Extraction of pectin from different varieties of citrus Fruits and identify factors influencing extraction

Zenan Tanjour*

(Received 22 / 4 / 2020. Accepted 14 / 6 /2020)

□ ABSTRACT □

This study deals with the extraction of pectin from citrus fruit residues and the increase in the economic rents of citrus producers and manufacturers, because citrus peels are a by-product of their manufacture as a source of many economically important products in all industrial, food, health and environmental fields. The current work is devoted to the use and development of part of practical technology to extract value-added products, particularly pectin, from the peels of different types of citrus fruits, and apart from domestic consumption, there is a demand for pectin in the export and industrialization market, where the industry proves to be a good source of income and get rid of the problem Industrial to environmental pollution treatment.

The aim of this study was to determine the optimal recovery conditions for pectin and then to evaluate these conditions by designing a extraction experiment using certain parameters such as citrus varieties (Shamouti orange, Valencia, navel, Baladi, Gripfruit) and the resulting pectin in take-over (15.62, 22.21, 24.81, 18.85, 26.80 %g dry substance), and optimum indicators of 90-95o° temperature, pH 2-2.2, alcohol concentration 95% of 150-200ml and recovery duration 1-2 hours.

***Work Supervisor, Food Technology Engineer (Master of Radiation Protection) in the Department of Basic Sciences - Faculty of Agriculture - Tishreen University- Lattakia- Syria.**

استخلاص البكتين من ثمار أصناف مختلفة للحمضيات وتحديد العوامل المؤثرة على الاستخلاص

زنان طنجور*

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2020. قبل للنشر في 14 / 6 / 2020)

□ ملخّص □

تتطرق هذه الدراسة لاستخلاص البكتين من مخلفات ثمار الحمضيات وزيادة الريع الاقتصادي لمنتجي ومصنعي الحمضيات، لأن قشور الحمضيات تشكل منتج ثانوي ناتج عن تصنيعها كمصدر للعديد من المنتجات الهامة اقتصادياً في جميع المجالات الصناعية والغذائية والصحية والبيئية.

ويكرس العمل الحالي استخدام وتطوير جزء من تكنولوجيا عملية لاستخراج منتجات ذات قيمة مضافة ولاسيما البكتين من قشور ثمار أنواع مختلفة من الحمضيات، وبصرف النظر عن الاستهلاك المحلي، هناك طلب على البكتين في سوق التصدير والتصنيع حيث تثبت هذه الصناعة أنها مصدر جيد للدخل والتخلص من مشكلة صناعية لمعالجة تلوث البيئة.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد شروط الاستخلاص المثلى للبكتين ثم تقييم هذه الشروط من خلال تصميم تجربة للاستخلاص باستخدام بعض المتغيرات كأصناف الحمضيات (يافاوي، فالنسيا، أبوصرة، بلدي، غريفون) وكانت كمية البكتين الناتجة على الترتيب (15.62، 22.21، 24.81، 18.85، 26.80 **غ%غ مادة جافة قشور**)، والمؤشرات المثلى هي درجة الحرارة 90–95°م، درجة الحموضة 2–2.2، كمية الكحول95% من150–200مل ومدة الاستخلاص 1–2 ساعة .

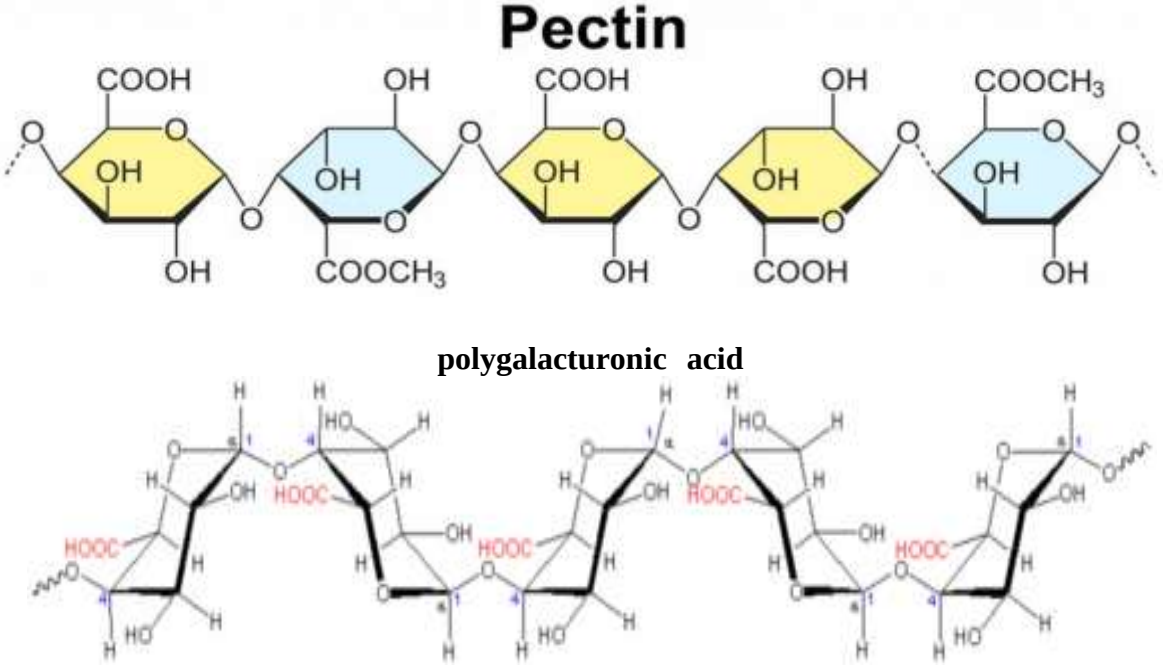
* **مشرفة بالأعمال، مهندسة في تكنولوجيا الأغذية (ماجستير وقاية إشعاعية) – قسم العلوم الأساسية–كلية الزراعة–جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مقدمة:

اشتقت المواد البكتينية Pectin من كلمة Pektos اليونانية 1925 كعامل مهلم أو مجلتن، وهي عبارة عن مجموعة من السكريات المتعددة المرتفعة الوزن الجزيئي، التي تتواجد في جميع الأجزاء النباتية حيث تتركز في جدر الخلايا النباتية، وهي تشكل مع السيللوز والهيميسللوز معقدات في الصفائح الوسيطية التي تربط الأنسجة الداخلية، حيث تم وصف مصطلح البكتين وعزله لأول مرة من قبل هنري براكونوت في عام 1825، فالبكتين هو مادة سكرية تتشكل بشكل طبيعي، وموجودة في جميع الأنسجة النباتية، وبكميات متفاوتة في جدران خلايا الفاكهة، وله خصائص غذائية وتكنولوجية هامة (Albersheim et al, 2010).

