



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم الأغذية

تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الريولوجية للعجائن وجودة منتجات المخابز

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(علوم الأغذية)

إعداد المهندسة

حنين عبد الكريم عيسى

المشرف العلمي

د. جهاد سمعان

كلية الزراعة - جامعة دمشق

قسم علوم الأغذية

2023 م

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه حنين عيسى

أصرح بعلمي الكامل وقبولي:

1. أن كل ما ينتج عن البحث والرسالة هو ملكية فكرية ومالية شريكة فيه جامعة دمشق، وإنني ألتزم بأخذ

موافقة الجامعة في حال رغبتني بنشر البحث أو الرسالة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار

الجامعة (من دور نشر أو مكنتبات أو مواقع إلكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الرسالة تم اقتباسه من عمل علمي آخر أو أنجز للحصول على شهادة

أخرى في جامعة دمشق أو أية جامعة أو معهد تعليمي داخل الجمهورية العربية السورية أو خارجها.

حنين عيسى

فهرس المحتويات

ii	تصريح خطي
I	فهرس المحتويات
IV	قائمة الجداول
VI	قائمة الأشكال
VII.....	الملخص
1	المقدمة INTRODUCTION:
2.....	تساؤلات البحث
2.....	فرضيات البحث
3.....	مشكلات البحث
3.....	مبررات البحث
3.....	أهداف البحث
5	1- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:
5.....	1-1- القمح:
7.....	1-2- دقيق القمح:
11	1-3- دور الدهون في صناعة المعجنات:
12	1-4- تفاعلات مكونات الأغذية (النشاء والبروتينات والدهون):
15	1-5- بدائل الدهون:

17	6-1- تطبيقات بدائل الدهون في المنتجات المخبوزة:
20	7-1- بدائل الدهون المستخدمة في المنتجات المخبوزة:
20	1-7-1- بدائل الدهون الكربوهيدراتية المعقدة:
22	2-7-1- بدائل دهون من الصمغ والهلام:
24	3-7-1- بدائل الدهون الغذائية الكاملة:
25	4-7-1- بدائل الدهون المركبة:
29	2- مواد البحث وطرائقه MATERIALS AND METHODS:
29	1-2- مواد البحث:
29	2-2- تحضير المخبوزات المدروسة:
29	1-2-2- البسكويت الجاف:
30	2-2-2- الكوكيز:
30	3-2- الاختبارات الريولوجية للعجائن المُحضّرة:
31	4-2- تقدير خصائص الجودة للمخبوزات المدروسة:
31	1-4-2- الخصائص الكيميائية:
32	2-4-2- الخصائص اللونية:
32	3-4-2- الخصائص التصنيعية:
33	4-4-2- الاختبارات الحسية:
33	5-2- التحليل الإحصائي:
34	6-2- مخطط البحث:
38	3- النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION:

III

38	3-1- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة:
45	3-2- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الكيميائية للمنتجات المدروسة:
48	3-3- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص التصنيعية للمنتجات المدروسة:
50	3-4- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص اللونية للمنتجات المدروسة:
52	3-5- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الحسية للمنتجات المدروسة:
57	4- الاستنتاجات CONCLUSIONS:
59	5- المقترحات والتوصيات RECOMMENDATIONS:
61	6- المراجع العلمية REFERENCES:
61	6-1- المراجع العربية:
62	6-2- المراجع الأجنبية:
77	Abstract

قائمة الجداول

- الجدول-1. استهلاك الفرد الواحد من القمح في اليوم في بعض بلدان العالم..... 7
- الجدول-2. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام نشاء الأرز..... 41
- الجدول-3. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام نشاء الأرز..... 42
- الجدول-4. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام المالتودكسترين..... 42
- الجدول-5. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام المالتودكسترين..... 43
- الجدول-6. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام البكتين..... 43
- الجدول-7. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام البكتين..... 44
- الجدول-8. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام HPMC..... 44
- الجدول-9. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام HPMC..... 45
- الجدول-10. الخصائص الكيميائية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز..... 46
- الجدول-11. الخصائص الكيميائية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز..... 47
- الجدول-12. الخصائص الكيميائية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين..... 47
- الجدول-13. الخصائص الكيميائية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين..... 47
- الجدول-14. الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز..... 49
- الجدول-15. الخصائص التصنيعية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز..... 49
- الجدول-16. الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين..... 49
- الجدول-17. الخصائص التصنيعية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين..... 50

- الجدول-18. الخصائص اللونية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز. 51.....
- الجدول-19. الخصائص اللونية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز. 51.....
- الجدول-20. الخصائص اللونية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين. 52.....
- الجدول-21. الخصائص اللونية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين. 52.....

قائمة الأشكال

- الشكل-1. تصنيف بدائل الدهون. 16
- الشكل-2. الخصائص الحسية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز. 54
- الشكل-3. الخصائص الحسية للكويز المحضر باستخدام نشاء الأرز. 54
- الشكل-4. الخصائص الحسية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين. 55
- الشكل-5. الخصائص الحسة للكويز المحضر باستخدام البكتين. 55

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 والبيكتين) في الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح المعدة لتحضير البسكويت الجاف والكوكيز، وتقييم خصائص الجودة (التصنيعية اللونية والحسية) للبسكويت والكوكيز المحضر باستخدام بدائل الدهون. بينت نتائج تحليل الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة باستبدال المادة الدهنية، سواء بنشاء الأرز أو البيكتين، 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، ولكن أعطى البيكتين عند استخدامه كبديل للدهن خصائص ريولوجية أفضل من نشاء الأرز، وتشير نتائج البحث إلى أن استبدال الدهن بالبدايل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدني في الخصائص الريولوجية، في حين كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد. من جهة أخرى، أظهرت نتائج التحليل الإحصائي التأثير عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدايل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت والكوكيز التصنيعية، فقد ازداد متوسط قطر القطعة ومتوسط ثخانة القطعة، في حين انخفض معامل التمدد وصلابة القطعة عند ارتفاع نسبة الاستبدال. وأظهرت نتائج التحليل الحسي أن سطح البسكويت والكوكيز 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 والكوكيز ببدايل الدهون، مثل نشاء الأرز والبيكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية لها.

الكلمات المفتاحية: البسكويت، الدهون المهدرجة، نشاء الأرز، البيكتين، الخصائص الريولوجية، الخصائص التصنيعية، الخصائص الحسية.

المقدمة: INTRODUCTION:

توفر الدهون خصائص حسية مهمة للمنتجات الغذائية المخبوزة، مثل اللون والمذاق والملبس والرائحة، وكلها تسهم في قبول المستهلك بشكل عام. عادةً ما تحتوي المنتجات الغذائية المخبوزة، مثل البسكويت والكيك، على كميات عالية من الدهون، ومع ذلك، هناك طلب متزايد على الأطعمة الخفيفة الصحية ذات المحتوى الدهني المنخفض. على الرغم من وعي المستهلك وتوسيم المنتجات، فإن استهلاك الأطعمة الخفيفة مرتفع نسبياً مع تعويض ضئيل عن زيادة مدخول الطاقة، وتُعزى زيادة تناول الوجبات الخفيفة إلى العديد من المشجعات، مثل الراحة والذوق والتسويق والتسعير. من 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. تتضمن بعض الأمثلة على هذه الأنواع من الوجبات الخفيفة المبتكرة اللين، والحلويات، والبسكويت والرقائق التي تحتوي على أطعمة صحية شهيرة (أو أطعمة فائقة الجودة) مثل البذور، والمكسرات، والحبوب، والحبوب الكاملة، والألياف الغذائية، والبقوليات، والفواكه والخضروات. في حين أن العديد من هذه الوجبات الخفيفة قد تحتوي على نسبة عالية من البروتين والألياف الغذائية، فإن كثيراً منها يسهم أيضاً بكميات كبيرة من الدهون والسكر والصوديوم في النظام الغذائي للمستهلكين. يجب بذل الجهود لتطوير وجبات خفيفة جذابة غنية بالبروتين والألياف الغذائية، في حين لا تساهم بكميات كبيرة من الصوديوم والسكر والدهون. فئات الأطعمة الخفيفة مثل الكيك لم تشهد ابتكاراً كبيراً في إنتاج بدائل غنية بالبروتين أو الألياف، بالإضافة إلى ذلك، لا تزال هناك خيارات محدودة للدهون المخفضة لهذه المنتجات المخبوزة في السوق، ويرجع ذلك على الأرجح إلى الصعوبة التكنولوجية في إنتاج مثل هذه المنتجات. في النهاية، هناك حاجة إلى زيادة عدد خيارات الوجبات الخفيفة المغذية المتاحة التي ترضي العوامل المذكورة

أعلاه، مع تقليل تكوين الدهون ومن ثم إجمالي استهلاك الطاقة. الأطعمة الخفيفة المخبوزة التي تحذف الدهون الغذائية كبديل "قليل الدسم" غالباً ما يكون لها خصائص حسية ضعيفة، مثل النغمت والجفاف وسوء الإحساس بالفم وانخفاض قبول المستهلك بشكل عام.

من أجل الحفاظ على قبول المستهلك مع تقليل محتوى الدهون الكلي في الوقت نفسه، تم استخدام بدائل الدهون، وهناك عدد من بدائل الدهون التي جرى فحصها في المنتجات الغذائية المخبوزة، بدءاً من الكربوهيدرات المعقدة، والصمغ والمواد الهلامية، ومصفوفات الطعام الكاملة، ومجموعات منها، ولكل من بدائل الدهون خصائص مختلفة تؤثر في جودة المنتج الغذائي.

تساؤلات البحث

1. هل ستؤدي إضافة بدائل الدهون إلى تغيرات في الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح المعدة لتحضير المخبوزات.
2. ماهي درجة الاستبدال المثلى لكل نوع من بدائل الدهون المستخدمة لإعطاء أفضل الخصائص الفيزيوكيميائية، التصنيعية والحسية للمنتجات.

فرضيات البحث

1. يوجد عدد من "بدايل الدهون" المحتملة لتقليل محتوى الدهون في مصفوفات الغذاء مع الحفاظ على الخصائص الحسية التي تُنسب عادةً إلى الدهون الغذائية.
2. تصنيف بدائل الدهون على أنها إما بدائل للدهون (Fat Substitutes) أو مشابهات للدهون (Fat Mimetics).

3. تحاكي بدائل الدهون الخصائص الوظيفية والحسية للدهون في الطعام، وعادةً لا تحتوي على طاقة أو طاقة أقل من الدهون، ويمكن استخدامها لاستبدال بعض الدهون أو كلها الموجودة عادةً في المنتج.

مشكلات البحث

تزيد الدهون المشبعة من الكوليسترول الكلي في الدم والكوليسترول الضار LDL، وهذا يعزز ارتفاع مستويات الدهون في الدم ويحفز انسداد الشرايين. خلصت الدراسات إلى أن انخفاض استهلاك المنتجات التي تحتوي على كميات كبيرة من الدهون المشبعة يقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

مبررات البحث

ازداد الاهتمام باستخدام بدائل الدهون الغذائية في السنوات الأخيرة، إذ تعد بدائل الدهون هذه مفيدة لأنها تحتوي على مجموعة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات التي قد تساعد في الخصائص الريولوجية للمنتجات المخبوزة، وهذا ما يجعلها أكثر ملاءمة من المستخلصات البسيطة، كما لا يوجد حتى وقتنا الحاضر أي دراسات محلية تتعلق بتأثير إضافة بدائل الدهون في خصائص منتجات الخبز المحلية.

أهداف البحث

1. دراسة تأثير إضافة أنواع مختلفة من بدائل الدهون في الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح المعدة لتحضير البسكويت الجاف والكوكيز.
2. تقييم خصائص الجودة (التصنيعية والحسية) للبسكويت والكوكيز المحضر باستخدام بدائل الدهون.
3. تحديد درجة الاستبدال المثلى لكل نوع من بدائل الدهون المستخدمة لإعطاء أفضل الخصائص التصنيعية والحسية لكل منتج.

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

Literature Review

1- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:

1-1- القمح:

يُعدُّ القمح من أهم المحاصيل الزراعية انتشاراً في العالم باختلاف أصنافه، وهو نبات عشبي من فصيلة النجيليات (Gramineae family) والجنس (Triticum)، والقمح من أقدم المحاصيل الغذائية التي عرفها الإنسان قبل حوالي 7000 إلى 10000 سنة، إذ يُعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز في موطنه الأصلي في وادي الفرات في بلاد الشام، والمناطق الغربية لإيران وجنوب شرق تركيا، وبعد ذلك انتقلت زراعته إلى مصر، وأوروبا (Dziki and Laskowski, 2005; Bonjean and Angus; 2001).

تحتل الحبوب الغذائية ومنتجاتها المختلفة، التي من أهمها الخبز، مكانةً رئيسيةً في وجبات الإنسان في أنحاء العالم، ويحتل القمح المركز الأول في محاصيل الحبوب، ويرجع ذلك إلى رخص ثمن المنتجات التي تنتج من دقيق القمح، كما يتم زراعة القمح في جميع أنحاء العالم تحت ظروف متباينة ليعطي محصولاً وافراً ذو قيمة غذائية مرتفعة، إذ يُنتج القمح في 120 بلداً، ويشكل 19% من إجمالي ناتج الحُريرات الغذائية العالمي (Srivastava *et al.*, 1988; FAO/WHO/UNU, 1985).

