مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 1 (2024): 181-196

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.1 (2024): 181-196

تأثير إضافة البكتين وميتا باي سلفيت البوتاسيوم في الخصائص الحسية وخصائص الجودة لرقائق التفاح

د. روعة طلي[1]

[1] أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية– كلية الزراعة – جامعة دمشق.

الملخص:

حضرت عينات رقائق التفاح من هريس لب التفاح الأصفر الجبلي السوري الطازج. تمت دراسة تأثير إضافة السكروز (18%) وميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.0057%) والبكتين (0.2%) في خصائص جودة رقائق التفاح المجففة بالهواء الساخن (60مْ). بينت النتائج ارتفاع محتوى لب ثمار التفاح الطازجة من الفينولات الكلية (97.09 مغ/100غ وزن جاف) والنشاط المضاد للأكسدة (86.09%) والمحتوى المائي (83.5%) والسكريات الكلية (15.70 غ/100 غ وزن جاف) والرماد (0.69%)، كما بلغت مؤشرات اللون (L*، a*، b*) لها (60.60، 0.10، 36.54) على الترتيب. أبدت عينة رقائق التفاح المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ارتفاعاً معنوياً في محتواها من السكريات الكلية (79.50 غ/100 غ وزن جاف)، الرماد (1.34%)، الفينولات الكلية (115.64 مغ/100غ وزن جاف)، النشاط المضاد للأكسدة (89%)، مؤشرات اللون (L*، a*، b*) والتي بلغت (75.35، 0.31-، 22.97) على الترتيب مقارنة مع العينات المصنعة بإضافة البكتين وعينات الشاهد. لاقت عينات الرقائق المصنعة بإضافة البكتين قبولاً حسياً أفضل من حيث درجة الطعم والرائحة واللون والقوام والقبول العام مقارنة مع عينات الرقائق المصنعة بإضافة الميتا باي سلفيت البوتاسيوم وعينات الشاهد.

الكلمات المفتاحية: تفاح، رقائق، ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، بكتين، خصائص كيميائية، خصائص حسية، فينولات كلية، نشاط مضاد للأكسدة.

تاريخ الايداع:2022/5/29
تاريخ القبول: 2022/7/21

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

Effect of adding pectin and potassium metabisulfite on organoleptic and quality properties of apple leather

Dr. Rawaa Tlay[1]
[1] Assistant Professor, Dept. Food Science, Agricultural College, Damascus University

Abstract:

Samples of apple leather were prepared from fresh yellow mountain Syrian apple pulp. Effect of adding sucrose (18%), potassium metabisulfite (0.0057%) and pectin (0.2%) on quality characteristics of dried apple leathers by hot air (60°C) were studied. Results showed an increase in the content of fresh apple pulp from total phenols (97.09 mg/100g dry weight), antioxidant activity (86.09%), water content (83.5%), total sugars (15.70 g/100g dry weight) and ash (0.69%), also color indices (L*, a*, b*) were reached to (60.60, 0.10, 36.54) respectively. Processed apple leathers sample by adding potassium metabisulfite showed a significant increase in total sugars content (79.50 g / 100 g dry weight), ash (1.34%), total phenols (115.64 mg / 100 g dry weight), antioxidant activity (89%), color indices (L*, a*, b*) which amounted to (75.35, -0.31, 22.97), respectively, compared with samples processed by adding pectin and control samples. Processed leather samples by adding pectin had a better sensory acceptance in terms of taste, odor, color, texture and general acceptance compared with Processed leather samples by adding potassium metabisulfite and control samples.

Received: 29/5/2022
Accepted: 21/7/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Keywords: Apple, Leather, Potassium Metabisulfite, Pectin, Chemical Properties, Sensory Properties, Total Phenols, Antioxidant Activity.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تتسم معظم الثمار الطازجة بموسم حصاد قصير وهي حساسة للتلف وحتى عند تخزينها في ظروف مبردة؛ لذلك، فإن صنع رقائق الفاكهة من الفاكهة الطازجة هو وسيلة فعالة لحفظ الفاكهة (Diamante *et al*., 2014, 1; Maskan *et al*., 2002, 79).

تُعد رقائق الفاكهة (Fruit Leathers) من الوجبات الخفيفة المجففة (Dehydrated Snack)، وهي عبارة عن منتجات مجففة يتم تحضيرها من ثمار الفاكهة مع إضافة الحمض والسكر والبكتين عالي الميتوكسيل، ويتم تناولها على شكل حلوى أو وجبات خفيفة، وتقدم على شكل شرائح أو رقائق مرنة، ونظراً لمظهرها الجذاب، ولأنها لا تتطلب عادةً التخزين البارد لتجنب نشاط الأحياء الدقيقة، فهي تشكل طريقة عملية لزيادة استهلاك المواد الصلبة للفاكهة، خاصة للأطفال والشباب، وفي السنوات الأخيرة، ازدادت شعبيتها، فقد أصبحت منتجاً صناعياً (Quintero Ruiz *et al*., 2012, 485).

بيَن Sai Srinivas وآخرون (2020, 773) أن رقائق الفاكهة تُصنع عن طريق تجفيف طبقة رقيقة جداً من هريس الفاكهة، وهي المنتج الذي يتم تحضيره عن طريق مزج هريس الفاكهة أو اللب المستخرج من لب الفاكهة الناضجة أو السكر أو المحليات المغذية الأخرى والمكونات والإضافات الأخرى المرغوبة للمنتج والتي يتم تجفيفها لتشكيل رقائق يمكن تقطيعها بالشكل والحجم المرغوبين.

أشار Diamante وآخرون (2014, 1) إلى أن رقائق الفاكهة تصنع من لب الفاكهة لتعطي قواماً ناعماً مرناً مطاطياً ومذاقاً حلواً، ويمكن أن تصنع من مزيج من الفاكهة وتؤكل كوجبات غذائية خفيفة عوضاً عن الحلويات المسلوقة، وهي مطاطية القوام، لذيذة الطعم، منخفضة الدهون، غنية بالألياف والكربوهيدرات، كما أنها خفيفة الوزن وسهلة التخزين والتعبئة، ويعتبر استهلاكها بديلاً اقتصادياً ومناسباً ذي قيمة مضافة للفاكهة الطبيعية كمصدر للعناصر الغذائية المختلفة، وذكر أن رقائق الفاكهة القائمة على لب الفاكهة مغذية ومقبولة من الناحية الحسية، حيث تحتوي كميات كبيرة من الألياف الغذائية والكربوهيدرات والمعادن والفيتامينات ومضادات الأكسدة وسعرات حرارية أقل بـ 100 سعرة حرارية لكل حصة (Joshipura *et al*., 2001, 1106) و(Fransiska *et al*., 2015) و(Diamante *et al*., 2014, 1, 11) و(Huang and Hsieh., 2005) و(Torres *et al*., 2015, 996).

