دراسة التغيرات فيزيوكيميائية والميكروبيولوجية في عصير الليمون المركز تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة

طالب الدراسات العليا: آيات فيتروني

كلية: الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة: البعث

الدكتور المشرف: شريف صادق + د. نسرين البيطار

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة التغيرات الفيزيوكيميائية والميكروبية في عصير الليمون المركز تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة باستخدام جهاز المبخر الدوراني، ومقارنته مع عصير الليمون المركز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي، حيث تم دراسة تحلل حمض الأسكوربيك في عينات عصير الليمون خلال الزمن وعند درجات حرارة مختلفة تحت التفريغ وبالغليان وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين مختلف درجات الحرارة، فقد انخفض تحلل حمض الأسكوربيك بانخفاض درجة الحرارة وسجلت أقل قيمة عند درجة حرارة 65°C درجة مئوية، وكانت نسبة الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك 83.69%، بينما انخفضت نسبة حمض الأسكوربيك في عصير الليمون المركز بالغليان بشكل ملحوظ وكانت نسبة الاحتفاظ 11.5%، كما ارتفعت القدرة المضادة للأكسدة بانخفاض درجة الحرارة، وتبين أن اللون في عينات العصير المركزة تحت التفريغ أقرب إلى العصير الطبيعي على عكس عينات العصير المركز بالغليان، كما ارتفعت الحموضة بارتفاع درجة الحرارة في العصير المركز تحت التفريغ. تم تقدير التعداد الكلي للبكتيريا في عصير الليمون الطازج ولعينات العصير المركز عند درجات حرارة مختلفة، وأظهرت النتائج أنه لم يكن هناك نمو للمستعمرات في عينات العصير المركز المحضر بالغليان عند الضغط الجوي النظامي أو المحضر تحت التفريغ ويعزى ذلك إلى انخفاض قيمة الـPH .

الكلمات المفتاحية : الليمون، فيتامينC، تركيز تحت التفريغ، اللون، النشاط المضاد للأكسدة

Study of physicochemical and microbiological changes in lemon juice concentrate under vacuum at different temperatures

Abstract

This research aims to study the physicochemical and microbial changes in concentrated lemon juice under vacuum at different temperatures using the rotary evaporator and compare it with concentrated lemon juice by evaporation at atmospheric pressure. the degradation of ascorbic acid was studied in lemon juice samples during time and at different temperatures under vacuum and at evaporation at atmospheric pressure , and the results showed that there were significant differences (P<0.05) among the different temperatures, where the degradation of ascorbic acid decreased with decreasing temperature, and the lowest value was recorded at 65°C. Ascorbic acid retention percentage was 83.69%.While the percentage of ascorbic acid in concentrated lemon juice significantly deteriorated by boiling, the retention percentage was 11.5%.The antioxidant activity also increased with a decrease in temperature, and it was found that the colour in the concentrated juice samples under vacuum is closer to the natural juice in contrast to the concentrated juice samples by boiling,and the acidity increased with the increase in temperature. Different temperatures and the results showed that there was no growth of colonies in samples of juice and concentrated product prepared by boiling method at regular atmospheric pressure or prepared under vacuum due to the low value of PH

Keywords: lemon, ascorbic acid, concentrate under vacuum, colour, antioxidant activity,VitaminC

أولاً: المقدّمة والدّراسة المرجعية Introduction and Literature Rev :

يرتفع إنتاج العصائر المركزة في جميع البلدان عاماً بعد عام، نظرا لأن تركيز عصائر الفواكه يمنحها ميزات اقتصادية منافسة من وجهة النظر التجارية انطلاقا من الاعتبارات التالية إمكانية تخزينية أفضل، الحصول على قيمة غذائية ومواصفات حسية مقبولة، تقليل الحجم مما يوفر اقتصاديا في عمليات النقل والتخزين والتوزيع. إلا أنه وبالنظر إلى حالة الأسواق والمعامل في سوريا نرى أن بلدنا مازال يستورد مركزات العصائر بالرغم من الكم الهائل من الفواكه التي تنتج في سوريا.

وتشكل ثمار الحمضيات الجزء الرئيسِ من السوق العصائر في العالم ويعد الليمون ثالث أهم الفاكهة التي تعزز الصحة والغنية بالمركبات الضرورية لجسم الإنسان. والواقع أن الليمون له قيمة تجارية قوية لسوق المنتجات وصناعة الأغذية (Gonzlez-Molina *et al.*, 2010) .

أدى التوسع الكبير في زراعة الحمضيات في سوريا إلى ازدياد كمّيات الإنتاج, بحيث فاق كثيراً حاجة السوق المحلّية ممّا أوجد مشكلة في تسويق الفائض, وعلى الرغم من الكميات المتواضعة المتجهة نحو الأسواق الخارجية (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي,2009). والأمر الآخر الذي زاد المشكلة سوءاً هو عدم إدراج موضوع تخزين ثمار الحمضيات ضمن أولويات الشركات الحكومية أو الخاصّة, لذلك يعتبر الحل الأمثل هو ايجاد طرق لحفظ هذه المنتجات القيمة، ومنها الحصول على العصير وتركيزه بطرق تضمن الجودة العالية وضمن الامكانيات المتوفرة ثم الحفظ بالطرق المختلفة مثل طرق التبريد والتجميد والبسترة والتعليب أو غيرها

ينتمي جنس الحمضيات إلى عائلة الجذريات من فصيلة Aurantoideae (Hui.,2006) تتكون ثمار الحمضيات بشكل عام من قشرة خارجية أو قشرة تتكون من بشرة (طبقة جلدية وشمعية) ، فلافيدو (طبقة تحت القشرة الجلد تحتوي على لون وأكياس زيت تنتج زيوت عطرية) ، البيدو (طبقة إسفنجية أسفل الفلافيدو ، مصدر من الفلافونيدات) ، وحزم وعائية (شبكة من الخيوط الرفيعة على طول جسم الثمرة). عادة ما يحتوي الحيز الداخلي شرائح محاذاة وتقع حول اللب المركزي الناعم للفاكهة وملفوفة بغشاء رقيق يسمى الحاجز. أكياس صغيرة معبأة بكثافة والتي تحتوي على العصير والبذور في معظم الأصناف تملأ الشرائح (Albrigo,1972)

