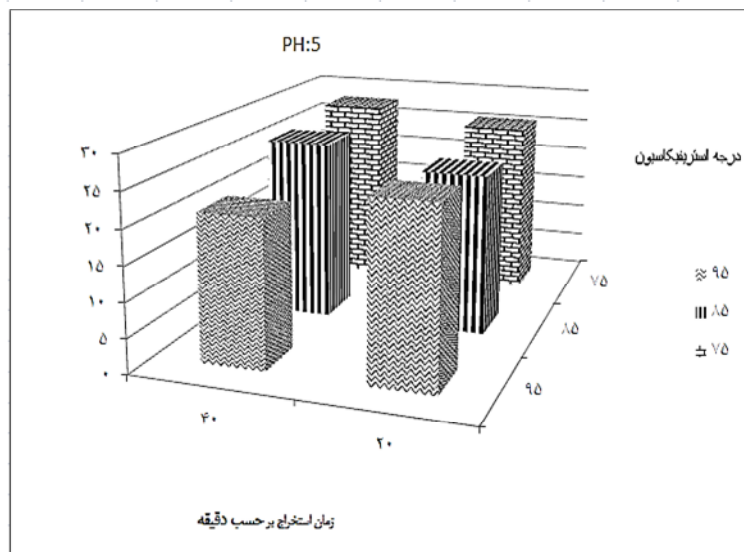
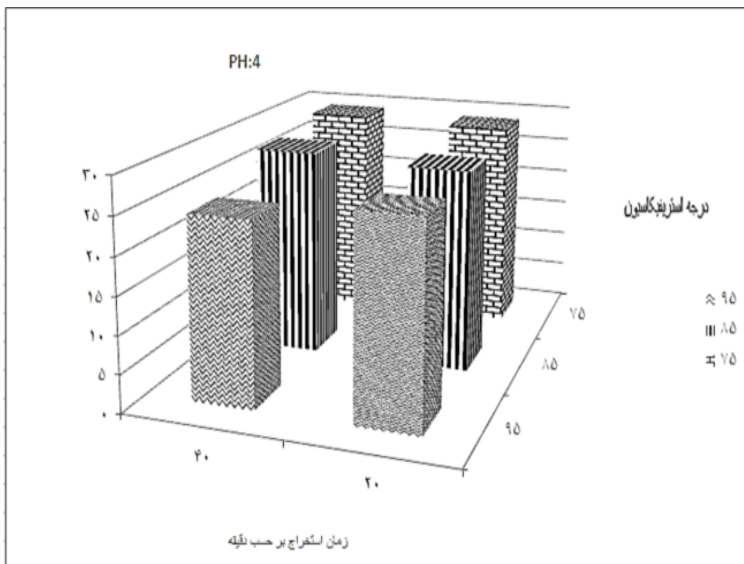
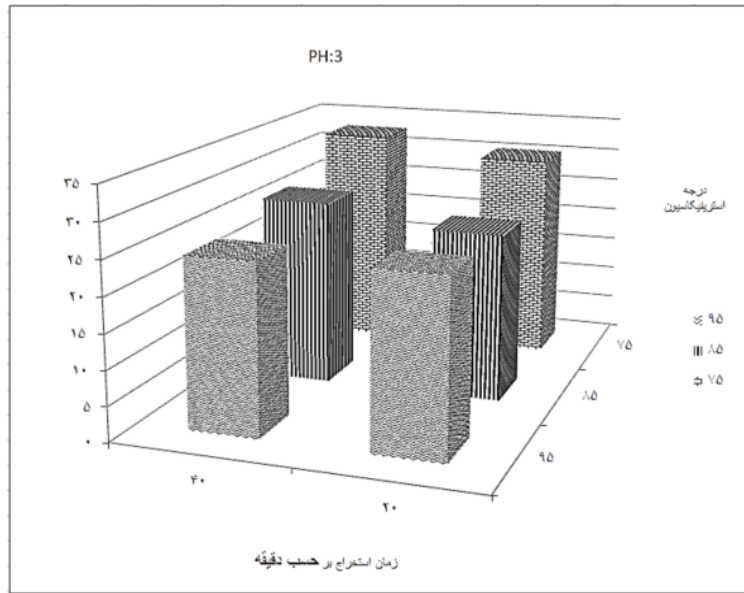