ذكر Raab و Oehler (1999, 4) أنه يتم إنتاجها عن طريق هرس الأجزاء الصالحة للأكل من الفاكهة (نوع واحد أو أكثر)، وخلطها مع مكونات أخرى لتحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحسية، ويتم تسخينها وتشكيلها، ثم تجفيفها على صواني مسطحة حتى يتم الحصول على رقائق فاكهة متماسكة، وهي منتجات سهلة التحضير وطريقة جيدة لاستخدام بقايا الفاكهة المعلبة والفاكهة الطازجة الناضجة قليلاً، ويمكن استخدام معظم الفاكهة أو مزيج من الفاكهة، إذ يمكن مزج المشمش والتفاح والعنب والتوت والموز والأناناس والبرتقال والتفاح والأجاص والخوخ والبطيخ ومعظم أنواع الفاكهة الاستوائية لصنع رقائق الفاكهة ويتم استهلاكها كوجبة خفيفة، وتتميز الوجبات الخفيفة التي تحتوي على الفاكهة المجففة، مثل رقائق الفاكهة، بميزة أن ينظر إليها المستهلكون على أنها أغذية صحية (Huang and Hsieh, 2005; Tiwari, 2019, 11)، وأشار Tiwari (2019, 13) إلى أن انتاج الرقائق يتضمن الخطوات الأساسية التالية: تحضير الهريس، تحضير مكونات الخلطة، تجفيف، التعبئة والتخزين.

عادة يتم خلط لب الفاكهة بكميات مناسبة من السكر والبكتين والحمض والملونات، ثم يتم تجفيفها على شكل رقائق، وقد تضاف السكريات والبكتين فقط، حيث يعطي السكر المنتج طعماً أكثر حلاوة ويزيد من محتوى المواد الصلبة؛ ويستخدم البكتين لتكثيف اللب، وتعديل النسيج المرن، وضمان الاحتفاظ بأشكال المنتج المجفف، وقد تعالج المادة الأولية قبل هرسها بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم أو ثاني أكسيد الكبريت SO_2 للحصول على صفات حسية أفضل والتقليل من التغير في اللون أثناء المعالجة

والتخزين، كما يمكن استخدام إضافات مختلفة، مثل شراب الغلوكوز، حمض السوربيك، وذلك اعتماداً على نوع رقائق الفاكهة (Demarchi *et al*., 2013; Quintero Ruiz *et al*., 2012; Sharma *et al*., 2013, Diamante *et al*., 2014; Gujral and Brar., 2003)، ويتراوح محتوى البكتين المستخدم في صناعة المواد الغذائية من 0.5−1.5% (Phuong *et al*., 2016, 487).

يعتمد الحفاظ على رقائق الفاكهة على محتواها المائي المنخفض (10-20%) ونشاطها المائي المتوسط (0.7)، والحموضة الطبيعية للفاكهة المستخدمة ومحتواها المرتفع من السكر (Nurlaely., 2002). يمكن تجفيف رقائق الفاكهة باستخدام طرائق تجفيف مختلفة بما في ذلك التجفيف بالحمل الحراري والأشعة تحت الحمراء البعيدة والتجفيف بالهواء الساخن والتجفيف بالمايكروويف والتجفيف الشمسي والمجففات الصندوقية ومجففات الأنفاق لصنع رقائق الفاكهة (Raab and Oehler, 1999, 3) و(Tontul and Topuz., 2017, 294) و(Diamante *et al*., 2014, 2). يمكن أن يتغير لون المنتجات المجففة بالشمس ويمكن أن تكون العملية غير صحية وطويلة. يعد التجفيف بالهواء الساخن طريقة بديلة تتطلب وقت تجفيف أقل وتحسن جودة الفاكهة المجففة (Maskan and Kaya., 2002, 81). يتم تجفيف الرقائق عند 30 إلى 80 درجة مئوية لمدة تصل إلى 24 ساعة للوصول إلى محتوى مائي نهائي يتراوح ما بين (12− 20%)، من أجل الحفاظ على جودة نهائية أفضل واستقرار النشاط الجرثومي أثناء وبعد التحضير (Vijayanand *et al*., 2000, 132; Quintero Ruiz *et al*., 2012, 492). تشمل التغيرات التي تحدث في المنتج أثناء عملية التجفيف، الانكماش والانتفاخ والتبلور، وفي بعض الأحيان، تحدث أيضاً تفاعلات كيميائية أو كيميائية حيوية مرغوبة أو غير مرغوبة والتي ستسبب تغيرات في اللون والملمس والرائحة وغيرها من الخصائص في المنتج النهائي، كما تؤدي طرائق التجفيف غير الصحيحة إلى ضرر في جودة المنتج النهائي، مما يجعل المنتج غير قابل للتسويق (Huang and Hsieh., 2005; Azeredo *et al*., 2006; Gujral and Brar., 2003).

في دراسة أجريت من قبل Leiva Díaz وآخرون (2009, 194, 195, 196) لتحضير الرقائق من ثمار تفاح Granny Smith، تم غسل ثمار التفاح وتقشيرها وتقطيعها إلى مكعبات 14 مم، ثم سلقها بالبخار لمدة 600 ثانية لتجنب الإسمرار الإنزيمي ومنع تشكل اللون البني وزيادة ليونة ونعومة الأنسجة والسماح بحل البكتين وتوزيعه قبل التهلم، ثمَ إضافة 79غ من هريس التفاح إلى 18غ من سكر السكروز و3غ من محلول مائي لحمض الستريك (0.174% وزناً) لكل 100غ من الخلطة قبل التجفيف لتعزيز تكون هلام من البكتين والحمض والسكر، ومن ثم القيام بعملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن عند (60ْم) من محتوى مائي أولي بنسبة 70.6% وصولاً إلى 26.9% وزناً، لمدة ثلاث ساعات، فكانت النتائج أن المحتوى المائي في الرقائق بعد التجفيف كان 25% وزناً، وقد أظهر تغيراً ضئيلاً أثناء التخزين، وكان تركيز المواد الصلبة حوالي 75 بريكس وهو أعلى من الحد الأدنى للقيمة المطلوبة، وبلغ رقم pH لهريس التفاح (3.5) وانخفض إلى (3.3) بعد إضافة حمض الستريك، وبلغ النشاط المائي 0.7، حيث تعتبر هذه القيمة آمنة لتخزين الأطعمة الحامضية في درجة الحرارة المحيطة لأنه لن يمنع نمو الكائنات الحية المسببة للأمراض فحسب بل سيمنع أيضاً نمو الفطريات والخمائر، ومع هذا النشاط المائي فإن معدلات تشكل اللون البني الناتج عن التفاعلات الإنزيمية وغير الإنزيمية ليست مهملة وقد تكون ملحوظة، نظراً لتثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز Polyphenol Oxidase في المعالجة الحرارية الأولية. قام Quintero Ruiz وآخرون (2012, 486) بتطوير الطريقة السابقة ولكن مع إضافة الماء المقطر المضاف (23.1% وزناً) وميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.0057% وزناً)، وتمَ تجفيف خليط هريس التفاح في مجفف هواء ساخن عند (60ْم) وسرعة هواء 2 م/ ثا إلى محتوى مائي نهائي قدره 24.85% وزناً، وبمجرد الانتهاء من عملية التجفيف، تم تغليف