التركيب الكيمائي لليمون معروف. ولم يتم تحديده للفاكهة الكاملة فقط ولكن أيضا تم بشكل منفصل للقشور والعصير والتفل والزيت العطري،.حيث يحتوي عصير الليمون على مجموعة من المركبات النشطة بيولوجياً الفلافونيدات (flavonoids)مثل إريوديكتيول (eriodictyol)– هيسبيريدين (hesperidin) –هسبريتين (hesperetin)– نارينجين (naringin)–أبيجين (apigenin)– كيرسيتين (quercetin) ومشتقاتها. في الفاكهة الكاملة تم الكشف بالإضافة إلى مركبات الفلافونويد أخرى، ليموسيترين (limocitrin) سيناسيتين

(spinacetin) ويحتوي الليمون على أعلى محتوى من الإريوسيترين(eriocitrin)(Robards *et al* .,1997)

تركيز عصير الليمون

تسمى عملية إزالة جزء معين من المحتوى المائي الطبيعي لعصائر الفاكهة (تركيز العصير)، ويتم تحقيق تركيز العصير بشكل أساسي عن طريق تقليل النشاط المائي aw لمنتج العصير الأمر الذي يطيل مدة صلاحيته بالإضافة إلى تقليل تكاليف التعبئة والتخزين والنقل ، و زيادة ثباتية منتج العصير النهائي. إن اختيار طريقة تركيز عصير الفاكهة ذو أهمية كبيرة لأن الطريقة المستخدمة في عملية التركيز تحدد جودة المنتج النهائي مثل النكهة واللون الرائحة والمظهر.(Yousefi *et al*., 2012)

يتم استخدام مجموعة واسعة من التقنيات لتركيز العصائر مثل: التبخير الحراري، التركيز التناضحي، التركيز بالتناضح العكسي والتركيز بالتجميد(Surin *et al* .,2014)

التركيز بالتبخير Concentration by Evaporation:

تسمى عملية إزالة جزء معين من المحتوى المائي الطبيعي لعصائر الفاكهة عن طريق التبخير بعملية التركيز بالتبخير. تتم العملية في أجهزة متقطعة أو مستمرة حيث تستخدم الأجهزة المتقطعة في المجالات التي تكون فيها الطاقة الإنتاجية منخفضة أما في المجالات ذات الطاقة الإنتاجية العالية فتستخدم المبخرات ذات العمل المستمر ويعتبر العامل الأساسي الذي يحدد اقتصادية المبخر هو استهلاك بخار التسخين. يتم تبخير المحاليل المائية في الصناعات الغذائية في أجهزة التبخير والتي هي عبارة عن أجهزة يتم فيها غليان المحاليل وتبخر الماء عن طريق إضافة حرارة إلى المحلول والتي تؤمن بدورها الحرارة الكامنة للتبخير، حيث يستخدم من أجل التسخين بخار ذو ضغط منخفض أو غازات الاحتراق(Adnan *et al*.,2018). يعد التبخير الطريقة الأكثر استخداما للعصائر حيث يتم تبخير الماء بالغليان مما يؤدي إلى رفع تركيز المادة الصلبة المنحلة للعصير، كما يؤدي إلى خفض فعالية الماء والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض معدل نمو الأحياء الدقيقة ويقلل من احتمال فساد المنتج ويزيد من زمن صلاحيته. وكما أنه من المعروف أن تركيز عصائر الفاكهة بطرق التبخير التقليدية يؤدي إلى تدهور اللون والأنثوسيانين وفقدان معظم المركبات المتطايرة مع انخفاض نوعي ملحوظ للمركبات ذات القيمة العالية مثل فيتامينC والفينولات الكلية وذلك نتيجة لتأثير الحرارة العالية في المركزات الغذائية لذلك تم ابتكار تقنيات بديلة لتركيز العصائر بحيث تكون الناتج أكثر كفاءة أثناء التركيز(Jiao *et al*.,2004) .

من هذه التقنيات البديلة تم استخدام التركيز تحت التفريغ، حيث أنه باستخدام هذه التقنية يتم تجنب ارتفاع درجة الحاررة ، وتغير نكهة العصير وتغير جودة اللون الذي ينتج بسبب التأثير الحراري والوقت الطويل أثناء التركيز(Jiao *et al.*,2004).

لاقى استخدام التركيز تحت التفريغ في تركيز العصائر استحسانا واسعا حيث أثبتت الدراسات المزايا العديدة لاستخدام هذه الطريقة في المحافظة على جودة المنتج النهائي من الناحية الحسية والتغذوية:

- في دراسة على الشوندر السكري أثبت الباحثون تأثير طريقة التركيز تحت التفريغ على جودة المركز النهائي من حيث ارتفاع الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة والحفاظ على اللون والصبغات وذلك من خلال دراسة تأثير استخدام عدة درجات حرارة في عملية التركيز (Bazaria and Kumar,2016).
- في دراسة أخرى تم التوصل إلى أن استخدام المبخر الدوار لتركيز عصير التمر تحت التركيز أدى إلى الحصول على مركز بخصائص جذابة من ناحية اللون والنكهة والقبول العام والخصائص الفيزيائية والكيميائية(AlMutairi and ALjasser,2012) .
- كما ذكر Elhadad وزملاؤه (2013) في دراسة على عصائر المشمش والخوخ أن استخدام طريقة التركيز تحت التفريغ أدى إلى زيادة ملحوظة في المواد الصلبة الذائبة الكلية ومؤشر اللون، والسكريات الكلية والسكريات المرجعة ومحتوى الرماد مماحافظ على خصائص فيزيائية وكيميائية جيدة للمركز الناتج
- في دراسة على عصير التوت البري وجد أن استخدام التركيز تحت التفريغ أعطى كثافة لونية أقل بالمقارنة مع استخدام الطريقة التقليدية مما حافظ على لون المركز الناتج بلاضافة إلى أن محتوى الفينولات الكلية كان أعلى بالمقارنة مع الطريقة التقليدية وذلك بسبب انخفاض درجة الحرارة المستخدمة في المبخر الدوار(Elik *et al.*,2016).
- ذكر Mahmoud وزملاؤه (2017) في دراسة على عصير الرمان لتحضير مركز بدرجة 50% بريكس أن طريقة التركيز تحت التفريغ حافظت على نسبة أعلى من الأنثوسيانين والفينولات الكلية والقدرة المضادة للأكسدة مقارنة بالغليان المباشر مما أدى للحصول على عصير رمان ذو قيمة تغذوية أعلى.
- ذكر Jaju وزملاؤه(2017) أن التركيز بالمبخر الدوار تحت التفريغ تقنية أفضل من التقنيات الأخرى مثل طريقة الغليان تحت الضغط الجوي النظامي، ونظرا للرطوبة العالية لفاكهة البطيخ قد لاتكون تقنيات المعالجة الجديدة غير الحرارية مثمرة، لذلك فإن فقدان الليكوبين كان أقل وهو مكون مهم جدا لعصير البطيخ كمضاد أكسدة، أما اللون وهو معيار الجودة المطلوب في الغالب لقبول المستهلك فقد

كان أفضل في العصير المركز تحت التفريغ على عكس العصير المركز بالغليان في الدراسة التي أجراها على تأثير التركيز بالتبخير تحت التفريغ على محتوى اللايكوبين والخصائص الريولوجية لعصير البطيخ .

