تأثير معاملات التصنيع والتخزين على محتوى البكتين في مركزات عصير ثمار النارنج والليمون

إعداد طالبة الدكتوراه نسرين محمد السلامة

بإشراف ا.د. زيادالحاجي حويجم د. محمد العظم د. نها العلي

الملخص

هدف البحث إلى دراسة تأثير معاملات التصنيع والتخزين على محتوى البكتين في مركزات عصير النارنج (البرتقال المر) والليمون. تم استخلاص العصير بثلاث طرائق (بالضغط- تقشير الثمرة – الثمرة كاملة مع القشر). تم تركيز العصير الناتج بطريقتين (إضافة السكر – بالتفريغ تحت ضغط). تم تعبئة المركزات بواقع ثلاث مكررات في عبوات زجاجية معقمة محكمة الاغلاق سعة 250ml وتخزينها على درجة حرارة الغرفة 25C° وعلى درجة حرارة تحت الصفر المئوي بين C° (-18و-20) في المجمدة لمدة (3-6-9) أشهر.
أظهرت النتائج المتحصل عليها تأثيرا معنويا عند مستوى ثقة ($p\leq0.05$)للمعاملات التصنيعية التي تم تطبيقها على مركزات عصير ثمار النارنج والليمون. حيث تم تقدير البكتين الذواب بطريقة الكاربازول باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) من النوع(BK-UV1900)،فكان أعلى متوسط للبكتين (5.60 %) في المعاملة "التوليفة" (ثمار "نارنج"، طريقة استخلاص "بدون قشر"، التركيز "باستخدام التفريغ"، طريقة الحفظ "في غرفة"، فترة التخزين "9 أشهر")، وبالتالي كانت هذه أفضل معاملة للحصول على منتج عالي الجودة (ذو محتوى مرتفع من البكتين). أما أقل متوسط فكان (0.24 %) فقد ظهر في 4 معاملات في بداية التخزين، جميعها باستخدام ثمار الليمون بدون قشر وبطريقتي التركيز (تفريغ أو سكر) وبطريقتي الحفظ (تجميد أو غرفة) كما ظهرت في معاملة خامسة لثمار الليمون بدون قشر باستخدام التركيز بالسكر والحفظ بالتجميد مدة 3 أشهر، كما أن المتوسط العام لنسبة البكتين بلغ 1.482 % باستخدام ثمار الليمون، وارتفع بفارق معنوي إلى 1.736 % لدى استخدام ثمار النارنج، وبلغت نسبة البكتين 1.424 % لدى الاستخلاص بطريقة الضغط، و1.595 % لدى الاستخلاص بدون قشر، و1.808 % لدى الاستخلاص مع القشر. لم تظهر فروق معنوية بين نوعي التركيز، حيث كانت نسبة البكتين متقاربة فبلغت لدى التركيز بالتفريغ (1.607 %)، ولدى التركيز بالسكر (1.610 %)، ظهرت فروق معنوية بين طريقتي التخزين بالتجميد أو بالغرفة، فقد أدى التخزين بالغرفة إلى ارتفاع متوسط نسبة البكتين إلى 2.389% وبفارق معنوي واضح عن التخزين بالتجميد (0.941 %)، وأدى التخزين إلى ارتفاع نسبة البكتين بشكل معنوي فبلغ 1.922، 1.929، 2.01 % لكل من فترات التخزين: 3 و6 و9 أشهر على التوالي، مع الأخذ بعين الاعتبار أن نسبة البكتين بين فترتي التخزين 3 و6 أشهر لم تختلف معنوياً.

الكلمات المفتاحية: نارنج، ليمون، تقدير البكتين، جودة العصير، الثمار الحمضية .

1-المقدمة: Introduction

الحمضيات من أقدم المحاصيل تداولاً والأكثر شيوعاً حول العالم تعود زراعتها لعام 2100ق.م(Moore,2001). ويعتقد أن منشأ الحمضيات من جنوب شرق آسيا (الهند، والهند الصينية والفيليبين وجنوبي الصين) منها انتقلت إلى مناطق أخرى من العالم.

النارنج :(Citrus aurantium) أو البرتقال المر (Bitter Orange) وهو نوع من أنواع البرتقال، ويعرف بعدة أسماء مختلفة، مثل: الزفير، والنارنج، وبرتقال إشبيلية. تستخدم أجزاؤها المتعدد من أزهار وأوراق وقشور وثمار وعصير الثمار على نحو أساسي لتصنيع الأدوية، إضافة لذلك يستخلص الزيت من القشور والأزهار. وتنحصر الاستخدامات الغذائية للنارنج في إضافة الزيت والقشور المجففة بوصفها منكهات ومحسنات للطعم، إضافة إلى صناعة المربى وبعض أنواع الكحول من الثمرة. ومن النادر تناول الفاكهة مباشرة –باستثناء كل من إيران والمكسيك نظرا" لطعمها القابض شديد الحموضة. وبالتالي فان للبرتقال المر مذاق شديد المرارة والحموضة يجعل من الصعب تناوله بشكل مستقل دون مزجه بمكونات غذائية أخرى لتخفيف حدة طعمه.

