مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2024): 115-126

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.2 (2024): 115-126

تأثير إضافة نشاء الأرز والبكتين كبدائل للدهون في الخصائص الريولوجية للعجائن وجودة البسكويت الناتج

حنين عيسى[1]، د. جهاد سمعان[2]

[1]طالبة ماجستير في قسم علوم الأغذية- كلية الزراعة-جامعة دمشق.

[2] أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية -كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الملخص:

أُجري هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ومخبر الحبوب المركزي، وزارة التجارة الداخلية وحماية المستهلك، بهدف دراسة تأثير إضافة أنواع مختلفة من بدائل الدهون (نشاء الأرز والبكتين) في الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح المعدة لتحضير البسكويت الجاف، وتقييم خصائص الجودة (التصنيعية والحسية) للبسكويت الجاف المحضر باستخدام بدائل الدهون.

بينت نتائج تحليل الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة والمعدة لتصنيع البسكويت الجاف التأثير السلبي لاستبدال المادة الدهنية سواء بنشاء الأرز أو البكتين، حيث لوحظ ارتفاع التماسك وانخفاض الثباتية مع ارتفاع نسبة الاستبدال، حيث لم تمتلك بدائل الدهون المستخدمة القدرة في المحافظة على خصائص العجين (التماسك والثباتية) خلال مدة الاختبار مقارنةً بالمادة الدهنية الأساسية المستخدمة، غير أن البكتين أعطى عند استخدامه كبديل للدهن خصائص ريولوجية أفضل من نشاء الأرز، وتشير نتائج البحث إلى أن استبدال الدهن بالبدائل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدني في الخصائص الريولوجية، بينما كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد. من جهة أخرى، أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تأثيراً عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدائل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت التصنيعية، فقد ازداد متوسط قطر قطعة البسكويت ومتوسط سماكة القطعة، بينما انخفض معامل التمدد وصلابة القطعة عند ارتفاع نسبة الاستبدال. وأظهرت نتائج التحليل الحسي أن سطح البسكويت في العينات التي استبدل فيها الدهن أصبح خشناً وأغمق في اللون مع زيادة نسبة الاستبدال. وبشكل عام، تشير درجة الجودة الإجمالية إلى أنه يمكن استبدال المادة الدهنية المستخدمة في صناعة البسكويت ببدائل الدهون، مثل نشاء الأرز والبكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية للبسكويت.

الكلمات المفتاحية: البسكويت، دقيق القمح، الدهون المهدرجة، نشاء الأرز، البكتين، الخصائص الريولوجية، الخصائص التصنيعية، الخصائص الحسية.

تاريخ الايداع:2022/9/7
تاريخ القبول: 2022/11/9

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 Rice starch and Pectin as Fat Substitutes on Dough Rheological Properties and Resulting Biscuit Quality

H. Issa[1], Dr. J. Samaan[2]
[1] MSc Candidate, Food Science Department, Agriculture Faculty.
[2] Prof Assistant, Food Science Department, Agriculture Faculty. Damascus University.

Abstract:

This research was conducted at the laboratories of Food Sciences Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and the Central Grain Laboratory, Ministry of Internal Trade and Consumer Protection, with the aim of studying the effect of adding different types of fat substitutes (rice starch and pectin) on the rheological properties of wheat flour dough prepared for the preparation of dry biscuits, and evaluating the quality characteristics (processing and sensory properties) of biscuits prepared using fat substitutes.

The results of the rheological analysis of doughs prepared for the manufacture of dry biscuits showed the negative effect of replacing the fatty substance, whether with rice starch or pectin, as it was observed that the tenacity increased and consistency decreased with the high rate of replacement, and the used fat substitutes did not have the ability to maintain the properties of the dough (tenacity and consistency) during the test time compared to the basic used fatty substance, but pectin when used as a substitute for fat exhibited better rheological properties than rice starch. Moreover, the results of the research indicated that the replacement of fat with the used substitutes at high rates led to a decrease in the rheological properties, while the replacement ratio of 25% was appropriate and close to the readings of the control. On the other hand, the results of the statistical analysis showed a highly significant effect of the process of replacing vegetable fat with the studied fat substitutes on the processing properties of biscuit, where the average diameter and the average thickness of the biscuit piece increased, while the spread ratio and hardness decreased when the replacement ratio increased. Furthermore, the results of the sensory analysis showed that the surface of the biscuits in the samples in which the fat was replaced became coarse and darker in color with the increase in the percentage of replacement. The overall quality score indicated that the fat used to make biscuits could be replaced with fat substitutes, such as rice starch and pectin, by up to 25% without affecting the sensory properties of biscuits.

Keywords: Biscuits, Wheat Flour, Shortening, Rice Starch, Pectin, Rheological Properties, Processing Properties, Sensory Properties.