المواد وتخزينها بإحكام، والمطلوب تركيز ميتاباي سلفيت قدره 173.7 مغ/كغ منتج نهائي للحصول على 100 مغ ثاني أكسيد الكبريت/ كغ من المنتج النهائي، وهو ما يمثل 10% فقط من القيمة المحددة المقبولة لمنتجات الفاكهة المجففة من قبل الدستور الغذائي (FAO-WHO., 2010). تم التوصل نتيجة الدراسات إلى أن الرقائق التي تمت إضافة الميتا باي سلفيت إليها حافظت على خصائص الجودة دون تطور جرثومي على مدى فترة تخزين 7 أشهر، كما لوحظ أن معامل اللون الأحمر ازداد أثناء التخزين عند 20 درجة مئوية، وكانت هذه الزيادة معتدلة بشكل خاص في رقائق التفاح المضاف إليها ميتا باي سلفيت البوتاسيوم وانخفض النشاط المضاد للأكسدة بنسبة تصل 4.7% خلال فترة 7 أشهر عند درجة 20مْ في الشاهد، بينما كان الفقد في العينات المضاف اليها ميتا باي سلفيت البوتاسيوم أقل بكثير (15.9%) مقارنة مع القيمة الأولية، حيث يتحكم النشاط المضاد للأكسدة في وقت التخزين المسموح به، خاصة إذا كان المنتج سيتم تسويقه كغذاء وظيفي.

تستخدم الثمار الناضجة في تحضير رقائق الفاكهة، تغسل الثمار الناضجة ويجمع لب الفاكهة بعد إزالة القشور، يضاف الماء إلى لب الفاكهة (إذا لزم الأمر)، ويخلط جيداً ويسخن حتى 80 درجة مئوية، يجمع لب الفاكهة الخالي من البذور والألياف عن طريق تصفية الكتلة الساخنة من خلال منخل من الفولاذ المقاوم للصدأ، يضاف السكر وحمض الستريك والمواد الحافظة إلى اللب، يغلى اللب وينشر على صواني من الألمنيوم مغطاة بورق الزبدة، وتجفف عند درجة حرارة 55–60 درجة مئوية لمدة 15–16 ساعة حتى تصل نسبة المحتوى المائي فيها إلى 14.5%، تقطع شرائح اللب المجفف، وتلف بورق الزبدة ويتم تعبئتها في أكياس من البولي إيتيلين، ويمكن إضافة ما يصل إلى 10% من السكر إلى اللب المستخلص قبل تجفيف اللب (Singh and Chaurasiya, 2014, 65, 67).

ذكر Yılmaz وآخرون (2017, 33) أن Pestil هو منتج فاكهة تقليدي يتم إنتاجه بشكل شائع في الأناضول والجزيرة العربية وأرمينيا ولبنان وبلاد فارس وسورية، وهو منتج حلو يحتوي على نسبة عالية من العناصر الغذائية مثل المعادن والفيتامينات، ويعتبر مصدراً غنياً للطاقة بسبب محتواه العالي من الكربوهيدرات، ويصنع من فاكهة مختلفة مثل المشمش والكيوي والعنب والتوت والكمثرى، وهو يشبه رقائق الفاكهة وكمثال عليه القمر الدين (Tiwari., 2019, 12).

تم تصنيع رقائق التفاح من قبل Valenzuela و Aguilera (2013, 1951) ودراسة تأثير إضافة الجيلاتين بتراكيز مختلفة وتأثير زمن الخفق في البنية المجهرية وسلوك التجفيف والخصائص الميكانيكية للرقائق، وقد أدت زيادة محتوى الجيلاتين ووقت الخفق إلى زيادة احتجاز الغاز وخفض متوسط حجم الرغوة، وانخفض وقت التجفيف مع زيادة نسبة الهواء، وأظهرت العينات التي تحتوي على 1.2% من الجيلاتين وسبع دقائق من الخفق أعلى معدل تجفيف، حيث تطلبت 2.8 ساعة من التجفيف للوصول إلى محتوى مائي قدره 0.13 كغ ماء / كغ على أساس الوزن الجاف.

مواد وطرائق البحث:

مواد البحث:

تم الحصول على ثمار التفاح الأصفر الجبلي الطازج (صنف غولدن ديليشيس) من محافظة ريف دمشق بواقع 6 كغ ثمار طازجة، واستُخدم لب ثمار التفاح في تحضير رقائق التفاح. تم شراء السكروز والبكتين وحمض السيتريك من السوق المحلي لمحافظة دمشق.

طرائق البحث:

تحضير هريس التفاح: تم تحضير هريس التفاح وفق الطريقة الموصوفة من قبل Quintero Ruiz وآخرون (2012, 486)، حيث تم غسيل الثمار جيداً بالماء، ثمَ تمَ تقشير التفاح وتقطيعه وإزالة البذور والجيوب الحجرية، ثم تمَ الحصول على لب الثمار فقط وتم

تقطيعه إلى مكعبات 1سم، ثم السلق بالبخار لمدة 10 دقائق لتثبيط نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز (Polyphenol Oxidase) وإضفاء اللون الذهبي لهريس التفاح ومقاومة ميكانيكية للرقائق، ثم تمَ الهرس باستخدام جهاز خلط كهربائي، مع إضافة السكر والماء ومحلول حمض السيتريك وميتا باي سلفيت البوتاسيوم، ثم الفرد على صواني التجفيف بشكل طبقات رقيقة، ثم التجفيف على 60مْ للحصول على رقائق التفاح.