يعتبر النارنج ذو قيمة غذائية عالية حيث يحتوي كل 100غ منه على: كربوهيدرات (سكر فاكهة):7.9-5.2غ، بروتين :1-0.6غ، ألياف:4.5غ، أحماض عضوية (حمض الستريك):1غ طاقة حرارية :Cal70، عناصر معدنية: كالسيوم –حديد–فوسفور، ومجموعة من الفيتامينات: B1–B2– B6–A–C.تناوله يساعد على الهضم كما يعتبر فاتح شهية ممتاز قبل الطعام، ويعتبر في مقدمة الأغذية الواقية الشافية فهو يساعد على تثبيت الكلس في العظام، ويحول دون حدوث داء الاسقربوط وداء بارلو عند الأطفال ،ويحافظ على متانة اللثة وعدم تسوس الأسنان ،كما يوصف للأمراض الانتانية مع الترفع الحروري وخاصة الحمّى التيفية وذات الرئة والسعال الديكي ،وفي حال اضطراب الجلد وتبدل لونه ،ولعصير النارنج أثر فعال في حالات النزف مهما كان منشؤها ،كذلك يفيد في وقف الإقياء المرافق للحمل لغناه بحمض الإسكوربيك. ويفيد أيضا المصابين بأمراض عصبية ومرضى السكري

والمصابين باضطرابات معدية أو كبدية أو دموية، ومن المستحسن إضافته إلى غذاء الرضع والأطفال بمقدار ملعقة صفيره لكل زجاجة رضاعة وذلك لتسهيل الهضم وزيادة القيمة الغذائية للحليب المعلب. وهو مفيد لنضارة البشرة حيث أن وضع رقائق من لب النارنج على الوجه والعنق لمدة 10د تمنح الجلد نعومة وطراوة ولونا زاهيا. (القباني ،1969)

الليمون:الأضاليا (أبو حلمة): Citrus limon،البلدي (البنزهير أو المالح):Citrus aurantifolia ، الحلو:Citrus limetta ،المخرفش:Citrus jambhiri. يعتبر الليمون ثالث أهم محصول من الحمضيات بعد البرتقال واليوسفي. وقد اهتمت العديد من الأبحاث العلميّة بدراسة تأثيراته الصحيّة، فقد وُجد أنّه يعتبر غنيّاً بالمركبات الفينوليّة (Phenolic compounds) والفيتامينات والمعادن والألياف الغذائيّة والبكتين والزيوت الأساسيّة والكاروتينات (Gonzalez, *etal.*,2009).

القيمة الغذائية لكل (100 غرام) حسب قاعدة بيانات وزارة الزراعة الأميركية للمواد الغذائية:

الكربوهيدرات (سكر الفاكهة):9.3-5.2غ، بروتين 1غ، دهن0.3غ، ألياف 2.8غ، أحماض عضوية (حمض الستريك)1.3غ، طاقة حرارية 121cal، عددمن العناصر المعدنية (كالسيوم، حديد، مغنزيوم، فوسفور، بوتاسيوم، زنك)، غني بفيتامينات (B1,B2,B6,B9,B12,PP,C,A).

استخدم الليمون منذ قديم الزمان كدواء شافٍ لعدد من الأوبئة والأمراض كالكوليرا، الحمى التيفية، الروماتيزم، النقرس، الانتانات المعوية، وأمراض الكبد.

وفي الوقت الحالي يظهر مفعول الليمون الوقائي بإقبال الناس عليه حول العالم للوقاية من فيروسات الانفلونزا (فيروس كورونا covid19). يعتبر مهدئاً للأعصاب ومرمماً للأنسجة ويصف في حالات الروماتيزم والتقرس وارتفاع الضغط الشرياني وتصلب الشرايين والدوالي وعرق النسا. و وقد وُجد لبعض المركبات الموجودة في الليمون دوراً في تحفيز موت الخلايا السرطانيّة ومنع تكاثرها، هذا بالإضافة إلى زيوته الأساسيّة التي تلعب دوراً أيضاً في كبح السرطان (Gonzales,*etal.*,2009)

المـواد البكتينيــة: Pectin Substances

وهي مواد كربوهيدارتية ذات وزن جزيئي مرتفع، وتدخل في تركيب جدران الخـلايا، وتشتق من حـامض الجـلاكتـورنيـك (Galactutonic Acid) حيث يدخـل في تركيــب المـواد البكتينيــة مـواد أخـرى مثل الجـلاكتوز، الأرابينوز والزايلوز .حيث أنه يوجد أربـعة أنـواع من المواد البكتينيـة وهي كالتالي :

1. بروتوبكتين Protopectin:يوجد بكميات كبيرة في الثمار غير الناضجة حيث لا يذوب في الماء ولكنه يتحول أثناء عملية النضج إلى بكتين ذائب (Prohopectinase Protopectin).