Received: 7/9/2022
Accepted: 9/11/2022

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

1- المقدمة والدراسة المرجعية:

تلعب الدهون الغذائية دوراً مهماً في مصفوفات الغذاء، فإضافةً لقيمتها الغذائية الأساسية، تساهم في العديد من الخصائص الحسية والجودة للطعام بما في ذلك العوامل الفيزيائية والتركيبية التي تؤثر جميعها في الاستساغة الكلية للمنتج (McClements, 2015, 338) إضافةً لقيمتها الغذائية الأساسية. من جهة أخرى، يعتبر تناول الدهون الغذائية الزائدة، لا سيما في الأطعمة الخفيفة، أحد المساهمين الرئيسيين في تناول الطاقة الزائدة وبالتالي زيادة الوزن (Hooper *et al*., 2020, 1)، حيث يتزايد انتشار زيادة الوزن والسمنة في جميع أنحاء العالم (Ng *et al*, 2014, 766) وهو أمر يدعو للقلق، حيث ترتبط السمنة بزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية (Whitlock *et al*., 2009, 1083)، داء السكري النوع 2 (Abdullah *et al*., 2010, 309) وبعض أنواع السرطان (Renehan *et al*., 2008, 569). وعلى الرغم من وعي المستهلك وتوسيم المنتجات يبقى استهلاك الأطعمة الخفيفة مرتفع نسبياً مع تعويض ضئيل عن زيادة مدخول الطاقة (Forbes *et al*., 2016, 65)، وتُعزى زيادة تناول الوجبات الخفيفة إلى العوامل المشجعة، مثل الطعم والتسويق والسعر، المرافقة للوجبات الخفيفة (Chandon and Wansink, 2012, 571). ومن أجل الاستجابة لهذه التوصيات وطلبات المستهلكين، تعمل شركات التصنيع بشكل متزايد على تطوير وجبات خفيفة غنية بالعناصر الغذائية أكثر من الوجبات الخفيفة التقليدية مثل رقائق البطاطا والكيك، والتي عادةً ما تحتوي على نسبة عالية من الدهون المضافة والسكر والصوديوم، وبالرغم من أن العديد من هذه الوجبات الخفيفة قد تحتوي على نسبة عالية من البروتين والألياف الغذائية، لكن يساهم الكثير منها بكميات كبيرة من الدهون والسكر والصوديوم في النظام الغذائي للمستهلكين (Block, 2004, 439)، لذلك كان لابد من بذل الجهود لتطوير وجبات خفيفة جذابة غنية بالبروتين والألياف الغذائية بينما لا تساهم بكميات كبيرة من الصوديوم والسكر والدهون، وغالباً ما تبدي المنتجات المخبوزة التي لا تحوي على الدهون الغذائية كبديل "قليل الدسم" خصائص حسية ضعيفة، مثل التفتت والجفاف وسوء الإحساس بالفم وانخفاض قبول المستهلك بشكل عام (Siro *et al*., 2008, 456).

يوجد عدد من "بدائل الدهون" المحتملة لتقليل محتوى الدهون في مصفوفات الغذاء مع الحفاظ على الخصائص الحسية التي تُنسب عادةً إلى الدهون الغذائية، يتم تصنيف بدائل الدهون على أنها إما بدائل للدهون (Fat Substitutes) أو مقلدات للدهون (Fat Mimetics) (Ognean *et al*., 2006, 433)، وتستخدم العديد من المنتجات المخبوزة في السوق حالياً بدائل الدهون من أجل تقليل إجمالي الطاقة أو محتوى الدهون مع الحفاظ على قبول المستهلك.

تم تعريف بدائل الدهون من قبل جمعية الحمية الأمريكية (American Dietetic Association) على أنها "مكون يمكن استخدامه لتوفير بعض أو كل وظائف الدهون، مما ينتج عنه سعرات حرارية أقل من الدهون" (Richard, 1998, 463)، وتستخدم مجموعة كبيرة من المنتجات في صناعة المواد الغذائية بدائل الدهون، وبعضها يشمل اللحوم ومنتجات الألبان والمخبوزات، ومن المهم لمصممي المنتجات وتقنيي الأغذية أن يفهموا كيف تؤثر بدائل الدهون المختلفة في الخصائص الحسية والفيزيائية للوجبات الخفيفة من أجل توجيه عملية تطوير المنتجات البديلة الصحية (Zoulias *et al*., 2000, 385). يمكن أن تكون بدائل الدهون مكونات ذات أصل كربوهيدراتي أو بروتيني أو دهني، ويعتمد التصنيف التالي على تطبيقاتها الوظيفية والصناعية بدلاً من خصائصها الكيميائية:

الكربوهيدرات المعقدة عادةً ما تكون بدائل ناجحة للدهون نظراً لقدرتها على ربط الماء لتشكيل عجينة يمكن أن تحاكي بنية ولزوجة الدهون في المنتجات الغذائية من خلال توفير خصائص تدفق مماثلة للدهون في بعض الأنظمة الغذائية (Voragen, 1998, 328)، وتشمل الأمثلة على بدائل الدهون القائمة على الكربوهيدرات الإينولين والمالتوديكسترين والألياف النباتية.
تعمل الصموغ والمواد الهلامية بشكل مشابه للكربوهيدرات المعقدة، من حيث أنها ترتبط بالماء في شكل مواد هلامية تحاكي ملمس ولزوجة الدهون (Lucca and Tepper, 1994, 12)، في حين أن بعض الصموغ والمواد الهلامية تتكون من الكربوهيدرات المعقدة، إلا أن هذا ليس محدداً لأن هناك بعض الصموغ والمواد الهلامية المكونة من البروتينات والدهون، وتشمل الأمثلة على الصموغ والمواد الهلامية المستخدمة كبديل للدهون البكتين والأوليوجيل وبروتينات مصل اللبن.

2- مبررات وأهداف البحث:

ازداد الاهتمام باستخدام بدائل الدهون الغذائية في السنوات الأخيرة، حيث تعد بدائل الدهون هذه مفيدة لأنها تحتوي على مجموعة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات التي قد تساعد في الخصائص الريولوجية للمنتجات المخبوزة، مما يجعلها أكثر ملاءمةً من المستخلصات البسيطة، كما لا يوجد حتى وقتنا الحاضر أي دراسات محلية تتعلق بتأثير إضافة بدائل الدهون في خصائص منتجات الخبيز المحلية، لذلك هدف البحث إلى ما يلي:

1. دراسة تأثير إضافة أنواع مختلفة من بدائل الدهون (نشاء الأرز والبكتين) في الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح المعدة لتحضير البسكويت الجاف.
2. تقييم خصائص الجودة (التصنيعية والحسية) للبسكويت الجاف المحضر باستخدام بدائل الدهون (نشاء الأرز والبكتين).

3- مواد البحث وطرائقه:

3-1- مواد البحث:

1. دقيق قمح عالي الجودة (دقيق الزيرو) بنسبة استخراج 72%.
2. استخدم نوعين من بدائل الدهون:
   - الكربوهيدرات المعقدة: نشاء الأرز.
   - الصموغ والمواد الهلامية: البكتين.
3. مواد تحضير البسكويت: السكر، زبدة نباتية مهدرجة، حليب مجفف منزوع الدسم، بيكربونات الصوديوم وبيكربونات الأمونيوم، قطر صناعي والملح.
4. استبدالت الدهون المهدرجة المستخدمة في تحضير العجائن بكل نوع من بدائل الدهون المذكورة سابقاً وفقاً للنسب التالية (0، 25، 50، 75 و100%) من كمية المادّة الدسمة المُستخدمة في تصنيع كلٍّ من هذه المنتجات.

3-2- الاختبارات الريولوجية للعجائن المُحضّرة:

تمَّ تقدير الخصائص الريولوجية للعجائن المُحضّرة باستخدام جهاز الفارينوغراف وفق الطريقة الموصوفة في (Jacob and Leelavathi, 2007, 299)، لتسجيل المؤشرات التالية:

1- التماسك (Tenacity): ويُعبر عنه بعرض عصابة المنحني المرسوم مقدراً بواحدات البربندر وذلك عند كلاً من الزمن (0 و10 دقيقة).

2- الثباتية (Consistency): ويُعبر عنها بارتفاع المنحني المرسوم على المحور الأفقي مقدراً بواحدات البربندر وذلك عند كلاً من الزمن (0 و10 دقيقة).

3-3- الاختبارات التصنيعية للبسكويت:

1- مؤشرات الأبعاد: تمَّ قياسها حسب (Sudha *et al*., 2007, 1922) وتشمل:

- قطر القطعة: تمّ وضع 6 قطع من البسكويت بجانب بعضها البعض، الحافة على الحافة، وجرى حساب القطر باستعمال مقياس بيكاوليس، ثمّ دُورت القطع بزاوية 90 درجة وتم حساب القطر مرة أخرى، ثمّ أخذ المتوسط للقياسات السابقة (مم).
- سماكة القطعة: تمّ وضع القطع بعضها فوق بعض وقيست السماكة، ثمّ أُعيد ترتيب القطع مرة أخرى وأُجري القياس مرة أخرى، وحُسب المتوسط مقدراً بـ (مم).
- معامل التمدد: تمّ حسابه من العلاقة التالية:

معامل التمدد = القطر ÷ السماكة.

2- خصائص الصلابة (مقاومة الكسر): تمَّ قياس صلابة المنتجات المُصنَّعة باستخدام جهاز (Texture Analyser) حسب الطريقة المتبعة في (Mamat and Hill, 2014, 1998).