تتركب المواد البكتينية من سلاسل بوليميرية لوحدات α-D Galacturonic والسكريات الأخرى، مثلl-rhamnose ، l-arabinose، و .d -galactose بالشكل البيرانوزي مرتبطة مع بعضها برابطة غليكوزيدية α (1−4) وتكون زمر الكاربوكسيل فيها مؤسترة كلياً أو جزئياً بالميتانول ومرتبطة جزئياً مع بعض الكاتيونات (Ca^{+2}, Mg^{+2},....)، بالاضافة إلى أسترته جزئياً بحمض الخل (Tiwari et al 2017) ويصنف البكتين إلى أربعة أقسام تختلف بأوزانها الجزيئية ودرجة الأسترة: (Alamineh, 2018)

1. بروتوبكتينProtopectin : (DE>75%)
2. بكتينPectin :(DE= 35-75%)
3. حامض البكتيكPectic Acid :(DE<35%)
4. حامض البكتنيكPectinic Acid :(سلاسل حمض بولي غالاكتويرونيك)



الشكل(1) يوضح البنية الكيميائية للبكتين(Albersheim et al, 2010)

يتم الحصول على البكتين على المستوى التجاري بشكل رئيسي من قشور الحمضيات وتفل التفاح، بالإضافة إلى وجود مصادر أخرى مثل الشوندر السكري ورؤس دوار الشمس [Sulieman et al 2013].

البكتين هو متعدد سكاريد طبيعي وقابل للتحلل ويوصف بأنه عامل مهلم، مستحلب، عامل تبلور، مثبت، و/أو مثخن في التطبيقات الغذائية التجارية؛ وتشكل شبكة ثلاثية الأبعاد حيث يتم الاحتفاظ بالماء والمواد المنحلة وثبت أن استهلاك البكتين يخفض مستويات الكوليسترول في الدم، ويتحلل البكتين في الأمعاء الغليظة والقولون بفعل الكائنات الحية الدقيقة وتحرير الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة التي لها تأثير إيجابي على الصحة(Tiwari et al 2017)، وأوصت لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية المعنية بالمضافات الغذائية باستخدام البكتين كمادة مضافة آمنة غير محدودة في الوجبات اليومية، لأنه يمر دون تغيير تقريباً من خلال الجهاز الهضمي ولوحظ أن البكتين له العديد من التأثيرات الإيجابية على الصحة بما في ذلك تحسين صحة القولون، وخفض مستويات الكوليسترول والغلوكوز في الدم، والحد من الميل للسرطان، وتحفيز الاستجابة المناعية [Alamineh, 2018].

يتواجد البكتين بنسبة أعلى في الخضراوات والفواكة ومن المعروف أن (التفاح، التمر،الغريفون، الليمون، البرتقال، الخوخ والمشمش) تحتوي على مستويات عالية من البكتين في النباتات هي (بالوزن الطازج):(التفاح 1–1.5%، المشمش 1%، الكرز 0.4%، البرتقال 0.5–3.5%، الجزر1.4% وقشر الحمضيات 30%)، وتتمثل إحدى المشاكل الرئيسية التي تواجه صناعة الأغذية في جميع أنحاء العالم في كيفية الاستفادة الكاملة من المخلفات وخاصة قشور الحمضيات وغيرها من المخلفات من 60٪ إلى 65٪ من الحمضيات السائدة بعد التصنيع. (Elizabeth Devi et al, 2014) [(Alamineh, 2018)

بين الباحث (Nguyen & Pirak, 2019) بالملاحظات التجريبية أن درجة الحموضة في الاستخلاص هي أهم عامل تؤثر على العائد البكتيني من قشور الحمضيات، وتستخدم مُحاليل بتراكيز مختلفة من حمض الستريك للاستخلاص وتراوح عائد البكتين المستخلص (5.1–7.3%قشور خام) ودرجة استرته بين (52.90– 71.0%).

وضح الباحث (Bagde et al 2017) أن ألوان البكتين من مصادر البرتقال والليمون كانت مختلفة وهي الأبيض والشاحب على التوالي، وكانت كلها قابلة للذوبان في القلويات الساخنة والباردة والماء، ومحتوى الرطوبة والرماد ومحتوى الميثوكسيل كانت كلها أعلى في بكتين البرتقال مع 70 و 5.75 و 35 ٪ والليمون مع 50 و4.46 و31 ٪ على التوالي، وأظهرت النتائج العامة أن البكتين من هذه المصادر كانت مناسبة للاستخدام الصناعي.

تعتبر البرازيل أكبر منتج للبرتقال في العالم وتعالج حوالي 85٪ من إنتاجها، مما يولد كمية هائلة من النفايات وإحدى مكونات هذه المنتجات الثانوية هو البكتين، البوليمر ذات الأهمية الكبيرة لصناعة الأغذية مع إمكانيات لإضافة قيمة إلى هذه النفايات، وتم تحديد ظروف الاستخلاص المثلى مع تركيز الحمض(6٪) ودرجة الحرارة(90 درجة مئوية) ووقت الاستخلاص(90 دقيقة) كمتغيرات للحصول على أعلى عائد من استخراج البكتين، فكان حوالي 78٪، مع درجة استره من 8٪. (Da Gama et al 2015)

تتألف الطريقة التقليدية لاستخلاص البكتين بخطوتين رئيسيتين، التحلل المائي للبروتو–البكتين في البكتين باستخدام الأحماض وترسيبه في وقت لاحق بالإيثانول ومع ذلك، فإن المعالجات الحمضية لها العديد من المشاكل، وأصبحت الطرق الجديدة مثل الاستخلاص بمساعدة الميكروويف، والاستخلاص الأنزيمي، والاستخلاص بالحمام الفوق الصوتي أكثر استخداماً ((Alamineh, 2018) (Devi E.W et al 2014)).

استخدم حمض الهيدروكلوريك (HCl) كحمض غير عضوي، والآخر كان حمض الطرطريك (TA) كحمض عضوي. وكانت كمية البكتين التي تم الحصول عليها باستخدام HCl 4.72 بكتين % قشر البرتقال الطازج) كان أعلى من استخدام TA 4.037 بكتين % قشر البرتقال الطازج) (Devi et al, 2014).