2. بكـتين Pectin: ينتج عن تحلل البروتبكـتين وهو مادة قابلـة للذوبان بالماء وتوجد في العصير الذي يملأ فجوات الخلية في الثمار .

3-حـامض البكـــتيــك Pectic Acid: يتكـون من ســلاسـل طـويلـة من جـزيئـــات حـامض الجلاكتورونيك .

4. حامض البكتنيـك Pectinic Acid :يتكون من سلاسل طويلة من جزئيات حامض الجلاكتورنيك في صورة استرة.(أمان، 2000م).

تشير نتائج(2022) Rameshkumar and Sivasakthi إلى أن وجود البكتين في العصائر يسبب زيادة في العكارة واللزوجة، ويمكن تقليل ذلك باستخدام إنزيمات البكتيناز.

وجد (Vervoort ,*etal.*2011) أن خصائص البكتين تلعب دورًا أساسيًا في استقرار عصير البرتقال أثناء التخزين، خاصة عند استخدام الضغط العالي والطرد المركزي.

اسـتخدم (Franchini ;*etal.*2020) تقنيات تحليل طيفي متقدمة لتقدير محتوى البكتين القابل للذوبان بدقة في عصـير البرتقال. بينت دراسـة Mikkelsen وزملاؤه (2021) أن التخزين أدى إلى تغييرات في

اللزوجة والمظهر العام للعصير نتيجة تحلل مكونات مثل البكتين.تم إضافة البكتين في العديد من المنتجات الغذائية مثل المربي والجيلي، والمرملاد والمشروبات والحلويات والعصائر

(Suleimen *etal*., 2005). وقد أشار (Oaken Full, 2001) أن المواد عديدة السكريات مثل البكتين وله خاصية إسفنجية، حيث يمتص الماء لاحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل التي تكون شبكة هيدروجينية مع الماء الموجود في الأمعاء الغليظة مما يجعل البراز(أو الكتلة الغذائية المهضومة) متماسكة، لذلك تم استخدام البكتين في العديد من الصناعات الغذائية والدوائية للاشخاص الذين يعانون من اضطرابات في الجهاز الهضمي.

من أهم خواص البكتين قدرته على تشكيل الهلام وبدرجات متفاوتة بوجود كميات كافية من السكريات والأحماض لأنه يشكل شبكة من الخيوط والارتباطات تترسب عليها باقي مكونات الجلي الأخرى.

ان درجة تشكيل الهلام وجودته مرتبطة بنسبة المواد البكتينية بالمادة الأولية فكلما ارتفعت نسبة البكتين بالخضار والفاكهة تشكل الهلام الجيد لهذا نجد سرعة تشكيل الهلام بصلابة وقوام جيدين عند استخدام الحمضيات بالتصنيع خاصة أن القشرة البيضاء تحوي على كمية كبيرة من البكتين

(أبو حسون وآخرون ،2008)

أهداف البحث: Research aims

دراسة تأثير معاملات التصنيع (استخلاص، التركيز)، والتخزين لفترات زمنية مختلفة وتحت درجات حرارة مختلفة على محتوى البكتين لمركزات عصير ثمار النارنج والليمون.

طرائق العمل: Modalities of work

ثمار الحمضيات (النارنج والليمون):

تم الحصول على ثمار النارنج والليمون من الأسواق المحلية في محافظة دير الزور

تم فرز الثمار واستبعاد الثمار المصابة والمتضررة وثم إجراء غسل للثمار

استخلاص العصير:

تم استخلاص العصير من ثمار النارنج والليمون كل على حدا بثلاث طرائق:

الطريقة الأولى: استخلاص العصير فقط (بالضغط) أي قطع الثمرة لنصفين واستخدام العصارة الكهربائية.

الطريقة الثانية: استخلاص العصير بعد تقشير الثمرة (بدون قشر) حيث تزال القشرة الخارجية للثمار ثم تقطع ويستخرج العصير باستخدام عصارة فاكهة.

الطريقة الثالثة: استخلاص العصير من الثمرة كاملة (مع قشر) حيث تقطع الثمار كاملة مع الاحتفاظ بالقشرة الخارجية ويستخرج العصير باستخدام عصارة الفاكهة

بعد استخراج العصير بالطرائق الثلاثة السابقة تم تصفية العصير كلا على حدا باستخدام مصفاة منزلية.