تُعدُّ منتجات القمح الغذاء الرئيسي للمستهلكين في العالم، ويزداد الطلب على هذه المنتجات مع الزيادة المضطردة للسكان في العالم (Saberī-Firouzi *et al.*, 2008)، وقد أوضحت بعض الدراسات أن معدلات نمو السكان في البلدان النامية يفوق معدل النمو في دول العالم المتقدمة وذلك بنحو 1.8% (Sadigov, 2022)، وأكدت دراسات أخرى أن الازدياد في النمو السكاني يحتاج إلى ثورة غذائية في الدول النامية تعمل على سد الاحتياجات الغذائية المتزايدة (Woodhill *et al.*, 2002).

يتصدر القمح قائمة المحاصيل الحقلية من حيث المساحات المزروعة في العالم، إذ يحتل أكبر مساحة مزروعة، (17% من المساحة المزروعة عالمياً)، مقارنةً مع محاصيل الحبوب الأخرى، إذ وصلت في عام (2004 م)

إلى (208.5 مليون هكتار) أنتجت (557 مليون طن) بمتوسط إنتاجية قدره (2868 كغ/هـ) (FAO, 2006)، وقد ازداد الإنتاج العالمي للقمح ليصل في عام (2007 م) إلى (611 مليون طن) (FAO, 2007)، أما عام (2008 م) فقد بلغ (671 مليون طن)، وعام (2010 م) بلغ (704 مليون طن)، واحتلت الصين المرتبة الأولى عالمياً في إنتاج القمح، تلتها الهند في المرتبة الثانية، ثم الولايات المتحدة الأمريكية، وقد ازداد الإنتاج العالمي من القمح بمقدار (95 مليون طن) عام 2010 م مقارنةً مع العام (2004 م) بزيادة نحو (17%)، وتعود زيادة الغلة إلى تحسن أصناف القمح جراء عمليات التهجين الحاصلة عليها (FAO, 2011). ينتمي قمح الخبز إلى القمح سداسي الصيغة الصبغية إذ يمتلك 21 زوجاً من الكروموسومات، ومن الجدير بالذكر أن قمح الخبز لم يُوجد بشكل طبيعي (بري) في البيئة مثل القمح القاسي، وتظهر الأدلة الجينية المتراكمة منذ 80 عاماً أنه نشأ عن طريق التهجين بين القمح ثنائي الصيغة الصبغية (Diploid) والقمح الصلب رباعي الصيغة الصبغية (Tetraploid) الذي كان متداول بين قدامى المزارعين قبل 9500 سنة تقريباً (Bozzini, 1988; Srivastava *et al.*, 1988).

ويوضح الجدول (1) استهلاك الفرد الواحد من القمح في اليوم في بعض البلدان (FAO, 2011).

الجدول-1. استهلاك الفرد الواحد من القمح في اليوم في بعض بلدان العالم.

الدولة	الاستهلاك اليومي (غ/الفرد/اليوم)	الكمية اليومية من الطاقة (%)
سورية	490	44
تركيا	484	44
مصر	397	35
تشيلي	372	42
اليونان	371	21
الأرجنتين	344	28
الباكستان	318	45
الأرغواي	269	26
رومانيا	225	25
جنوب إفريقيا	191	18
بوليفيا	159	20
البيرو	136	16

(FAO, 2011)

1-2- دقيق القمح:

تختلف أنواع الدقيق بحسب نسبة الاستخراج، إذ كلما كانت نسبة الاستخراج أقل نتج دقيق أبيض وذو جودة أعلى. ومن أهم العوامل التي تؤثر في صفات الدقيق النوعية كمية البروتين وخواصه الفيزيائية، فعند إضافة الماء لدقيق القمح تمتصه بروتينات الدقيق التخزينية (الغليادين والجلوتينين) وتكون كتلة لزجة مطاطية تدعى الجلوتين، وهو يميز دقيق القمح عن دقيق باقي أنواع الحبوب الغذائية الأخرى بحيث يكون بروتين الغليادين مسؤولاً عن صفة اللزوجة (Viscosity) والجلوتينين مسؤولاً عن صفة المطاطية (Elasticity)، وتعمل الشبكة الجلوتينية المتشكلة على ربط مكونات العجينة المختلفة من النشاء والدهون معاً (Shewry *et al.*, 2002)،

كما تعمل على احتجاز الغاز المتولد بفعل الخميرة أو المواد الرافعة الكيميائية، وهذا الغاز هو الذي يسبب انتفاخ العجينة (كما في الخبز) أو يعطيها الهشاشة المطلوبة كما في البسكويت (Song and Zheng, 2007)، وتختلف كمية الغلوتين بين أصناف القمح المختلفة، كما تختلف خواصه أيضاً (Kuktaite *et al.*, 2004; 2000)، وتبعاً لذلك يمكن تقسيم الأقماع بحسب ملائمتها للاستعمالات المختلفة إلى ثلاثة أنواع:

1. أقماع قاسية.

2. أقماع طرية (لينية).

3. أقماع الديوروم *Triticum durum*.

تتأثر قوة الدقيق بعاملين هما كمية البروتين ونسبة الغليادين إلى الغلوتينين، وترتبط قوة الدقيق بالقدرة على احتجاز الغاز الناتج عن عملية التخمير، وتتعلق بكمية الغلوتين ونوعيته، وتعرف نوعية الغلوتين أو قوته (Gluten strength) أنها حالة التوازن ما بين مطاطية العجينة ولزوجتها، إذ تتأثر قوة الغلوتين بنسبة الغليادين إلى الغلوتينين والأوزان الجزيئية لوحدات الغلوتينين (Sissons *et al.*, 2005). على الرغم من تأثر كمية الغلوتين في القمح بالعوامل البيئية إلا أن نوعية الغلوتين تخضع إلى تأثير العوامل الوراثية بالكامل (Johansson *et al.*, 1993).

يتميز الدقيق ذو زمن تطور العجينة الطويل والمقاومة العالية للتمدد (مرونة عالية ولزوجة منخفضة) بخواص العجين القوي، وتُعرف عجينة دقيق القمح من الناحية الريولوجية بأنها مادة متعددة المركبات تتميز بخصائص ديناميكية معقدة فهي مادة صلبة، مرنة ذات بنية لزجة مطاطية غير قابلة للانضغاط، يمكن عدّها شبكة بروتينية مملوءة بحبيبات النشاء (Miller and Hosene, 1999)، ويُعدُّ مركب الغلوتين وتداخله مع حبيبات النشاء العامل ذا التأثير الأكبر في خصائص العجينة والمنتج النهائي (Lagrain *et al.*, 2010; Bloksma, 1990).

تمتص حبيبات النشاء (الموجودة في الشبكة البروتينية للعجينة) الماء، وتتفخ بدرجة الحرارة الأقل من درجة حرارة تهلم النشاء، عند تخطي درجة حرارة تهلم النشاء في مرحلة الخبز تتجزأ حبيبات النشاء ويشكل الأميلوز شبكة تسهم في زيادة اللزوجة (Kusunose *et al.*, 1999).

تتهتك بعض حبيبات النشاء في أثناء طحن القمح في المطاحن، وترتبط كمية حبيبات النشاء المتهكة بشدة المعاملة التي تعرضت لها الحبوب في أثناء عملية الطحن، وكذلك تتعلق بمدى قساوة الأندوسبيرم ونسبة الحبيبات المتهكة عادة في حدود 9%. تكون أنزيمات الأميلاز الموجودة في الدقيق أكثر قدرة على مهاجمة الحبيبات المتهكة فقط، لهذا يجب أن يحتوي الدقيق على نسبة كافية من هذه الحبيبات لإمداد الخميرة بالسكريات اللازمة في أثناء صناعة الخبز، ومن ناحية أخرى، فإن وجود نسبة عالية من النشاء المتهك يؤثر في نوعية المنتج النهائي وحجمه فيكون أقل جاذبية في مظهره العام (León *et al.*, 2006).

ويعود تشكّل اللون البني المميز لقصرة الخبز وسطح البسكويت وغيرهما من منتجات المخابز غالباً إلى الاسمرار غير الأنزيمي (تفاعل ميلارد) والذي يتم بتفاعل البروتين مع السكريات المرجعة (de Oliveira *et al.*, 2007; Mundt and Wedzicha, 2016). ويُعزى لمعان قصرة الرغيف في الخبز الإفرنجي جزئياً إلى تهلم النشاء الذي يحدث عادةً عندما تكون الرطوبة مرتفعة، لذلك يلجأ الخباز إلى دهن الأرغفة فور خروجها من الفرن بالماء بوساطة فرشاة بهدف الحصول على المظهر اللامع للرغيف (Purlis and Salvadori, 2009).

نظراً لهذا التباين في الخصائص الكيميائية والفيزيائية لدقيق القمح بأصنافه المختلفة، كان لابد من مراعاة عوامل عدة عند اختيار نوع الدقيق الواجب استخدامه في صناعة منتجات المخابز:

1. نسبة الرطوبة: تُعدّ نسبة الرطوبة المناسبة في الدقيق 14%، ويجب أن لا تزيد عن 15%.
2. نسبة الاستخراج: يُقسم الدقيق تبعاً لنسبة الاستخراج إلى ثلاثة أنواع:

- الدقيق الأسمر: ويُعرف بالدقيق الكامل وتصل نسبة استخراجه إلى (90-95%)، وبالرغم من احتوائه على الأملاح المعدنية، والفيتامينات وزيت جنين القمح إلا أنه غير مرغوب من قبل معظم المستهلكين لأنه يعطي رغيفاً أسمر اللون كما يصعب هضمه لارتفاع نسبة الألياف السيللوزية به مقارنةً بالدقيق الأبيض، بالإضافة إلى كونه سريع التزنخ نظراً لارتفاع محتواه من الأحماض الدهنية غير المشبعة.
 - الدقيق الموحد (القياسي): وهو الدقيق التمويني الذي يُوزع إلى المخابز العامة التي تنتج الخبز المدعوم من قبل الدولة، وتصل نسبة استخراجه إلى (80%)، وينتج من طحن خلطة قمح معتمدة (75% قمح طري و25% قمح قاسي) وبحسب المتوفر من الأقماح المحلية.
 - الدقيق الأبيض: يُسمّى الفاخر أو ذو الجودة العالية (الزير)، تصل نسبة الاستخراج إلى (70-75%) وهو الدقيق المستعمل في تصنيع الفطائر والخبز الأبيض (السياحي) والخبز الإفرنجي والكيك والبسكويت والكوكيز، ويُستعمل الدقيق الأبيض في صناعة الكيك والكروسان وغيرها من منتجات المخابز.
3. الرماد: يجب أن لا تتجاوز نسبة الرماد (0.7%) في الدقيق الأبيض (الزير) المستخدم في صناعة البسكويت والخبز الأبيض و(1.1%) بالنسبة للدقيق الموحد (المواصفة القياسية السورية رقم 192، 1987 ; ورقم 78، 1999).
4. الشوائب: يجب عدم احتواء الدقيق على أي مواد غريبة أو أي شوائب مثل بقايا القوارض أو الحشرات، لأن وجود هذه المواد في الدقيق يؤدي إلى انخفاض جودته.
5. البروتين: يُعدّ التركيب الكمي والنوعي للبروتين من العوامل الأساسية التي تحدد الاستخدام النهائي للدقيق (Kuktaite *et al.*, 2000)، فقد أثبتت الدراسات أنّ الخصائص الريولوجية للعجينة وجودة المنتج النهائي تتأثر إلى حد كبير بمحتوى البروتين وكذلك بنوعيته (Wilderjans *et al.*, 2013; Dobraszczyk and Morgenstern, 2003). يفضل دقيق القمح الطري الذي تتراوح نسبة البروتين فيه بين (8.5-11%) لصناعة منتجات البسكويت، الكوكيز، الكيك والفطائر (HadiNezhad and

(Butler, 2009; Pareyt and Delcour, 2008). في حين يُستخدم دقيق القمح القاسي ذو المحتوى المرتفع من البروتين (11-13.5%) لصناعة الخبز الأفرنجي (Moore, 2016; Cauvain, 2015).
التحبيب: يؤثر التحبيب في خصائص العجينة، إذ يرتبط التحبيب بمعدل امتصاص الماء وزمن تشكل العجينة، فكلما كان حجم حبيبات الدقيق المستخدم صغيراً أدى ذلك إلى إعطاء عجينة أفضل وأكثر جودة مع مراعاة ألا يكون الدقيق ناعماً جداً، إذ يؤدي ذلك إلى جعل العجينة مصمتة وهذا يمنع من تغلغل الغازات داخلها (Barak *et al.*, 2014).

1-3- دور الدهون في صناعة المعجنات:

يستعمل السمن الحيواني أو السمن النباتي بنسبة تتفاوت بين 5-40% وقد يزيد عن ذلك في بعض الأنواع، (Manley, 2000). وتؤدي الدهون وظيفة تقصير العجين (Shortening function)، يشير مصطلح التقصير إلى قدرة الدهون على تليين أو إضعاف أو تقصير بنية المكونات الغذائية لتزويد منتج غذائي بخصائص تركيبية مرغوبة، وتعمل الدهون كمواد تشحيم أثناء الخلط، كما أنها تمنع تكوين شبكة الغلوتين في العجين (Wade, 1988). إن محلول الماء أو السكر، في حالة عدم وجود المادة الدهنية، يتفاعل مع بروتين الدقيق لتكوين غلوتين متماسك وقابل للامتداد، ولكن عند وجود الدهن، تحيط الدهون بالبروتينات وحبيبات النشاء، وت عزلها عن الماء، وبالتالي يكسر الدهن من استمرارية بنية البروتين والنشاء (Ghotra *et al.*, 2002).