ثانياً: هدف البحث Aim of the research:

هدف هذا البحث إلى دراسة تاثير تطبيق التركيز تحت التفريغ على عصير الليمون من حيث الصفات الفيزيوكيميائية والميكروبية وذلك بهدف:

1. تأمين منتج متوفر على مدار السنة وبمواصفات جيدة
2. مقارنة بين عصير الليمون المركز تحت التفريغ والعصير المركز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي
3. دراسة تدهور حمض الأسكوربيك خلال عملية التركيز

ثالثاً: المواد وطرائق البحث Materials and methods:

مواد البحث: Materials

تم تأمين الليمون البلدي نوع (Anterdonato) في شهر كانون الثاني من مدينة حمص، وتم استخدام المواد الكيمائية من النوع التحليلي المخبري لإجراء الاختبارات، وأجري البحث في مخابر كلية الهندسة الكيمائية والبترولية قسم الهندسة الغذائية وفي مخابر مركز بحوث التقنيات الحيوية في جامعة البعث

تركيز العصير:

تم تركيز العصير وفق التالي:غسيل الثمار ← التقطيع ← العصر باستخدام عصارة كهربائية نوع (Kenwood) ← الترشيح باستخدام ورق ترشيح واتمان ← التركيز

تركيز عينات عصير الليمون بالغليان تحت الضغط الجوي النظامي:

تم تحضير العينات المركزة بالغليان عند الضغط الجوي النظامي وذلك بغلي 300مل من عصير الليمون باستخدام سخان كهربائي من النوع (VELP Scientifica ,Italy) مع التحريك المستمر (باستخدام محرك مغناطيسي) وتم قياس البريكس ونسبة حمض الأسكوربيك كل 15دقيقة حتى الوصول إلى درجة البريكس المطلوبة 50% كما تم قياس درجة حرارة العصير باستخدام مقياس حرارة ألكتروني معدني من نوع (Outest).

تركيز عينات عصير الليمون تحت التفريغ:

تم تحضير عينات عصير الليمون المركزة تحت التفريغ باستخدام جهاز المبخر الدوار (REV) من النوع $ROTAVAPOR-RE_{120}$ حيث تم تأمين التفريغ باستخدام مضخة تفريغ من النوع Millipore (Sigma,USA)، كما تم تأمين الحرارة اللازمة لعملية التبخير باستخدام حمام مائي من النوع (JSR, Korea) تم التركيز عند ضغط ثابت 650mmHg وذلك عند درجات حرارة $(65,67,70,72,77,75,80)^{o}C$ درجة مئوية، وتم قياس البريكس وحمض الأسكوربيك كل 15 دقيقة حتى الوصل إلى بريكس 50%، كما تم قياس درجة حرارة العصير داخل الحوجلة باستخدام مقياس حرارة معدني من نوع (Outest)، ولوحظ أن الفروق بين درجة حرارة الماء ودرجة حرارة العصير لاتتعدى 0.2 درجة مع أخطاء القياس.

رابعا طرائق التحليل Methods of Analysis

1. **تقدير المادة الصلبة المنحلة الكلية (Brix):** قُدرت المادة الصلبة المنحلة باستخدام جهاز قرينة الانكسار (Kruss DR301-95,Germany) بدرجة حرارة$20\ ^{o}C$، حيث أُخذت ثلاث قراءات لكل عينة من العينات .وفق(AOAC932.14 ,2006)
2. **تقدير اللون:** تم قياس اللون باستخدام جهاز Spectrophotometer في مركز بحوث التقنيات الحيوية بكلية الطب نموذج (T80 UV-Vis Spectrometer ,UK) الذي يقوم بقياس شدة الضوء أي قياس كثافة الضوء بدلالة اللون(الطول الموجي)وذلك عن طريق قياس الامتصاصية للعينة حيث يعتمد امتصاص العينة للضوء على كثافة لون العينة الذي يعتمد على كثافة المادة المذابة. تم تقدير اللون وفق (Mónica and Wrolstad, 2005)مع بعض التعديلات حيث تم اجراء التمديد لكل من عينات عصير الليمون بالميانول للحصول على الامتصاصية عند طول الموجة المطلوب وتم بعد ذلك ترشيح العينات باستخدام ورق ترشيح واتمان (Whatman, Grade 40) ومن ثم وضع عينة عصير الرمان في خلية الامتصاص Cuvetteبعد أن تم تصفير الجهاز عن طريق خلية الميتانول Blank Cuvette وذلك بجعل قيمة الامتصاص تساوي الصفر. تم اجراء المسح الطيفي لتحديد طول الموجة الموافق للامتصاصية العظمى للعينة λmax في المجال 400-600 nm وفق (Cemerog˘lu and Artık ,1990). حيث كانت عند طول 420nm ثم قياس الامتصاصية عند طول هذه الموجة .
3. **تقدير الحموضة الكلية:** تم تقدير الحموضة الكلية للعينات وفق (AOAC942.15 ,2000) حُسبت الحموضة الكلية مقدرة (gr/100ml) كحمض ستريك من العلاقة الآتية:

الحموضة (gr/100ml) = 0.064× الحجم المستهلك من ماءات الصوديوم 0.1 N× نسبة التمديد

0.064 يدل على نظامية حمض الستريك

4. **تقدير فيتامينC**: تم تقدير فيتامين C وفق (AOAC96721, 2005) حيث حُضر محلول صبغة 6,2 ثنائي كلور فينول اندو فينول بتركيز 0.08 gr/100 ml ماء مقطر، وحُضر محلول الاستخلاص بحل 15gr من حمض ميتا فوسفوريك HPO3 في40 ml حمض الخل الثلجي مع 200ml ماء مقطر ثم مدد المزيج إلى 500ml ورُشح، أما بالنسبة إلى محلول حمض الأسكوربيك القياسي فقد حُضر بإذابة 0.01 gr حمض الاسكوربيك في 50 ml محلول استخلاص. قُدرت قوة الصبغة بأخذ 5ml حمض اسكوربيك ومعايرته بمحلول الصبغة وذلك حتى الحصول على لون وردي ثابت لمدة 15 ثانية ثم حُسبت عدد ميللي غرامات من حمض الأسكوربيك المكافئة لـ 1ml من الصباغ أو ما يعبر عنها بقوة الصبغة.