شکل ۱- نمودار راندمان استخراج بر حسب سه عامل استخراج، الف) pH: ۳، ب) pH: ۴، ج) pH: ۵



شکل ۲- نمودار مقدار اسید گالاکترونیك بر حسب سه عامل استخراج، الف) pH:۳ ب) pH:۴ ج) pH:۵

تعیین میزان پکتین گل آفتابگردان و بررسی کیفی آن



شکل ۳- نمودار درجه استریفیکاسیون بر حسب سه عامل استخراج، الف) pH:۳ ب) pH:۴ ج) pH:۵



به اثرات ناشی از حرارت در تجزیه پکتین می توان درجه حرارت  $^{\circ}\text{C}$  ۸۵ تا ۹۵ را جهت استخراج پکتین توصیه کرد ضمناً درجه حرارت های بالای  $^{\circ}\text{C}$  ۹۵ بدلیل تجزیه حرارتی پکتین راندمان استخراج به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است. عامل pH نیز اثر معنی داری بر روی راندمان استخراج دارد. طوری که با افزایش pH بازده استخراج پکتین نیز افزایش پیدا می کند. به نظر می رسد که واکنش بین کلسیم باند شده با پکتین در بافت گیاهی در شرایط pH نزدیک خنثی به مقدار بیشتری با سدیم هگزآماتا فسفات صورت می گیرد و در نتیجه مقدار پکتین بیشتری آزاد شده و به صورت محلول در می آید. با انجام آزمون مقایسه میانگین ها در سطح  $0.05$  بر روی pH های مختلف استخراج نشان داده که اختلاف معنی داری بین آنها وجود دارد و  $\text{pH}: 5$  بعنوان بهترین pH استخراج از نظر بازده استخراج معرفی شده است و در pH های بالاتر از ۵ راندمان استخراج درباره کاهش یافته است. عامل زمان نیز بر راندمان استخراج اثر معنی داری ( $P < 0.05$ ) داشته است با افزایش زمان از ۲۰ به ۴۰ دقیقه بجز در دمای  $^{\circ}\text{C}$  ۷۵ راندمان استخراج کاهش یافته است. آزمون مقایسه میانگین ها نیز اختلاف بین میانگین های راندمان را در زمان های ۲۰ و ۴۰ دقیقه معنی دار نشان داده که بهترین راندمان در زمان ۲۰ دقیقه بدست آمده است. بنابراین باید بر روی عامل زمان نسبت به دو عامل درجه حرارت و pH کنترل و دقت بیشتری صورت گیرد. Sabir و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که هیچ اختلافی بر روی راندمان استخراج پکتین در  $\text{pH}: 1-4/5$  وجود ندارد در حالی که این تحقیق ثابت کرد که عامل pH در محدوده ۳-۴ اثر شدیدی روی راندمان دارد (Sabir et al., 1976). Turmucin و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند راندمان پکتین با افزایش درجه حرارت تا  $^{\circ}\text{C}$  ۹۵ افزایش در درجه حرارت های بالاتر کاهش می یابد (Turmucin et al., 1983). همچنین بیان داشت که راندمان با افزایش زمان تا حدود ۳۰ دقیقه افزایش و بالاتر از این زمان کاهش می یابد و یا تغییر مهمی نمی کند که با این نتایج همسو می باشد. Miyomot و Chang (۱۹۹۲) مشاهده کردند که pH و درجه حرارت بر روی راندمان استخراج اثر معنی داری دارند، به طوری که با نتایج این تحقیق همسو می باشد (Change & Miyamoto, 1992). میزان واحدهای اسید