تركيز العصير:

تم تركيز العصير المستخلص بطريقتين:

1-التركيز باستخدام التبخير تحت تفريغ باستخدام جهاز المبخر الدوراني وتعدّ طريقة التبخير بالتفريغ تقنية محسنة من التبخير الحراري حيث يتم خفض الضغط داخل المبخر إلى ما دون ضغط بخار الماء. وهكذا يمكن تبخير الماء بدرجة حرارة أقل من درجة حرارة التبخير التقليدي (Chin etal;2009).

2- التركيز بإضافة السكر: حيث يضاف السكر للعصير المستخلص وبدرجة حرارة الغرفة (على البارد) مع التحريك حتى الوصول الى 65°Brix وفقا لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO).

تعبئة وتخزين العصير:

- تم تعبئة العصير المركز بعبوات زجاجية معقمة محكمة الاغلاق وبسعة 250ml
- خزنت المكثفات الناتجة لمدة (ثلاثة أشهر، ستة أشهر، تسعة أشهر) على:

- درجة حرارة الغرفة 25C°

-بالمجمدة على درجة حرارة تحت الصفر المئوي(18C°-و20C°-)

تقدير البكتين الذواب (باستخدام Carbazol method)

تم تقدير البكتين الذواب وفق (Koehler,1952)حيث يؤخذ حجم معين من عينة العصير وتمدد بالماء المقطر ،أخذ من هذه العينة الممددة 2ml وأضيف لها 1ml محلول الكاربازول و12ml حمض الكبريت المركز مع التحريك ،وتركت لمدة 10دقائق، وقيست الامتصاصية عند طول موجة 525 نانومتر باستخدام جهاز Spectrophotometer من النوع(BK-UV1900) وحضرت سلسلة عيارية من حمض الجالاكتورونيك ويقاس البكتين على أساس مكافئ حمض الجالاكتورينك .

التحليل الاحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة من الدرجة الثانية بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة بالاضافة لمعاملة الشاهد وحللت النتائج وفق البرنامج الاحصائي Genstat V12 وتمت مقارنة المتوسطات باستخدام قيمة أقل فرق معنوي LSD 0,05

النتائج والمناقشة

أثرت المعاملات المدروسة في نسبة البكتين، إذ لوحظت فروق معنوية بين أغلب العوامل المدروسة (A: نوع الثمار، B: طريقة الاستخلاص، C: التركيز، D: طريقة التخزين، E: فترة التخزين) وتداخلاتها مع بعضها البعض (الأثر المشترك الثنائي والثلاثي والرباعي والخماسي)، ويلاحظ من الجدول(1) أن أعلى متوسط للبكتين كان (5.60 %) في المعاملة "التوليفة" (ثمار "نارنج"، طريقة استخلاص "بدون قشر"، التركيز "باستخدام التفريغ"، طريقة الحفظ "في غرفة"، فترة التخزين "9 أشهر")، وبالتالي كانت هذه أفضل معاملة للحصول على منتج عالي الجودة (ذو محتوى مرتفع من البكتين). أما أقل متوسط فكان (0.24 %) فقد ظهر في 4 معاملات في بداية التخزين، جميعها باستخدام ثمار الليمون بدون قشر وبطريقتي التركيز (تفريغ أو سكر) وبطريقتي الحفظ (تجميد أو غرفة) كما ظهرت في معاملة خامسة لثمار الليمون بدون قشر باستخدام التركيز بالسكر والحفظ بالتجميد مدة 3 أشهر. في بعض الحالات يعتبر البكتين مرغوبا لأنه يسهم في استقرار العكارة في العصائر مما يمنحها مظهرا طبيعيا وجذابا على سبيل المثال أظهرت الدراسة التي قام بها(Yi; *etal* .2021) أن التجانس عالي الضغط يمكن أن يعدل بنية البكتين في عصير البرتقال غير المركز ،مما يؤدي إلى تحسين ثبات العكارة وتقليل الترسيب .هذه التعديلات البنيوية للبكتين تسهم في تحسين الجودة الحسية والقيمة التجارية للعصير.

الجدول(1): التحليل العام للبكتين % (الأثر المشترك لكافة العوامل: A: نوع الثمار، B: طريقة الاستخلاص، C: التركيز، D: طريقة التخزين، E: فترة التخزين)

A	B	C	D	E فترات التخزين				العوامل المدروسة		LSD 0.05
نوع الثمار	طرق الاستخلاص	التركيز	طريقة الحفظ	0 بداية التخزين	3 أشهر	6 أشهر	9 أشهر			
الليمون	ضغط	تفريغ	تجميد	0.29	1.07	1.03	1.61	العوامل الرئيسة	A	0.044
			غرفة	0.29	4.07	3.20	4.68		B	0.054
		سكر	تجميد	0.29	0.29	0.65	1.23		C	0.044
			غرفة	0.29	1.83	2.10	3.60		D	0.044

