



افزایش بهره‌وری کارخانجات بازیافت از طریق استخراج پکتین موجود در پوست هندوانه

علی نجفی^۱، علی شریف^۲، محمد سهرابی بالسنی^۳

۱- مدیر عامل سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد

۲- مربی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی صنایع غذایی دانشگاه زابل

چکیده:

پکتین یک پلی ساکارید مهمی است که در صنایع غذایی، دارویی و تعدادی از صنایع دیگر مصرف فراوانی پیدا کرده است. اهمیت این ماده در صنعت غذا بخاطر توانائی تشکیل ژل، در حضور یون‌های کلسیم یا محلول‌های با PH پایین می‌باشد. از کاربردهای آن می‌توان به تهیه ژله، مربا، مارمالاد، بستنی میوه‌ای، نوشیدنی‌های رژیمی، بودینگ‌های ژله‌ای، محصولات منجمد شده، ماست میوه‌ای، نوشیدنی‌های شیر - میده، سس کباب و... اشاره کرد. منابع عمده پکتین شامل تفاله سیب، مرکبات، طبق آفتابگردان و تفاله چغندر قند می‌باشد. در این تحقیق، پوست هندوانه به عنوان منبع جدید تولید پکتین مورد بررسی قرار گرفته است. معمولاً، پکتین با استفاده از اسید داغ استخراج می‌شود. پکتین بدست آمده از پوست هندوانه با اسید کلریدریک HCl استخراج شد. شرایط مختلف استخراج شامل PH در سه سطح ۴،۳،۲ دما در دو سطح ۸۵ و ۹۵ درجه سانتیگراد و زمان نیز در دو سطح ۳۰ و ۶۰ دقیقه می‌باشد. در شرایط بهینه استخراج ۱۵ درصد پکتین از ماده خام خشک شده استخراج شد. این راندمان استخراج در PH=۳ دمای ۹۵ درجه سانتیگراد برای ۱ ساعت به دست آمد. پکتین به دست آمده از پوست هندوانه خشک شده در شرایط بهینه شامل مقدار بالای گالاکتورونیک اسید (۱/۶۹٪)، درجه استریفیکاسیون (۸۱٪)، خاکستر (۸٪) رطوبت (۵/۶٪) راندمان (۱۵٪) و دمای انعقاد ژل (۸۰ درجه سانتیگراد) می‌باشد. شرایط مناسب تشکیل ژل نیز در PH=۳/۳-۳/۵، SS=65٪ با مقدار پکتین ۱٪ بیان شد.

واژه‌های کلیدی: پکتین، پوست هندوانه، ژله‌ها.



افزایش بهره‌وری کارخانجات بازیافت از طریق استخراج پکتین موجود در پوست هندوانه

علی نجفی^۱، علی شریف^۲، محمد سهرابی بالسنینی^۳

- ۱- مدیر عامل سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد
- ۲- مربی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
- ۳- دانشجوی صنایع غذایی دانشگاه زابل

چکیده:

پکتین یک پلی ساکارید مهمی است که در صنایع غذایی، دارویی و تعدادی از صنایع دیگر مصرف فراوانی پیدا کرده است. اهمیت این ماده در صنعت غذا بخاطر توانایی تشکیل ژل، در حضور یون‌های کلسیم یا محلول‌های با PH پایین می‌باشد. از کاربردهای آن می‌توان به تهیه ژله، مربا، مارمالاد، بستنی میوه‌ای، نوشیدنی‌های رژیمی، پودینگ‌های ژله‌ای، محصولات منجمد شده، ماست میوه‌ای، نوشیدنی‌های شیر - میوه، سس کباب و... اشاره کرد. منابع عمده پکتین شامل تفاله سیب، مرکبات، طبق آفتابگردان و تفاله چغندر قند می‌باشد. در این تحقیق، پوست هندوانه به عنوان منبع جدید تولید پکتین مورد بررسی قرار گرفته است. معمولاً، پکتین با استفاده از اسید داغ استخراج می‌شود. پکتین بدست آمده از پوست هندوانه با اسید کلریدریک HCl استخراج شد. شرایط مختلف استخراج شامل PH در سه سطح ۴،۳،۲، دما در دو سطح ۸۵ و ۹۵ درجه سانتیگراد و زمان نیز در دو سطح ۳۰ و ۶۰ دقیقه می‌باشد. در شرایط بهینه استخراج ۱۵ درصد پکتین از ماده خام خشک شده استخراج شد. این راندمان استخراج در PH=۳ دمای ۹۵ درجه سانتیگراد برای ۱ ساعت به دست آمد. پکتین به دست آمده از پوست هندوانه خشک شده در شرایط بهینه شامل مقدار بالای گالاکتورونیک اسید (۱/۶۹٪)، درجه استریفیکاسیون (۰/۸۱٪)، خاکستر (۰/۸٪) رطوبت (۰/۵۶٪) راندمان (۰/۱۵٪) و دمای انعقاد ژل (۸۰ درجه سانتیگراد) می‌باشد. شرایط مناسب تشکیل ژل نیز در PH=۳/۳-۳/۵، SS=65٪ با مقدار پکتین ۰/۱٪ بیان شد.