تعتبر الدهون مكوناً رئيسياً مسؤولاً عن طراوة البسكويت وتحافظ على الجودة واللمس (O'Brien *et al.*, 2003). تتفاعل الدهون مع المكونات الأخرى لتكوين اللمس واحساس الفم والإحساس العام بمرونة المنتج (Giese, 1996; Stauffer, 1998)، كما تعتمد الخواص الميكانيكية للبسكويت إلى حد كبير على مكون الدهون في التركيبة (Baltsavias *et al.*, 1999).

إن نوع الدهن المضاف إلى العجين ونسبته لهما تأثير قوي في الجودة النهائية للبسكويت، فقد قام Manohar و Rao (1999) بدراسة تأثير نوع الدهن ومستوى الدهن في عجينة وجودة البسكويت، ووجدوا أن سمك البسكويت كان أعلى بكثير عند استخدام الدهون أو الزيوت المهدرجة، في حين أن البسكويت المنتج من السمنة المهدرجة (Shorting) كان له خصائص سطحية أفضل وهشاشة أعلى. درس Leelavathi و Jacob (2007) تأثير أنواع الدهون في عجينة الكوكيز، ووجدوا أن الكوكيز التي تحتوي على زيت سائل لها قوام أكثر صلابة نسبياً مقارنةً بالمخبوزات من الدهون المهدرجة. تعد نسبة الطور الصلب إلى الطور السائل، أو نسبة الدهون الصلبة إلى إجمالي الدهون، مؤشر الدهون الصلبة (SFI)، عاملاً مهماً عند النظر في وظيفة الدهن في العجين. يحدد SFI الأداء الوظيفي والجودة التركيبية للدهون والمنتجات المحتوية على الدهون. عادةً، تحتوي دهون المخبوزات (المارجرين والزبدة) على حوالي 80% دهون، بينما يحتوي الشورتينينغ على 100% دهون.

أصبح زيت النخيل أحد الزيوت النباتية الرائدة في التطبيقات الصالحة للأكل لأنه يحتوي على تركيبة متوازنة من الأحماض الدهنية، حيث يكون مستوى الأحماض الدهنية المشبعة مساوياً تقريباً لمستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة (van Stuijvenberg *et al.*, 2001). يمكن استخدام زيت النخيل، بسبب توازنه الطبيعي لمحتوى الأحماض الدهنية، لإنشاء الروابط بين نوع الدهون والخصائص التركيبية للأطعمة.

1-4- تفاعلات مكونات الأغذية (النشاء والبروتينات والدهون):

تتفاعل مكونات الغذاء لتكوين هياكل تظهر خصائص معينة، والتي تمت دراستها بعمق في الأنظمة الثنائية، مثل النشاء والدهون (Tang and Copeland, 2007)، ومع ذلك، في الأنظمة الثلاثية أو الأكثر تعقيداً، لا تزال المعلومات محدودة نوعاً ما (Zhang and Hamaker, 2003; Zhang *et al.*, 2010). على سبيل المثال، من المعروف أن مركب الأميلوز-الدهون يشكل نوعين من الهياكل: α و β . يذوب الهيكل من النوع

الأول عند درجة حرارة 10 °م إلى 30 °م أقل من درجة حرارة انصهار الهيكل من النوع II. وبالمثل، يمكن اكتشاف النوع الثاني من البنية عن طريق تصوير البلورات بالأشعة السينية؛ في حين أن نوع البنية I لا يمكن اكتشافه من خلال هذه التقنية، مما يشير إلى أن هذا النوع ربما يكون في حالة غير متبلورة. قد يشكل الأميلوز هياكل من النوعين الأول والثاني، في حين أن الأميلوبكتين من المحتمل أن يربط الدهون فقط من خلال سلسلة فردية. بشكل عام، هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تكوين النشاء والدهون المعقدة.

يعتمد نوع البنية المتكونة من النشاء والدهون على نوع الدهون والظروف التي تتشكل فيها، تميل الدهون ذات المجموعات الرأسية المشحونة إلى تكوين هياكل من النوع الثاني (Eliasson and Wahlgren, 2004) بشكل أقل. وفي حالات أخرى، تم الإبلاغ عن كلا النوعين من البنية، أي I وII، اعتماداً على كيفية تكوين المجمعات. تكون المعقدات من النوع الأول هي السائدة إذا حدث التكوين بسرعة وعند درجات حرارة منخفضة (بين 70 °م و 80 °م)، في حين أن المعقدات الأكثر ترتيباً من النوع الثاني تكون مفضلة إذا حدث التكوين المعقد عند درجات حرارة عالية (Eliasson and Wahlgren, 2004). قد تؤدي المجمعات بين الأميلوز والدهون (الأحماض الدهنية، والليثوسفولبيبيدات، وأحادية الغليسريد) إلى تعديل خصائص النشاء ووظائفه بشكل كبير؛ على سبيل المثال، يتم تقليل قابلية ذوبان النشاء في الماء، ويتم تغيير الخصائص الريولوجية للدقيق، وتقليل قدرة الانتفاخ، وزيادة درجة حرارة الجلتن، وتأخير التراجع، وتقليل القابلية للتحلل المائي الأنزيمي (Copeland *et al.*, 2009).

في دراسة حول تأثير المكونات السطحية لحبيبات النشاء (المكونات السطحية غير الكربوهيدراتية)، صنف Debet وGidley (2006) النشاء على أنه نشاء سريع الانتفاخ (مثل الذرة الشامية والبطاطا وما إلى ذلك)، ونشاء بطيء الانتفاخ، والذي قد يكون تم تحويله إلى نشاء سريع الانتفاخ عن طريق استخلاص الدهون والبروتينات السطحية (مثل القمح والذرة وغيرها)، ونشاء محدود الانتفاخ، والذي لا يتأثر باستخلاص البروتين/الدهون (مثل الذرة/البطاطا التي تحتوي على نسبة عالية من الأميلوز). من ناحية أخرى، هناك

دراسات حول كيفية تشكيل بروتينات الغلوتين لمصفوفات تغطي حبيبات النشاء، وبالتالي تجنب تجلثتها وملاستها للإنزيمات الهاضمة؛ وكلها تجعل عملية الهضم أكثر صعوبة (Li *et al.*, 2007; Auger *et al.*, 2011). بالإضافة إلى ذلك، فقد لوحظ أن العجن/الخلط "الكافي" يزيد من تكوين مصفوفة البروتين (الغلوتين) من خلال عمل روابط ثاني كبريتيد. ومع ذلك، إذا تم إجراء عجن/خلط مفرط، تفقد تلك المصفوفة صلابة عندما تتكسر الروابط وتتفكك جزيئات الغلوتين إلى أجزاء أصغر، مما قد يساهم في إمكانية الوصول إلى الإنزيمات الهاضمة، ويعزز هضم النشا (Parada and Aguilera, 2011). ومن ثم، فإن المعالجة (الميكانيكية والحرارية وغيرها) قد تؤثر في مستوى التفاعل بين جزيئات البروتين، مما يؤثر على قابلية هضم النظام بأكمله.

كما ذكرنا سابقاً، هناك القليل من المعلومات حول الهياكل المجهرية للأنظمة الثلاثية التي تتكون من النشاء والبروتين والأحماض الدهنية وتأثيرها في هضم النشاء. يعتبر النشاء والبروتينات من البوليمرات الحيوية المهمة التي يكون تفاعلها صعباً بطبيعتها؛ ومع ذلك، فقد لوحظ وجود الأحماض الدهنية الحرة (FFAs) لصالح تكوين المجمعات الثلاثية، حيث من المحتمل أن تعمل ثلاثة عناصر هيكلية مختلفة: تكوين مجمعات النشاء-FFA، وتكوين مجمعات البروتين-FFA، ومجموع البروتين المرتبط برابطة ثاني كبريتيد (Zhang *et al.*, 2003; Zhang and Hamaker, 2005). قام Zhang و Hamaker (2003) بدراسة التفاعل بين نشاء الذرة الرفيعة وبروتين المصل والأحماض الدهنية الأساسية عن طريق محلل اللزوجة السريع (RVA)، لاحظ الباحثون وجود ذروة ملحوظة في اللزوجة (أثناء مرحلة التبريد) عندما تكون المكونات الثلاثة موجودة في النظام، وهو ما يختلف عن الأنظمة الثنائية المكونة فقط من النشاء والبروتين أو FFAs، حيث لم يتم ملاحظة ذروة اللزوجة أو كانت أقل بشكل ملحوظ. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ أن كلاً من تسلسل إضافة المكونات إلى النظام الثلاثي والحمض الدهني المستخدم (ربما يرتبط بدرجة عدم التشبع) يؤثر في الذروة.

1-5- بدائل الدهون:

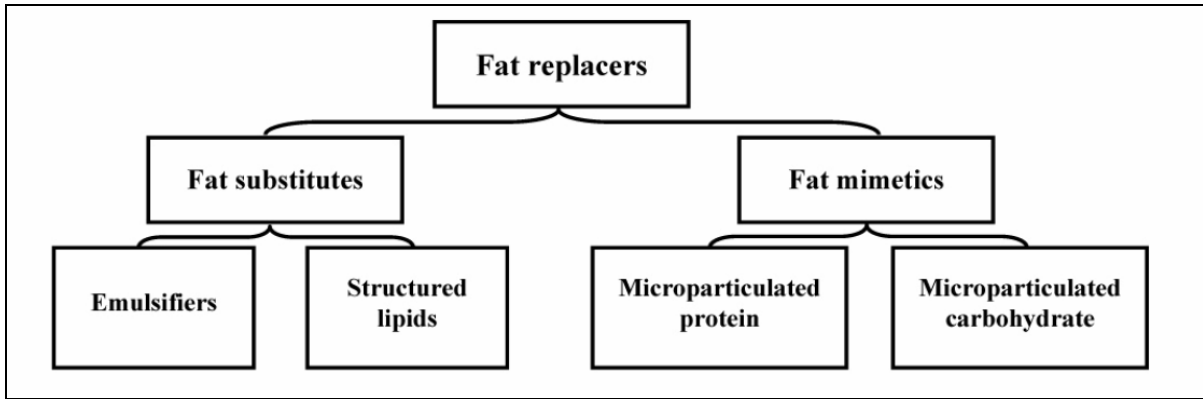
بدائل الدهون هي أحد المكونات التي يمكن استخدامها لتوفير بعض أو كل وظائف الدهون والتي تنتج سعرات حرارية أقل من الدهون، ويجب أن تكون بدائل الدهون قادرة على تكرار كل أو بعض الخصائص الوظيفية للدهون في الأطعمة (Schwenk and Guthrie, 1997). ومن الجدير بالذكر أن مصطلح بدائل الدهون يعني أن المادة لها خصائص فيزيائية أو حسية معينة مرغوبة للدهون والتي تحل محلها دون أي خصائص غير مرغوب فيها للدهون (Hassel, 1993; Martin, 1999). هناك عدة فئات لبدايل الدهون، وغالباً ما يكون هناك ارتباطك بشأن كيفية تعريف الفئات. بدائل الدهون هي إما بدائل للدهون (Fat substitutes) أو مقلدات الدهون (Fat mimetics). بدائل الدهون هي مواد شبيهة بالدهون تهدف إلى استبدال الدهون على أساس فردي، بينما مقلدات الدهون عبارة عن مكونات بروتينية أو كربوهيدراتية تعمل عن طريق تقليد الخصائص الفيزيائية والتركيبية ولمس الفم والخصائص الحسية للدهون الحقيقية (Owusu-apenten, 2005).

وفي ما يلي نذكر بعض أنواع بدائل الدهون (Shaltout and Youssef, 2007):

- 1- بدائل الدهون (Fat substitutes): هي مكونات تشبه الدهون والزيوت التقليدية ويمكن أن تحل محل الدهون على أساس غرام مقابل غرام، ونظراً لأنها تعتمد على الدهون، فهي غالباً ما تكون مستقرة عند درجات حرارة الطهي والقلي وتوفر جميع وظائف الدهون، بينما تنتج أقل من 9 سعرة حرارية/غ، والتي يمكن أن تكون صفر سعرة حرارية إذا لم يتم امتصاصها.
- 2- نظائر الدهون (Fat analogs): هي مركبات تحتوي على العديد من خصائص الدهون ولكن لها قابلية هضم متغيرة وقيمة غذائية متغيرة.
- 3- موسعات الدهون (Fat extenders): تعمل على تحسين وظيفة الدهون، مما يسمح بتقليل الكمية المعتادة من الدهون في المنتجات.

4- مقلدات الدهون (Fat mimetics): هي مكونات تحاكي واحدة أو أكثر من الوظائف الحسية والفيزيائية للدهون في الطعام. وهي تعتمد على مكونات الكربوهيدرات أو البروتين أو الدهون المستخدمة بمفردها أو مجتمعة وتوفر من 0 إلى 9 سعرة حرارية/غ. تعطي مقلدات الدهون خاصية الانزلاق، وملمس الفم، وغيرها من خصائص الدهون عن طريق الاحتفاظ بالماء.

يوضح الشكل (1) الفئات الأربع العريضة لبدايل الدهون.



الشكل -1. تصنيف بدائل الدهون.

وصف Stern و Hermann-Zaidins (1992) بديلاً مثالياً للدهون من خلال كونه آمناً وخاملاً من الناحية الفيزيولوجية ومكافئاً من الناحية التغذوية ويخلق الوهم بمحتوى الدهون، وينبغي أن تسمح بانتقال الحرارة لأن الدهون هي وسيلة تبادل الحرارة التي تمكن من الطهي السريع (Jones, 1996).