0.063	E		1.79	1.01	0.92	0.24	تجميد	تفريغ	بدون قشر	
0.077	AB	الأثر المشترك الثنائي	5.17	3.91	4.07	0.24	غرفة			
0.063	AC		1.11	0.56	0.24	0.24	تجميد	سكر		
0.077	BC		4.02	2.97	2.38	0.24	غرفة			
0.063	AD		2.13	1.41	2.02	0.49	تجميد	تفريغ	مع قشر	
0.077	BD		4.98	4.15	4.07	0.49	غرفة			
0.063	CD		1.17	0.54	0.36	0.49	تجميد	سكر		
0.089	AE		4.07	3.31	2.44	0.49	غرفة			
0.109	BE		1.58	0.95	0.96	0.40	تجميد	تفريغ	ضغط	النارنج
0.089	CE		5.14	3.98	4.07	0.40	غرفة			
0.089	DE		1.33	0.69	0.40	0.40	تجميد	سكر		
0.109	ABC	الأثر المشترك الثلاثي	4.07	2.88	1.81	0.40	غرفة			
0.109	ABD		1.96	1.06	0.81	0.63	تجميد	تفريغ	بدون قشر	
0.089	ACD		5.60	4.60	4.07	0.63	غرفة			
0.109	BCD		1.22	0.76	0.62	0.63	تجميد	سكر		
0.154	ABE		4.07	3.48	2.24	0.63	غرفة			
0.126	ACE		2.38	1.10	1.10	0.83	تجميد	تفريغ	مع قشر	
0.154	BCE		4.82	4.67	4.07	0.83	غرفة			
0.126	ADE		2.10	0.92	0.83	0.83	تجميد	سكر		
0.154	BDE		4.07	4.00	2.80	0.83	غرفة			
0.126	CDE									
0.154	ABCD	الأثر المشترك الرباعي								
0.218	ABCE									
0.218	ABDE									
0.178	ACDE									
0.218	BCDE									
0.308	ABCDE	الأثر المشترك الخماسي								

نوع الثمار

أشارت النتائج إلى أن المتوسط العام لنسبة البكتين بلغ 1.482 % باستخدام ثمار الليمون، وارتفع بفارق معنوي إلى 1.736 % لدى استخدام ثمار النارنج (LSD 0.05= 0.044)، وتدل هذه النتائج أن ثمار النارنج أفضل من ثمار الليمون من ناحية الحصول على نسبة أعلى من البكتين (الجدول 2).

هذا ما أكده (Ishak;*etal.*2023) في دراســـة قام بها بتحليل مقارن للخصـــائص الفيزيائية والكيميائية للبكتين المستخرج من قشور سبعة أنواع مختلفة من الحمضيات. وجد أن أعلى نسبة لاستخلاص البكتين كانت من Citrus sudachiبنسبة 54.29%، في حين كانت أدنى نسبة من Citrus maximaبنسبة 11.68%.بناء على هذه الدراسة، يتضح أن محتوى البكتين وخصائصه في ثمار الحمضيات يتأثران بشكل كبيربنوع الثمرة والجزء المستخدم منها .

الجدول 2. المتوسط العام لنسبة البكتين في ثمار الليمون والنارنج

Dependent Variable:البكتين

نوع الثمار	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
الليمون	1.482	0.025	1.432SSSSS	1.532
النارنج	1.736	0.025	1.686	1.786

طرائق الاستخلاص:

تأثرت نسبة البكتين بطريقة الاستخلاص فقد بلغت نسبة البكتين 1.424 % لدى الاستخلاص بطريقة الضغط، و1.595 % لدى الاستخلاص بدون قشر، و1.808 % لدى الاستخلاص مع القشر، حيث كانت الفروق معنوية بين كافة طرائق الاستخلاص (LSD0.05 = 0.054)، وكان الاستخلاص مع القشر أفضل الطرائق من ناحية الحصول على أعلى نسبة من البكتين في المنتج بخلاف طريقة الاستخلاص بالضغط (الجدول 3) وهذا ماأكده (Ferlazzo;*etal.*2019) حيث قام بمقارنة بين ثلاث طرائق لعصر البرغموت (العصر اليدوي ،والعصر باستخدام جهاز FMC،والعصر باستخدام مكبس لولبي للثمار المقشرة) حيث أظهرت النتائج أن العصير المستخلص باستخدام المكبس اللولبي احتوى على كمية أكبر من البكتين الكلي والبكتين القابل للذوبان مقارنة بالطرائق الأخرى المستخدمة في الدراسة وهذا يؤكد على أن اختيار طريقة الاستخلاص المناسبة يمكن أن يؤثر بشكل كبير على محتوى البكتين في العصير وخصائصه.