تم استخراج البكتين من مسحوق قشر الليمون الحلو (موسمبي) باستخدام حمضين مختلفين (الستريك والنيتريك) وفي ثلاث درجات حرارة مختلفة(60 ، 70 و 80°م) ، وبأزمنة (30، 45 و 60 دقيقة) ودرجة الحموضة (1.5، 2 و pH2.5). وتراوح عائد البكتين من 21.4 – 76.0 % و 17.4 – 46.4 % المستخلصة باستخدام حمض الستريك وحمض النيتريك على التوالي، تم الحصول على أفضل حالة استخلاص باستخدام حمض الستريك في 80°م، 60 دقيقة، ودرجة حموضة 2.0.(Nguyen & Pirak, 2019)

تعتمد طريقة استخلاص البكتين بالحمض باستخدام الماء المحمض (درجة الحموضة حتى 2) وحرارة المزيج باستخدام حمام مائي هزاز عند درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة 1–2ساعة، ويتم تسريع ترسيب البكتين باستخدام الإيثانول أو الكحول الأيزوبروبيلي والأحماض المعدنية مثل الهيدروكلوريك، الكبريتيك والأحماض الفوسفورية ([Sulieman et al 2013]).

تعتبر طريقة الاستخلاص المباشر للبكتين بالغليان بالماء الساخن، هو أبسط وأقدم طريقة للحصول على المواد البكتينية، كما تم استخدام العديد من الأحماض العضوية وأملاحها مثل حمض الأوكساليك وأوكسالات الأمونيوم وحمض الطرطريك والفوسفات والعديد من الأحماض الأخرى. ((Kar and Arslan, 1999))، أما تجارياً، يتم استخلاص البكتين بمعالجة المواد الخام مع حموض معدنية ممددة وساخنة في pH (1–3)، ويختلف زمن الاستخلاص حسب المواد الخام، ونوع البكتين المطلوب، كما يمكن استخلاص البكتين عن طريق الترشيح ثم يركز المستخلص بالتقطير تحت الفراغ ويمكن إنتاج البكتين المجفف عن طريق خلط السائل المركز مع الكحول ويتم فصل البكتين ككتلة هلامية، ثم عصرها وغسلها وتجفيفها(Nguyen & Pirak, 2019 ,Alamineh, 2018).

يتم استخلاص البكتين من خلال بشر ثمار الحمضيات وعصرها، وتجفيف المخلفات ثم طحنها إلى مسحوق فيستخدم (500 غرام) من مسحوق البرتقال أو مسحوق الليمون، ويضاف إليها 5 لتر من الماء المقطر و50 مل HCl لكل مزيج وتخلط جيداً، وتترك لمدة 24 ساعة، ثم تصفى في قمع الفصل، ويضاف لتر واحد من سائل التصفية إلى 1 لتر الإيثانول (95٪)، ويوضع المزيج في جهاز الطرد المركزي لمدة ساعة واحدة وترشح خلال قمع بوخنر، ثم تجفف الرشاحات في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة، ويتم الحصول على مسحوق ناعم وينخل باستخدام منخل شبكي لفصل البكتين عن الألياف، ثم يجمع مسحوق البكتين ويوزن ويعبئ في عبوات بلاستيكية.(Zouambia et al, Sulieman et al 2013, Köse and Bayraktar, 2018, 2014)

يستخدم البكتين في مجال الأغذية والصناعات الغذائية كمادة ماسكة للقوام gelling agent خاصة في المربيات والحلوى الهلامية (جيليه jellies) (Alamineh, 2018)، حيث يساعد في تحسين قوام ومظهر الفاكهة والخضار، كما يستخدم في صناعة الخبز لمنع تيبسه، ويدخل البكتين أيضاً في مجال الحلويات والدروبس والشوكولا وكمادة مثبتة في عصائر الفواكه وصناعة المايونيز والمحليات والبوظة وصناعة اللبن المتخمر والمشروبات اللبنية والقشدة المخفوقة وكمصدر للألياف الغذائية، كما يدخل في العديد من المنتجات الطبيعية كالمطاط والحبر والشموع والصموغ والأصباغ واللدائن والورق والنسيج وكمادة مستحلبة ومثبتة ولاصقة ولتثبيت الأنزيمات ويزيد من نفاذية أحواض النفط(Tiwari et al 2017) .

يعتبر البكتين من الألياف القابلة للذوبان في الماء ومن المضادات الأكسدة القوية Antioxidant المقاومه للامراض ويلتصق هذا الهلام بالمواد التي تشكل ضرراً، مما يمنع الجسم من امتصاصها وفي الوقت ذاته فإنه يجعل الجسم

يمتص العناصر الغذائية على نحو أبطأ، وكلتا الوظيفتين تجعلان البكتين يلعب دوراً رئيسياً في الوقاية من أمراض القلب والسكري وزيادة الوزن. (Köse and Bayraktar, 2018) Nguyen & Pirak, 2019.

إن تناول الأطعمة التي تحتوي على البكتين مهم في حياتنا اليومية، وبخاصة لخفض الكولسترول في الدم ويبطئ البكتين من امتصاص السكر من قبل الأمعاء وتؤثر على إفراز هرمون الأنسولين(Köse and Bayraktar, 2018).

يدخل البكتين في العديد من الصناعات الصيدلانية والاستخدامات الطبية حيث يدخل في صناعة اللوسيون والكريمات والمستحضرات التجميلية والمراهم والأقراص والحبوب الدوائية بسبب مقدرته العالية على التهلم وزيادة اللزوجة لمحاليله، كما يدخل في صناعة معجون الأسنان والصابون وكمادة لاصقة، كما يستخدم كمحلول لضماد الجروح وتستخدم بكتينات النيكل في تجدد خلايا الجلد وتخرشات وآفات الجهاز الهضمي ويزيد البكتين من إفراز المادة المخاطية الحامية للأمعاء، كما يحسن من الوظيفة الحركية للقناة الهضمية، كما يستخدم منتجات البكتين في معالجة الاسهال والتهاب المعدة والأمعاء والزحار والتسممات المعوية ومعالجة آلام المفاصل واستقلاب الكوليسترول ويؤثر على هضم السكريات وخاصة النشاء.(Köse and Bayraktar, 2018)Tiwari et al 2017, Alamineh, 2018

أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر المواد البكتينية من أهم المنتجات الغذائية الطبيعية الهامة المستخلصة من المخلفات الزراعية (حمضيات، تفاح، شوندر سكري....)، والمستخدمة في شتى المجالات التصنيعية (غذائية، صيدلانية، طبية، كيميائية، .....) لذلك من الأهمية الاقتصادية الحصول عليه من المنتجات الغذائية الثانوية وخاصة مخلفات ثمار الحمضيات لأهميته التصنيعية وزيادة الجدوى الاقتصادية من الاستفادة من هذه المخلفات القيمة وعدم تلويثها للبيئة، ويهدف البحث إلى استخلاص البكتين من ثمار أصناف مختلفة من الحمضيات ودراسة العوامل المؤثرة على استخلاصه.