واژه‌های کلیدی: پکتین، پوست هندوانه، ژله‌ها.



Abstract

Pectin is an important polysaccharide that used in Food, Medicine and other Industries. This is important because it can form gel in present of Ca ions or solution with low PH. Pectin uses to make jelly, jam, marmalade, fruit ice cream, diet drinks, and gelatin pudding, frozen products, fruit yogurt, milky drinks and sausage. The main sources of Pectin include apple residue, oranges, sunflower seed and sugar beet residue. In this research, Watermelon rind has been studied as a new source of producing Pectin. Pectin is extracted by using of hot acid. Pectin from Watermelon rind was extracted by HCl. various conditions of extraction include PH in three levels of 2, 3 and 4 , temperature in two levels of 85 and 95 °C and time in two level of 30 and 60 minutes. In optimal conditions, extraction of 15% Pectin from dried raw materials was extracted. This efficiency of extraction has obtained in PH= 3 and 95 °C for 1 hour. In optimal conditions, Pectin from dried Watermelon rind include Galactronic acid (1.69 %), estrefication grade (81%), ash (8%), humidity (5.6%) and coagulation temperature of gel (80 °C). Also, Proper conditions of forming gel in PH=3.3- 3.5 was evaluated 65%= SS by 1% Pectin.

مقدمه:

مواد پکتیکی در بافت اکثر گیاهان عالی یافت شده و از محصولات اصلی فتوسنتز بشمار می‌رود. یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی تهیه مربا، ژله و مارمالاد می‌باشد که اجزاء اساسی این صنعت شامل میوه، آبمیوه، اسیدهای آلی، شکر و پکتین است که با ایجاد بافت ژله‌ای آب را از دسترس میکروارگانیزم‌ها خارج ساخته و در نتیجه عمر نگهداری مواد غذایی افزایش می‌دهد. پکتین در این بین نقش اساسی را در ایجاد ساختمان ژلی محصول ایفا می‌کند (۲۱) بعلاوه خاصیت تثبیت کنندگی و امولسیون کنندگی پکتین آنرا برای تولید شربت‌های دارویی و همچنین لوازم آرایشی مناسب می‌سازد. در صنعت غذا نیز جهت تولیدسس مایونز، بستنی میوه‌ای، ماست میوه‌ای، نوشیدنی‌های رژیمی، نوشیدنی‌های شبر - میوه، پوشش‌های خوراکی سوسیس و کالباس، میوه‌های منجمد و... بکار می‌رود. در حال حاضر سالانه مقدار زیادی از این ماده وار کشور می‌شود در حالیکه ماده اولیه آن جزء ضایعات کشتاورزی بوده و ارزش چندانی ندارد. منابع عمده تولید پکتین شامل تفاله مرکبات، تفاله سیب، تفاله چغندر قند و طبق آفتابگردان است اما بعلت احتیاج روزافزون به این ماده و افزایش مواد مصرف آن نیاز به منابع جدیدتری جهت تولید آن می‌باشد. تولید صنعتی پکتین برای اولین بار در سال ۱۹۳۰ در امریکا و از پوست مرکبات انجام گرفت. بدنبال آن تحقیقات گسترده‌ای در تولید پکتین و بهینه سازی شرایط تولید از منابع مختلف نظیر میوه گلابی (۱۹۷۱)، پالپ نشاسته سیب زمینی (۱۹۷۴)، تفاله چغندر قند (۱۹۷۴)، لیمو شیرین و لیمو ترش (۱۹۷۸)، انبه (۱۹۷۹)، تفاله سیب (۱۹۸۲)، جلبک دریایی (۱۹۸۲)، پوست درخت کاج (۱۹۸۳)، میوه گوآوا (۱۹۸۴)، پوست نارنج (۱۹۸۶)، کیوی (۱۹۸۷)، قهوه (۱۹۹۱) و آفتابگردان (۱۹۹۶)، انجام گرفت. در سال ۱۹۸۱ هندوانه واریته چارلستون گری توسط کراندال و کسترسون