يمكن أيضاً تصنيف بدائل الدهون على النحو التالي:

1- مشتقة من النشاء.

2- مشتقة من الألياف.

3- أساسها البروتين.

4- الصمغ والمواد الهلامية والمكثفات.

5- المستحلبات.

6- عوامل التضخيم.

7- الدهون منخفضة السعرات الحرارية.

8- موسعات الدهون.

9- بدائل الدهون الاصطناعية.

10- الأنظمة المركبة.

يعتمد التصنيف المذكور أعلاه جزئياً على التركيب الكيميائي وجزئياً على وظيفة المكونات، ويتضمن أنظمة مركبة (أي خلطات) (Jones, 1996).

1-6- تطبيقات بدائل الدهون في المنتجات المخبوزة:

وتستخدم بدائل الدهون بشكل واسع في صناعة المنتجات الغذائية، يشمل بعضها اللحوم ومنتجات الألبان والمنتجات المخبوزة.

تمت دراسة الخصائص الفيزيائية والحسية للكوكيز المحضرة من رقائق الشوكولاته المصنوعة من السمن النباتي وبدائل الدهون القائمة على البروتين والدهون والكربوهيدرات بنسبة 50 و 75% من قبل (Armbrister and Sester 1994)، وقد أشارت النتائج إلى أن جميع عينات الكوكيز ذات نسبة السمن المنخفض تحتوي على تشققات سطحية أقل بشكل ملحوظ، ونتوءات سطحية أقل، وخلايا أكثر تجانساً ولكن أكبر حجماً.

Sanchez وآخرون (1995) أعدوا بسكويت قليل الدسم باستخدام مجموعات من بدائل الدهون القائمة على الكربوهيدرات على مستويات مختلفة، وأشارت البيانات إلى وجود محتوى رطوبة أعلى وصلابة أكبر وحجم محدد أقل مع اختلافات طفيفة في قوة كسر البسكويت مقارنة بعينات الشاهد.

تم استخدام ثلاثة بدائل دهنية تحتوي على الكربوهيدرات في البسكويت، بينما تم تقليل السمن بنسبة 33 و 66 و 100%، أظهرت النتائج أن استخدام بديل الدهون أدى إلى زيادة كبيرة في محتوى الرطوبة ولون القشرة الفاتح والتباين في الحجم وصلابة الفتات (Conforti *et al.*, 1996).

استخدم Swanson (1998) ثلاثة بدائل للدهون تعتمد على الكربوهيدرات لتحل محل 75% من الزبدة في ثلاث تركيبات من بسكويت زبدة الفول السوداني. أظهرت البيانات أن جميع عينات الكوكيز قليلة الدسم تم تصنيفها بشكل أقل قبولاً ولكن لم يتم رفضها مقارنة بعينات الكوكيز الشاهد، ولكن كان هناك اتجاه نحو قبول أكبر لعينات الكوكيز المحضرة باستخدام البولي دكستروز.

تم استخدام نوعين مختارين من بدائل الدهون القائمة على الكربوهيدرات والمشتقة من نشاء البطاطا وقشور الحمضيات المعروفة على التوالي باسم (P-SA2) و (S100) لتحل محل السمن في نوعين من منتجات المخايز (البسكويت الشرقي "غريبة" والكيك). تم تطبيق بدائل الدهون بنسبة 25، 35 و 45% للأول و 40، 50 و 60% لللاحق. أظهرت النتائج أن إضافة P-SA2 في جميع المستويات لم يؤثر في النتائج الحسية وحصلت المنتجات على درجات عالية مثل عينات الشاهد كاملة الدسم. أظهرت الخواص الميكانيكية لمنتجات المخايز التي تم اختبارها أن الاستبدال بـ P-SA2 لكل من الغريبة والكيك أظهر قوة كسر أقل من نفس المنتجات مع S100 (Shaltout *et al.*, 2004).

قام Navder و Wekwete (2005) بالتحقيق في تأثير هريس الأفوكادو كبديل للدهون في الخصائص الفيزيائية والتركيبية والحسية لبسكويت دقيق الشوفان. أشارت النتائج إلى أن الكوكيز مع استبدال 50% من الأفوكادو المهروس قد قلل بشكل ملحوظ من انتشار الماء ونشاط الماء مقارنة بالشاهد. أظهر تحليل الملمس أن استبدال الأفوكادو يقلل بشكل كبير من صلابة وهشاشة الكوكيز. أشار التقييم الحسي إلى أن الأفوكادو قليل الدهون وجد أنه أكثر طراوة ومطاطية وله خطوط مستديرة مع تشقق سطحي أقل بكثير، وهو أقل قبولاً من الشاهد ولكن

لديه مجال للتحسين. تم استبدال 50% من الكوكيز مع الأفوكادو المهروس، مما أدى إلى توفير دهون أقل بنسبة 35% وسعرات حرارية أقل بنسبة 13% مقارنة بالشاهد.

Agyare وآخرون (2005) أظهروا أن إضافة الشورتينينغ إلى عجينة دقيق القمح الطري أدى إلى انخفاض غير مهم ($P < 0.05$) في مقاومة العجين للتشوه (P)، وتمدد العجين (L) وقوة خبز العجين (W)، مما يشير إلى وجود شبكة غلوتين أقل تطوراً. لم يؤثر استبدال السالتايريم (Salatrim) للسمن في (P) و (W). كانت عينات الكوكيز التي تحتوي على SL عند استبدال 50 و 75% متشابهة إلى حد كبير ($P < 0.05$) مع عينات الكوكيز الشاهد في السمن في كل من صفات الخبز والتركيبية.

تم التحقيق في تكوين الفقاعات والمسام لتركيبية الكيك عالي النسبة مع البولي دكستروز كبديل للسكر والدهون بواسطة (Kocer *et al.*, 2007)، تمت دراسة الخصائص الفيزيائية بواسطة تقنية التصوير. أشارت النتائج إلى أن استبدال البولي دكستروز في نظام الكيك عالي النسبة له خصائص متفوقة في توزيع الطور الغازي في عجينة الكيك من خلال تقليل متوسط أحجام الفقاعات وزيادة تجانس حجم الفقاعة مع زيادة مستوى البولي دكستروز. ولوحظ أيضاً انخفاض في متوسط حجم المسام وتوحيد حجم المسام لقشرة الكيك بسبب التأثير المشترك لانخفاض ثبات الخليط والتداخل مع آلية الجلتننة. أظهر نظام الكيك العالي الناتج انخفاضاً بنسبة 22% في القيمة الحرارية بناءً على إجمالي محتوى السكر والدهون.

إن بدائل الدهون، بما في ذلك المواد الهلامية الأميلوديكترين ومعجون فول الصويا، استبدلت بشكل فعال الدهون بنسبة تصل إلى 75% في الكيك و 50% في الكوكيز من نوع Sablé دون التأثير في الحفاظ على الجودة والخصائص الحسية. علاوةً على ذلك، أظهرت تجارب التحليل الحيوي التي قيمت مستوى الكوليسترول الكلي والكوليسترول الجيد والثلاثي الغلiserين تأثيرات إيجابية في الجرذان التي تم تغذيتها بالمنتجات المذكورة أعلاه (Abd-El Khalek, 2007).

1-7- بدائل الدهون المستخدمة في المنتجات المخبوزة:

1-7-1- بدائل الدهون الكربوهيدراتية المعقدة:

تتراوح بدائل الدهون الكربوهيدراتية المعقدة من النشويات القابلة للهضم إلى النباتات غير القابلة للهضم (الألياف)، وتجدر الإشارة إلى أن استبدال الدهون الغذائية بالكربوهيدرات المعقدة أدى إلى انخفاض كثافة الطاقة لجميع المنتجات الغذائية، بغض النظر عن حالة الألياف بسبب التعقيد لأن الكربوهيدرات تعطي طاقة أقل من الدهون، كما وجد أن استخدام الألياف بدلاً من النشويات يمكن أن يكون لها ميزة في السوق، ومن الأطعمة التي قد تفي بمعايير متطلبات محتوى الألياف (الإينولين) غير القابل للهضم. لوحظ أيضاً أن الألياف الغذائية المشتقة عادةً من جذور الهندباء تحقق نجاحاً أكبر في استبدالها الدهون الغذائية في المنتجات المخبوزة، إذ يصل مستوى استبدال الدهون (FR) إلى 75% في المقرمشات البقولية والكيك (1:1 الإينولين: الماء؛ و 2:1 الإينولين: الماء، على التوالي) وكانت قادرة على تقليل الطاقة الإجمالية دون أي تغييرات في قبول المستهلك (Colla and Gamlath, 2015). وتجدر الإشارة إلى أن إضافة الإينولين غيرت الخصائص التركيبية والفيزيائية بالنسبة لمنتجات القرمشة والكيك، في حين لم يتم قياس القبول لاستخدام الإينولين في الكيك إذ كان عند 50% نسبة استبدال الدهن تغيرات حسية وفيزيائية أقل مقارنة بـ 75% و 100% نسبة استبدال (Zahn *et al.*, 2010). بالإضافة إلى ذلك، اختُبر استخدام أربعة تركيبات تجارية من الإينولين في الفطائر فوجد اختلاف في نسبة الإينولين بالنسبة للماء وقابلية الذوبان ولكن النتائج لكل منها كانت متشابهة، بالمقابل كان المالتوديكسترين ناجحاً أيضاً عند مستوى بديل للدهون بنسبة 75% في مقرمشات البقوليات وفي 66% مستوى استبدال في الكيك على الرغم من وجود تغييرات ملحوظة في الرائحة والمظهر والطعم والملمس (Khouryieh *et al.*, 2005). إجمالي نسبة استبدال من الإينولين أو مالتوديكسترين (100%) كان لهما انخفاض كبير في قبول المستهلك لذلك لا ينصح باستبدال الدهون بالكامل في المنتجات الغذائية المخبوزة، في حين كانت النتائج

وأداة للإينولين المستخدم كبديل للدهون في البسكويت، على الرغم من وجود بعض التغيرات الملحوظة في الخصائص التركيبية والفيزيائية (Blonsca *et al.*, 2014).

شملت الكربوهيدرات المعقدة الأخرى المستخدمة كبديل للدهون في البسكويت مستخلص الترمس، مالتوديكترين، ألياف الذرة، ونشاء الأرز على الرغم من أن كل هذه كان لها آثار كبيرة في الخصائص الحسية للبسكويت باستثناء نشاء الأرز (Forker *et al.*, 2012)، ووجد أن نشاء الأرز ليس له تأثير كبير في الخصائص الحسية، ولكن تم اختباره فقط عند 20%. كان لجميع بدائل دهون الكربوهيدرات المعقدة تأثير كبير في الخصائص الفيزيائية للعجين ومنتجاته المخبوزة مع زيادة كبيرة في الكثافة، المتانة، قوة الانكسار، الرطوبة والنقصان في الحجم لجميع المنتجات المختبرة تقريباً (Zoulias *et al.*, 2002)، ومن بين جميع بدائل الدهون الكربوهيدراتية المعقدة حقق الإينولين أكبر نجاح في تقليل إجمالي الدهون وطاقة المنتج الغذائي مع أقل تأثير في الصفات الحسية وقبول المستهلك خاصة في مقرمشات البقوليات. سلسلة طويلة من الإينولين لديها القدرة على تشكيل بلورات دقيقة التي يمكنها التجمع معاً، والتفاعل مع الماء، وفي النهاية التكتل لإنشاء شبكة هلامية، إلى حد ما، يبدو أن شبكة الهلام هذه لديها القدرة على محاكاة وظائف الدهون في المخبوزات مثل القدرة على تليين المكونات الجافة (من خلال البروتينات المحيطة والنشاء) والمساعدة في الحفاظ على تأثير البنيات، كما يعد المالتوديكترين أيضاً بديلاً ناجحاً للدهون في مقرمشات البقوليات على الرغم من أنها لم تكن ناجحة في استبدال الدهون في البسكويت مقارنة مع الإينولين، إذ يُعدّ الإينولين مصدراً جيداً للألياف وله خصائص صحية وأداة للأمعاء بسبب طبيعته بريبايوتيك وربما زيادة امتصاص العناصر الغذائية مثل الكالسيوم (Shoaib *et al.*, 2016). علاوةً على ذلك، قد يستفاد من الإينولين في التسويق لكونه مصدراً جيداً للألياف والتي قد تكون جذابة للمستهلكين، لذلك يوصى بالإينولين كبديل دهون عالي المستوى بدرجة معقولة في المقرمشات والكيك والبسكويت.

أما فيما يخص استخدام ألياف الذرة، فقد بيّن (Forker *et al.*, 2012) أن استبدال الدهن المستخدم في صناعة البسكويت بنسبة 30-40% من ألياف الذرة قد ترافق مع انخفاض في الحجم وارتفاع في الصلابة، الرطوبة والفاعلية المائية، وبالنسبة للخصائص الحسية فقد انخفضت الحلاوة وازدادت القساوة وزمن المضغ. من جهة أخرى، أدى استخدام نشاء الأرز كبديل للدهن بنسبة 20% في صناعة البسكويت إلى انخفاض الحجم وزيادة سماكة القطعة (Lee and Puligundla, 2016)، أما استخدام النشاء المعدل بنسبة 40% في صناعة البسكويت فقد عمل على انخفاض الصلابة وزيادة معامل التمدد (Rodríguez-García *et al.*, 2012).