قوة الصبغة = كمية فيتامين C المعايرة mg / حجم الصبغة المستهلكةml

أُخذ 1ml عصير الليمون المركز وأجريت عملية التمديد المناسبة لكل من العينات بمحلول الاستخلاص وتمت بعدها معايرتها بمحلول الصبغة، وحسب تركيز فيتامين C في العينات وفق المعادلة التالية:

$$\text{كمية فيتامين C}\left(\frac{mg}{100g}\right) = \frac{\text{قوة الصبغة}\times\text{حجم الصبغة المستهلك } ml\times\text{معامل التمديد}\times 100}{\text{وزن العينة } gr}$$

نسبة الاحتفاظ بفيتامين C%:

$$\frac{\text{نسبة فيتامين } C \text{ في العصير المركز}\times 100}{\text{نسبة فيتامين } C \text{ في العصير الطبيعي}}$$

5-تحديد القدرة المضادة للأكسدة بطريقةDPPH :

تم تحديد القدرة المضادة للأكسدة وفق (Ozkan *et al.*,2004)حيث وضع 1.5 ml من محلول DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazy) في أنبوب أختبارثم أضيف 37.5μL ميكرو لترمن مستخلص العينة ، في أنبوب اختبار، حرك الأنبوب وحُفظ المزيج بغياب الضوء مدة 30 دقيقة ثم قيست الامتصاصية عند طول موجة λ=420nm حُسبت النتائج عن طريق نسبة التثبيط والتي تعطى بالقانون التالي:

$$\text{DPPH radical scavenging}(\%):\ \frac{(A0-A)}{A0}\times 100$$

حيث : A0 :امتصاص محلول DPPH المحضر(شاهد سلبي.)

A: امتصاصية العينة عند معايرة الجهاز باستخدام الميثانول%. 80

4. الاختبارات الميكروبيولوجية:

تحضير وسط التمديد:

حضر وسط التمديد وفق المواصفة القياسية الدولية (ISO 6887) بمزج البيبتون مع ملح الطعام بنسبة 1gr بيبتون و 8.5gr ملح طعام وتم اكمال الحجم بالماء المقطر حتى 1000ml حيث ضُبطت درجة الحموضة pH:7وعُقّم الوسط بدرجة حرارة 121°C لمدة 20 min

تمديد العينات المدروسة:

حُضرت سلسة التمديدات ايتية للعينات، وذلك في وسط التمديد المحضر سابقاً حيث اعتُمد التمديد 10^{-1} لعينة عصير الليمون والتمديد 10^{-3} لعينات العصير المركز.

تحضير أوساط الزرع الجرثومي:

استخدم في هذا الاختبار وسطي زرع جرثومي هما وسط اغار المغذي Nutrient agar من انتاج Hardy) (Diagnosticsلحساب التعداد العام للبكتيريا ووسط تشابك Czapek's medium من انتاج–Titan Bio) (tech Ltdلتنمية الفطور والخمائر.

الزرع الجرثومي :اتبعت طريقة الزرع السطحي على بيئة غذائية صلبة بالنسبة للتعداد العام للبكتريا وفق المواصفة القياسية الدولية (ISO 4833) وكذلك بالنسبة للخمائر والفطور وفق المواصفة القياسية الدولية (ISO 7954)

التحضين:

حُضنت الأطباق (طبقين لكل تخفيف) المزروعة عند درجة الحرارة المناسبة وفق الجدول (1):

الجدول (1):شروط الزرع الجرثومي للبكتيريا والفطور والخمائر

نوع الأحياء الدقيقة	درجة حرارة التحضين (°C)	مدة التحضين (يوم)
البكتريا	37	1
الفطور والخمائر	30	3

بعد انتهاء فترة التحضين عُدت المستعمرات في الأطباق المحضنة وحُسب تعداد الأحياء الدقيقة المدروسة في العينات وفق المعادلة التالية:

تعداد الأحياء الدقيقة خلية/1ml=متوسط عدد المستعمرات ×مقلوب التمديد ×معامل التحويل(10)

التحليل الاحصائي:

عُبّر عن النتائج التي تم التوصل إليها عند اجراء الاختبارات للعينات المدروسة باستخدام المتوسط الحسابي± الانحراف المعياري .وأُجري التحليل الاحصائي باستخدام برنامج

Minitab 19، حيث استُخدم تحليل التباين باتجاه واحد (one way ANOVA) عند قيمة($p<0.05$) للمقارنة بين المتوسطات ، كما أجري اختبار Fisher لتحديد أماكن وجود الاختلاف

خامسا النتائج والمناقشة Results and Discussion:

التركيب الكيميائي لعصير الليمون الطبيعي

تم تحديد التركيب الكيميائي لعصير الليمون وفق الطرائق المسبق عرضها وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (2)

الجدول(2) مواصفات عصير الليمون الطبيعي المحضر

المادة الصلبة المنحلة Birx%	6.7
الحموضة الكليةg/100ml	5.71 g /100ml
رقم الحموضة PH	2.47
فيتامينC mg/100g	44.2 mg/100g
القدرة المضادة للأكسدة%	53.10%
السكريات الكلية%	2.26%
السكريات المرجعة %	1.78%
اللون (الامتصاصية)	0.22