3-4- الاختبارات الحسية للبسكويت:

تمَّ إجراء التقييم الحسي للبسكويت المُصنَّع حسب طريقة Hedonic Scale من قبل 20 شخص، حيث قُيِّمت الصفات التالية: المظهر (اللون والشكل)، الهشاشة (قابلية البسكويت للكسر باليد، وقابلية البسكويت للكسر بالأسنان والذوبان بالفم)، النكهة (الحلاوة، والملوحة والرائحة)، الطعم الدسم (الطعم الزيتي أو الدهني الغني) والقبول العام (Yilmaz and Ogutcu, 2015, 1194).

3-5- التحليل الإحصائي:

أجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين ANOVA ثم تبع باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة ($p \geq 0.05$) باستخدام البرنامج الاحصائي Minitab 14.

4- النتائج والمناقشة:

4-1- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة:

استخدم جهاز الفارينوغراف لقياس الخصائص الريولوجية (التماسك والثباتية) للعجائن المحضرة والمستخدمة لتصنيع البسكويت الجاف، والذي يحوي في تركيبته على ما نسبته 20% مادة دهنية، والتي استبدلت بنسبة (0، 25، 50، 75 و100%) من نشاء الأرز (الجدول 1) والبكتين (الجدول 2).

الجدول (1): الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	التماسك (BU)		الثباتية (BU)	
	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د
%0	280 ± 3.50^{a}	275 ± 4.30^{a}	55 ± 1.10^{a}	55 ± 0.85^{a}
%25	310 ± 2.05^{b}	320 ± 3.55^{b}	50 ± 0.55^{b}	45 ± 0.25^{b}
%50	360 ± 5.20^{c}	380 ± 1.10^{c}	40 ± 0.15^{c}	30 ± 0.45^{c}
%75	450 ± 6.25^{d}	480 ± 2.15^{d}	30 ± 0.40^{d}	20 ± 0.22^{c}
%100	540 ± 3.10^{e}	560 ± 5.10^{e}	20 ± 0.15^{d}	10 ± 0.65^{d}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P\leq0.05$.

الجدول (2): الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	التماسك (BU)		الثباتية (BU)	
	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د
%0	280 ± 3.50^{a}	275 ± 4.30^{a}	55 ± 1.10^{a}	55 ± 0.85^{a}
%25	290 ± 1.10^{b}	295 ± 2.35^{b}	55 ± 2.10^{b}	50 ± 1.20^{b}
%50	320 ± 3.11^{c}	330 ± 4.55^{c}	45 ± 0.66^{c}	40 ± 0.11^{c}
%75	380 ± 1.12^{d}	400 ± 5.10^{d}	40 ± 0.25^{d}	35 ± 0.64^{c}
%100	450 ± 1.05^{e}	470 ± 3.22^{e}	30 ± 0.22^{d}	20 ± 0.35^{d}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P\leq0.05$.

أهم ما يميز نتائج تحليل الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة والمعدة لتصنيع البسكويت الجاف هو التأثير السلبي لاستبدال المادة الدهنية سواء بنشاء الأرز أو البكتين، حيث لوحظ ارتفاع التماسك وانخفاض الثباتية مع ارتفاع نسبة الاستبدال، بالإضافة إلى ذلك، لم تمتلك بدائل الدهون المستخدمة القدرة في المحافظة على خصائص العجين (التماسك والثباتية) خلال مدة الاختبار مقارنةً بالمادة الدهنية الأساسية المستخدمة، ولكن أعطى البكتين عند استخدامه كبديل للدهن خصائص ريولوجية أفضل من نشاء الأرز. بيَّن الجدول (1) ارتفاع في تماسك العجينة عند استخدام نشاء الأرز وتراوحت بين (280–540 BU) في بداية الاختبار وبين (275–560 BU) بعد 10 دقائق من الاختبار، بينما تراوحت بين (280–450 BU) و(275–470 BU) عند الزمن 0 دقيقة والزمن 10 دقيقة على التوالي (الجدول 2). من جهة أخرى، انخفضت ثباتية العجينة من (55 BU) لعينة الشاهد في الزمن