طرائق البحث ومواده:

1. العينات:

تم أخذ كمية 10كغ من ثمار كل صنف من أصناف الحمضيات (يافاوي، بلدي، فالنسيا، أبوصرة، غريفون) من منطقة شمال محافظة اللاذقية في الموسم 2020/2019 ، وتم نقلها إلى مختبر الأغذية التابع لكلية الزراعة في جامعة تشرين وتمت إزالة المواد الغريبة يدوياً ثم غسلها جيداً بالماء المقطر وتحضيرها لاستخراج البكتين.

2. المواد الكيميائية والكواشف:

حمض الهيدروكلوريك كثافته 1.19غ/مل ، هيدروكسيد الصوديوم0.1N مشعر الفينول فيثالين، الإيثانول95٪، ماء مقطر، حمض الكبريت المركز،

3. الأدوات والأجهزة المستخدمة:

مبشرة يدوية، عصارة حمضيات، سكاكين، فرامة آلية، هاون بورسلاني، بياشرسعات مختلفة، أرلنماير، أقماع، أوراق ترشيح، شاش للتصفية، جفنات بورسلانية، مصافي، فرن حراري، مرمدة، مبرد زجاجي، ميزان حساس، ورق ألمينيوم، سلندرات، جهاز pH– متر، حمام مائي.

4. الطرق التحليلية المستخدمة:

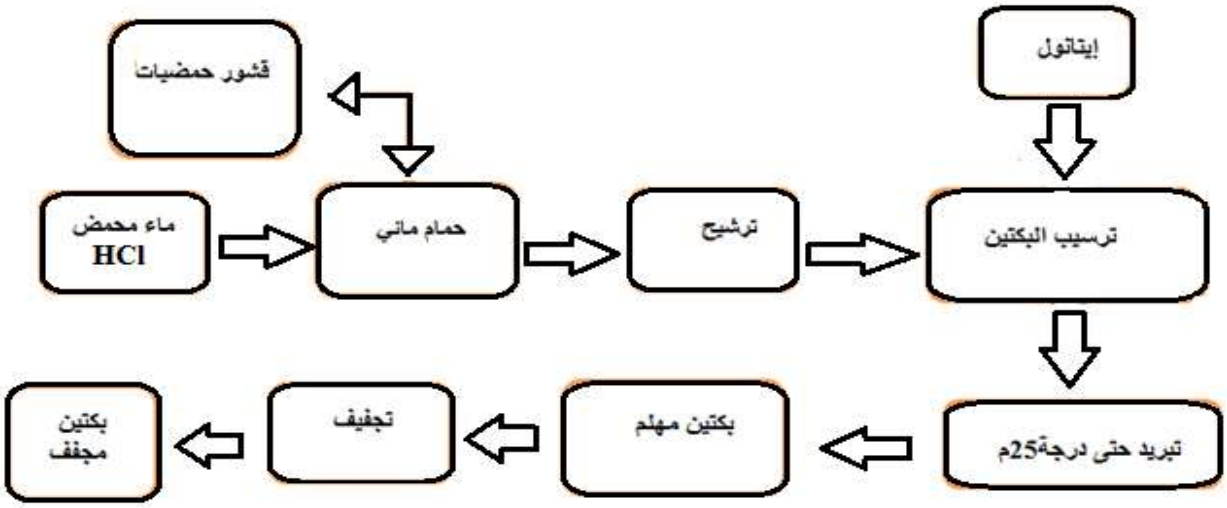
- **تحديد الرطوبة:** بالطريقة الوزنية بعد تجفيف العينات بالفرن الكهربائي على الدرجة 105°م لمدة 2-3 ساعة حتى ثبات الوزن. (Pradhan et al 2019, AOAC. (2000)
- **محتوى الرماد:** تم تحديد محتوى الرماد بالمرمدة على درجة حرارة 550 °م.((AOAC. (2000)
- **تجفيف العينات:** تم بمجففات خاصة عند درجة حرارة 40-50° م مع التحريك المستمر حتى الحصول على منتجات محضرة للاستخلاص. (Pradhan et al 2019) (Alamineh, 2018)
- **التحديد الكيفي للبكتين:** يوجد عدة طرائق للتحديد الكيفي للبكتين وأهمها (طريقة الكحول) والتي تعتمد على أخذ 3-5 مل من المستخلص النباتي المحضر بالماء المحمض في انبوب اختبار ويضاف إليه كمية مناسبة من الكحول الايتيلي 95% ويحرك المزيج وإذا تشكلت كتلة هلامية فهذا دليل وجود البكتين.(Köse and Bayraktar, 2018)
- **التحديد الكمي للبكتين:** (طريقة استخلاص البكتين من مخلفات الحمضيات)(Elizabeth Devi et al 2014, Nguyen & Pirak, 2019 , Alamineh 2018, Pradhan et al 2019, Tiwari et al 2017)

o تحضير قشور الحمضيات وتتضمن مايلي: غسل الثمار لإزالة الأوساخ والأتربة والملوثات- بشر الثمار لازالة المواد الزيتية والعطرية والملونة، ثم تعصر الثمار وتغسل القشور بماء دافئ 50°م لازالة المواد الملونة والسكريات المنحلة- تقطع القشر بفرامة- يضاف الماء العادي بنسبة 3:1 للقشور- تسخن بحمام مائي لدرجة حرارة 90°م لمدة 5 دقائق لتخريب أنزيمات البكتيناز- تصفى القشور جيداً وتعصر بواسطة الشاش- تحسب الرطوبة- تخزن في البراد.

o استخلاص البكتين من القشور المحضرة: يؤخذ حوالي 20غ مادة رطبة (تكافئ 2 غ مادة جافة) في بيشر - ويضاف الماء المقطر بنسبة ضعفها- وتحمض بحمض كلور الماء المركز حتى درجة pH 2.2-3 ثم يوضع البيشر في حمام مائي (95-100° م) لمدة (1-2) ساعة مع التحريك وبعد التبريد تفصل القشور عن المستخلص بواسطة الشاش ويغسل البيشر والقشور بواسطة 30مل من الماء المقطر الدافئ على دفعتين- يعصر بالشاش بشكل جيد وترمى القشور.

o ترسيب البكتين: يضاف للمستخلص السابق 150 مل من الكحول الايتيلي95% مع التحريك المستمر بواسطة قضيب زجاجي لمدة 30 دقيقة، ثم ترشح بورق ترشيح- يغسل البيشر عدة مرات بالكحول ويضاف إلى ورقة الترشيح.

o تجفيف البكتين: ينقل المتبقي على ورقة الترشيح إلى زجاجة ساعة مجففة وموزونة سابقاً ويتم تجفيف المتبقي في فرن تجفيف تحت التفريغ على درجة حرارة (50-55° م) مع التحريك ثم تبرد وتطحن- توزن الزجاجة مع البكتين بعد ثبات الوزن- وتحسب النسبة المئوية للبكتين على أساس مادة جافة من قشور الحمضيات، كما هو موضح في مخطط العمل من الشكل (2).