الجدول (3): تأثير طرائق الاستخلاص في نسبة البكتين في ثمار الليمون والنارنج

Dependent Variable:البكتين

طريقة الاستخلاص	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
الضغط	1.424	0.031	1.362	1.485
بدون قشر	1.595	0.031	1.534	1.657
مع قشر	1.808	0.031	1.747	1.869

التركيز:

لم تظهر فروق معنوية بين نوعي التركيز، حيث كانت نسبة البكتين متقاربة فبلغت لدى التركيز بالتفريغ (1.607 %)، ولدى التركيز بالسكر (1.610 %) (LSD 0.05= 0.044) (الجدول 4).رغم وفرة الدراسات المتعلقة باستخلاص البكتين من المصادر النباتية وطرائق تقديره لم تتوفر أبحاث تتطرق لتأثير طرائق تركيز العصير سواء باستخدام التبخير تحت تفريغ أو بإضافة السكر للوصول الى 65°Brix على محتوى البكتين الذائب مما يشير الى أن التركيز الحراري أو الاضافي لا يؤدي الى تحلل كبير أو تغيير في تركيب الكمي للبكتين ففي دراسة مرادفة قليلا قامت بها (الفريح ،2015) باستخلاص البكتين من قشور الحمضيات باستخدام محاليل مختلفة حيث أظهرت النتائج أن نسب الحاصل للبكتين كانت متقاربة عند استخدام معظم المحاليل مما يشير الى ان نوع المحلول المستخدم لا يؤثر بشكل كبير على كمية البكتين المستخلصة.

الجدول 4. تأثير طرائق التركيز في محتوى ثمار الليمون والنارنج من البكتين

Dependent Variable:البكتين

التركيز	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
تفريغ	1.607	0.033	1.541	1.673
سكر	1.610	0.020	1.570	1.650

طريقة التخزين:

أثرت طريقة التخزين في نسبة البكتين، إذ ظهرت فروق معنوية بين طريقتي التخزين بالتجميد أو بالغرفة، فقد أدى التخزين بالغرفة إلى ارتفاع متوسط نسبة البكتين إلى 2.389% وبفارق معنوي (LSD 0.05 = 0.044) واضـح عن التخزين بالتجميد (0.941 %)، وبالتالي كانت أعلى نسـبة للبكتين عند الحفظ بالغرفة (الجدول 5).وذلك لأنه عند التخزين في درجة حرارة الغرفة، تستمر الأنزيمات مثل البكتين ميثيل استيراز في النشاط مما يؤدي الى تحلل البكتين غير القابل للذوبان الى بكتين قابل للذوبان .هذا التحلل يزيد من محتوى البكتين القابل للذوبان في الفاكهة وعصائرها .أما في حال التخزين بالتجميد فان درجات الحرارة المنخفضة تثبط نشاط هذه الأنزيمات مما يحافظ على البكتين في حالته الأصلية دون تحلل حيث أوضـــح (مخول ; وزملاؤه،2013) أن ظروف التخزين تؤدي الى تغييرات في نســيج الثمار ومكوناتها، مما يشير الى نشاط انزيمي يؤثر على مكونات مثل البكتين

الجدول (5): تأثير طرائق التخزين في محتوى ثمار الليمون والنانج من البكتين

Dependent Variable:البكتين

طريقة التخزين	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
تجميد	0.941	0.024	0.893	0.989
غرفة	2.389[a]	0.026	2.336	2.441

فترة التخزين

كانت نسـبة البكتين منخفضـة في بداية فترة التخزين إذ لم تتجاوز (0.542 %)، وأدى التخزين إلى ارتفاع نسـبة البكتين بشـكل معنوي فبلغ 1.922، 1.929، 2.01 % لكل من فترات التخزين: 3 و6 و9 أشـهر على التوالي، مع الأخذ بعين الاعتبار أن نسـبة البكتين بين فترتي التخزين 3 و6 أشـهر لم تختلف معنوياً (LSD 0.05 = 0.063) (الجدول 5).ويعزى ذلك الى التحلل التدريجي للبكتين غير الذاوب (مثل البروتوبكتين) الى أشكال ذائبة بفعل الأنزيمات مما يؤدي الى ارتفاع تركيز البكتين الذواب مع الوقت خاصـة في درجات حرارة مرتفعة نسبيا أو في حال عدم التثبيط الكامل للانزيمات وهذه النتائج تتفق مع ماوجده كل من (Femenia;*etal*.1998)،(Thakur;*etal*.1997).

وماوجدته(حمدان وآخرون ;2019) في دراستهم على تخزين عصير البرتقال المركز حيث توصلت الى أن عملية التخزين المجمد لعصير البرتقال المركز لمدة خمسة أشهر تؤدي الى تحلل جزئي في مكونات الجدار الخلوي ومنها البكتين وهو ما يعكس زيادة في البكتين الذواب نتيجة تحلل البروتوبكتين.