تصنيع رقائق التفاح: تم تحضير رقائق التفاح وفق الطريقة الموصوفة من قبل Leiva Díaz وآخرون (2009, 196)، وتم التعبير عن المكونات الرئيسة جميعها كنسبة مئوية وزنية. حُضرت رقائق التفاح وفق ثلاث معاملات مختلفة:

المعاملة الأولى: تمَ مزج هريس التفاح الأصفر (79غ) والسكروز (18%) ومحلول مائي لحمض الستريك (0.174%) للتحكم في درجة الحموضة والحموضة الكلية، ماء مقطر (23.1%). كانت هذه العينات خالية من ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ومن البكتين (عينة الشاهد).

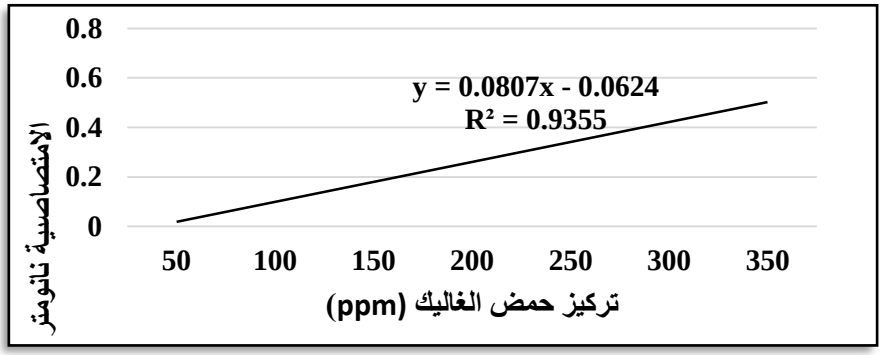
المعاملة الثانية: حُضرت وفق نفس الطريقة المشار إليها آنفاً في المعاملة الأولى ولكن تمَ استبدال ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بالبكتين (0.2%) كعامل تكثيف بهدف تحسين نسيج الرقائق المصنعة (Al-Hinai *et al*., 2013, 531; Patil *et al*., 2017, 400).

المعاملة الثالثة: حُضرت وفق نفس الطريقة المشار إليها آنفاً في المعاملة الأولى، ولكن تمت إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.0057%) بهدف تقليل تفاعلات اللون البني الإنزيمي.

نُشرت العينات كافة على صواني خاصة بالتجفيف، ثم أُخضعت المعاملات الثلاث لعملية التجفيف باستخدام أفران تجفيف خاصة بالهواء الساخن عند (60مْ) للوصول إلى محتوى مائي لا يزيد عن 16%، ثم عُبئت في أكياس من البولي ايتيلين لحين إجراء التحاليل الكيميائية اللازمة.

الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

1. **تقدير المحتوى المائي والرماد:** قُدر المحتوى المائي ونسبة الرماد وفق الطريقة الواردة في (AOAC, 2007).
2. **تقدير السكريات الكلية:** قُدرت السكريات الكلية بطريقة Lane و Enyon وذلك وفق الطريقة الواردة في (AOAC, 2007).
3. **تقدير الفينولات الكلية:** أُتبع في استخلاص الفينولات الكلية ما ورد في الطريقة الموصوفة من قبل (Wada and Ou, 2002, 3495). بعد ذلك قُدّرت الفينولات الكلية باستخدام كاشف Folin-Ciocultu حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Spanos and Wrolstad, 1992, 1478)، وعُبّر عن النتائج (مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ عينة) على أساس الوزن الجاف. ويُبين الشكل (1) المنحنى المعياري لحمض الغاليك:



الشكل (1): المنحنى المعياري لحمض الغاليك

4. **تعيين النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة الجذر الحر DPPH:** أُخذ 1غ من العينة مع 20 مل من الميتانول ومُزجت بشكل جيد لمدة 15 دقيقة، ثم ثُفلت بجهاز الطرد المركزي (3000 rpm)، ثمَ أُخذ السائل الرائق للتحليل (Jang *et al.*, 2010, 156). عُينّ النشاط المضاد للأكسدة وفقاً لطريقة (Luo *et al.*, 2009, 500) وذلك بأخذ 2 مل من العينة مع 2 مل من المحلول الميتانولي لجذر DPPH بتركيز 1 Mm وبعد الخلط والمزج، تُركت العينة في الظلام لمدة 30 دقيقة، ومن ثمَ قيست الامتصاصية على طول موجة 517 نانومتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي (موديل N–3469 من شركة Secomam الفرنسية).

5. **تعيين مؤشرات اللون:** عُينّت مؤشرات اللون باستخدام جهاز (Hunter-Lab) نوع (Chroma meter CR-410) حسب Rao (*et al.*, 2011, 322).

6. **تقدير رقم الـ pH:** قُدر رقم الـ pH باستخدام جهاز pH-meter.

الاختبارات الحسية: أُجريت الاختبارات الحسية من قبل مجموعة مؤلفة من 15 شخصاً باستخدام مقياس اللذة (Hedonic Scale)، بتحديد خمس نقاط (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، القبول العام) حسب (Akhtar *et al.*, 2008, 115). أُعطيت درجات التقييم الحسي وفق التالي (1: رديء، 2: مقبول، 3: جيد، 4: جيد جداً، 5: ممتاز).

التحليل الإحصائي: أُجري تحليل التباين باستخدام برنامج SPSS، حيث حُللت النتائج باستخدام اختبار One Way Anova، واُتبع باختبار LSD لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5% وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري.

النتائج والمناقشة:

1- أهم المؤشرات الكيميائية ومؤشرات اللون للب ثمار التفاح الطازج:

الجدول (1): أهم المؤشرات الكيميائية ومؤشرات اللون للب ثمار التفاح الطازج

المكونات	المؤشرات الكيميائية
المحتوى المائي %	83.5±0.33
الرماد %	0.69±0.12
السكريات غ/100 غ وزن جاف	15.70±0.44
الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	97.09±0.63
النشاط المضاد للأكسدة %	86.09±0.42
L*	60.60
a*	0.10
b*	36.54

تشير النتائج الموضحة في الجدول (1) إلى ارتفاع محتوى لب ثمار التفاح الطازجة من الفينولات الكلية (97.09 مغ/100غ وزن جاف) والنشاط المضاد للأكسدة (86.09%) والمحتوى المائي (83.5%) والسكريات الكلية (15.70 غ/100 غ وزن جاف) والرماد (0.69%)، كما بلغت مؤشرات اللون (L*، a*، b*) لعينة لب التفاح الطازجة (60.60، 0.10، 36.54) على الترتيب. ذكر Oszmiański وآخرون (2018, 647) أنه في 22 صنفاً من التفاح تراوح محتوى البولي فينولات من 1348.40 إلى 4310.52 مغ/100غ وزن جاف، السكريات من 7.41 إلى 11.99 غ/100غ وزن رطب. أشار Shevchuk وآخرون (2021, 95) أن نسبة السكريات الكلية في أصناف التفاح المدروسة في بحثهم تراوحت من 9.8% (صنف 'Todes') إلى 11.6% (صنف'Ornament')، بينما كان متوسط قيمة هذا المؤشر للمجموعة المدروسة 10.7%، وتراوح المحتوى من المواد الفينولية في الأصناف المدروسة ما بين (127–262 مغ/100غ وزن رطب).