مورد بررسی قرار گرفته و میزان پوست تازه ۵۰ درصد گزارش شد. مقدار پکتین پوست هندوانه نیز ۲۰ درصد براساس ماده خشک، تعیین گردید. میزان تولید هندوانه دیم در استان خراسان در حدود ۲۰۰ هزار تن در سال می‌باشد که با توجه به میزان تولید و مصرف بالای تازه خوری آن می‌توان با احداث واحدهای که کلیه قسمت‌های آنرا جهت تولید مربا، مارمالاد، ژله، آب هندوانه پاستوریزه، پکتین و تخمه آجیلی فرآوری کند استفاده بهینه‌ای از این محصول بعمل آورد. در این تحقیق پوست هندوانه بعنوان منبع بالقوه پکتین مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها:

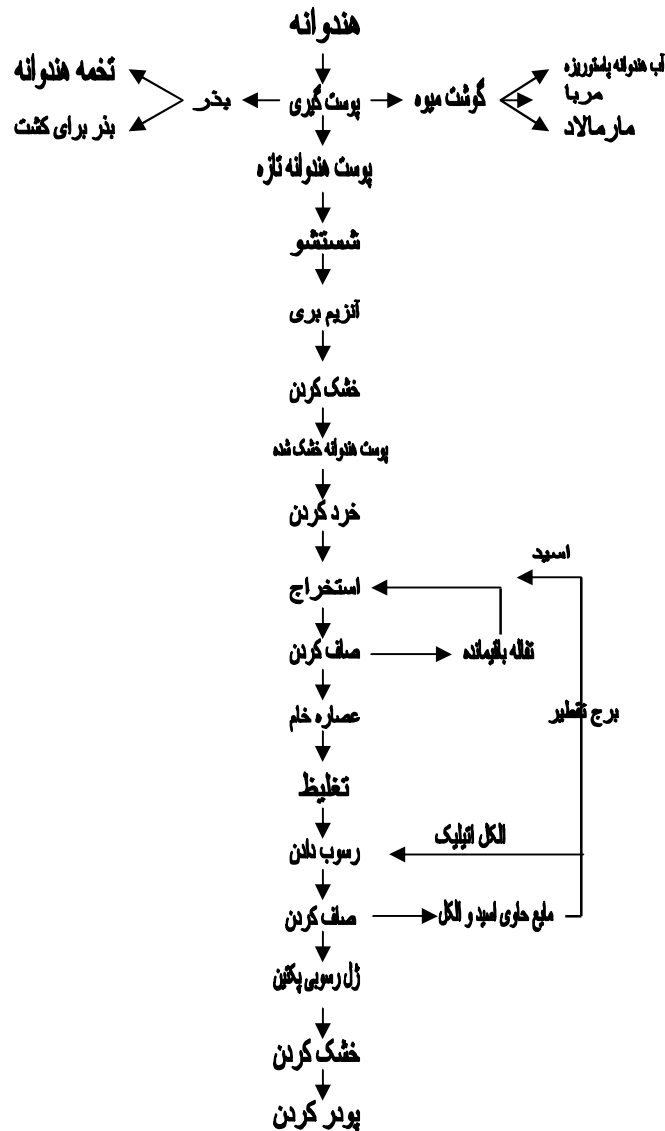
پوست هندوانه واریته بومی را که بصورت دیم کشت می‌شود پس از خارج کردن گوشت میوه با آب گرم شسته پس از آن آنزیم بری شده و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. آنزیم بری بمنظور جلوگیری از تغییرات نامطلوب پکتین در طول نگهداری انجام می‌شود.