الجدول (5): تأثير فترات التخزين في محتوى ثمار الليمون والنانج من البكتين

Dependent Variable:البكتين

فترة التخزين	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
0بداية التخزين	0.542	0.025	0.493	0.592
3أشهر	1.922	0.035	1.852	1.992
6أشهر	1.929	0.035	1.859	1.999
9أشهر	2.401	0.046	2.310	2.491

الاستنتاجات:

1-لوحظ تأثير معنوي على المعاملات التصنيعية التي تم تطبيقها على مركزات عصير ثمار النارنج والليمون في قيم البكتين وكانت المعاملة "التوليفة" (ثمار "نارنج"، طريقة استخلاص "بدون قشر"، التركيز "باستخدام التفريغ"، طريقة الحفظ "في غرفة"، فترة التخزين "9 أشهر") هي أفضل معاملة للحصول على منتج عالي الجودة (ذو محتوى مرتفع من البكتين).

2-أثر نوع الثمار بشكل واضح على النسبة المئوية للبكتين في مركزات عصيري النارنج والليمون حيث ارتفع المتوسط العام للنسبة المئوية للبكتين بفارق معنوي عتد مستوى ثقة 0.05 عند استخدام ثمار النارنج حيث كانت تحتوي على نسبة أعلى من البكتين مقارنة بثمار الليمون.

3-أثرت طرائق استخلاص العصير على النسبة المئوية للبكتين بفروق معنوية بين كافة الطرائق عند مستوى ثقة 0.05 حيث كانت طريقة الاستخلاص مع القشر هي الطريقة الأفضل من ناحية الحصول على نسبة أعلى من البكتين.

4- لم يؤثر نوع التركيز في محتوى ثمار الليمون والنارنج من البكتين حيث كانت الفروق بين نوعي التركيز غير معنوية

5-أثرت طرائق التخزين على النسبة المئوية للبكتين حيث ظهرت فروق معنوية عند مستوى ثقة 0.05 بين طريقتي التخزين (بالتجميد وبالغرفة) حيث أدى التخزين بالغرفة الى ارتفاع النسبة المئوية للبكتين بفارق معنوي عن التخزين بالتجميد وبالتالي كانت أعلى نسبة للبكتين عند الحفظ بدرجة حرارة الغرفة.

6-أثرت مدة التخزين على النسبة المئوية للبكتين عند مستوى ثقة 0.05 حيث ارتفعت النسبة المئوية للبكتين مع طول فترة التخزين وهذا يعزى الى تحلل البكتين الى بكتين ذواب.

التوصيات:

بناء على النتائج التي حصلنا عليها نوصي بما يلي:

1- ضرورة استخدام طرائق تصنيعية متداخلة الأثر (استخلاص + تركيز + طرائق تخزين) للحصول على مركزات عصير نارنج أو ليمون ذات محتوى عالي أو منخفض من البكتين حسب الوجهة التصنيعية للعصير.

2- اجراء المزيد من الأبحاث على عصائر الفاكهة الحامضية ومركزاتها

3- ضرورة تخزين مركزات عصائر ثمار النارنج والليمون المصنعة لغايات تسويقية على درجة حرارة التجميد دون الصفر المئوي بهدف إطالة عمرها الافتراضي.

4- العمل على إيجاد بدائل عملية في ظل ظروف انقطاع التيار الكهربائي المتكرر تكون أكثر جدوى وفائدة للمنتج والمستلك

المراجع:

1. أبو حسون، عادل، والمصري، محمد. (2008) الصناعات الغذائية ،القسم النظري، سورية: منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة الزراعية .عدد الصفحات (441)ص.
2. الفريح، شيرين فاضل عباس(2015).استخلاص البكتين من قشور الحمضيات باستخدام محاليل مختلفة .رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
3. القباني صبري (1969) الغذاء لا الدواء ،دار العلم للملايين ،بيروت (الطبعة الرابعة).
4. أمـان، محمد البسطويسي (2000م) . تركيب وحفظ الأغذية ، مكتبة المعارف الحديثة .
5. حمدان ،رنا يونس؛ يوسف، أنطون؛الابراهيم، أحمد؛سمور .(2019).دراسة العوامل المؤثرة في التركيز بالتجميد لعصير البرتقال البلدي باستخدام وحدة مخبرية مصنعة محليا. المجلة العربية للغذاء والتغذية، المجلد19، العدد44، الصفحات 41-54.
6. مخول، ج.، علي، ع.، جبيلي، ي.(2013).تأثير بعض المواد الكيميائية في نوعية ثمار البرتقال أبو سرة ومدى تحملها لشروط التخزين .مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية –سلسلة العلوم البيولوجية ،35(6)،227-242.

7-Chin, N. L., Yusof, Y. A., Taip, F. S., & Aziz, M. G. A. (2009). Vacuum dryingcharacteristics of guava and papaya puree. Journal of Food Engineerin90(1),86-95.