الشكل(2) مخطط العمل لستخلاص البكتين مخبرياً (Sayed Z. et al 2019)

النتائج والمناقشة

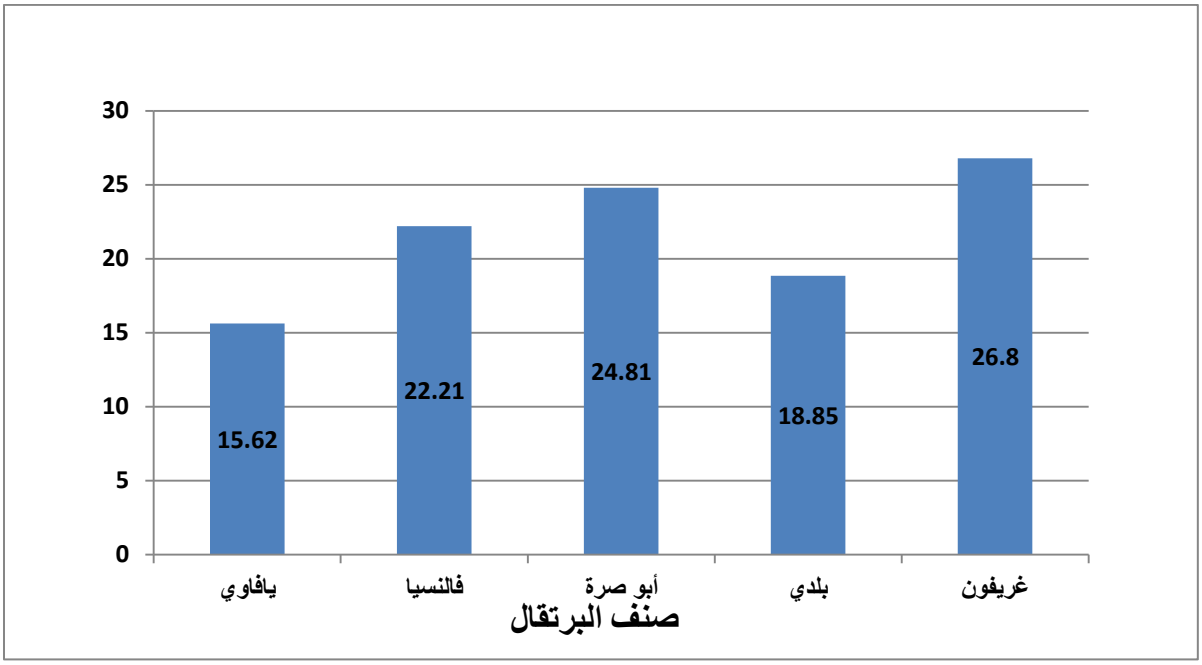
1.تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية لثمار الحمضيات ونسبة البكتين المستخلص منها:

تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية على كمية (2) كغ من ثمار كل صنف من أصناف الحمضيات بعد غسيل الثمار وقياس القطر والتحديد الوزني لمبشور الطبقة السطحية الملونة للتخلص من المواد الصباغية والزيوت العطرية ومن ثم استخلاص العصير وحساب نسبة القشور والعصير، وتم تقطيع القشور الناتجة يدوياً أو ميكانيكياً بواسطة فرامة للوصول إلى حجوم معينة وبعدها تم إجراء التحاليل الكيميائية وأيضاً تم استخلاص البكتين وفقاً لطريقة الترسيب بالكحول كما هو مبيناً في الشكل (3)، والنتائج موضحة في الجدول (1)

الشكل (3) يبين قشور برتقال أبو صرة طازجة ومجففة ومحلول الاستخلاص والبكتين الناتج

الجدول (1) يوضح التحليل الفيزيائي والكيميائي لثمار كل صنف من الحمضيات

المؤشر	صنف الحمضيات				
	يافاوي	فالنسيا	أبو صرة	بلدي	غريفون
عدد الثمار في 2كغ	13-12	16-14	9-8	17-15	11-10
الكتلة المتوسطة للثمرة /غ	170-150	138-125	250-225	132-118	200-190
كتلة المبشور%	4.5	3.5	4.5	3.0	4.0
كتلة القشور %	57	43	49	42	47
كتلة العصير%	38.5	53.5	46	55	49
الرطوبة للقشور%	82.56	82.74	81.03	82.33	80.98
الرماد غ%غ مادة جافة قشور	6.23	5.09	6.78	6.23	7.02
البكتين غ%غ مادة جافة قشور	15.62	22.21	24.81	18.85	26.80
رطوبة البكتين غ%غ مادة جافة	5.65	6.70	6.22	5.98	6.83
الرماد في البكتين غ%غ مادة جافة	3.51	4.28	3.96	4.02	5.27
لون البكتين الناتج	أبيض مصفر	أبيض مصفر	أبيض مصفر	أبيض مصفر	أبيض
طعم البكتين الناتج	لاطعم	لاطعم	لاطعم	لاطعم	مراري



الشكل(4) يوضح نسبة البكتين في قشور ثمار أصناف الحمضيات المدروسة (غ%غ قشور جافة)