0 دقيقة والزمن 10 دقيقة إلى (20 و10 BU) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% نشاء الأرز و(30 و20 BU) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% بكتين. بشكل عام، يعد القوام من أهم سمات الجودة للبسكويت، والذي يعتمد على التركيبة وأنظمة الشوي المستخدمة (Kulthe *et al*., 2011, 153)، لكن العامل الأكثر أهمياً هو المكون الرئيسي في المصفوفة الذي يربط العناصر المختلفة معاً، وعلى الرغم من أن النشاء هو العنصر الهيكلي الرئيسي في العديد من الأغذية، ومع ذلك، غالباً ما يُنظر إليه على أنه "حشو خامل" (inert filler) في البسكويت، حيث يلعب السكر أو الدهن دوراً هيكلياً، وينتمي البسكويت إلى مجموعة من المنتجات التي تحتوي على كمية كبيرة من الدهون ويتم تحديد الجودة الإجمالية إلى حد كبير حسب نوع الدهون المستخدمة (Mamat and Hill, 2014, 1998). تؤدي الدهون وظيفة اختزال (Shortening) في العجين، ويشير مصطلح الاختزال إلى قدرة الدهون على تزييت أو إضعاف أو تقصير بنية مكونات الطعام لتوفير منتج غذائي بخصائص تركيبية مرغوبة، وتعمل الدهون كمواد تزييت أثناء الخلط، كما أنها تمنع تكوين شبكة الغلوتين في العجين (Pareyt *et al*., 2008, 824). يتفاعل الماء أو المحلول السكري، في حالة عدم وجود المادة الدهنية (السمن)، مع بروتين الدقيق لتكوين غلوتين متماسك وقابل للتمدد، ولكن عند وجود السمن، تحيط الدهون بالبروتينات وحبيبات النشاء، وتعزلها عن الماء، وبالتالي تكسر المادة الدهنية استمرارية بنية البروتين والنشاء (Ghotra *et al*., 2002, 1015). بالإضافة إلى ذلك، الدهون هي عنصر أساسي مسؤول عن طراوة البسكويت وملمسه والقيمة الغذائية الغنية للبسكويت (O'Brien *et al*., 2003, 215)، وتتفاعل الدهون مع المكونات الأخرى لتطوير وتشكيل الملمس، وإحساس الفم، والإحساس العام (Stauffer, 1998, 120). تعتمد الخصائص البنيوية للبسكويت إلى حد كبير على مكون الدهون في التركيبة والتي ترتبط مباشرةً بالخصائص الريولوجية للعجينة (Baltsavias *et al*., 1999, 235)، وتقاس هذه الخصائص باستخدام الأجهزة التقليدية مثل الفارينوغراف، الذي يقيس خاصية التماسك (Tenacity) أو مقاومة التشوه (Resistance to deformation) ويدل على قدرة العجين على مقاومة التشوه عند التمدد، حيث يصعب التعامل مع عجينة شديدة الثبات أثناء التحضير، وخاصية الثباتية (Consistency) التي ترتبط بمعدل الترطيب (Cauvain, 2015, 40)، وبالتالي تشير نتائج بحثنا أن استبدال الدهن بالبدائل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدني في الخصائص الريولوجية، بينما كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد، وهذا يتوافق مع بحث سابق بين أن الدهن يمكن استبداله في الكوكيز لنسبة تصل إلى 30% مع المحافظة على خصائص الجودة (Serin and Sayar, 2016, 25).

4-2- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص التصنيعية للبسكويت:

تمت دراسة الخصائص التصنيعية لعينات البسكويت المحضرة من العجائن المضاف لها السمنة النباتية المهدرجة (عينة شاهد) والتي استبدلت بنسبة (0، 25، 50، 75 و100) من نشاء الأرز والبكتين كبدائل للدهون، وسُجِّلت النتائج في الجدولين (3 و4) على التوالي.

الجدول (3): الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	سماكة القطعة (مم)	معامل التمدد	الصلابة (غ)
%0	40.20 ± 0.11^{a}	6.33 ± 0.10^{a}	6.35 ± 0.04^{a}	5.20 ± 0.05^{a}
%25	42.10 ± 0.25^{b}	7.12 ± 0.09^{b}	5.91 ± 0.31^{b}	4.80 ± 0.44^{b}
%50	42.80 ± 0.31^{b}	7.66 ± 0.23^{c}	5.59 ± 0.10^{c}	4.10 ± 0.12^{c}
%75	44.60 ± 0.15^{c}	8.15 ± 0.43^{d}	5.48 ± 0.22^{d}	3.70 ± 0.10^{d}
%100	45.30 ± 0.55^{d}	8.29 ± 0.15^{e}	5.46 ± 0.02^{d}	3.20 ± 0.15^{e}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول (4): الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	سماكة القطعة (مم)	معامل التمدد	الصلابة (غ)
%0	40.20 ± 0.11^{a}	6.33 ± 0.10^{a}	6.35 ± 0.04^{a}	5.20 ± 0.05^{a}
%25	41.55 ± 0.22^{b}	6.75 ± 0.12^{b}	6.16 ± 0.02^{b}	5.10 ± 0.21^{b}
%50	41.90 ± 0.71^{c}	7.10 ± 0.42^{c}	5.90 ± 0.31^{c}	4.50 ± 0.10^{c}
%75	42.65 ± 0.10^{d}	7.80 ± 0.25^{d}	5.47 ± 0.64^{d}	4.10 ± 0.15^{d}
%100	43.52 ± 0.20^{e}	8.15 ± 0.11^{e}	5.34 ± 0.15^{e}	3.80 ± 0.33^{e}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