أهم المؤشرات الكيميائية لرقائق التفاح المصنعة:

الجدول (2):أهم المؤشرات الكيميائية لرقائق التفاح المصنعة

نوع المعاملة	المحتوى المائي%	الرماد%	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)
المعاملة الأولى (شاهد)	^{a}15.60±0.22	^{c}0.80±0.13	^{b}78.50±0.16
المعاملة الثانية (بكتين)	^{b}14.00±0.36	^{b}1.05±0.11	^{b}78.50±0.14
المعاملة الثالثة (ميتا باي سلفيت البوتاسيوم)	^{b}14.30±0.21	^{a}1.34±0.31	^{a}79.50±0.22

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p \geq 0.05$)

توضح النتائج المشار إليها في الجدول (2) إلى وجود ارتفاع معنوي في محتوى رقائق التفاح المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم من السكريات الكلية (79.50 غ/100 غ وزن جاف) والرماد (1.34%) مقارنة مع العينات المصنعة بإضافة البكتين وعينات الشاهد، بينما لوحظ وجود ارتفاع معنوي في محتوى رقائق التفاح الشاهد من المحتوى المائي (15.60%) مقارنة مع العينات الأخرى المصنعة. تشير القيم العالية لمحتوى الرماد إلى ارتفاع نسبة وجود العناصر المعدنية. توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Safaei *et al*., 2019, 1)، إذ تراوح المحتوى المائي لرقائق الفاكهة ما بين (13.05-20.76%) وتراوح رقم الـ pH ما بين (2.32–3.25)، والمحتوى المائي في رقائق التفاح (14.66%) وتراوح (2.4) ورقم الـ pH (2.53)، ووفقاً للمعايير، يجب أن يكون محتوى المائي في رقائق الفاكهة أقل من 15%. أظهر Suna وآخرون (47 ,2014) أن المحتوى المائي الأقل من 15% في رقائق الفاكهة تمنع نمو الأحياء الدقيقة. أشار Torres وآخرون (998 ,2015) أن المحتوى المائي لرقائق الفاكهة بلغ 18 كغ ماء / 100 كغ منتج نهائي. تتوافق النتائج مع نتائج الدراسة التي قام بها Quintero Ruiz وآخرون (488 ,485 ,2012) تم تصنيع رقائق التفاح باستخدام هريس التفاح الأخضر والسكر وحمض السيتريك مع ودون إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (100 مغ SO_2/كغ منتج نهائي)، ثم تمَ تجفيف العينات بالهواء الساخن عند (60مْ) إلى نشاط مائي (0.7) ومحتوى مائي (25 كغ ماء/100كغ منتج نهائي)، بلغ المحتوى المائي في العينة النهائية (24.85، 24.80 كغ ماء/100كغ من المنتج النهائي)، المواد الصلبة الذائبة (75.1، 75.7) بريكس، رقم الحموضة (3.29، 3.26)، النشاط المائي (0.70، 0.71)، وذلك لعينة رقائق الشاهد والعينة التي أضيف لها ميتا باي سلفيت البوتاسيوم على الترتيب.

تتوافق نتائج المحتوى المائي والسكريات والرماد مع ما توصل إليه Kurniawati وآخرون (4 ,3 ,2021)، حيث أشاروا إلى العلاقة بين إضافة ميتا باي سلفيت الصوديوم في زيادة المحتوى الرماد، وهذا عائد إلى زيادة عدد أيونات الصوديوم ومركبات الكربونات التي تعد أملاحاً غير عضوية، كما أن ميتا باي سلفيت الصوديوم يمكن أن تزيد من قيمة الأس الهيدروجيني وتساعد في تحويل السكروز إلى غلوكوز وفركتوز، اللذان يتمتعان بقابلية عالية للذوبان بحيث يصعب تكوين بلورات السكروز، كما يؤدي زمن التجفيف إلى خفض المحتوى المائي وبالتالي تقليل نسبة السكريات المختزلة.

توضح النتائج المبينة في الجدول (2) عدم وجود فروقات معنوية في المحتوى من السكريات الكلية بين عينة الشاهد والعينة التي أضيف إليها البكتين، إذ بلغت (78.50 غ/100 غ وزن جاف)، وأشار Juthong وآخرون (610 ,2019) في دراسة هدفت إلى

تحديد تأثير البكتين في جودة رقائق التمر الهندي، بأن كمية البكتين لم تؤثر في المواد الصلبة الذائبة الكلية والمحتوى الرطوبي للرقائق المجففة، وحصلت العينات على أعلى درجة قبول وأعلى شفافية عند مقارنتها مع الشاهد. أشار Gujral وآخرون (2013, 363) إلى أن السكروز يزيد من وقت التجفيف بسبب زيادة المواد الصلبة الكلية وربط جزيئات الماء، بينما يزيد البكتين من وقت التجفيف بسبب خاصية الارتباط بالماء، وبين Gowda وآخرون (1995, 17) أن إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم زاد من محتوى السكر في رقائق فاكهة المانغا. درس Gujral و Brar (2003, 273, 269) تأثير الغروانيات المائية المختلفة بما في ذلك البكتين بمستويات مختلفة في سلوك تجفيف لب المانغا وخلصوا إلى أن البكتين يخفض معدل تجفيف رقائق المانغا.