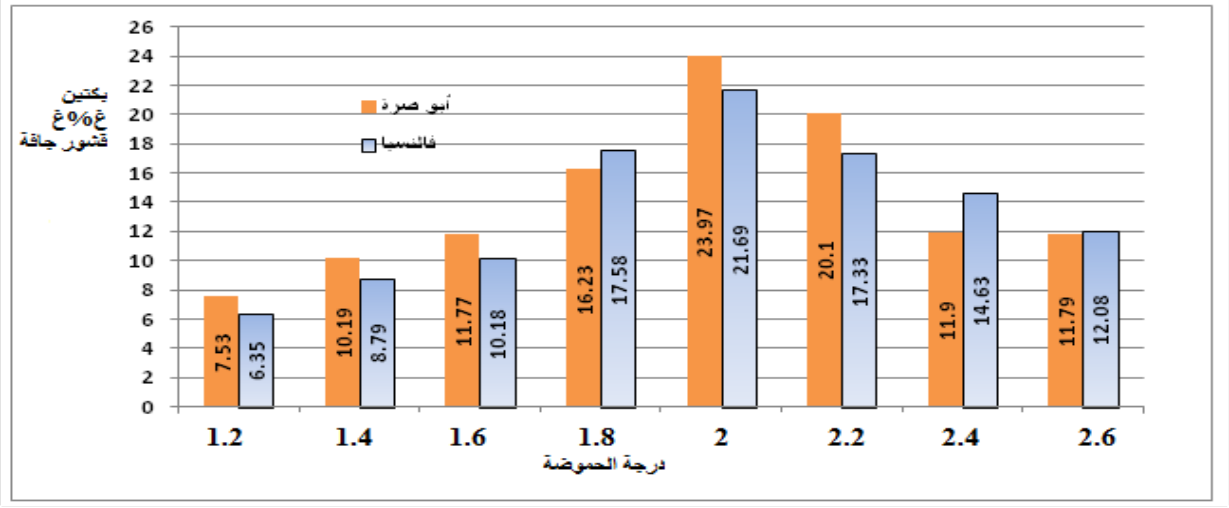
يبين الجدول (1) والشكل (4) أن النتائج للمؤشرات المدروسة على ثمار أصناف مختلفة من الحمضيات كانت قيمها مختلفة ومتقاربة تقريباً باستثناء كمية البكتين كانت مختلفة بحدود بين (15–26) غ%غ مادة جافة. وبالمقارنة مع نتائج الباحث (Da Gama et al 2015) أن محتوى الرطوبة من البكتين المستخرج من مسحوق قشر الليمون الحلو والبرتقال باستخدام حمض السيتريك إلى 5.2٪ و 7.6٪ غ.م.ج على التوالي، وان محتوى الرماد للبكتين المستخرج من 7.5٪ و 3.5٪ (غ.م.ج. بكتين) على التوالي، ومحتوى الرماد في القشور 6.5– 8.9٪ غ.م.ج. على التوالي وهي مشابهة لنتائج البحث هذا.

2.دراسة المتغيرات المؤثرة على استخلاص البكتين

تمت دراسة العوامل المؤثرة على استخلاص البكتين من ثمار البرتقال فالنسيا والبرتقال أبو صرة لأنها أكثر الأصناف التي تستخدم في استخلاص العصائر وأعطت النسبة الأعلى في كمية البكتين الناتج واستبعد الغريفون بسبب أن كمياته الثمرية الانتاجية منخفضة وأن البكتين الناتج ذات طعم مراري.

1.2.تأثير تغير درجة الحموضة pH على استخلاص البكتين

تم أخذ 20غ من مهروس القشور المحضر مسبقاً (تقريباً 2.2 غ قشور مجففة) ويضاف كمية من الماء المقطر 100مل المحمض بحمض كلور الماء في درجة حرارة الاستخلاص المرجعية 90 درجة مئوية وزمن الاستخلاص ساعة واحدة وكمية 150 مل من كحول الايتانول 95% المرجعية ورقم الحموضة بين القيمة (1.2–2.8) متغير بمقدار 0.2 كما هي النتائج موضحة في الشكل (5)

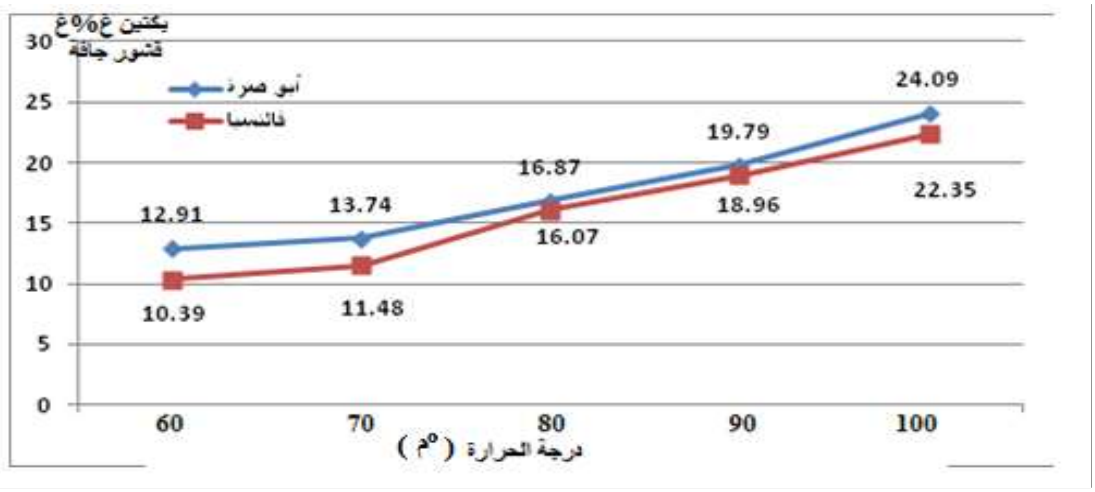


الشكل(5) يوضح تأثير الـpH على نسبة البكتين المستخلص من قشور ثمار أصناف الحمضيات المدروسة (غ%غ قشور جافة)

يلاحظ من الشكل (5) أن مجال الـ pH المثالي للحصول على أكبر كمية من البكتين كانت بين (2–2.2) مع العلم بأن درجة الحموضة للقشور بحدود 4.5–5، وهذا مماثل لما وجده الباحث (Tiwari et al 2017) أن استخراج البكتين من مسحوق قشر الليمون الحلو باستخدام درجة الحموضة (1.5، 2 و 2.5 pH) وتراوحت نسبة البكتين من 17.4 – 21.4% وأعلى في إنتاجية باستخدام حمض الستريك في درجة حرارة 80 °م، وزمن 60 دقيقة و pH 2.0.