بر همین اساس پکتین بدست آمده از نمونه خشک شده با میزان رطوبت نهایی ۸-۱۲ درصد، تغییرات قابل توجهی در کیفیت پکتین نشان نداد. آزمایشاتی نیز بر روی پوست هندوانه خشک شده شامل اندازه‌گیری میزان رطوبت، خاکستر و میزان پکتین انجام گرفت.

(جدول ۱)

تکرار n	پکتین	خاکستر	رطوبت
۴	۱۶/۵	۱۱/۴	۸/۵

سپس مراحل فرآیند تولید پکتین بصورتیکه در نمودار ۱ آمده است انجام شد. مرحله استخراج با استفاده از اسید کلریدریک (HCl) بعنوان حلال مناسب جهت استخراج پکتین انجام گرفت (۱۸) سپس عصاره خام بدست آمده در فشار ۲۵۰ میلی متر جیوه تغلیظ شد. عمل ترسیب نیز با الکل ۹۶ درجه انجام گرفته و در نهایت ژل رسوبی پکتین در آون با میزان خلا ۲۵۰ میلی متر جیوه با دمای ۵۴ درجه سانتیگراد خشک گردید. مهمترین قسمت فرآیند تولید پکتین مرحله استخراج آن می‌باشد که بر روی کیفیت محصول نهایی بیشترین تاثیر را دارد. فاکتورهای اصلی این مرحله شامل PH دما و زمان می‌باشد. در این تحقیق نیز سه فاکتور اصلی استخراج شامل PH دما و زمان لحاظ شده است مدل آماری مورد استفاده آزمایش فاکتوریل ۲*۲*۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار می‌باشد که اثرات PH در سه سطح (۲,۳,۴) دما در دو سطح (۸۵, ۹۵) درجه سانتیگراد و زمان نیز در دو سطح (۳۰,۶۰) دقیقه بر روی سه متغیر راندمان، گالاکتورونیک اسید و درجه استریفیکاسیون مورد آزمون قرار گرفتند. میانگین اثرات ساده و متقابل فاکتورها پس از آنالیز واریانس از طریق آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.



نتایج و بحث:

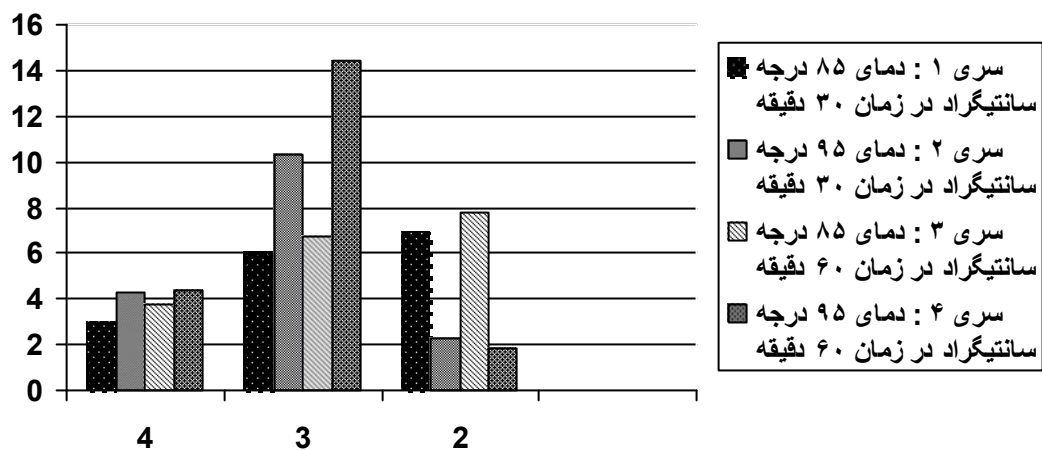
نمودار ۱: نمودار فرآیند تولید پکتین از پوست هندوانه

نتایج بدست آمده با توجه به اثر سه فاکتور PH دما و زمان بر روی میانگین سه متغیر راندمان گالاکتورونیک اسید و درجه استریفیکاسیون مورد آنالیز قرار گرفت. اثرات مستقل و متقابل سه فاکتور مذکور بر راندمان معنی دار بوده و مهمترین فاکتور PH می باشد. زیرا پکتین از جمله پلی ساکاریدهایی است که نسبت به محیطهای اسیدی پایدار بوده و اسیدیته محیط اساس استخراج را که تبدیل پروتوپکتین نامحلول به پکتین محلول است تشکیل می دهد. در نتیجه در PHهای بالا بدلیل نامحلول ماندن پکتین راندمان کاهش خواهد یافت. در PHهای پایین اثر متقابل شدیدی بین PH و دما وجود داشته که علت آن تجزیه پکتین در محیط خیلی اسیدی با دمای بالا می باشد. با توجه به نمودار ۵ بهترین راندمان استخراج در $PH=3$ دمای ۹۵ درجه سانتیگراد و زمان ۶۰ دقیقه بدست آمد.