بينت نتائج التحليل الإحصائي التأثير عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدائل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت الفيزيائية، فقد ازداد متوسط قطر قطعة البسكويت (40.20–45.30 مم و40.20–43.52 مم) ومتوسط سماكة القطعة (6.33–8.29 مم و6.33–8.15 مم)، بينما انخفض معامل التمدد (5.46–6.35 و5.34–6.35) وصلابة القطعة (3.20–5.20 غ و3.80–5.20 غ) عند ارتفاع نسبة استبدال السمنة النباتية المهدرجة بنشاء الأرز والبكتين على التوالي. وقد توافقت نتائج هذا البحث مع نتائج سابقة بينت انخفاض في صلابة البسكويت عند استبدال الدهن ببدائله، ويعزى ذلك إلى تخفيف الغلوتين وكذلك انخفاض قدرة الغلوتين على الارتباط بالماء بسبب وجود مكونات عالية الامتصاص في نظام العجين مما يؤدي إلى بنية لزجة (Metwal *et al*., 2011, 336; Kumar and Sudha, 2020, 2630). بالإضافة إلى ذلك، فسر Lai و Lin (2006, 20) سبب ارتفاع معامل التمدد عند استخدام المواد الدهنية في صناعة البسكويت أنه أثناء الخَبز، يسمح ذوبان الدهون لجزيئات الماء بالهجرة، وأن جزيئات الماء هذه متاحة لإذابة السكريات مما يساعد على زيادة التمدد.

4-3- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الحسية للبسكويت:

قُيِّمت الخصائص الحسية لعينات البسكويت المدروسة والمحضرة من عجائن مضاف لها بدائل الدهون، وعرضت النتائج في الجدول (5) لعينات البسكويت المحضرة باستخدام نشاء الأرز والجدول (6) لعينات البسكويت المحضرة باستخدام البكتين.

الجدول (5) الخصائص الحسة للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	المظهر	الهشاشة	النكهة	الطعم الدسم	القبول العام
%0	4.50 ± 0.12^{a}	4.00 ± 0.20^{a}	4.00 ± 0.41^{a}	4.50 ± 0.14^{a}	4.00 ± 0.15^{a}
%25	4.00 ± 0.15^{b}	3.50 ± 0.11^{b}	4.00 ± 0.10^{a}	4.00 ± 0.32^{b}	3.50 ± 0.30^{b}
%50	4.00 ± 0.22^{b}	3.00 ± 0.21^{c}	4.00 ± 0.02^{b}	3.50 ± 0.05^{c}	3.00 ± 0.19^{c}
%75	3.50 ± 0.10^{c}	2.00 ± 0.14^{d}	3.50 ± 0.44^{c}	3.00 ± 0.15^{d}	3.00 ± 0.11^{c}
%100	3.00 ± 0.05^{d}	2.00 ± 0.25^{d}	3.00 ± 0.23^{d}	2.00 ± 0.01^{e}	2.00 ± 0.24^{d}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول (6) الخصائص الحسية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	المظهر	الهشاشة	النكهة	الطعم الدسم	القبول العام
%0	4.50 ± 0.05^{a}	4.00 ± 0.10^{a}	4.00 ± 0.12^{a}	4.50 ± 0.45^{a}	4.00 ± 0.22^{a}
%25	4.50 ± 0.11^{a}	3.50 ± 0.02^{b}	4.00 ± 0.22^{a}	4.00 ± 0.10^{b}	3.50 ± 0.14^{b}
%50	4.00 ± 0.25^{b}	3.50 ± 0.44^{b}	4.00 ± 0.20^{a}	3.50 ± 0.41^{c}	3.00 ± 0.25^{c}
%75	4.00 ± 0.04^{b}	2.50 ± 0.15^{c}	3.50 ± 0.11^{b}	3.00 ± 0.06^{d}	3.00 ± 0.11^{c}
%100	3.50 ± 0.24^{c}	2.00 ± 0.30^{d}	3.00 ± 0.05^{c}	2.00 ± 0.01^{e}	2.00 ± 0.10^{d}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