8-Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., & Mulet, A. (1998). Effects of drying process on the cell wall components of grape tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(4), 1521-1527

9-Ferlazzo, N., Visalli, G., Cirmi, S., Lombardo, G. E., Pecora, G., lentile R., & Navarra, M. (2019). Natural antioxidant and anti-inflammatory activities of bergamot (Citrus bergamiaRisso) juice in a murine model of inflammatory bowel disease. Frontiers in Nutrition, 6, 92

10- Franchini, C., Marigheto, N. A., Charlton, A. J., & Wilde, P. J. (2020). Monitoring of soluble pectin content in orange juice by means of MIR and TD-NMR spectroscopy combined with machine learning. Food Chemistry, 320, 126630.

11- Food and Agriculture Organization. (n.d.). Principles and practices of small- and medium-scale fruit juice processing. Retrieved from

12-González-Molina E., Domínguez-Perles R., Moreno D.A., García-Viguera C. (2009), "Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health", Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis Magazine Issue 51(2) Page 327-345.

13-Ishak, NH., Ramli, N., Ali, M. E., & Ismail, A. (2023). Physicochemical, structural, and functional properties of pectins extracted from citrus peels using subcritical water extraction. Gels, 9(11), 908.

14-Koehler, L. H. (1952). "A Rapid Method for the Determination of Pectic Substances." Analytical Chemistry, 24(9), 1328-1329

15- Moore G.A.2001- Oranges and lemons: Clues to the taxonomy of *Citrus* from molecular markers. *Trends Genet*;17:536–540. doi: 10.1016/S0168-9525(01)02442-]

16-Mikkelsen, R., Thybo, A. K., & Kidmose, U. (2021). Impact of storage on sensoryquality of blackcurrant juices prepared with or without nzymatic treatment at industrial scale. LWT - Food Science and Technology, 149, 111910.

17-Rameshkumar, A., & Sivasakthi, S. (2022). Pectin degradation in fruit juices by pectinase from Meyerozyma sp. VITPCT75 isolated from Phyllanthus emblica. Biotechnology Reports, 34, e00734.

18- Suleiman, H; Chan, H .K; and Fishman M. L;)2005 :(Microwave extraction of pectin and characterization using -performanc Size exclusion chromatogram .Abstract for 37th middle Atlantic regional meeting of the American chemical society, pages 22 – 25 .

19- Thakur, B. R., Singh, R. K., & Handa, A. K. (1997). Chemistry and uses of pectin – a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 37(1), 47–73.

20- Vervoort, L., Van der Plancken, I., Grauwet, T., Timmermans, R. A. H., Mastwijk, H. C., Matser, A. M., & Hendrickx, M. E. (2011). Role of pectin characteristics in orange juice stabilization: Effect of high-pressure processing in combination with centrifugation pretreatments. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 12(3), 263–273.

21- Yi, H., Pan, S., Zhagm, S., Liu, F.,& Hu, H.(2021).Characterization of Citrus Pectin Oligosaccharides and Their Microbial Metabolites as Modulators of Immunometa bolism on Macrophages. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(30), 8403-8414.

Effect of Processing and Storage Conditions on Pectin Content in citrus aurantium and lemon juices concentrates

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of different processing and storage conditions on the pectin content of bitter orange juice concentrates. Juice was extracted using three methods: pressing, fruit peeling, and whole fruit with peel. Concentration was performed via two techniques: sugar addition and vacuum concentration. The resulting concentrates were packaged in sterile, airtight 250 ml glass containers (in triplicate) and stored at either room temperature (25°C) or under freezing conditions (-18 to -20°C) for 3, 6, and 9 months.

The results showed a statistically significant impact ($p \leq 0.05$) of processing treatments on the pectin content in both bitter orange and lemon juice concentrates. Soluble pectin was quantified using the carbazole method and measured by a spectrophotometer (BK-UV1900). The highest average pectin content (5.60%) was obtained from a combination of bitter orange fruits, extraction without peel, vacuum concentration, storage at room temperature, and a storage duration of 9 months—indicating this as the optimal treatment for high-quality juice concentrate.

Conversely, the lowest average pectin content (0.24%) was found in four treatments at the beginning of storage, all involving peeled lemon fruits, either concentration method, and both storage conditions. A fifth treatment with similar parameters and 3-month freezing also showed low pectin content.

Overall, bitter orange concentrates had a significantly higher pectin content (1.736%) compared to lemon (1.482%). As for extraction methods, pectin content averaged 1.424% (pressing), 1.595% (peeled), and 1.808% (whole fruit). There were no significant differences between concentration methods (1.607% for vacuum vs. 1.610% for sugar). However, room temperature storage resulted in significantly higher pectin levels (2.389%) compared to freezing (0.941%). Pectin content also increased significantly with storage time, reaching 1.922%, 1.929%, and 2.01% at 3, 6, and 9 months respectively, with no significant difference between 3- and 6-month periods.

Keywords: Bitter orange, lemon, pectin determination, juice quality, citrus fruits