تغير تركيز حمض الأسكوربيك خلال عملية التركيز عند درجات حرارة مختلفة

نلاحظ من الجدول (3) أن نسبة فيتامينC في العصير الطبيعي قبل التركيز (44.2 mg/100g) وهي قيمة قريبة من القيمة التي توصل إليها (Roberston and Esguerra,1990)، حيث بلغت قيمة فيتامينC (45.1mg/100g) في دراسة أجروها على تركيز عصير الليمون تحت التفريغ عند تراكيز مختلفة وحفظه عند عدة درجات حرارة، كما أن هذه القيمة توافقت مع دراسة أجراها (Ucan *et al*.,2014) لتحديد المركبات النشطة بيولوجيا (الفينولية والكاروتينات) وبعض معايير الجودة في عصير الليمون المحلي، حيث تراوحت قيمة فيتامين Cما بين (41.91-36,14mg/100ml)، انخفضت نسبة فيتامينC خلال الزمن عند كل درجة حرارة بشكل تدريجي انخفاضا معنويا ($P<0.05$) وذلك بسبب تحلل فيتامينC بارتفاع درجة الحرارة والزمن، وقد كانت أقل انخفاض كما يبين الجدول(3) عند درجة حرارة $65^{\circ}C$ حيث وصلت قيمة فيتامينC الى (36.967) وكانت نسبة الاحتفاظ بفيتامينC عند هذه الدرجة 83.69%. وسجلت أقل نسبة لفيتامينC عند تركيز عصير الليمون بالغليان الجدول (4) عند الضغط الجوي النظامي (5.10%)، وكذلك انخفضت نسبة الاحتفاظ بفيتامينC الى (11.5%). وهذه النتائج تتوافق مع دراسة حركية فقدان حمض الأسكوربيك في عصير الليمون عند درجات حرارة مختلفة وأشارت النتائج أن زيادة ادرجة الحرارة تزيد من معدل تحلل فيتامينC والتي أجريت من قبل (AL

zubaidy and Khalil ,2005). مما سبق نلاحظ أن التركيز تحت التفريغ بانخفاض درجة الحرارة التي يتعرض لها العصير يحافظ على نسبة أعلى من فيتامينC في عصير الليمون المركز مقارنة مع التركيز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي، حيث فقد فيتامين C في نهاية عملية التركيز ويعود ذلك الى أن ارتفاع الحرارة المستخدمة تعمل على فقدان حمض الأسكوربيك.

الجدول(3) تغير نسبة حمض الأسكوربيك في ونسبة الاحتفاظ عينات عصير الليمون المركز تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة خلال الزمن

	درجة الحرارة °c													
	T-65		T-67		T-70		T-72		T-75		T-77		T-80	
الزمن (Minute)	فيتامينC mg/100g	نسبة الاحتفاظ %	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ %	فيتامين C mg/100g	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ %	نسبة الاحتفاظ %	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ %	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ %	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ %
0	44.2^{A} ±0.3	100	44.2^{A} ±0.3	100	100	44.2^{A} ±0.3	44.2^{A} ±0.2	100	44.2^{A} ±0.3	100	44.2^{A} ±0.3	100	44.2^{A} ±0.3	100
15	42.4^{B} ± 0.2	95.999	42.0^{B} ±0.2	95.2	93.8	41.4^{B} ±0.2	38.8^{B} ± 0.1	87.9	37.1^{B} ±0.1	83,999	35.7^{B} ± 0.2	80.8	32.5^{B}.±0 1	73.6
30	40.7^{C} ± 0.2	92.2	40.0^{C} ±0.3	91	86.7	38.2^{C} ±0.3	34.5^{C} ± 0.1	78.1	33.3^{C} ±0.7	75.47	31.4^{C} ± 0.2	71	27,7^{C} ±0.2	62.7
45	39.2^{D} ±0.3	88.9	38.8^{D} ±0.4	87.8	81.1	35.8^{D} ±0.2	28.7 ±0.2	64.9	26.9^{D} ±0.1	60.905	24.4^{D} ±0.10	55.2	20,0^{D} ±0.3	45.4
60	38.3^{E} ± 0.2	86.8	36.9^{E} ±0.2	83.6	73.9	32.5^{E} ±0.1	24.1^{E} ± 0.1	54.7	21.8^{E} ±0.1	49.358	19.2^{E} ± 0.1	43.5	15.7^{E} ±0.2	35.6
75	36.9^{F} ± 0.3	83.7	35.9^{F} ±0.06	81.2	67	29.6^{F} ±0.2	19.6^{F} ± 0.1	44.4	17.8^{F} ±0.2	40.301	15.5^{F} ± 0.1	35.1	11.5^{F} ±0.06	26.1

كل قيمة من الجدول تمثل المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

A,B,C.D.E.F.... القيم التي لا تتشارك بحرف من الأحرف الكبيرة في العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية (P<0.05)

T-0 تدل على العصير الطبيعي، T-56 تدل على العصير المركز عند درجة حرارة $65^{0}C$، ....

الجدول(4) تغير نسبة حمض الأسكوربيك في ونسبة الاحتفاظ عينات عصير الليمون المركزبالغليان

	T-110	
الزمن (Minute)	فيتامين C mg/100g	نسبة الاحتفاظ
0	$44.2^{A} \pm 0.3$	100
15	$28.3^{B} \pm 0.2$	64.0
30	$17.1^{C} \pm 0.1$	38.7
45	$5.1^{D} \pm 0.1$	11.6
60	-	-
75	-	-

T-110 تدل على العصير المركز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي.

تأثير طريقتي التركيز على لون عصير الليمون المركز

يبين الجدول (5) تأثير طريقتي التركيز على لون عصير الليمون المركز حيث بلغت الامتصاصية عند طول موجة 420nm للعصير الطبيعي (0.23) وهي قيمة قريبة من القيمة التي توصل اليها في دراسته حول المركبات النشطة بيولوجيا ومعايير الجودة لعصير الليمون (Ucan *et al.*,2014)، ارتفعت قيمة الامتصاصية الارتفاعا معنويا حيث بلغت أعلى قيمة الامتصاصية عند تركيز عصير الليمون بالغليان كما يتضح من الجدول (6) (2.65)، وكانت القيمة الأقرب للعصير الطبيعي عند التركيز بدرجة الحرارة $65^{o}C$ حيث بلغت (0.23) ويلاحظ عدم وجود فروق معنوية عند درجات الحرارة ^{o}C(65-67) والعصير الطبيعي وبالتالي فإن التركيز تحت التفريغ يحافظ على اللون أكثر من التركيز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي يعزى التغير في اللون إلى أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى حدوث تفاعل ميلارد وتشكل الميلانويدينات Melanoidins والتي يتراوح لونها بين الأحمر والبني الغامق (Maskan,2006)، وإلى حدوث تحطم لحمض الأسكوربيك لأن هذه العملية تؤدي إلى ظهور الاسمرار اللاأنزيمي حيث تشكل المركبات الوسطية الناتجة عن تحطم حمض الاسكوربيك طلائع نشطة لعملية الاسمرار اللاإنزيمي (الباقوني ، 2005) .