1-7-2- بدائل دهون من الصمغ والهلام:

بدائل دهون من الصمغ والهلام، في الغالب يكون معظمها من الكربوهيدرات وتشمل أيضاً المواد الدهنية والصمغ والمواد الهلامية القائمة على البروتين. قد تزيد بعض بدائل الدهون هذه أيضاً من ملاءمتها لمتطلبات المحتوى الغذائي مثل مصادر الألياف أو البروتين. كان لصمغ الغوار وصمغ الزانتان تأثير ضئيل نسبياً في الخصائص الفيزيائية لمنتج الكيك عند استخدامه كبديل للدهون (Zambrano-Zaragoza *et al.*, 2014)، في حين لم تتم مقارنة المقاييس الحسية بعينة الشاهد إذ صُنّفت كلا النوعين من الكيك على أنهما مقبولان مع قبول أكبر في العجينة المحتوية على صمغ الزانتان، وعُدَّ عند 50% FR مثالياً.

Oatrim (مسحوق أبيض لا طعم له مشتق من الشوفان، ويتألف من amyloextrins و 5-10% β -glucan) الألياف القابلة للذوبان؛ أدرجت كمسحوق أو هلام) والتي سببت تغييرات كبيرة في الخصائص الفيزيائية لكل من الكيك والكرواسان والبسكويت (Lee *et al.*, 2005). ومع ذلك لا يبدو أن هذا له أي تأثير في الخصائص الحسية لهذه الأطعمة حتى بنسبة 100% FR.

كما سبب البكتين أيضاً حدوث تغييرات كبيرة في الخصائص الفيزيائية للكيك والكرواسان والبسكويت خاصة زيادة الصلابة والحد من حجم هذه الأطعمة، والذي كان يوازيه زيادة الإدراك للصلابة وتقليلها للنكهة من التقييمات

الحسية (Lim *et al.*, 2014)، ولوحظ هذا عندما اختُبر البكتين عند مستوى منخفض نسبياً من مستوى FR في الكيك والبسكويت (10-30%)، وهذا يشير إلى أنه ليس بديلاً مثالياً للدهون في المنتجات المخبوزة. Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC): كان له آثار كبيرة في الخصائص الفيزيائية والحسية في الرقائق والبسكويت حتى عند مستويات منخفضة نسبياً من FR (Laguna *et al.*, 2014). في حين لم يتم اختبار قبول المستهلك على المقرمشات بسبب عدّه غير مقبول من قبل مجموعة التركيز، HPMC في البسكويت كان يُعدّ أقلّ قبولاً بشكل ملحوظ مقارنة مع بسكويت الشاهد الذي يحتوي على زيت الكانولا بنسبة 18% وهذا يشير أيضاً إلى أنه ليس بديلاً مثالياً للدهون في هذه الأطعمة.

الهلامات الزيتية (Oleogels): هي منتجات من زيوت نباتية باستخدام استرات الشمع الطبيعية (Oh *et al.*, 2017)، تشكل العملية Oleogelation بنية بلورية شمعية تحتوي على الزيت السائل داخل مصفوفة صلبة، وهذا يسمح باستخدام الزيوت النباتية السائلة بدلاً من السمن، في حين أن هذا لا يقلل بالضرورة من إجمالي محتوى الدهون من المنتجات الغذائية فهو مفيد في تقليل محتوى الدهون المشبعة، وتجدر الإشارة إلى أن جميع الهلامات الزيتية والدراسات التي تمت مراجعتها قللت من محتوى الدهون الكلي للأطعمة التي اختُبرت (Pehlivanoglu *et al.*, 2018)، ومع ذلك لم تتجح الهلامات الزيتية كبديل للدهون في هذه الدراسات لأنها جعلت البسكويت والكيك أكثر كثافة وقساوة، في حين بدت الخصائص الحسية واعدة مع زيادة في التذوق وعدم وجود اختلاف في القبول مقارنة بالأغذية التقليدية.

وأخيراً لم يكن بروتين مصل اللبن أيضاً بديلاً مثالياً للدهون في البسكويت، إذ نتج عنه انخفاض في النكهة العامة والقبول (Zoulis *et al.*, 2002)، عموماً، لم تكن المواد الهلامية والصمغ ناجحة للغاية كبدايل للدهون في المخبوزات، في حين لاقى Oatrim (وهو مادة شبيهة بالهلام مشتقة من نشاء الشوفان المتحلل بالماء، والتي تتكون أساساً من الدكسترين، وتحتوي على نسبة عالية نسبياً من الألياف القابلة للذوبان في شكل بيتا غلوكان، وتستخدم كبديل للدهون، أو مثخن، أو مثبت في العديد من المنتجات الغذائية) نجاحاً إذ لم تكن هناك تغييرات

كبيرة في الخصائص الحسية للكيك والبسكويت على الرغم من وجود مجموعة كبيرة من التغيرات الفيزيائية لهذه الأطعمة التي قد يكون لها تأثير على التطبيقات الصناعية.

1-7-3- بدائل الدهون الغذائية الكاملة:

ازداد الاهتمام باستخدام بدائل الدهون الغذائية الكاملة في السنوات الأخيرة، وتعد هذه البدائل مفيدة لأنها تحتوي على مجموعة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات التي قد تساعد في الخصائص الريولوجية للمنتجات المخبزة وهذا يجعلها أكثر ملاءمة من المستخلصات والعزلات البسيطة. عموماً، كان لاستبدال الدهون الغذائية الكاملة تأثير أقل في الخصائص الفيزيائية والحسية للمنتجات المخبزة؛ وفي بعض الحالات زيادة قبول المستهلك. في حين كان دقيق نواة المشمش بديلاً ناجحاً للدهون مع تأثير ضئيل في الخصائص الفيزيائية والحسية للبسكويت كحد أقصى عند 50% FR (Seker *et al.*, 2010). وكان لصمغ بذور الشيا أيضاً تأثير ضئيل في الخصائص الفيزيائية للكيك والخبز بنسبة تصل إلى 100% FR (Fernandes and Salas-Mellado, 2017) على الرغم من عدم اختبار الخصائص الحسية في هذه الدراسات.

زيت عباد الشمس عالي الأوليك (HOSO) لم يقلل بشكل كبير من كمية الدهون الكلية في البسكويت، لكنها قللت من محتوى الدهون المشبعة (Onacik-Gür *et al.*, 2015). ومع ذلك لم يكن استخدام HOSO كبديل للدهون يُعدّ ناجحاً لما لها من تأثير كبير في حجم البسكويت ولونه وملامسه.

كان لاستخدام هريس الأفوكادو كبديل للدهون في الكيك والبسكويت ناجحاً بنسبة 50% FR، وكما أنه لم يؤثر في قبول المستهلك، ومع ذلك عند 75-100% FR قبول الكيك قليل الدسم انخفض مقارنةً مع كيك الشاهد المحتوية على السمن (Nguyen *et al.*, 2013).

أما هريس التفاح أو الثفل كان فقط بديل للدهون الغذائية الكاملة نتج عنه انخفاض في الجودة الحسية وقبول المستهلك حتى عند المستويات المنخفضة 10% FR (Hayek *et al.*, 2013)، لهذا لا ينصح بهريس

التفاح كبديل الدهون في البسكويت. في حين كان لهريس الفاصولياء وهريس البازلاء الخضراء تأثيرات متشابهة جداً في الخصائص الحسية للبسكويت مع زيادة في الصفات الحسية بنسبة 25-75% FR، ويُعدّ استخدام هريس البازلاء الخضراء بنسبة 25% في البسكويت مثالياً، في حين أن FR بنسبة 100% أدى إلى انخفاض قبول المستهلك (Romanchik-Cerpovicz *et al.*, 2018).

أخيراً كان لمركب البيتا غلوكان (β -glucan) المشتق من الشوفان أو نخالة الشوفان تأثير كبير في الملمس واللون ورطوبة البسكويت (Lee *et al.*, 2006)، على الرغم من عدم اختبار الخصائص الحسية في هذه الدراسات، وهذا يشير إلى أن مركب البيتا غلوكان لم يكن بديلاً ناجحاً لاستبدال الدهون في البسكويت. ويمكن أن تكون الأغذية الكاملة هي الأكثر ملاءمة لاستبدال الدهون في الأطعمة المخبزة وليكون لها أقل تأثير في الخصائص الفيزيائية والحسية.

يمكن أن تزيد من الفوائد الصحية وإمكانية تسويق منتجات الأطعمة المخبزة وهذا يؤدي إلى إنتاج أغذية وظيفية جديدة. وأخيراً المستهلكون أكثر عرضة لقبول الأطعمة التي تحتوي على مكونات أو إضافات مصنوعة من طعام طبيعي كامل المنتجات (Aschemann-Witzel *et al.*, 2019). وقد كان هريس الفاصولياء والبازلاء من أنجح بدائل الدهون للبسكويت عند 25-75% FR، ونجح هريس الأفوكادو في تقليل الدهون في الكيك عند 50% FR. ولكننا نحتاج إلى المزيد من الدراسات حول بدائل الدهون الغذائية الكاملة في البسكويت والخبز قبل التوصية بها على أنها موثوقة كبديل الدهون.

1-7-4- بدائل الدهون المركبة:

قد توفر بدائل الدهون مع مكونات إضافية صفات أفضل شبيهة بالدهون، إذ يتم تصميم المكونات الإضافية عادة لتكمل التأثيرات غير المرغوب فيها للفرد، كما رأينا أعلاه، هذه المكونات الإضافية تكون أنواع أخرى من بدائل الدهون ولكن في الوقت نفسه يمكن أيضاً أن تكون أنزيمات أو مستحلبات، وكذلك أقيمت بعض الدراسات على

بدائل الدهون المركبة في المنتجات المخبوزة، على الرغم من أن النتائج تبدو واعدة، إذ كانت بدائل الدهون مثل البولي دكسترين (Polydextrose) وصمغ الآغار (Guar gum) ناجحة في البسكويت بمستوى مرتفع نسبياً عند (FR %70) مع زيادة في إحساس الطعم والنكهة وقبول المستهلك (Chugh *et al.*, 2013)، في حين أدى استخدام المالتوديكترين وصمغ الزانتان إلى زيادة في الرطوبة والصلابة والمضغ في المافين بنسبة 66% FR ولكن لم يتم إجراء التحليل الحسي لهذه العينات، ويُعدّ (Kel-Lite BK) بديلاً دهنيّاً تجارياً يحتوي على صمغ الزانتان، صمغ الغوار، السيللوز جل، ستيرويللاكتيلات الصوديوم، الصمغ العربي، الديكسترين، الليسيتين، أحادي وثنائي الجليسيريد، وهذا أدى إلى زيادة المرارة والصلابة ونعومة الفتات بشكل غريب في البسكويت في 33%، 66% و 100% FR (Conforti *et al.*, 2007)، في حين كان HOSO و Inulin أيضاً بدائل دهون ناجحة في البسكويت بنسبة 100% FR (Doménech-Asensi *et al.*, 2016)، وبالرغم من أن HOSO يحتوي على دهون إلا أن البسكويت قد قلل من الدهون المشبعة فقط بدلاً من الدهون الكلية ومع ذلك أدى HOSO و Inulin إلى انخفاض المظهر والنكهة والرائحة والملمس وقبول المستهلك في الكعك والكرواسان و muffin. لذلك قد يكون HOSO و inulin مناسبين فقط لاستخدامهما كبدايل للدهون في البسكويت، وقد يكون HOSO و β -Glucan أيضاً بديلين مفيدتين للدهون عند 100% FR لأن هذا كان له تأثير ضئيل في الخصائص الفيزيائية في البسكويت على الرغم من أن التقييمات الحسية لم تجر بعد (Onacik-Gür *et al.*, 2015)، كما تم تجربة مزيج من الجل المملوء مستحلب على أساس الإينولين وزيت الزيتون البكر الممتاز (EVOO) لكونها بدائل للدهون في البسكويت (Giarnetti *et al.*, 2015) عند 50% FR، إذ لم تكن هناك أي تغييرات على الخصائص الفيزيائية وقبول المستهلك العام للبسكويت مقارنة ببسكويت التحكم الذي يحتوي على 20% زبدة بالرغم من حدوث انخفاض في النكهة العامة، ومع ذلك قبول المستهلك لم يتم الاحتفاظ به عند 100% FR، في حين الإينولين والليياز والمستحلب التجاري ("كولكو"؛ نوع من هلام ألفا، مستحلب يحتوي على مونوستيرات الغلiserين واسترات polyglycerol للأحماض الدهنية)، كان لها تأثير ضئيل

في الخصائص الفيزيائية للكيك عند 50-70% FR بالرغم من عدم إجراء تقييم حسي لهذا جرى استبدال الدهون المركبة (Rodríguez-García *et al.*, 2014).

وأقيمت إحدى دراسات المجموعات المزدوجة الثنائية وليس الثلاثية من استخراج ألياف الذرة، مالتوديكسترين والترمس في البسكويت كل منها بنسبة 30-40% FR (Forker *et al.*, 2012)، وكان لكل التركيبات تأثير ضئيل في الخصائص الفيزيائية للبسكويت مقارنةً ببسكويت الشاهد الذي يحتوي على 33% من المارجرين (السمن) ومع ذلك كان تفضيل المستهلك لألياف الذرة ومستخلص الترمس أقل بكثير من التحكم، في حين كانت ألياف الذرة والمالتوديكسترين أعلى بكثير من التحكم، وهذا يشير إلى أن مزيج من ألياف الذرة والمالتوديكسترين قد يكون بديلاً مثالياً للدهون في البسكويت عند مستوى FR معتدل.