2. مؤشرات اللون لرقائق التفاح المصنعة:

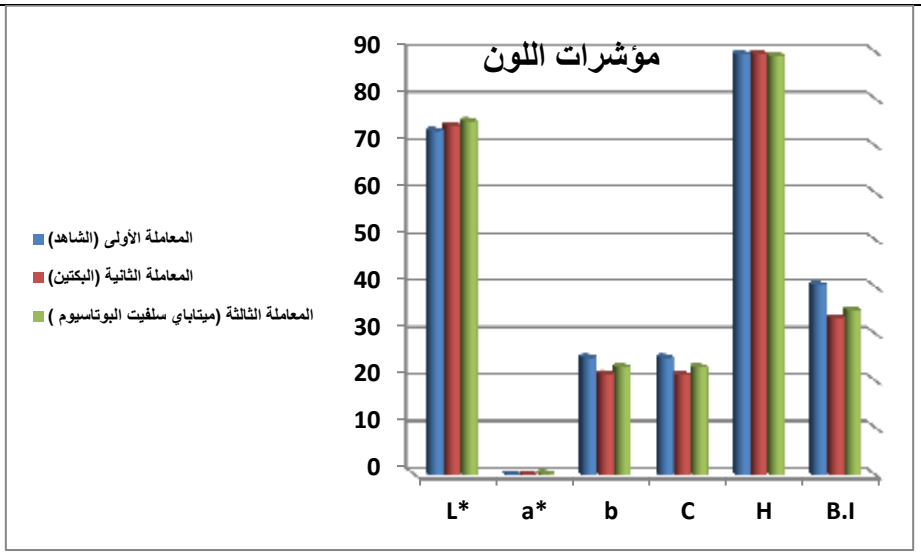
تبين النتائج الموضحة في الجدول (3) وجود ارتفاع معنوي في مؤشرات اللون لعينة رقائق التفاح المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، حيث بلغت مؤشرات اللون (*L، *a، *b) (75.35، 0.31-، 22.97) على الترتيب، مقارنة مع عينة البكتين (74.43، 0.13-، 21.57) وعينة الشاهد (73.25، 0.20-، 25.03) على الترتيب. في دراسة أجريت من قبل Maskan و Kaya (2002, 81, 86)، تم تحديد تأثير التجفيف الشمسي في تغير لون Pestil حيث ازدادت قيمة مؤشر اللون a من (3.50-3.74) خلال المرحلة الأولى من التجفيف (صفر إلى 325 دقيقة) وازدادت ببطء من (3.74-3.78) خلال (325 إلى 1830 دقيقة)، ومع ذلك، أظهرت قيم L و b تقلباً أثناء التجفيف بدون اتجاه ثابت. أشار Quintero Ruiz وآخرون (2012, 485, 488) إلى أنَ قيمة مؤشر الاسمرار (BI) والنشاط المضاد للأكسدة، بلغت (2.55، 16.26) على الترتيب.

الجدول (3): مؤشرات اللون لعينات رقائق التفاح المصنعة

العينة	L*	a*	b*	C	H	B.I
المعاملة الأولى (شاهد)	^{c}73.25	^{b}0.20	^{a}25.03	^{a}25.03	^{a}89.54	^{a}40.45
المعاملة الثانية (بكتين)	^{b}74.43	^{c}0.13	^{c}21.57	^{c}21.57	^{a}89.65	^{c}33.50
المعاملة الثالثة (ميتا باي سلفيت البوتاسيوم)	^{a}75.35	^{a}0.31	^{b}22.97	^{b}22.97	^{a}89.23	^{b}35.11

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p \geq 0.05$)

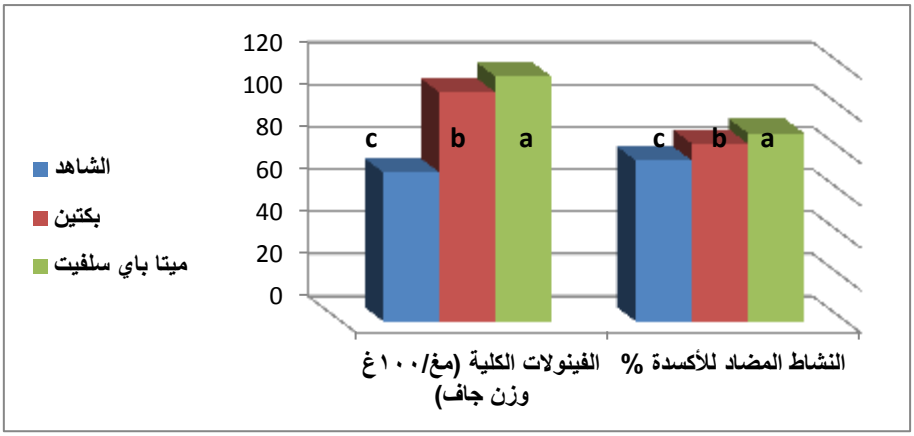
ذكر Nasution وآخرون (2011, 6) أن العينات المضاف إليها البكتين كانت لها أدنى قيم للمؤشر *a (درجة الاحمرار)، وكانت قيم *b (درجة الاصفرار) للعينات دون إضافة البكتين هي الأعلى، وأظهرت النتائج أن عينات رقائق الكركديه كانت تمتلك مستوى أقل من الاحمرار والاصفرار عند زيادة كمية البكتين المضافة. يوضح الشكل (1) تأثير الإضافات المختلفة في مؤشرات اللون لرقائق التفاح المصنعة.



الشكل (1): تأثير الإضافات المختلفة في مؤشرات اللون لرقائق التفاح المصنعة

2. المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لرقائق التفاح المصنعة:

تشير النتائج الموضحة في الشكل (2) إلى وجود ارتفاع معنوي في محتوى رقائق التفاح المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم من الفينولات الكلية (115.64 مغ/100غ وزن جاف) والنشاط المضاد للأكسدة (89%) مقارنة مع عينة الشاهد (70.34 مغ/100غ وزن جاف، 76%) وعينة البكتين (108.13 مغ/100غ وزن جاف، 84%) على الترتيب. أشار Phuong وآخرون (2016, 493, 494, 492) إلى أنَ إضافة كميات مختلفة من البكتين (0.5–1%) إلى رقائق ثمار التوت أدت إلى تغيرات في خصائص الرقائق المصنعة، إذ أدت زيادة تركيز البكتين إلى زيادة المواد الصلبة الذائبة والحموضة القابلة للمعايرة، بينما انخفضت نسبة الفينولات الكلية والقدرة المضاد للأكسدة بشكل ملحوظ، وقد يعود الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة إلى تأثير البكتين المضاف بشكل كبير في المحتوى من حمض الأسكوربيك في رقائق فاكهة التفاح والعنب الأسود (Lemuel *et al*., 2013, 430, 441).