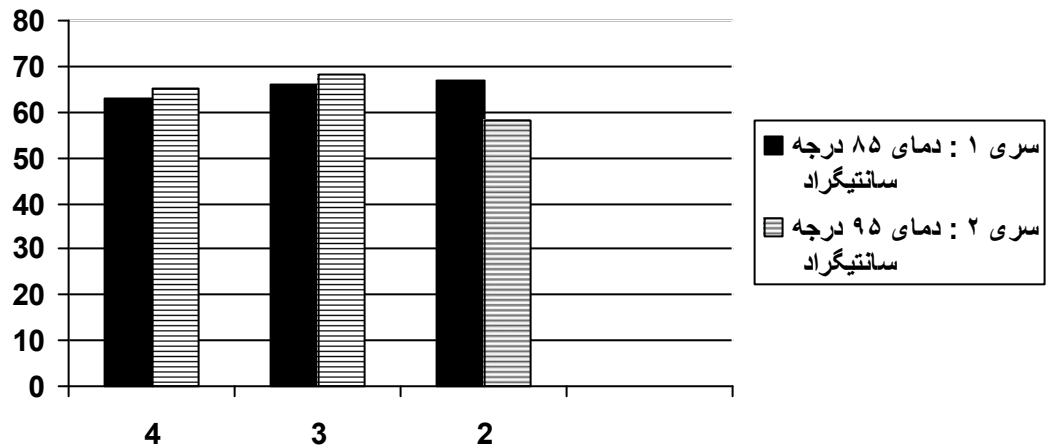


در مورد گالاکتورونیک اسید فقط اثر PH و دما معنی دار بوده در حالیکه فاکتور زمان و اثرات متقابل دوتایی و سه تایی آنها معنی دار نشده است. گالاکتورونیک اسید مهمترین مشخصه پکتین است که درجه خلوص پکتین با آن سنجیده می‌شود و چون ساختار اصلی پکتین را تشکیل می‌دهد کمتر تحت تاثیر فاکتورهای مختلف قرار می‌گیرد. نمودار ۶ که تنها اثر متقابل معنی دار فاکتورهای مذکور بر گالاکتورونیک اسید است گویای مطالب ذکر شده می‌باشد. اثرات مستقل و متقابل شش فاکتور بر روی درجه استریفیکاسیون معنی دار می‌باشد. گروههای متیل موجود بر روی زنجیره گالاکتورونیک اسید که بیانگر این متغیر است تحت تاثیر فاکتورهای استخراج قرار گرفته و با افزایش دما و زمان یا کاهش PH کاهش خواهد یافت. که بعلاوه جدا شدن گروههای متیل در محیطهای اسیدی به همراه دما و زمان زیاد می‌باشد. نمودار ۷ نشان دهنده تاثیر همزمان این سه فاکتور است. در این مورد تحقیقاتی انجام شده است که نتایج مشابهی بدنبال داشته است .