الجدول(5) تأثير تركيز عينات عصير الليمون عند درجات حرارة مختلفة على لون العصير المركز

درجة الحرارة °C	طول الموجة	الامتصاصية
T-0	420	$0.23^{H} \pm 0.02$
T-65	420	$0.27^{GH} \pm 0.03$
T-67	420	$0.37^{G} \pm 0.02$
T-70	420	$0.57^{F} \pm 0.02$
T-72	420	$0.83^{E} \pm 0.01$
T-75	420	$1.15^{D} \pm 0.15$
T-77	420	$1.82^{C} \pm 0,08$
T-80	420	$2.37^{B} \pm 0.02$

الجدول(6) تأثير تركيز عينات عصير الليمون بالغليان على لون العصير المركز.

درجة الحرارة °C	طول الموجة	الامتصاصية
T-110	420	$2.65^{A} \pm 0.05$

تأثير طريقتي تركيز عصير الليمون على الحموضة الكلية لعينات عصير الليمون المركز

يبين الجدول (7) تأثير طريقتي التركيز على الحموضة الكلية لعينات العصير المركز حيث تم قياس الحموضة الكلية للعينات مقدرة على أساس الحمض السائد في الليمون وهو حمض الليمون (الستريك)، بلغت قيمة الحموضة الكلية لعصير الليمون الطبيعي على أساس حمض الستريك(5.71 g/100ml) وهي أعلى من القيمة التي توصل إليها (Penniston *et al.*,2008) في دراستهم حول محتوى المشروبات من حمض الستيريك وفائدته في التغذية وتقييم تركيز حامض الستريك في عصائر الفاكهة المختلفة حيث بلغت (4.8 g/100ml)، ويعتمد محتوى العصير من الحموضة الكلية على عدة عوامل منها المناخ، الصنف و مرحلة النضج ، حيث أنه مع ازدياد عمر الثمرة يتناقص محتوى العصير من الحموضة الكلية (سمينة وعتمة،2015). يوضح الجدول (8) ارتفاع قيمة الحموضة المعايرة ارتفاعا معنويا نتيجة التركيز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي إلى القيمة (10.30)mg/100ml فعملية تبخر الماء أدت إلى تركيز الحموض العضوية في المركز الناتج، كما ارتفعت القيمة نتيجة التركيز تحت التفريغ ارتفاع معنوي احصائيا إلى القيمة mg/100ml (10.49) عند درجة 80°C

ولم تكن هنالك فروق معنوية عند درجات حرارة°C(75–77) حيث كانت القيم على التوالي mg/100ml (10.55, 10.54) ولم تكن هنالك فروق معنوية عند درجات حرارية °C (67–65)، حيث كانت القيم mg/100ml (10.77، 10.82)على التوالي كما هو مبين في الجدول (7)، كما لوحظ وجود فروق معنوية بين قيمة الحموضة الكلية في العصير المحضر بالطريقة الغليان والعصير المحضر تحت التفريغ، حيث كانت قيمة الحموض العضوية أقل في العصير الناتج بالطريقة بالغليان من قيمتها في العصير المحضر تحت التفريغ وذلك لجميع درجات الحرارة المدروسة، أي أن تخفيض درجة الحرارة المستخدمة في عملية التركيز يحافظ على نسبة أعلى من الحموض العضوية في العصير الناتج وهذا يحسن من جودة المنتج حيث تساهم هذه الحموض في التأثير على الصفات الحسية للفواكه ومنتجاتها (Poyrazoğlu *et* al.,2002).

الجدول(7) تأثير تركيز عينات عصير الليمون تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة على الحموضة الكلية

درجة الحرارة °C	الحموضة الكلية (g /100ml)
0	$5.71^{G} \pm 0.03$
65	$10.82^{A} \pm 0.01$
67	$10.77^{AB} \pm 0.01$
70	$10.72^{B} \pm 0.02$
72	$10.66^{C} \pm 0.02$
75	$10.55^{D} \pm 0.02$
77	$10.54^{DE} \pm 0.01$
80	$10.49^{E} \pm 0.09$

الجدول(8) تأثير تركيز عينات عصير الليمون تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة على الحموضة الكلية

درجة الحرارة °C	الحموضة الكلية (g /100ml)
110	$10.30^{F} \pm 0.02$

تأثير طريقتي التركيز على القدرة المضادة للأكسدة في عينات عصير الليمون المركزة

يبين الجدول (9) تأثير طريقتي التركيز لعصير الليمون عند درجات حرارة مختلفة على القدرة المضادة للأكسدة. بلغت قيمة القدرة المضادة للأكسدة لعصير الليمون الطبيعي 53.1% هي قريبة من القيمة التي توصل إليها (Marın *et al.*,2002) حيث بلغت (52.0%)، ارتفعت قيمة القدرة المضادة للأكسدة نتيجة التركيز عند درجات حرارة مختلفة بشكل معنوي، وكانت أفضل قيمة له عند العينات المركزة بالتفريغ كما هو مبين في الجدول (9) عند درجة حرارة 65°C حيث بلغت 65.5%و عند درجات الحرارة °C(67 ,70 ,75, 80) إلى(63.7% , 59,3% ,56.3% ,53.6%) على التوالي، أما في العينات المركزة بالغليان يوضح الجدول (10) أن قيمة القدرة المضادة للأكسدة بلغت 50.1% وهذا يتفق مع (الشب،2013) في دراسته على مركز تحت التفريغ عصير التوت البري، ويمكن أن يكون السبب أن عملية التركيز تحت التفريغ تتم بدرجات حرارة منخفضة مقارنة من التركيز بلغيان وبالتالي تحافظ على نسبة أعلى من المركبات الفعالة بيولوجيا كالفينولات وحمض الأسكوربيك والتي تعد مركبات المسؤولة عن النشاط المضاد للأكسدة في الأغذية (Miller and Rice ,1997)، وقد تبين أيضا أنه بانخفاض درجة الحرارة المستخدمة أثناء التركيز تحت التفريغ ترتفع نسبة تثبيط الجذر الحر أما بالتركيز بالغليان فقد بلغت كما يوضح الجدول(10) (50.13%)

الجدول(9) تأثير تركيز عينات عصير الليمون تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة على القدرة المضادة للأكسدة