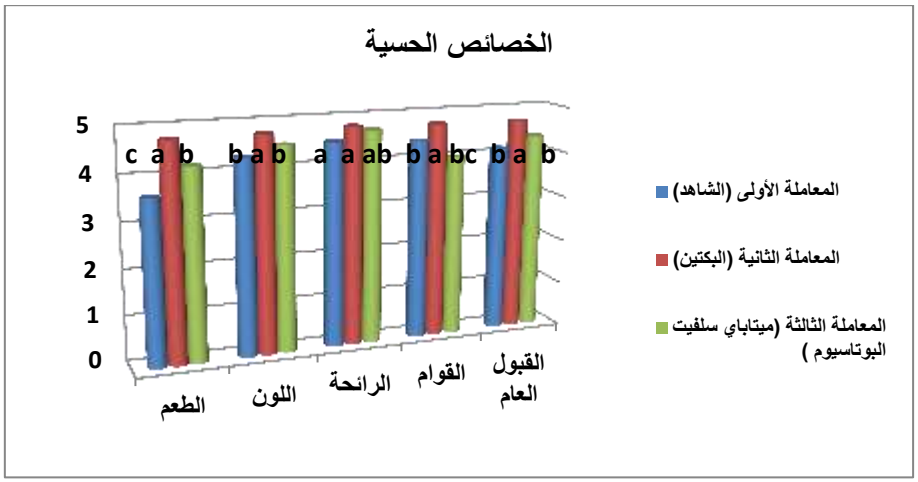
الشكل (2): تأثير الإضافات في محتوى رقائق التفاح المصنعة من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة

*تشير الأحرف المختلفة ضمن المؤشر الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p \leq 0.05$)

*الشاهد(المعاملة الأولى)، البكتين (المعاملة الثانية)، ميتا باي سلفيت (المعاملة الثالثة)

2- الخصائص الحسية لرقائق التفاح المصنعة:

تشير النتائج الموضحة في الشكل (3) أن عينات الرقائق المصنعة بإضافة البكتين لاقت قبولاً حسياً أفضل من قبل المحكمين وذلك من حيث درجة الطعم والرائحة واللون والقوام والقبول العام مقارنة مع عينات الرقائق المصنعة بإضافة الميتا باي سلفيت البوتاسيوم وعينات الشاهد، حيث لوحظ وجود فروقات معنوية من الناحية الحسية في درجة الطعم واللون والقوام والقبول العام لعينات الرقائق المصنعة بالبكتين مقارنة مع عينات الرقائق (الشاهد) والعينات المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين العينات المصنعة من حيث درجة الرائحة، وعدم وجود فروقات معنوية في بعض الخصائص الحسية (القبول العام، الرائحة، اللون، القوام) بين عينة رقائق (الشاهد) والعينات المصنعة بإضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، ولوحظ فقط وجود فروقات معنوية في درجة الطعم في كافة العينات المصنعة.



الشكل (3): تأثير الإضافات في الخصائص الحسية لعينات رقائق التفاح المصنعة

***تشير الأحرف المتشابهة ضمن المؤشر الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p \leq 0.05$)**

توافقت هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Huang and Hsieh., 2005) بأن البكتين كان أهم مكون له تأثير معنوي في الخصائص التركيبية لرقائق فاكهة الكمثرى، وكان للسكروز والبكتين تأثير معنوي في معدل التجفيف وثبات معدل التجفيف والتأثير في انتشار الرطوبة، وكان تأثير إضافة البكتين أكثر أهمية في انتشار الرطوبة في كل من رقائق الأناناس والمانغا (Gujral *et al.*, 2013, 366)، وتوصل Juthong وآخرون (2019, 614) في دراسته، أن عينات الرقائق المصنعة بإضافة البكتين كانت أفضل من الناحية الحسية مقارنة مع المالتوديكسترين وعينات رقائق الشاهد. أشار Nasution وآخرون (2011,7,8,1) إلى أنَ التفاعل بين عملية التجفيف وتركيز البكتين أثر معنوياً في النشاط المائي، ودرجة الحموضة وخصائص اللون وخصائص النسيج (الصلابة، المضغ، التماسك والالتصاق) والقبول الحسي الكلي، كما أثر تركيز البكتين وحده معنوياً في مرونة الرقائق ودرجات القبول الحسي (اللون ودرجة المضغ وتوازن الطعم الحلو والحامض) للرقائق، ووفقاً ل (Huang and Hsieh., 2005)، تم الحصول على قيم أعلى للصلابة والتماسك والمضغ مع إضافة البكتين، نظرا لأن جزيئات البكتين مرتبطة بالهيدروجين مع بعضها البعض وتشكل روابط تعزز قدرة الرقائق على المقاومة التشوه الناتج عن تحلل النسيج.

الاستنتاجات:

أبدت عينة رقائق التفاح التي تحتوي على ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من السكريات والرماد والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، وارتفاعاً في قيمة المؤشر L وانخفاضاً في قيم كل من المؤشرين (a و b) وفي محتواها المائي، بينما لاقت العينة المصنعة بإضافة البكتين قبولاً حسياً من قبل المقيمين مقارنة مع العينات الأخرى المدروسة.

التوصيات:

يوصى بإضافة السكروز وميتا باي سلفيت البوتاسيوم والبكتين بهدف تحسين خصائص الجودة لرقائق التفاح المصنعة وتحسين صفاتها الحسية.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. Akhtar, S.; Anjum, F.M.; Rehman, S.U.; Sheikh, M.A. and Farzana, K. (2008). Effect of fortification on physico chemical and microbiological stability of whole wheat flour. Food Chemistry, 110: 113–119.
2. Al-Hinai, K.Z., Guizani, N., Singh, V., Rahman, M.S. and Al-Subhi, L. (2013). Instrumental texture profile analysis of date-tamarind fruit leather with different types of hydrocolloids. Food Science and Technology Research, 19(4): 531-538.
3. AOAC. (2007). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemists, 18th Ed. Publ. AOAC Washington, DC.
4. Azeredo, H.M.C., Brito, E.S., Moreira, G.E.G., Farias, V.L. and Bruno, L.M. (2006). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. International Journal of Food Science & Technology, 41(6): 635–8.
5. Demarchi, S. M., Quintero Ruiz, N. A, Concellon, A. and Giner, S. A. (2013). Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers. Food and Bio products Processing, 91: 310–318.
6. Diamante, L.M., Bai, X and Busch, J. (2014). Fruit leathers: method of preparation and effect of different conditions on qualities. International Journal of Food Science, 12: 1-9, Pp: 1-13.
7. FAO/WHO. (2010). Evaluation of certain food additives and contaminants: dietary intake of inorganic mercury; (sólo en inglés).
8. Fransiska, D., Nurbaity Kartika Apriani, S., Murdinah, M., Melanie, S. (2015). Carrageenan as binder in the fruit leather production. KnE Life Sci, 2(1): 63.
9. Gowda, I.N.D., Dan, A. and Ramanjaneya, K.H. (1995). Studies on mango fruit bar preparation. Indian Food Packer, 49 (2): 17–24.
10. Gujral, H. S and Brar, S.S. (2003). Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. International Journal of Food Properties, 6(2): 269–279.
11. Gujral, H.S., Oberoi, D.P.S., Singh, R. and Gera, M. (2013). Moisture diffusivity during drying of pineapple and mango leather as affected by sucrose, pectin, and maltodextrin. Int. International Journal of Food Properties, 16(2): 359-368.
12. Huang, X. and Hsieh, F.H. (2005). Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. Journal of Food Science, 70(3): 177–186.
13. Jang, I. C., Jo, E. K., Bae, M. S., Lee, H. J., Jeon, G. I., Park, E., ... and Lee, S. C. (2010). Antioxidant and antigenotoxic activities of different parts of persimmon (Diospyros kaki cv. Fuyu) fruit. Journal of Medicinal Plants Research, 4(2): 155-160.
14. Joshipura, K.J., Hu, F.B., Manson, J.E, Stampfer, M.J., Rimm, E.B. and Speizer, F.E. (2001). The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. Annals of Internal Medicine, 134(12): 1106–14.
15. Juthong, T., Theppradit, R., Jitkaew, J. and Kasemsa, O. (2019). "Effect of pectin and maltodextrin and drying temperature on qualities of tamarind leathe", Bioresearch Communications-(BRC). Dhaka, Bangladesh, 5(1): 610-615.
16. Kurniawati, E., Karimah, R. N., Suryana, A.L., Destarianto, P., Oktafa, H. (2021). The effect of sodium metabisulfite concentration and drying time on the quality of coconut sugar. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 672, 012069. IOP Publishing. The 3rd International Conference On Food and Agriculture. doi:10.1088/1755-1315/672/1/012069. Pp: 1-7.
17. Leiva Díaz, E., Giannuzzi, L., and Giner, S. (2009). Apple pectic gel produced by dehydration. Food and Bioprocess Technology, 2(2): 194-207.
18. Lemuel, M., Siwei, L., Qian, X., Janette, B. (2013). Effects of apple juice concentrate, blackcurrant concentrate and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. Foods, 2(3): 430-443.