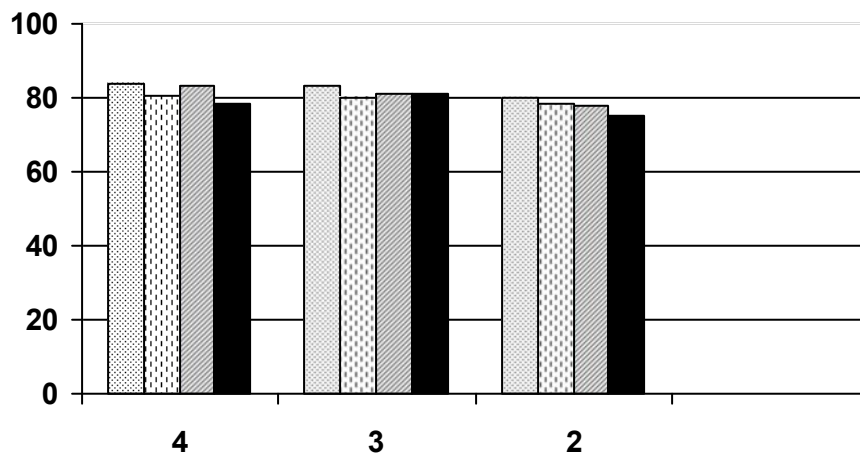
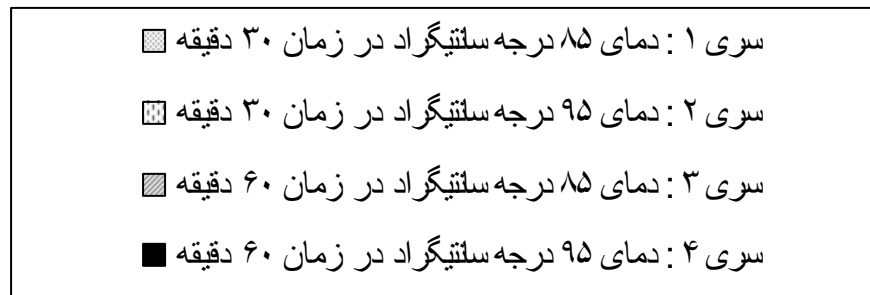
در یک جمع بندی می‌توان اظهار داشت که چون مهمترین مشخصه پکتین میزان گالاکتورونیک اسید آن است که درجه خلوص نیز نامیده می‌شود. بنابراین ابتدا شرایط بهینه را با توجه به این مشخصه در نظر گرفته و سپس شرایط نسبی برای راندمان تعیین می‌گردد. در مورد درجه استریفیکاسیون چون تغییر شرایط تاثیر قابل ملاحظه‌ای در آن نداشته و در هر شرایط جزء پکتینهای متوکسیل بالا طبقه بندی می‌گردد بنابراین بهترین شرایط با توجه به دو عامل گالاکتورونیک اسید و راندمان تعیین می‌گردد. بر همین اساس شرایط بهینه استخراج در $\text{PH}=3$ دمای 95°C درجه سانتیگراد و زمان ۶۰ دقیقه بیان می‌گردد.



نمودار ۲: اثرات همزمان pH، دما و زمان بر راندمان



نمودار ۳: اثرات همزمان pH و دما بر گالاکتورونیک اسید



نمودار ۴:

اثرات همزمان pH، دما و زمان بر درجه استریفیکاسیون

Abstract :

Pectin is an important polysaccharide with application in food, Pharmaceuticals and a number of other industries. Its important in the food sector lies in its ability to form gel in the presence of Ca^{2+} ions or a solute at low pH. The main sources of pectin are apple pomace, Citrus peels, Sunflower



heads and sugar beet pulp. At this thesis watermelon rind is tested as a new sources of pectin . Pectin extracted from watermelon rind using HCl by various conditions that contain pH (2,3,4) temperature (85 , 95) and time (30 , 60) minute . An optimal HCl-extraction method yielded 15% pectin from the dried raw material . this yielded was obtained extracting the dry rind at pH=3 , 95 °C for 60 min . Watermelon rind pectin contained a high amount of galacturonic acid (69.1%) , degree of esterification (81%) , efficiency (15%) . ash content (8%) , moisture content (6.5%) , setting temperature 80 °C and conditions of gel formation was pH=3.3-3.5 , SS=65% , pectin = 1% .

منابع :

- 1- Abousteit, o. and Kempf, w. 1974. Production of pectin from potato starch pulp and its possible importance for potato starch industry . *Stärke* . 26 (12) 417-421
- 2- Aravantionos, G. and Oreopoulo, V. 1992. The effect of nitric acid extraction variables on orange pectin . *Journal of the science of food and agriculture*. 60 (1) : 127-129
- 3- Axelos, M.A.V. and Thibault, J.F.1991. The Chemistry of low Methoxyl Pectin Gelation . *The Chemistry and Technology of pectin*. 6,108-117 .
- 4- Buzina, G.V. and Parfenenco, V.V. Some requirement of the technology of beet pectin manufacture. *Khlebopekarnaya I konditerskaya promyshlennosti, USSR* 6, 23-24