درجة الحرارة °C	DPPH%
T-0	53.1^{A} ±0.1
T-65	65.5^{B}±0.15
T-67	63.7^{C}±0.1
T-70	59.3^{D}±0.3
T-72	58.2^{E}±0.2
T-75	56.3^{F}±0,2
T-77	55.0^{G}±0.1
T-80	53.6^{H}±0.1

الجدول(10) تأثير تركيز عينات عصير الليمون بالغليان على القدرة المضادة للأكسدة

درجة الحرارة °C	DPPH%
T-110	50.1ˡ±0.05

الاختبارات الميكروبيولوجية:

يبين الجدول(11) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لعينات عصير الليمون المركز عند درجات حرارة مختلفة حيث تم تقدير التعداد الكلي للبكتيريا لعصير الليمون الطازج ولعينات العصير المركز عند درجات حرارة مختلفة، أظهرت النتائج أنه لم يكن هناك نمو الأحياء الدقيقة في عينات العصير المركز بطريقة الغليان بالضغط الجوي النظامي أو المحضر تحت التفريغ ويعزى ذلك إلى انخفاض قيمة الـpH للعينات حيث تؤثر شوارد الهيدروجين في شحنة المواد الغروية للغشاء الخلوي ، يؤدي إلى تغير في نفوذية الجدار الخلوي كما أن التأثير المشترك للحرارة والـ pH يثبط الأحياء الدقيقة حيث تحدث درجات الحرارة العالية تغيرات غير عكوسة كتخثر البروتين (صادق وكشتعاري ،2005)

الجدول(11) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لعينات عصير الليمون المركز تحت التفريغ عند درجات حرارة مختلفة

درجة الحرارة °C	التعداد العام للبكتريا	التعداد العام للفطور
T−0	0^{A}	1.2×10^{3A}
T−65	0^{A}	0^{A}
T−67	0^{A}	0^{A}
T−70	0^{A}	0^{A}
T−72	0^{A}	0^{A}
T−75	0^{A}	0^{A}
T−77	0^{A}	0^{A}
T80	0^{A}	0^{A}

الجدول(12) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لعينات عصير الليمون المركز بالغليان

درجة الحرارة °C	التعداد العام للبكتريا	التعداد العام للفطور
T−110	0^{A}	0^{A}

خامساً: الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

خلُصت هذه الدراسة التجريبية في تركيز عصير الليمون بطريقتين مختلفتين، طريقة التركيز بالغليان عند الضغط الجوي النظامي وطريقة التركيز تحت التفريغ باستخدام درجات حرارة مختلفة إلى النتائج والمقترحات الآتية:

- تركيز عصير الليمون يحافظ على العصير من الناحية الميكروبيولوجية ويمنع نمو المستعمرات الجرثومية بسبب ارتفاع المادة الصلبة المنحلة وقيمة الـpH
- تحضير عصير الليمون المركز بطرية التركيز تحت التفريغ يحافظ على القدرة المضادة للأكسدة بشكل ملحوظ مقارنة بالتركيز بالغليان وكانت أفضل قيمة له عند درجة حرارة 65°C
- يحافظ التركيز تحت التفريغ على نسبة عالية من فيتامين C حيث كانت أعلى نسبة احتفاظ به عند درجة حرارة 65°C حيث بلغت 83.69 %
- يحافظ التركيز تحت التفريغ على لون جيد مقارنة بطريقة التركيز بالغليان في الضغط الجوي النظامي
- يمكن الحصول بطريقة التركيز تحت التفريغ على منتج ذو مواصفات جيدة وقيمة غذائية مقبولة مقارنة بطريقة التركيز بالغليان في الضغط الجوي النظامي

التوصيات

- متابعة دراسة عصير الليمون المركز تحت التفريغ خلال التخزين والتغيرات التي تطرأ عليه
- العمل على دراسة جدوى اقتصادية لإنتاج عصير الليمون المركز
- دراسة إمكانية تركيز عصير الليمون عند ضغوط وشروط أخرى

المراجع

1. الباقوني محمد رياض، 2005 كيمياء الأغذية الجزء النظري، منشورات جامعة– البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، 468 صفحة.
2. الشب ، نور ، 2013 التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية لثمار توت العليق– الطازجة والمخزنة والمصنعة .أطروحة ماجستير، جامعة البعث، سورية.
3. سمينة غياث ، عتمة راما ، 2015 تأثير معاملات تصنيع عصير الرمان في– النشاط المضاد للأكسدة وعلاقته بالفينولات، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد 31 ،العدد 3 ، الصفحات 167-176 .
4. صادق شريف، كشتعاري محمود، 2005 علم الأحياء الدقيقة القسم النظري،– منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، 242 صفحة.
5. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية زارعة طرطوس، البيانات الصادرة عن مكتب - الحمضيات في طرطوس لعام 2009

المراجع الأجنبية

1. .Abbasi,.A, Niakousari,.M, Electron. J. Environ**.. Effects of L-Ascorbic Acid, Bentonite and Gelatin on Clarification of Apple Concentrate and Optimization with Desirability Function**. Agric. Food Chem. 6–1735(2007) 1741
2. Adnan, A., Mushtaq, M., and Islam, T. (2018). Chapter 12. Fruit Juice Concentrates. Fruit Juices, Government College University, 217-240.
3. Albrigo LG.(1972). **Distribution of stomata and epicuticular wax on oranges as related to stem end rind breakdown and water loss**. J Am Soc Hortic Sci 97:220–3
4. Al-Zubaidy, M. M., & Khalil, R. A. (2007). **Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage**. Food Chemistry, 101(1), 254-259
5. Al-Mutairi, S. K., and Al-Jasser, M. S. (2012**). Effect of using rotary evaporator on date dibs quality.** Journal of American Science, 8(11), 587-594.
6. AOAC 17th edn, 2000,- Official method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products read with A.O.A.C. official method 920. 149 Preparation of test sample.
7. AOAC. 2005. Offical methods of analysis. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, Method 935.14 and 992.24
8. .Artes-Hernandez, F, Rivera-Cabrera,F ,. Kader A.A, Postharvest Biol. **Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature.** Technol. 43 (2007) 245–254.
9. Aturki Z., Brandi V., Sinibaldi M., Agric J.**. Separation of Flavanone-7-O-glycoside Diastereomers and Analysis in Citrus Juices by Multidimensional Liquid Chromatography Coupled with Mass Spectrometry** Food Chem. 52 (2004) 5303–5308
10. Bazaria, B., and Kumar, P. (2016). **Compositional Changes in Functional Attributes of Vacuum Concentrated Beetroot Juice.** Journal of Food Processing and Preservation, 40(6), 1215–1222.
11. Behrens W.A., Madere R., Anal. Biochem. **A highly sensitive high-performance liquid chromatography method for the estimation of ascorbic and dehydroascorbic acid in tissues, biological fluids, and foods** 165 (1987) 102–107.
12. Burdurlu H.S., Koca N., Karadeniz F., J. **Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage** Food Eng. 74 (2006) 211–216.
13. Cemerogˇlu, B., and Artık, N. (1990). **The Effects of Heating and Storage Conditions on Pomegranate (Punica granatum) Anthocyanins .** Gida ,15(1), 13–19.