19. Luo, W., Zhao, M., Yang, B., Shen, G., Rao, G., (2009). Identification of bio active compounds in Phyllenthus emblica L. fruit and their free radical scavenging activities. Food Chemistry, 114: 499-504.
20. Maskan A., Kaya S., Maskan M. (2002). Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). Journal of Food Engineering, 54(1): 75–80.
21. Maskan, M. and Kaya, S. (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). Journal of Food Engineering, 54(1): 81–88.
22. Nasution, Z., Chan, Y.L., Amir Izzwan, Z., Fisal, A. and Mohd Nizam, L. (2011). Effect of pectin concentration and drying condition on physicochemical properties and sensory acceptance of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) leather. International Conference of Sustainable Agriculture and Food Security: Challenges and Opportunities, 27 – 28 September 2011, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia. Pp: 1-12.
23. Nurlaely, E. (2002). Pemanfaatan buah jambu mete untuk pembuatan leather. Kajian dari proporsi buah pencampur. Skripsi jurusan teknologi hasil pertanian. [dissertation]. Brawijaya Malang University; Indonesian.
24. Oszmiański, J., Lachowicz, S., Gławdel, E., Cebulak, T. and Ochmian, I. (2018). Determination of phytochemical composition and antioxidant capacity of 22 old apple cultivars grown in Poland. European Food Research and Technology, 244: 647–662.
25. Patil, S.H., Shere, P.D., Sawate, A.R. and Mete, B.S. (2017). Effect of hydrocolloids on textural and sensory quality of date-mango leather. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5): 399-402.
26. Phuong, H.M.K., Hoa, N.D.H., Ha, N.V.H. (2016). Effects Of Added Pectin Amounts And Drying Temperatures On Antioxidant Properties Of Mulberry Fruit Leather. Journal of Biotechnology, 14(1A): 487-495.
27. Quintero Ruiz, N. A., Demarchi, S. M., Massolo, J. F.,. Rodoni, L. M and Giner, S.A. (2012). Evaluation of quality during storage of apple leather. LWT-Food Science and Technology, 47(2): 485–492.
28. Raab, C. and Oehler, N. (1999). Making dried fruit leather. Fact Sheet 232, pp 1-4, Oregon State University Extension Service.
29. Rao, L., Hayat, K. Lv, Yi. Karangwa, E., Xia, S., Jia, C., Zhong, F., and Zhang, X. (2011). Effect of ultrafiltration and fining adsorbents on the clarification of green tea. Journal of Food Engineering, 102: 321-326.
30. Safaei, P., Sadeghi, Z. and Khaniki, G. J. (2019). The Assessment of Physical and Microbial Properties of Traditional Fruit Leathers in Tehran. Jundishapur Journal of Health Sciences. In Press (In Press): e85814. Pp: 1-5.
31. Sai Srinivas, M., Jain, S. K. Jain, N. K. Lakhawat, S. S. Kumar, A. and Jain. H. K. (2020). A Review on the Preparation Method of Fruit Leathers. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(5): 773-778.
32. Sharma, S. K., Chaudhary, S. P., Rao, V. K., Yadav, V. K. and Bisht, T. S. (2013). Standardization of technology for preparation and storage of wild apricot fruit bar. Journal of Food Science and Technology, 50: 784–790.
33. Shevchuk, L., Grynyk, I., Levchuk, L., Babenko, S., Podpriatov, H. and Kondratenko, P. (2021). Fruit Quality Indicators Of Apple (Malus Domestica Borkh.) Cultivars Bred In Ukraine. Journal of Horticultural Research, 29(2): 95–106.
34. Singh, A. K. and Chaurasiya, A. K. (2014). Post-harvest management and value addition in bael (Aegle marmelos Corr). International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies, 1 (9): 65-77.

35. Suna, S., Tamer, C.E., Inceday, B., Sinir, G.O. and Copur, O.U. (2014). Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. Indian Journal of Traditional Knowledge, 13(1): 47–55.
36. Tiwari, R. B. (2019). Advances in technology for production of fruit bar: A review. Pantnagar Journal of Research, 17(1): 11-18.
37. Tontul, I. and Topuz, A. (2017). Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). LWT, 80: 294–303.
38. Torres, C.A., Romero, L.A. and Diaz, R.I. (2015). Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. LWT - Food Science Technology, 62(2): 996–1003.
39. Valenzuela, C. and Aguilera José, M. (2013). Aerated Apple Leathers: Effect of Microstructure on Drying and Mechanical Properties. Drying Technology, 31(16): 1951-1959.
40. Vijayanand, P., Yadav, A.R., Balasubramanyam, N. and Narasimham, P. (2000). Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. LWT - Science Technology, 33(2): 132–137.
41. Wada, L., and Ou, B. (2002). Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(12), 3495-3500.
42. Yılmaz, F.M., Yu- Ksekkaya, S., Vardin, H. and Mehmet Karaasla, M. (2017). The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16: 33–40.