گالاکترونیکی از فاکتورهای کنترل کیفی می باشد و در این تحقیق پکتین آفتابگردان دارای مقدار بالایی اسید گالاکترونیکی می باشد که در محدوده گزارش شده توسط Lin و همکاران (۱۹۷۶)، Alarco و Silva (۱۹۹۰) و Miyamoto و Chang (۱۹۹۲) و می باشد. با افزایش درجه حرارت و زمان منجر به شکستن واحدهای اسید گالاکترونیکی و کاهش مقدار آن می شود. در  $\text{pH}$  ۳ و ۴ اختلاف معنی داری وجود نداشته و نسبت به  $\text{pH}: 5$  به مطلوب تر است. در این تحقیق با افزایش درجه حرارت از  $^{\circ}\text{C}$  ۷۵ به  $^{\circ}\text{C}$  ۹۵ درجه استریفیکاسیون کاهش یافته و از  $1/29\%$  به  $4/24\%$  رسیده است. همچنین در ۳ و ۴  $\text{pH}$ : درجه استریفیکاسیون نسبت به  $\text{pH}: 5$  بالاتر است. بنابراین در حرارت و  $\text{pH}$  بالا شکستن باندهای استری بیشتری صورت می گیرد. Change و Miyamoto (۱۹۹۲) درجه استریفیکاسیون پکتین را  $3/20-2/14\%$  گزارش کردند که کمتر از نتیجه این تحقیق می باشد که ممکن است به دلیل وارپته فصل برداشت و روش استخراج باشد. عامل زمان نیز نسبت به دو عامل دیگر نقش کمتری دارد. نتایج آزمون مقایسه میانگین در سطح  $0.05\%$  نشان داد که درجه حرارت  $^{\circ}\text{C}$  ۷۵،  $\text{pH}: 3$  و زمان ۴۰ دقیقه درجه استریفیکاسیون بهتر بوده که با نتایج Chang و همکاران (۱۹۹۴) همسو می باشد. با افزایش درجه استریفیکاسیون توانایی تولید ژل کاهش می یابد. مقدار خاکستر یکی از عوامل مهم در قدرت ژل کنندگی می باشد و تحقیقات نشان داد که خاکستر بالا موجب تشکیل نواحی اتصال و شبکه ژلی می گردد بنابراین پکتین با خاکستر کمتر توانایی تشکیل ژل بالاتری دارد. Lin و همکاران (۱۹۷۶) مقدار خاکستر را  $1/4\%$ ، Alarco & Silva (۱۹۹۰)  $1/3\%$  و Miyamoto & Chang (۱۹۹۲)  $1/24\%$  گزارش کردند که با این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به میزان رطوبت بدست آمده بایستی به شرایط خشک کردن توجه خاصی داشت.

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده شرایط مطلوب از نظر راندمان استخراج مقدار اسید گالاکترونیکی (درجه خلوص) و درجه استریفیکاسیون نسبت به سایر شرایط درجه حرارت  $^{\circ}\text{C}$  ۹۵،  $\text{pH}: 5$  و زمان ۲۰ دقیقه بوده است که می توان از

interaction between polysaccharides and divalent action: the egg-box model. FEBS let. 32:195-198.

Iglesias, M. T. & lozano, J. E. (2004). Extraction and characterization of sunflower pectin. Journal of Food Engineering, 62: 215-223.

Kar, F. & Arslan, N. (1999). Characterization of orange peel pectin and effect of sugars, L- ascorbic acid, ammonium persulfate, salts on viscosity of organic peel pectin solutions. Carbohydrate Polymers, 40: 285-291.

Lin, M. J. Y., Hambert, E. S. & Sosulski, F. W. (1976). Extraction of pectin from sunflower heads. Journal of Food Science and Technology, 9:70-74.