ديكسترينتابيوكا ونشاء التابيوكا والنشاء المقاوم كمزائج دهون لها تأثير في مجموعة واسعة من الخصائص الحسية في البسكويت (Laguna *et al.*, 2014)، ومع ذلك عموماً انخفض قبول المستهلك، حتى عند مستويات FR منخفضة نسبياً (10-20%)، لهذا لا يوصى باستخدام هذا المزيج في استبدال الدهون في البسكويت.

عموماً، قد تكون بدائل الدهون المركبة مرشحة للمكونات في المنتجات المخبوزة قليلة الدسم، ويبدو أن استخدام صمغ الغوار و Polydextrose هو بديل فعال للدهون في البسكويت على الرغم من محدودية الأدلة المتاحة حالياً، لذلك لا يمكن تقديم التوصيات لاستخدام بدائل الدهون المركبة في المنتجات المخبوزة الأخرى.

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه

Materials and Methods

2- مواد البحث وطرائقه MATERIALS AND METHODS:

2-1- مواد البحث:

1. دقيق قمح عالي الجودة (دقيق الزيرو) بنسبة استخراج 72%.
2. نوعان من بدائل الدهون، وقد تمّ شراؤها من السوق المحلية، وهي:
 - الكربوهيدرات المعقدة: نشاء الأرز والمالتودكسترين.
 - الصمغ والمواد الهلامية: البكتين وهيدروكسي بروبيل مثيل سيللوز (HPMC).
3. مواد تحضير البسكويت: السكر، زبدة نباتية مهدرجة، حليب مجفف منزوع الدسم، بيكرينات الصوديوم وبيكرينات الأمونيوم، قطر صناعي والملح، وقد تمّ شراؤها من السوق المحلية.

2-2- تحضير المخبوزات المدروسة:

2-2-1- البسكويت الجاف:

حُضِر البسكويت وفق الطريقة المُعدّلة والموصوفة من قبل (Tarancón *et al.*, 2014)، إذ استُخدمت المكونات الآتية: 100 غ دقيق، 30 غ سكر، 20 غ مادة دهنية، 2 غ حليب مجفف منزوع الدسم، 1 غ ملح، 0.4 غ بيكرينات الصوديوم، 1.5 غ بيكرينات الأمونيوم، 2 غ قطر صناعي و 17 غ ماء.

بدايةً مُزج السكر مع الدهن بصورة جيدة، ثمّ أُضيف مسحوق الخبز والدقيق والماء والحليب وعُجنّت المكونات يدوياً بشكل جيد حتّى التجانس وتطور الشبكة الغلوتينية، ثمّ جُمعت العجينة ونُقلت إلى صينية الخبز، وفُردت بثخانة 3.5 مم وقُطعت باستخدام قاطع دائري ذي قطر 45 مم، وخُبزت بالفرن على درجة حرارة 210 °م لمدة 8 دقائق، وبعد الخبز تمّ التبريد البطيء، وعندما وصلت إلى درجة حرارة الغرفة عبئت ضمن أكياس من البولي إيثيلين وتُركت لحين التحليل.

استُبدلت الدهون المهدرجة المستخدمة في تحضير العجائن بكل نوع من بدائل الدهون المذكورة سابقاً وفقاً للنسب الآتية (0، 25، 50، 75 و 100%) من كمية المادة الدسمة المستخدمة في تصنيع البسكويت.

2-2-2- الكوكيز :

حُضِر الكوكيز وفق الطريقة المعدلة والموصوفة في (AACC, 2000)، إذ استُخدمت المكونات المذكورة وفق النسب المحددة لكل 100 غ دقيق: 45 غ سكر، 40 غ مادة دهنية، 1.5 غ حليب مجفف منزوع الدسم، 1.5 غ ملح، 1 غ بيكربونات الصوديوم، 0.5 غ بيكربونات الأمونيوم، 1.5 غ قطر صناعي و 9 غ ماء. شُكِّل المزيج الكريمي عبر خلط كل من السكر والمادة الدهنية والملح وبيكربونات الصوديوم والأمونيوم والحليب المنزوع الدسم لمدة 3 دقائق، ثم أُضيف القطر الصناعي والدقيق والماء، وعُجن المزيج مدة 6 دقائق، قُسمت العجينة الناتجة لقطع متساوية، وشكلت قطع الكوكيز بثخانة 5 ملم وقطر 65 ملم باستخدام قالب دائري، ثم خبزت داخل الفرن على حرارة 205 °م مدة 11 دقيقة، وبعدها تم التبريد البطيء، وعندما وصلت إلى درجة حرارة الغرفة عُبئت ضمن أكياس لحين التحليل.

استُبدلت الدهون المهدرجة المستخدمة في تحضير العجائن بكل نوع من بدائل الدهون المذكورة سابقاً وفقاً للنسب الآتية (0، 25، 50، 75 و 100%) من كمية المادة الدسمة المستخدمة في تصنيع الكوكيز.

2-3- الاختبارات الريولوجية للعجائن المُحضرة:

تمّ تقدير الخصائص الريولوجية للعجائن المُحضرة باستخدام جهاز الفارينوغراف وفق الطريقة الموصوفة في (Jacob and Leelavathi, 2007)، مع بعض التعديلات كالتالي:

حُضِرَت عجينة البسكويت أو الكوكيز في الخلاط حسب المقادير المذكورة سابقاً، ثم وُضعت في خلاط جهاز الفارينوغراف سعة 300 غ، وتم استخدام موضع الرفاعة الثالث لقياس تماسك العجينة. كانت سرعة خلط

الفارينوغراف 61 دورة في الدقيقة، وشُغل الجهاز لمدة 10 دقائق. تم تسجيل تماسك العجينة وثباتيتها عند فترات الخلط 0 و 10 دقائق على التوالي، وقد أجريت التجارب في درجات الحرارة المحيطة، وسُجلت المؤشرات الآتية:

1. التماسك (Tenacity): ويُعبر عنه بعرض عصابة المنحني المرسوم مقدراً بواحدات البريندر وذلك

عند كل من الزمن (0 و 10 دقائق).

2. الثباتية (Consistency): ويُعبر عنها بارتفاع المنحني المرسوم على المحور الأفقي مقدراً بواحدات

البريندر وذلك عند كل من الزمن (0 و 10 دقائق).

2-4- تقدير خصائص الجودة للمخبوزات المدروسة:

2-4-1- الخصائص الكيميائية:

1- النسبة المئوية للرطوبة: بحسب AACC رقم 44-A15 (AACC, 2000).

2- النسبة المئوية للبروتين: بحسب AACC رقم 46-10 (AACC, 2000).

3- النسبة المئوية للبيبيدات: تم تقدير الليبيدات باستخدام جهاز سوكسلت (Soxhlet) تبعاً للطريقة المعتمدة في AACC رقم 30-25 (AACC, 2000).

4- النسبة المئوية للألياف: تم تقدير الألياف بجهاز تقدير الألياف ماركة (Selecta) الإسباني، بطريقة تقدير

الألياف الكلية، وذلك بحسب الطريقة السويسرية المطورة المنفذة من قبل الشركة الصانعة وبحسب الطريقة

المعتمدة في AACC رقم 32-45 (AACC, 2000).

2-4-2- الخصائص اللونية:

قيس لون العينات بوساطة جهاز (Hunter Lab, Konica Minolta, Japan)، حسب الطريقة المتبعة في (Abou-Zaid and Elbandy, 2012) وذلك لتحديد القيم اللونية للمؤشرات الثلاثة a^* ، b^* و L^* ، وبمعدل ثلاثة مكرارات لكل مؤشر، وقد تمّ تحديد القيم اللونية بالجهاز على ارتفاع 7.5 سم، وضبط الارتفاع بوساطة الرأس الأسطوانى المعدني المزود بالجهاز، إذ يدل المؤشر L^* على درجة الإضاءة (Lightness) وتتراوح قيمته ما بين (0-100)، أما المؤشر a^* فيشير إلى الدرجة اللونية الواقعة ما بين اللونين الأخضر والأحمر، ويدل المؤشر b^* على الدرجة اللونية الواقعة ما بين اللونين الأزرق والأصفر، وتتراوح قيمة كل من هذين المؤشرين اللونيين (-120، +120).

2-4-3- الخصائص التصنيعية:

1- مؤشرات الأبعاد: قست بحسب (Sudha *et al.*, 2007) وتشمل:

- قطر القطعة: وُضِعَت 6 قطع من البسكويت بجانب بعضها بعضاً، الحافة على الحافة، وجرى حساب القطر باستعمال مقياس بيكاوليس، ثم دُورَت القطع بزاوية 90 درجة وتم حساب القطر مرة أخرى، ثم أخذ المتوسط للقياسات السابقة (مم).
- ثخانة القطعة: وُضِعَت القطع بعضها فوق بعض وقيست الثخانة، ثم أُعيد ترتيب القطع مرة أخرى وأُجري القياس مرة أخرى، وحُسب المتوسط مقدراً بـ (مم).
- معامل التمدد: حُسب من العلاقة الآتية:

$$\text{معامل التمدد} = \frac{\text{القطر}}{\text{الثخانة}}$$

2- خصائص الصلابة (مقاومة الكسر): قيست صلابة المنتجات المُصنَّعة باستخدام جهاز (Texture

Analysar) بحسب الطريقة المتبعة من قبل (Mamat and Hill, 2014).

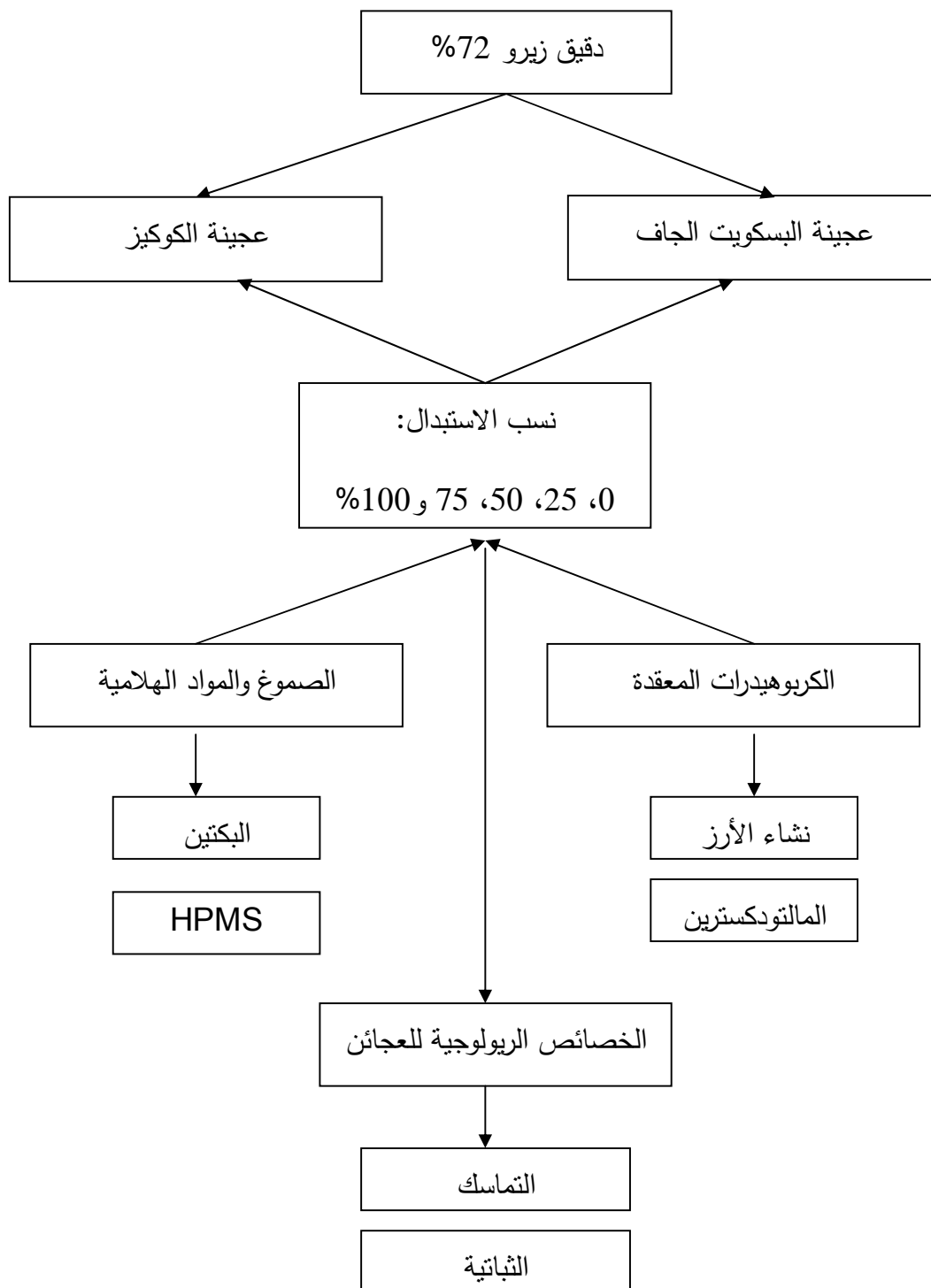
2-4-4- الاختبارات الحسية:

أُجري التقييم الحسي للبسكويت المُصنَّع بحسب طريقة Hedonic Scale المعتمدة على إعطاء العينات درجات من 1 إلى 5، إذ تتدرج من (5 أعجبنى بشدة) إلى (1 لم يعجبني أبداً) من قبل 20 شخصاً، وقيمت الصفات الآتية: 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).