تشير نتائج تحليل الخصائص الحسية لعينة الشاهد (100% سمنة نباتية مهدرجة)، والتي سجلت قيمة (4.5 درجة) للمظهر (اللون والشكل) أن لون سطح البسكويت كان بنياً ذهبياً، والقيمة (4.00 درجة) للهشاشة أن القوام مقرمش ونظافة الفم ملحوظة دون أي بقايا بعد المضغ، بالإضافة إلى قيم النكهة (4.00 درجة)، الطعم الدسم (4.00 درجة) والقبول العام (4.00 درجة)، بينما في عينات البسكويت التي استبدل فيها الدهن لوحظ أن سطح البسكويت أصبح خشناً وأغمق في اللون مع زيادة نسبة الاستبدال، حيث انخفض المظهر إلى (3.00 و3.50 درجة)، الهشاشة (2.00 و2.00 درجة)، النكهة (3.00 و3.00 درجة)، الطعم الدسم (2.00 و2.00 درجة) والقبول العام (2.00 و2.00 درجة) عند رفع نسبة الاستبدال إلى 100% من نشاء الأرز والبكتين على التوالي. وقد عزى Kumar وآخرون (2015, 7759) الانخفاض في هشاشة البسكويت إلى ارتفاع نسبة الألياف في بدائل الدهون، أما التغيرات في لون البسكويت فتعود إلى انخفاض في قيمة اللمعان (Lightness) وزيادة في قيم الاحمرار (Redness) والصفرة (Yelowness)، حيث تشير هذه النتائج إلى أن البسكويت أصبحت أغمق في اللون مع زيادة مستوى بدائل الدهون، ويرتبط لمعان البسكويت سلباً بمحتوى البروتين في الدقيق، حيث يلعب تفاعل ميلارد دوراً مهماً في تكوين اللون بصرف النظر عن كرملة السكريات (Chauhan *et al.*, 2016, 1). بشكل عام، تشير درجة الجودة الإجمالية إلى أنه يمكن استبدال المادة الدهنية المستخدمة في صناعة البسكويت ببدائل الدهون، مثل نشاء الأرز والبكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية للبسكويت.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

1. بينت النتائج التأثير السلبي لاستبدال المادة الدهنية سواء بنشاء الأرز أو البكتين في الخصائص الريولوجية للعجاءن، حيث لوحظ ارتفاع التماسك وانخفاض الثباتية مع ارتفاع نسبة الاستبدال.
2. لم تمتلك بدائل الدهون المستخدمة القدرة في المحافظة على خصائص العجين (التماسك والثباتية) خلال مدة الاختبار مقارنةً بالمادة الدهنية الأساسية المستخدمة، ولكن أعطى البكتين عند استخدامه كبديل للدهن خصائص ريولوجية أفضل من نشاء الأرز.
3. إن استبدال الدهن بالبدائل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدني في الخصائص الريولوجية، بينما كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد.
4. بينت نتائج التحليل الإحصائي التأثير عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدائل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت التصنيعية، فقد ازداد متوسط قطر قطعة البسكويت ومتوسط سماكة القطعة، بينما انخفض معامل التمدد وصلابة القطعة عند ارتفاع نسبة الاستبدال.
5. أصبح سطح البسكويت في العينات التي استبدل فيها الدهن خشناً وأغمق في اللون مع زيادة نسبة الاستبدال.
6. تشير درجة الجودة الإجمالية إلى أنه يمكن استبدال المادة الدهنية المستخدمة في صناعة البسكويت ببدائل الدهون، مثل نشاء الأرز والبكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية للبسكويت.

وبناءً على ما سبق يمكن أن نوصي بما يلي:

1. دراسة تأثير استبدال الدهون في الخصائص الريولوجية، التصنيعية والحسية لمعجنات أخرى ذات نسب دهن مرتفعة تصل إلى 50%.
2. إجراء البحث على مزيج من بدائل الدهون للوصول إلى أفضل خصائص جودة قريبة من نتائج الدهون المهدرجة.

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

References:

1. Abdullah, A., Peeters, A., de Courten, M. and Stoelwinder, J. (2010). *The magnitude of association between overweight and obesity and the risk of diabetes: A meta-analysis of prospective cohort studies.* Diabetes Res. Clin. Pract., 89, 309-319.
2. Baltsavias, A., Jurgens, A. and van Vliet, T. (1999). *Fracture properties of short-dough biscuits: Effect of composition.* J Cereal Sci., 29, 235-244.
3. Block, G. (2004). *Foods contributing to energy intake in the US: Data from NHANES III and NHANES 1999–2000.* J. Food Composit. Anal., 17, 439-447.
4. Cauvain, S. P. (2015). *Breadmaking Processes: Technology of Breadmaking*, 3rd edition, Springer International Publishing, , pp. 23-50.
5. Chandon, P. and Wansink, B. (2012). *Does food marketing need to make us fat? A review and solutions.* Nutr. Rev., 70, 571-593.
6. Chauhan, A., Saxena, D. C. and Singh, S. (2016). *Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies.* Cogent Food Agric., 2, 1-8.
7. Forbes, S. L., Kahiya, E. and Balderstone, C. (2016). *Analysis of snack food purchasing and consumption behavior.* J. Food Prod. Market., 22, 65-88.
8. Ghotra, B. S., Dyal, S. D. and Narine, S. S. (2002). *Lipid shortenings: A review.* Food Res Int., 35, 1015-1048.
9. Hooper, L., Abdelhamid, A. S., Jimoh, O. F., Bunn, D. and Skeaff, C. M. (2020). *Effects of total fat intake on body fatness in adults.* Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 6. Art. No.: CD013636, 1-182.
10. Jacob, J. and Leelavathi, K. (2007). *Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality.* Journal of Food Engineering, 79, 299-305.
11. Kulthe, A. A., Pawar, V. D., Kotecha, P. M., Chavan, U. D. and Bansode, V. V. (2014). *Development of high protein and low calorie cookies.* Journal of Food Science and Technology, 51, 153-157.
12. Kumar, A. K. and Sudha, M. L. (2020). *Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies.* Journal of Food Science and Technology, 58, 2630-2640.
13. Kumar, K. A., Sharma, G. K., Khan, M. A., Govindraj, T. and Semwal, A. D. (2015). *Development of multigrain premixes-its effect on rheological, textural and micro-structural characteristics of dough and quality of biscuits.* J Food Sci Technol., 52, 7759-7770.
14. Lai, H. M. and Lin, T. C. (2006). *Bakery products: Science and technology.* In: Hui, Y. H., Corke, H., De Leyn, I., Nip, W. K. and Cross, N., Editors. Bakery products: science and technology. Ames: Blackwell Publishing, 3-65.
15. Lucca, P. A. and Tepper, B. J. (1994). *Fat replacers and the functionality of fat in foods*. Trends Food Sci. Technol., 5, 12-19.
16. Mamat, H. and Hill, S. E. (2014). *Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit.* J. Food Sci. Technol., 51, 1998-2005.
17. McClements, D. J. (2015). *Reduced-fat foods: The complex science of developing diet-based strategies for tackling overweight and obesity.* Advances in Nutrition: An International Review Journal, 6, 338S-352S.
18. Metwal, N., Jyotsna, R., Jeyarani, T. and Rao, G. V. (2011). *Influence of debittered, defatted fenugreek seed powder and flax seed powder on the rheological characteristics of dough and quality of cookies.* Intl J Food Sci Nutri., 62, 336-344.

19. Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C.; Mullany, E. C., Biryukov, S., Abbafati, C. and Abera, S. F. (2014). *Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013:* A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet, 384, 766-781
20. O'Brien, C. M., Chapman, D., Neville, D. P., Keogh, M. K. and Arendt, E. K. (2003). *Effect of varying the microencapsulation process on the functionality of hydrogenated vegetable fat in short dough biscuits.* Food Res Int., 36, 215-221.
21. Ognean, C. F., Darie, N. and Ognean, M. (2006). *Fat replacers – Review.* Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 12, 433-442.
22. Pareyt, Bram; Delcour, Jan A. (2008). *The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A Review on sugar-snap cookies.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48, 824-839.
23. Renehan, A. G., Tyson, M., Egger, M., Heller, R. F. and Zwahlen, M. (2008). *Body-mass index and incidence of cancer: A systematic review and meta-analysis of prospective observational studies.* Lancet, 371, 569-578.
24. Richard, D. M. (1998). *Position of the American dietetic association fat replacer.* J. Am. Diet. Assoc., 98, 463-468.
25. Serin, S. and Sayar, S. (2016). *The effect of the replacement of fat with carbohydrate-based fat replacers on the dough properties and quality of the baked pogaca: a traditional high-fat bakery product.* Food Sci Technol., 37, 25-32.
26. Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B. and Lugasi, A. (2008). *Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. A review.* Appetite, 51, 456-467.
27. Stauffer, C. E. (1998). *Fats and oils in bakery products.* Cereal Foods World, 43, 120-126.
28. Sudha, M. L., Srivastava, A. K., Vetrimani, R. and Leelavathi, K. (2007). *Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality.* Journal of Food Engineering, 80, 922-930.
29. Voragen, A. G. (1998). *Technological aspects of functional food-related carbohydrates.* Trends in Food Sci. Technol., 9, 328-335.
30. Whitlock, G., Lewington, S., Sherliker, P., Clarke, R., Emberson, J., Halsey, J., Qizilbash, N., Collins, R. and Peto, R. (2009). *Body-mass index and cause-specific mortality in 900,000 adults: Collaborative analyses of 57 prospective studies.* Lancet, 373, 1083-1096.
31. Yılmaz, E. and Öğütcü, M. (2015). *The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels.* Food & function, 4, 1194-1204.
32. Zoulias, E. I., Oreopoulou, V. and Tzia, C. (2000). *Effect of fat mimetics on physical, textural and sensory properties of cookies.* International Journal of Food Properties, 3, 385-397.