2.2. تأثير درجة الحرارة على عملية استخلاص البكتين

تم أخذ 20غ من مهروس القشور المحضر مسبقاً (تقريباً 2.2 غ قشور مجففة) ويضاف كمية من الماء المقطر 100مل المحمض بحمض كلور الماء وزمن الاستخلاص ساعة واحدة ورقم الحموضة بين القيمة (pH=2-2.2) وكمية 150 مل من كحول الايتانول 95% المرجعية في درجات حرارة بين (60–100°م) متغيرة بمقدار 10 درجة كما هو موضح في الشكل (6)

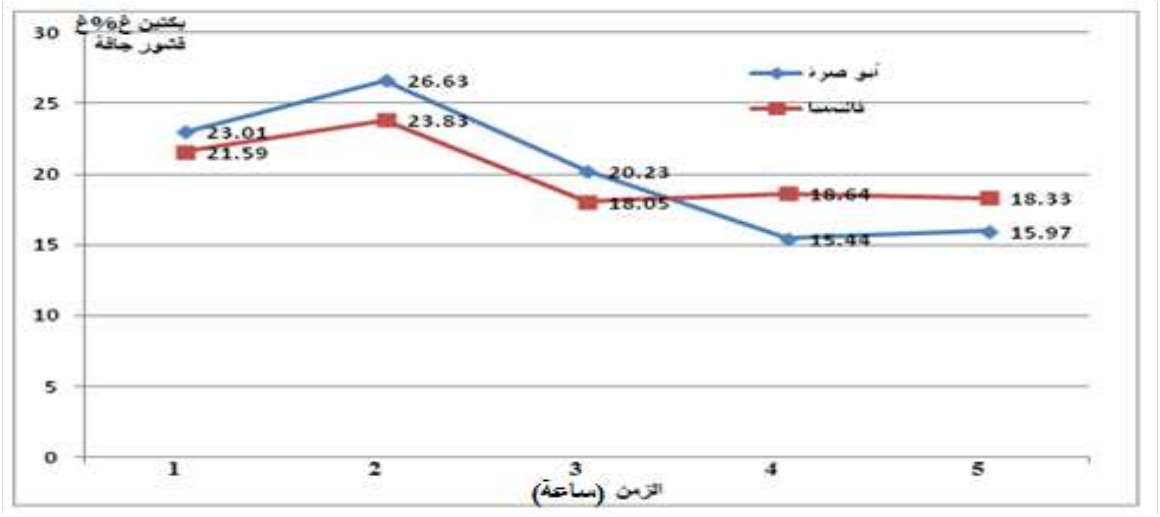


الشكل(6) يوضح تأثير درجة حرارة الاستخلاص على نسبة البكتين الناتج من قشور ثمار أصناف الحمضيات المدروسة (غ%غ قشور جافة)

يبين الشكل (6) أن درجة الحرارة الأفضل لاستخلاص البكتين كانت في المجال (90–100) درجة مئوية ويعود ذلك إلى أنه بزيادة درجة الحرارة يساعد على التحلل الحمضي للروابط بين السكريات الأخرى والبكتين وتملك الحرارة دوراً واضحاً في تسريع التفاعلات الكيميائية وخاصة الحلمهة والانحلال الجيد للمواد في وسط الاستخلاص حيث بين الباحث (Nguyen & Pirak, 2019) أن نسبة العائد من البكتين المستخرجة من قشور البرتقال باستخدام حمض النيتريك في درجة الحموضة 2.0 لمدة 30دقيقة وفي درجات حرارة 60 و 70 و 80 درجة مئوية هي 25.4 و27.5 و 30.2٪ على التوالي بينما كانت نسبة العائد من البكتين المستخرجة في pH2.5 باستخدام حمض الستريك لمدة 30دقيقة. في درجة حرارة 60 و 70 و 80 درجة مئوية هي 21.4 و24.0 و 26.8٪ على التوالي.

3.2. تأثير مدة الاستخلاص

يعتبر عامل الزمن ذو أهمية اقتصادية في انتاج مختلف المواد ومنها البكتين، حيث تم أخذ 20غ من مهروس القشور المحضر مسبقاً (تقريباً 2.2 غ قشور مجففة) ويضاف كمية من الماء المقطر 100مل المحمض بحمض كلور الماء ورقم الحموضة بين القيمة (pH=2-2.2) وكمية 150 مل من كحول الايتانول 95% المرجعية في درجة حرارة (95°م) وزمن الاستخلاص (1–5)ساعة متغيرة بمقدارساعة واحدة كما هو موضح في الشكل (7)

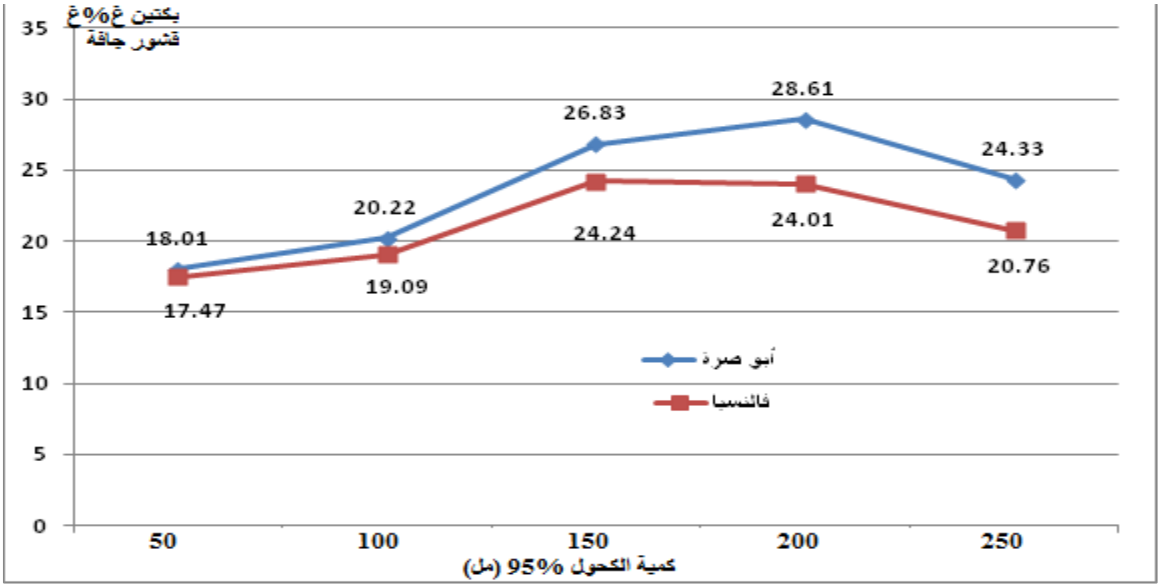


الشكل(7) يوضح تأثير الزمن على نسبة البكتين المستخلص من قشور ثمار أصناف الحمضيات المدروسة (غ%غ قشور جافة)

يلاحظ من نتائج الشكل (7) أن الزمن المثالي لاستخلاص البكتين يقع في المجال 1–2 ساعة، حيث أن مدة الاستخلاص تلعب دوراً عالياً في عملية الحصول على البكتين وعدم هدر مدد زمنية طويلة وبالتالي توفير في استهلاك الطاقة وزيادة المردود بالمقارنة مع دراسة قام بها الباحث (Kanmani et al, 2014) أظهر أن هناك زيادة مفاجئة على العائد مع زيادة الوقت من 30 دقيقة إلى 45 دقيقة في كل درجة حرارة ولكن كان هناك فرق أقل في العائد كما زاد الوقت من min45. إلى min60. في كل درجة حرارة الاستخراج. ويمكن استنتاج أنه مع زيادة النطاق الزمني هناك زيادة على العائد ولكن إلى حد ما كلما زاد وقت الاستخراج و كان هناك تأثير أقل على العائد من البكتين وانخفض أيضا من المستوى الأقصى بسبب التحلل الحراري.