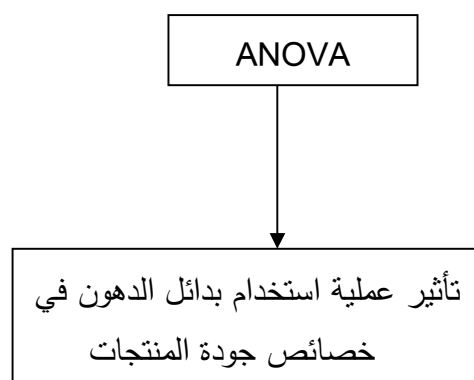
2-5- التحليل الإحصائي:

1. أُجريت الاختبارات السابقة بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات $\pm$ الانحراف المعياري.
2. أُجري اختبار تحليل التباين (ANOVA)، ثم تُبع باختبار (Tukey) لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% ($P \leq 0.05$).
3. استُخدم اختبار F (F test) وتوزع التباين (Variance distribution) لتحديد الأهمية النسبية لتأثير المتغيرات الأساسية على مستوى ثقة 5% ($p \leq 0.05$).
4. أُجريت جميع التحاليل الإحصائية السابقة باستخدام برنامج Minitab 14.

2-6- مخطط البحث:







الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

3- النتائج والمناقشة: RESULTS AND DISCUSSION

3-1- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة:

استخدم جهاز الفارينوغراف لقياس الخصائص الريولوجية (التماسك والثباتية) للعجائن المحضرة والمستخدم لتصنيع البسكويت الجاف، والذي يحتوي في تركيبته على ما نسبته 20% مادة دهنية، والكوكيز، والذي يحتوي في تركيبته على ما نسبته 40% مادة دهنية، والتي استبدلت بنسبة (0، 25، 50، 75 و 100%) من نشاء الأرز (الجدول 2 و 3)، المالتودكسترين (الجدول 4 و 5)، البكتين (الجدول 6 و 7) وهيدروكسي بروبيل مثيل سيللوز HPMC (الجدول 8 و 9).

أهم ما يميز نتائج تحليل الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة هو تشابه الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة من كل مجموعة من بدائل الدهون، إذ أكدت دراسات سابقة أن لكل من بدائل الدهون خصائص مختلفة تؤثر في جودة المنتج الغذائي، لذلك صُنِّفَتْ إلى مجموعات تبعاً لتركيبها الكيميائي وطريقة تأثيرها في المنتج (Colla *et al.*, 2018; Sudha *et al.*, 2007; Shaltut and Youssef, 2007)، وبناءً عليه اعتمدت فقط نتائج نشاء الأرز، من مجموعة الكربوهيدرات المعقدة، والبكتين، من مجموعة الصمغ والمواد الهلامية. من جهة أخرى، لوحظ التأثير السلبي لاستبدال المادة الدهنية سواء بالكربوهيدرات المعقدة (نشاء الأرز) أو الصمغ والمواد الهلامية (البكتين)، حيث ارتفع 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.

بيّن الجدول (2 و 3) ارتفاعاً في تماسك العجينة عند استخدام نشاء الأرز وتراوح بين (BU 540-280 و BU 410-210) في بداية الاختبار وبين (BU 560-275 و BU 440-200) بعد 10 دقائق من

الاختبار، في حين تراوحت قيم تماسك العجينة عند استخدام البكتين بين (BU 450-280 و 400-210) عند الزمن 0 دقيقة و (BU 470-275 و BU 420-200) عند الزمن 10 دقائق لعجائن البسكويت والكوكيز على التوالي (الجدول 6 و 7). من جهة أخرى، انخفضت ثباتية عجينة البسكويت من (BU 55) لعينة الشاهد في الزمن 0 دقيقة والزمن 10 دقيقة إلى (BU 10 و 20) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% نشاء الأرز و (BU 20 و 30) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% بكتين، في حين انخفضت ثباتية عجينة الكوكيز من (BU 25) لعينة الشاهد في الزمن 0 دقيقة والزمن 10 دقيقة إلى (BU 25 و 30) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% نشاء الأرز و (BU 20 و 15) في العينة ذات نسبة الاستبدال 100% بكتين. عموماً، يعد القوام من أهم سمات الجودة للبسكويت والكوكيز، والذي يعتمد على التركيبة وأنظمة الشوي المستخدمة (Kulthe *et al.*, 2011)، لكن العامل الأكثر أهمية 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، إذ يؤدي السكر أو الدهن دوراً هيكلياً، وينتمي البسكويت والكوكيز إلى مجموعة من المنتجات التي تحتوي على كمية كبيرة من الدهون ويتم تحديد الجودة الإجمالية إلى حد كبير بحسب نوع الدهون المستخدمة (Mamat and Hill, 2014). تؤدي الدهون وظيفة اختزال (Shortening) في العجين، ويشير مصطلح الاختزال إلى قدرة الدهون على تزييت بنية مكونات الطعام أو إضعافها أو تقصيرها لتوفير منتج غذائي بخصائص تركيبية مرغوبة، وتعمل الدهون كمواد تزييت في أثناء الخلط، كما أنها تمنع تكوين شبكة الغلوتين في العجين (Pareyt and Delcour, 2008). 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، ومن ثم تكسر المادة الدهنية استمرارية بنية البروتين والنشاء (Ghotra *et al.*, 2002). بالإضافة إلى ذلك، الدهون هي عنصر أساسي مسؤول عن طراوة

البسكويت وملمسه والقيمة الغذائية الغنية للبسكويت (O'Brien *et al.*, 2003)، وتتفاعل الدهون مع المكونات الأخرى لتطوير الملمس وتشكيله، وإحساس الفم، والإحساس العام (Stauffer, 1998). تعتمد الخصائص البنيوية للبسكويت والكوكيز إلى حد كبير على مكون الدهون في التركيبة والتي ترتبط مباشرة بالخصائص الريولوجية للعجينة (Baltsavias *et al.*, 1999)، 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، إذ يصعب التعامل مع عجينة شديدة الثبات في أثناء التحضير، وخاصية الثباتية (Consistency) التي ترتبط بمعدل الترطيب (Cauvain, 2015)، ومن ثم تشير نتائج بحثنا إلى أن استبدال الدهون بالبدايل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدنٍّ في الخصائص الريولوجية، في حين كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد، وهذا يتوافق مع بحث سابق بيّن أن الدهن يمكن استبداله في الكوكيز لنسبة تصل إلى 30% مع المحافظة على خصائص الجودة (Serin and Sayar, 2016).

بالنسبة لمنتجات المخابز، إن مصطلح "تماسك العجين" (Dough tenacity) هي قدرة العجين على مقاومة التشوه، وهي أحد مكونات ثباتية العجين (Dough Consistency) إلى جانب اللزوجة (Viscosity) والمرونة (Extensibility) والمطاطية (Elasticity) والالتصاق (Stickiness). يعد تحقيق التماسك المطلوبة للعجينة أمراً مهماً بالنسبة للخباز، حيث يكون العمل بالعجين "الصلب" أسهل، ويكون أقل لزوجة ويحافظ على شكله، لكنه لن يتطور جيداً أثناء التخمير، ويؤثر سلباً في بنية اللبابة ويحد من إنتاج مركبات النكهة. من جهة أخرى، يكون العمل بالعجين اللين أكثر صعوبة، لكنه يسمح بالتطور الأمثل في التخمير وفي الفرن، ويشجع على تشكيل لبابة ذات حوصلات هوائية غير منتظمة ويكون تطور النكهة جيداً. ويرتبط تماسك العجين ارتباطاً مباشراً بمستوى ترطيب الدقيق، فعند الخلطات الثابتة، كلما أضفت المزيد من

الماء إلى الدقيق، أصبحت العجينة طرية (Rosell and Collar, 2009)، وهذا ما يفسر ارتفاع تماسك عجينة البسكويت والكوكيز عند رفع نسبة الاستبدال. إن التغيرات في خصائص العجين هي في الأساس نتيجة للتعديلات البيوكيميائية، حيث امتصاص الماء ومحتوى البروتين وجودته لهما تأثير قوي في خصائص العجين أثناء الخلط وبالتالي في ثباتية العجين الناتج (Armero and Collar, 1997; Sliwinski *et al.*, 2004)، كما قدمت الدراسات حول تأثير الماء في الخلط معلومات مفيدة جداً حول تغيرات اللزوجة والمرنة (Viscoelastic) وسلوك البنية المجهرية للعجين أثناء العملية (Uthayakumaran *et al.*, 2002).

الجدول-2. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام نشاء الأرز.

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

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

الجدول-3. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام نشاء الأرز.

الخصائص (BU)		الخصائص (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
25 ± 0.12^a	25 ± 0.31^a	200 ± 1.20^a	210 ± 1.44^a	%0
20 ± 0.25^b	22 ± 0.85^b	275 ± 4.05^b	255 ± 2.30^b	%25
20 ± 0.31^b	20 ± 0.66^c	300 ± 1.10^c	290 ± 1.25^c	%50
10 ± 0.92^c	15 ± 0.42^d	385 ± 4.22^d	360 ± 0.98^d	%75
10 ± 0.22^c	10 ± 0.25^e	440 ± 3.35^e	410 ± 3.40^e	%100

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

الجدول-4. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام المالتودكسترين.

الخصائص (BU)		الخصائص (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
55 ± 0.85^a	55 ± 1.10^a	275 ± 4.30^a	280 ± 3.50^a	%0
45 ± 0.12^b	50 ± 0.21^b	325 ± 2.21^b	310 ± 1.22^b	%25
30 ± 0.33^c	40 ± 0.35^c	380 ± 3.44^c	355 ± 2.10^c	%50
20 ± 0.10^c	30 ± 0.11^d	475 ± 1.25^d	450 ± 3.10^d	%75
10 ± 0.25^d	20 ± 0.05^d	560 ± 3.42^e	545 ± 2.12^e	%100

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

الجدول-5. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام المالتودكسترين.

الثباتية (BU)		التماسك (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
25 ± 0.12^a	25 ± 0.31^a	200 ± 1.20^a	210 ± 1.44^a	%0
20 ± 0.10^b	20 ± 0.41^b	275 ± 2.15^b	250 ± 3.22^b	%25
20 ± 0.42^b	20 ± 0.50^b	305 ± 3.31^c	290 ± 2.05^c	%50
10 ± 0.55^c	15 ± 0.15^d	380 ± 2.40^d	360 ± 4.50^d	%75
10 ± 0.15^c	10 ± 0.33^e	440 ± 2.11^e	410 ± 1.11^e	%100

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

الجدول-6. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام البكتين.

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

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

الجدول-7. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام البكتين.

الثباتية (BU)		التماسك (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
25 ± 0.12^a	25 ± 0.31^a	200 ± 1.20^a	210 ± 1.44^a	%0
25 ± 0.20^a	25 ± 0.21^a	240 ± 2.15^b	230 ± 1.21^b	%25
20 ± 0.62^b	22 ± 0.42^b	285 ± 1.55^c	275 ± 0.95^c	%50
15 ± 0.75^c	20 ± 0.35^c	360 ± 3.10^d	340 ± 2.00^d	%75
10 ± 0.15^d	15 ± 0.33^a	420 ± 2.45^e	400 ± 1.22^e	%100

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

الجدول-8. الخصائص الريولوجية لعجائن البسكويت المحضرة باستخدام HPMC.

الثباتية (BU)		التماسك (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
55 ± 0.85^a	55 ± 1.10^a	275 ± 4.30^a	280 ± 3.50^a	%0
50 ± 0.45^b	55 ± 0.55^b	290 ± 1.22^b	290 ± 3.42^b	%25
40 ± 0.34^c	45 ± 0.31^c	335 ± 2.21^c	325 ± 1.15^c	%50
35 ± 0.81^c	40 ± 0.62^d	400 ± 3.44^d	380 ± 2.10^d	%75
20 ± 0.75^d	30 ± 0.35^d	470 ± 2.20^e	450 ± 3.45^e	%100

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

الجدول-9. الخصائص الريولوجية لعجائن الكوكيز المحضرة باستخدام HPMC.

الثباتية (BU)		التماسك (BU)		نسبة الاستبدال
الزمن 10 د	الزمن 0 د	الزمن 10 د	الزمن 0 د	
25 ± 0.12^a	25 ± 0.31^a	200 ± 1.20^a	210 ± 1.44^a	%0
25 ± 0.10^a	25 ± 0.15^a	244 ± 3.12^b	235 ± 2.32^b	%25
20 ± 0.54^b	20 ± 0.77^b	290 ± 1.22^c	270 ± 2.54^c	%50
15 ± 0.91^c	20 ± 0.21^c	365 ± 2.78^d	345 ± 3.10^d	%75
10 ± 0.68^d	15 ± 0.52^a	420 ± 4.11^e	400 ± 4.20^e	%100

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

3-2- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الكيميائية للمنتجات المدروسة:

قُيِّمت الخصائص الكيميائية (النسبة المئوية للرطوبة، النسبة المئوية للبروتينات، النسبة المئوية للبيدات والنسبة المئوية للألياف الخام) لعينات البسكويت والكوكيز المحضرة من العجائن المضاف إليها السمونة النباتية المهدرجة (عينة شاهد) والتي استبدلت بنسبة (0، 25، 50، 75 و 100) من نشاء الأرز (الجدول 10 و 11) والبكتين (الجدول 12 و 13) كبدايل للدهون.