14. Elhadad, A. S., Alwakdi, O. M., Abusheta, A., and Abdulsalam, F. (2013). **Effect of Vacuum Concentration on the Properties of Apricot and Peach Juices**. In 3rd International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences, Hong Kong (China). 26-27.
15. Elik, A., Yanık, D. K., Maskan, M., and Göğüş, F. (2016). **Influence of three different concentration techniques on evaporation rate, color and phenolics content of blueberry juice**. Journal of food science and technology, 53(5), 2389-2395.
16. Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., and Kader, A. A. (2000). **Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing**. Journal of Agricultural and Food chemistry, 48(10), 4581-4589.
17. Gonzlez-Molina, E., Domيnguez-Perles, R., Moreno, D. A., & Garca-Viguera, C.(2010). **Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health**. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 51(2), 327–345.
18. Huang, S.; Liu, X.; Xiong, B.; Qiu, X.; Sun, G.;Wang, X.; Zhang, X.; Dong, Z.;Wang, Z. **Variation in limonin and nomilin content in citrus fruits of eight varieties determined by modified HPLC**. Food Sci. Biotechnol. 2019, 28, 641–647
19. Hui , Y. H . 2006.**Horticultural and Quality Aspects of Citrus Fruits** , In:Handbook of Fruits and Fruit Processing , Barta JF , Cano PR , (eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp.295.
20. ISO 4833:2003-Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms -Colony-count technique at 30 °C
21. ISO 7954:1987-Microbiology - General guidance for enumeration of yeasts and moulds - Colony count technique at 25 °C
22. ISO 6887-1:1999 -Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 1.
23. Jiao, B., Cassano, A., and Drioli, E. (2004). **Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: a review.** Journal of food engineering, 63(3), 303-324.
24. Jaju, N. S., Patel, S. S., Birwal, P., Deshmukh, G., Sukhdev, B. S., & Nema, P. K. (2017**). Effect of Vacuum Evaporation Concentration on Lycopene Content and Rheological Properties of Watermelon Juice**. Int. J. Pure App. Biosci, 5(3), 1018-1024
25. MarIn F.R, M. Martinez, T. Uribesalgo, S. Castillo, M.J. Frutos. **Changes in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction systems.** Food Chem. 78 (2002) 319–324.

26. Mahmoud, M. H., Seleet, F. L., and Foda, M. I. (2017). **Effect of different concentration techniques on some properties of fresh and stored pomegranate juice**. Asian Journal of Scientific Research, 10(4), 290–298.
27. Maskan, M., (2006). **Production of pomegranate (Punica granatum L.) juice concentrate by various heating methods**: Colour degradation and kinetics. Journal of Food Engineering, 72(3), 218-224.
28. Marın, F. R., Martinez, M., Uribesalgo, T., Castillo, S., & Frutos, M. J. (2002). **Changes in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction systems.** Food chemistry, 78(3), 319-324.
29. Miller, N. J., and Rice-Evans, C. A. (1997). **The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink**. Food Chemistry, 60(3), 331-337.
30. Mónica Giusti, M., and Wrolstad, R. E. (2005). **Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-visible Spectroscopy**. Handbook of Food Analytical Chemistry, 2(2), 19–31.
31. Özkan, G., Sagdic, O., Baydar, N. G., and Baydar, H. (2004). **Note: Antioxidant and antibacterial activities of Rosa damascena flower extracts**. *Food Science and Technology International*, *10*(4), 277-281.
32. Ozaki Y., Miyake M., Inaba N., Ayano S., Ifuku Y., Hasegawa S.**, Limonoid glucosides of Satsuma mandarin (Citrus unshiu Marcov.) and its processing products**, ACS Symp. Ser. (2000) 107–119
33. Poyrazoğlu, E., Gökmen, V., and Artık, N. (2002). **Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (Punica granatum L.) Grown in Turkey**. Journal of Food Composition and Analysis, 15(5), 567–575.
34. Penniston, K. L., Nakada, S. Y., Holmes, R. P., & Assimos, D. G. (2008). **Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products.** Journal of Endourology, 22(3), 567-570.
35. Ranganna S, Govindarajan VS, Ramana KVR. 1983. Citrus **fruits—varieties, chemistry, technology, and quality evaluation. Part II. Chemistry, technology, and quality evaluation. A. Chemistry**. Crit Rev Food Sci Nutr 18:313–86.
36. Robards, K.; Antolovich, M. **Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. A review**. Analyst 1997, 122, 11–34.
37. Robertson, G. L., & Samaniego-Esguerra, C. M. (1990). **Effect of soluble solids and temperature on ascorbic acid degradation in lemon juice stored in glass bottles.** Journal of Food Quality, 13(5), 361-374.

38. Surin S, Thakeow P, Seesuriyachan P, Angeli S, Phimolsiripol Y (2014) **Effect of extraction and concentration processes on properties of longan syrup.** J Food SciTechnol 51: 2062-2069
39. Uçan, F., Ağçam, E., & Akyildiz, A. (2016). **Bioactive compounds and quality parameters of natural cloudy lemon juices. Journal of food science and technology**, 53(3), 1465-1474.
40. Vanamala J, L. Reddivari, K.S. Yoo, L.M. Pike, B.S. Patil, J. Food Compos. Anal. 19 (2006) 157–166..
41. Vanamala J, L. Reddivari, K.S. Yoo, L.M. Pike, B.S. Patil, J. Food Compos. Anal. 19 (2006) 157–166..
42. Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S. M. A., and Askari, G. R. (2012**). Comparing the effects of microwave and conventional heating methods on the evaporation rate and quality attributes of pomegranate (Punica granatum L.) juice concentrate**. Food and bioprocess technology, 5(4), 1328-1339.