Miyamoto, A. & Chang K. C. (1992). Extraction and Physicochemical characterization of pectin from sunflower head residues. J. Food. Sci. 57:1439-1443.

Mohammadzadeh, J., Sadeghi -Mahoonak, A. R., Yoghbani, M. & Aalami, M. (2010). Extraction of pectin from sunflower head residues of selected Iranian cultivars. WASJ. 8(1): 21-24.

Panchev, I. N., Slavov, A., Nikolova, Kr. & Kavacheva, D. (2010). On the water-sorption properties of pectins. Food Hydrocolloids, 24: 763-769.

Paul, M. N. (1983). Approved methods of the AACC. American Association of, st.

Sahari, M. A., Akbarian, M. & Hamedi, M. (2003). Effect of variety and washing method on extraction yield and quality of sunflower head pectin. Food chem. 83:43-47.

Sabir, M. A., Sosulski, F. W. & Campbell, S. J. (1976). Polymetaphosphate and oxalate extraction of sunflower pectins. J. Agric. Food Chem. 24(2): 348-350

Sosulski, F., Lin, M. J. Y. & Humbert, E. S. (1978). Gelatin characteristics of acid precipitated pectin from sunflower heads. J. Food Sci. Tech. 11:113-116.

Turmucin, F., Ugan, S. & Yelder, F. (1983). Pectin production from sunflower. Pure Appl. Sci. 16:263.

United States Pharmacopeia 25, N F 20, (2002). pp. 1312-1313.

Wiesenborn, D. P., Wang, J., Chang, K. C. & Schwarz, J. G. (1999). Comparison of continuous and batch processes for pectin extraction from sunflower head. Industrial Crops and Products, 19:171-181.

این نتیجه جهت تولید پکتین از سر آفتابگردان در بعد صنعتی و نیمه صنعتی بهره جست. امید است نتایج بدست آمده در این تحقیق نقش بسزایی در رشد و توسعه کشاورزی و شکوفایی اقتصادی و خودکفایی کشور داشته باشد.

### سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه دکترای عمومی تحت عنوان "تعیین میزان پکتین و درجه استریفیکاسیون پکتین گل آفتابگردان و قابلیت استفاده آن در صنایع غذایی" است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه تهران اجرا شده است. از همکاری مسئولان محترم کمال تشکر را داریم.

### منابع

Alarco, M. L. & Silva M. L. (1990). Characterization of a pectin from sunflower head residues. Acta Alimentaria, 19:19-26.

Axelos, M. A. V. & Thibault, J. F. (1991). The chemistry of low-methoxyl pectin gelation. In R. H. Walter (Ed.), San Diego: Academic Press. The chemistry and technology of pectin, PP.109-118.

Be Miller, J. N. (1986). Chemistry and Function of Pectins. Acs Symposium Series 310. Fishman, M.L., Jen, J.J (Eds). Washington, DC. An introduction to pectin: structure and properties, pp. 2-12.

Bishop, C. T. (1955). Carbohydrates of sunflower head. Canadian Journal of Chemistry, 33:1521-1529.

Change, K. C. & Miyamoto, A. (1992). Gelling Characteristics of pectin from sunflower head residues. Journal of Food Science, 57: 1435-1438.

Compball, S. J., Sosulski, F. W. & Sabir, M. A. (1978). Development of pectin in sunflower stalks and heads. Canadian Journal of Plant Science, 3:863-868.

Chang, K. C., Dhurandhar, N., You, X. & Miyamoto, A. (1994). Cultivar/Location and Processing Methods Affect Yield and Quality of Sunflower Pectin. Journal of Food Science, 59:602-605.

De Vries, J. A., Rombouts, F. M., Voragen, A. G. J. & Pilnik, W. (1982). Enzymatic degradation of apple pectins. Carbohydrate Polymers, 2:25-33.

Grant, G. T., Morris, E. R., Rees, D. A., Smith, P. J. C. & Thom, D. (1973). Biological