4.2. تأثير كمية الكحول الايتيلي تركيز95%

تم أخذ 20غ من مهروس القشور المحضر مسبقاً (تقريباً 2.2 غ قشور مجففة) ويضاف كمية من الماء المقطر 100مل المحمض بحمض كلور الماء وزمن الاستخلاص ساعتين ورقم الحموضة بين القيمة (pH=2-2.2) في درجة حرارة بين (95°م) وكمية كحول الايتانول 95% بين (50–250 مل) متغيرة بمقدار 50 مل والنتائج موضحة في الشكل (8)



الشكل(8) يوضح كمية الكحول95% على نسبة البكتين المستخلص من قشور ثمار أصناف الحمضيات المدروسة (غ%غ قشور جافة)

نلاحظ من المعطيات في الشكل (8) أن كمية الكحول تلعب دوراً هاماً في زيادة مردودالمستخلص من البكتين وخاصة في االمجال 150–200 مل وأن زيادة كمية الكحول يؤدي إلى نتائج عكسية لأن الكحول ينافس البكتين على نزع الماء ويرسبة من محاليله أما في حالة زيادة الكحول يؤدي إلى نزع كامل الماء وتقليل مردود البكتين.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تحتوي مخلفات ثمار الحمضيات(غريفون، أبو صرة، فالنسيا) النسبة الأعلى من البكتين (23–26% غ مادة جافة)
- أن أفضل الشروط للحصول على نسبة أعلى من البكتين هي درجة حموضة (1.8–2.2)، درجة حرارة استخلاص (90–100 درجة مئوية)، الزمن (1–2) ساعة وكمية الكحول 95% بين(150–200 مل لكل20غ مخلفات رطبة)، مما يوفر فوائد محتملة للاستخراج الصناعي للبكتين من الناحية الاقتصادية والبيئية.

التوصيات

- دراسة مواصفات البكتين الناتج من ناحية التركيب والوظيفة
- تطبيق الدراسة على مصادر أخرى لإنتاج البكتين
- تطبيق الدراسة على المستوى الانتاجي في وحدات تصنيعية أو إنتاجية صغيرة أو كبيرة

Reference:

1. Alamineh E. A., Extraction of Pectin from Orange Peels and Characterizing Its Physical and Chemical Properties, American Journal of Applied Chemistry, 2018; 6(2): 51-56

2. Albersheim P., Gelino-Albersheim I., Darvill A., plant cell walls (Galacturonans) Complex Carbohydrate Research Centre, University of Georgia, US. 2010.

3. AOAC. (2000). Association Of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis (17th Ed.). Arlington, VA. USA

4. Bagde P. P., Dhenge S., Bhivgade S., EXTRACTION OF PECTIN FROM ORANGE PEEL AND LEMON PEEL, International Journal of Engineering Technology Science and Research, Volume 4, Issue 3 March 2017

5. Da Gama B.M.V., De Farias Silva C.E., Oliveira Da Silva L.M., Abud A.K.S., 2015, Extraction and characterization of pectin from citric waste, Chemical Engineering Transactions, 44, 259-264

6. Devi E. W., Shukla R N, Bala K L, Kumar A, Mishra A A and Yadav K C, Extraction of Pectin from Citrus Fruit Peel and ItsUtilization in Preparation of Jelly, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) Vol. 3 Issue 5, May – 2014

7. Gama B. M.V., Silva F. C. E., Silva L.M. O, Abudc A.K., Extraction and Characterization of Pectin from Citric Waste, CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 44, 2015

8. Kanmani P., Dhivya E., Aravind J. and Kumaresan K. Extraction and Analysis of Pectin from Citrus Peels: Augmenting the Yield from Citrus limon Using Statistical Experimental Design Iranica Journal of Energy & Environment 5 (3): 303-312, 2014

9. Kar, F. and Arslan, N., 1999. Effect of temperature and concentration on viscosity of orange peel pectin solutions and intrinsic viscositymolecular weight relationship. Carbohydr. Polym. 40, 277‑284.

10. Köse M. D. and Bayraktar O., Valorization of Citrus Peel Waste, Nat. Volatiles & Essent. Oils, 2018; 5(2): 10-18

11. Nguyen B. M.N. & Pirak T., Physicochemical properties and antioxidant activities of white dragon fruit peel pectin extracted with conventional and ultrasoundassisted extraction, Cogent Food & Agriculture (2019), 5: 1633076

12. Pradhan, A., Sharma L., Tiwari A., Chettri P., Characterization of pectin extracted from Citrus reticulata L. Blanco collected from different altitudes of Sikkim Himalaya, Journal of Applied and Natural Science 11(1): 168-181 (2019)

13. Sayed Z., Sadar A., Jain N., Vidye A., Patil V., Shobit Singh S., Kolamkar S., Sayyad S., Kumbhare R., EXTRACTION OF PECTIN FROM AN ORANGE PEEL, International Journal of Scientific Research and Review, Volume 07, Issue 02, February 2019

14. Sulieman A. M., Kawther M. Y. K., Salih Z. A., Extraction of Pectin from Lemon and Orange Fruits Peels and Its Utilization in Jam Making, International Journal of Food Science and Nutrition Engineering 2013, 3(5): 81-84

15. Tiwari A.K., Samarendra N.S., Yadav V.P.d, Upadhyay U.K., Deepshikha K., Mishra T. Extraction and Characterization of Pectin from Orange Peels, International Journal of Biotechnology and Biochemistry ISSN 0973-2691 Volume 13, Number 1 (2017) pp. 39-47

16. Zouambia Y., Ettoumi K. Y., Krea M., Moulai-Mostefa N., A new approach for pectin extraction: Electromagnetic induction heating, Arabian Journal of Chemistry (2014)