أهم ما يميز نتائج التحليل الإحصائي ازدياد مؤشرات الرطوبة، البروتينات والألياف وانخفاض نسبة الليدات مع ارتفاع نسبة استبدال الدهن ببدايله.

لوحظ من الجدول (10 و 12) ازدياد رطوبة البسكويت (6.12-7.35 % و 6.12-7.21 %)، البروتينات (8.21-8.35 % و 8.21-8.34 %) والألياف (0.55-0.78 % و 0.55-3.95 %) وانخفاض الليدات (0.66-18.33 % و 0.65-18.33 %) مع ارتفاع نسبة التدعيم بنشاء الأرز والبكتين على التوالي. من جهة أخرى، وبنفس الاتجاه، ازدادت رطوبة الكوكيز (5.30-6.58 % و 5.30-6.55 %)، البروتينات

(4.65-5.10% و 4.56-4.81%) وانخفاض الليبيدات (0.61-39.10% و 0.60-39.10%) مع

ارتفاع نسبة التدعيم بنشاء الأرز والبكتين على التوالي (الجدول 11 و 13).

بشكل عام، ركزت معظم الدراسات على تقييم الخصائص الحسية والفيزيائية (التصنيعية) لمنتجات المخابز

المحضرة باستخدام بدائل الدهون، حيث تعد التغيرات في الخصائص الكيميائية للمنتجات نتيجة متوقعة

لعملية الاستبدال، وهذا ما لوحظ في الدراسة المرجعية المعدة من قبل (Colla *et al.*, 2018)، فيما عدا

بعض الدراسات التي اهتمت بدراسة التغيرات في رطوبة المنتجات نتيجة عملية الاستبدال (Mancebo *et al.*, 2017; Suriya *et al.*, 2015).

الجدول-10. الخصائص الكيميائية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الليبيدات (%)	الألياف (%)
0%	6.12 ± 0.01^a	8.21 ± 0.15^a	18.33 ± 0.11^a	0.55 ± 0.02^a
25%	6.52 ± 0.12^b	$8.25 \pm 0.22^{a,b}$	14.10 ± 0.24^b	0.61 ± 0.01^b
50%	6.78 ± 0.10^c	$8.24 \pm 0.05^{a,b}$	9.22 ± 0.31^c	0.69 ± 0.05^c
75%	7.11 ± 0.01^d	$8.31 \pm 0.11^{b,c}$	4.56 ± 0.03^d	0.75 ± 0.02^d
100%	7.35 ± 0.15^d	8.35 ± 0.01^c	0.66 ± 0.01^e	0.78 ± 0.06^d

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

الجدول-11. الخصائص الكيميائية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الليبيدات (%)	الألياف (%)
%0	5.30 ± 0.05^a	4.65 ± 0.01^a	39.10 ± 0.15^a	0.41 ± 0.05^a
%25	5.64 ± 0.03^b	4.74 ± 0.05^b	28.66 ± 0.34^b	0.52 ± 0.02^b
%50	5.91 ± 0.11^c	4.85 ± 0.02^c	17.25 ± 0.55^c	0.61 ± 0.01^c
%75	6.22 ± 0.02^d	4.96 ± 0.01^d	9.45 ± 0.12^d	0.69 ± 0.04^d
%100	6.58 ± 0.10^e	5.10 ± 0.06^e	0.61 ± 0.02^e	0.75 ± 0.01^d

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

الجدول-12. الخصائص الكيميائية للبسكويك المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الليبيدات (%)	الألياف (%)
%0	6.12 ± 0.01^a	8.21 ± 0.15^a	18.33 ± 0.11^a	0.55 ± 0.02^a
%25	6.50 ± 0.05^b	8.22 ± 0.05^a	14.15 ± 0.11^b	1.72 ± 0.05^b
%50	6.81 ± 0.02^c	$8.26 \pm 0.01^{a,b}$	9.25 ± 0.22^c	2.53 ± 0.01^c
%75	7.05 ± 0.04^d	$8.30 \pm 0.02^{b,c}$	4.50 ± 0.02^d	3.42 ± 0.02^d
%100	7.21 ± 0.10^d	8.34 ± 0.06^c	0.65 ± 0.02^e	3.95 ± 0.05^d

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

الجدول-13. الخصائص الكيميائية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الليبيدات (%)	الألياف (%)
%0	5.30 ± 0.05^a	4.65 ± 0.01^a	39.10 ± 0.15^a	0.41 ± 0.05^a
%25	5.61 ± 0.02^b	$4.69 \pm 0.04^{a,b}$	30.15 ± 0.21^b	1.45 ± 0.01^b
%50	5.96 ± 0.03^c	$4.72 \pm 0.05^{a,b}$	19.89 ± 0.44^c	2.52 ± 0.04^c
%75	6.25 ± 0.11^d	$4.77 \pm 0.01^{b,c}$	10.01 ± 0.32^d	3.31 ± 0.02^d
%100	6.55 ± 0.01^d	4.81 ± 0.06^c	0.60 ± 0.05^e	3.84 ± 0.05^d

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

3-3- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص التصنيعية للمنتجات المدروسة:

تمت دراسة الخصائص التصنيعية (قطر القطعة، ثخانة القطعة، معامل التمدد والصلابة) لعينات البسكويت والكوكيز المحضرة من العجائن المضاف إليها السمونة النباتية المهدرجة (عينة شاهد) والتي استبدلت بنسبة (0، 25، 50، 75 و 100) من نشاء الأرز (الجدول 14 و 15) والبكتين (الجدول 16 و 17) كبدايل للدهون.

بينت نتائج التحليل الإحصائي التأثير عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدايل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت والكوكيز الفيزيائية، فقد ازداد متوسط قطر قطعة البسكويت (40.20-45.30 مم و 40.20-43.52 مم)، متوسط قطر قطعة الكوكيز (62.60-72.20 مم و 62.60-70.40 مم)، متوسط ثخانة قطعة البسكويت (6.33-8.29 مم و 6.33-8.15 مم) ومتوسط ثخانة قطعة الكوكيز (9.40-11.80 مم و 9.40-11.40 مم)، في حين انخفض معامل التمدد للبسكويت (5.46-6.35 و 5.34-6.35)، معامل التمدد للكوكيز (6.12-6.66 و 6.18-6.66)، صلابة قطعة البسكويت (3.20-5.20 غ و 3.80-5.20 غ) وصلابة قطعة الكوكيز (4.90-8.50 غ و 5.50-8.50 غ) عند ارتفاع نسبة استبدال السمونة النباتية المهدرجة بنشاء الأرز والبكتين على التوالي. وقد توافقت نتائج هذا البحث مع نتائج سابقة بينت انخفاض في صلابة البسكويت عند استبدال الدهن ببدايله، ويعزى ذلك إلى تخفيف الغلوتين وكذلك انخفاض قدرة الغلوتين على الارتباط بالماء بسبب وجود مكونات عالية الامتصاص في نظام العجين وهذا يؤدي إلى بنية لزجة (Metwal *et al.*, 2011; Kumar and Sudha, 2020). بالإضافة إلى ذلك، فسر Lin و Lai (2006) سبب ارتفاع معامل التمدد عند استخدام المواد الدهنية في صناعة البسكويت أنه في أثناء الخبز، يسمح ذوبان الدهون لجزيئات الماء بالهجرة، وأن جزيئات الماء هذه متاحة لإذابة السكريات وهذا يساعد على زيادة التمدد.

الجدول-14. الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	ثخانة 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 فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-15. الخصائص التصنيعية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	ثخانة القطعة (مم)	معامل التمدد	الصلابة (غ)
%0	62.60 ± 0.24^a	9.40 ± 0.25^a	6.66 ± 0.11^a	8.50 ± 0.10^a
%25	62.30 ± 0.12^b	9.70 ± 0.41^b	6.42 ± 0.05^b	7.90 ± 0.12^b
%50	66.10 ± 0.22^c	10.50 ± 0.11^c	6.30 ± 0.15^c	6.80 ± 0.31^c
%75	69.40 ± 0.35^d	11.10 ± 0.15^d	6.25 ± 0.01^c	5.60 ± 0.01^d
%100	72.20 ± 0.10^e	11.80 ± 0.21^e	6.12 ± 0.05^d	4.90 ± 0.02^e

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

الجدول-16. الخصائص التصنيعية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	ثخانة 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 فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-17. الخصائص التصنيعية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	قطر القطعة (مم)	ثخانة القطعة (مم)	معامل التمدد	الصلابة (غ)
%0	62.60 ± 0.24^a	9.40 ± 0.25^a	6.66 ± 0.11^a	8.50 ± 0.10^a
%25	62.50 ± 0.42^a	9.50 ± 0.33^a	6.58 ± 0.35^b	8.00 ± 0.05^b
%50	64.30 ± 0.15^b	10.20 ± 0.05^b	6.30 ± 0.22^c	7.10 ± 0.15^c
%75	67.20 ± 0.10^c	10.80 ± 0.10^c	6.22 ± 0.10^d	6.20 ± 0.12^d
%100	70.40 ± 0.22^d	11.40 ± 0.02^e	6.18 ± 0.11^e	5.50 ± 0.10^e

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

3-4- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص اللونية للمنتجات المدروسة:

قيست المؤشرات اللونية، وهي المؤشر (L^*) ويشير إلى مدى سطوع اللون، والمؤشر (b^*) إلى مدى اصفرار العينات، في حين أنّ المؤشر (a^*) إلى مدى القرب من اللون الأحمر، لعينات البسكويت والكوكيز، والتي استبدلت فيها المادة الدهنية بنسبة (0، 25، 50، 75 و 100%) من نشاء الأرز (الجدول 18 و 19) والبكتين (الجدول 20 و 21).

أظهرت دراسة مؤشرات اللون للمنتجات المدروسة، وهي مؤشرات مهمة جداً للمستهلك، اختلاف تأثير نوعي بدائل الدهون في قيم مؤشرات اللون للبسكويت والكوكيز، وعلى الرغم من أن لون هذه المنتجات يرتبط سلباً بمحتوى البروتين في الدقيق، إذ يؤدي تفاعل ميلارد دوراً مهماً في تكوين اللون بصرف النظر عن عملية كرملة السكريات (Chauhan *et al.*, 2016)، فقد تبين أن المادة الدهنية وبدائلها قد تؤدي دوراً مهماً أيضاً في لون هذه المنتجات.

لوحظ من نتائج الجداول أن استبدال المادة الدهنية بنشاء الأرز قد ترافق مع ارتفاع في السطوع (L)، إذ تراوح بين (60.45-73.15) للبسكويت، وبين (55.20-65.40) للكوكيز، في حين انخفضت قيم (a) و (b)

وتراوح بين (4.40-5.30 و 19.60-22.50) للبسكويت و (6.10-7.42 و 20.20-25.15) للكوكيز، على النقيض من ذلك، أدى استخدام البكتين كبديل للدهون إلى انخفاض قيم (L) و (b) وازدياد قيم (a)، وتراوح بين (50.10-60.45، 5.30-5.95 و 15.10-22.50) للبسكويت، وبين (21.10-25.15 و 8.00-7.42، 48.35 و 21.10-25.15) للكوكيز وذلك لقيم (L)، (a) و (b) على التوالي، وقد عزي (Kumar *et al.*, 2015) هذه التغيرات في لون المنتجات إلى ازدياد نسبة الألياف.

الجدول-18. الخصائص اللونية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	b*	a*	L*
%0	22.50 ± 0.44 ^a	5.30 ± 0.01 ^a	60.45 ± 2.31 ^a
%25	22.45 ± 0.21 ^a	5.25 ± 0.02 ^a	62.60 ± 1.22 ^b
%50	21.10 ± 0.32 ^b	5.00 ± 0.05 ^b	69.10 ± 1.41 ^c
%75	19.65 ± 0.25 ^c	4.55 ± 0.02 ^c	72.25 ± 2.11 ^d
%100	19.60 ± 0.20 ^c	4.40 ± 0.05 ^c	73.15 ± 1.32 ^d

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

الجدول-19. الخصائص اللونية للكوكيز المحضر باستخدام نشاء الأرز.

نسبة الاستبدال	b*	a*	L*
%0	25.15 ± 0.25 ^a	7.42 ± 0.05 ^a	55.20 ± 1.40 ^a
%25	24.00 ± 0.34 ^b	7.35 ± 0.01 ^a	55.30 ± 2.11 ^a
%50	22.65 ± 0.15 ^c	6.90 ± 0.10 ^b	59.25 ± 1.10 ^b
%75	21.25 ± 0.30 ^d	6.60 ± 0.11 ^c	62.50 ± 0.88 ^c
%100	20.20 ± 0.31 ^e	6.10 ± 0.02 ^d	65.40 ± 0.65 ^d

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

الجدول-20. الخصائص اللونية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين.

نسبة الاستبدال	b*	a*	L*
%0	22.50 ± 0.44 ^a	5.30 ± 0.01 ^a	60.45 ± 2.31 ^a
%25	21.65 ± 0.31 ^b	5.35 ± 0.10 ^a	60.40 ± 2.10 ^a
%50	20.66 ± 0.25 ^c	5.45 ± 0.01 ^b	58.22 ± 0.77 ^b
%75	18.40 ± 0.76 ^d	5.60 ± 0.05 ^c	53.30 ± 1.44 ^c
%100	15.10 ± 0.11 ^e	5.95 ± 0.01 ^d	50.10 ± 2.15 ^d

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

الجدول-21. الخصائص اللونية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين.

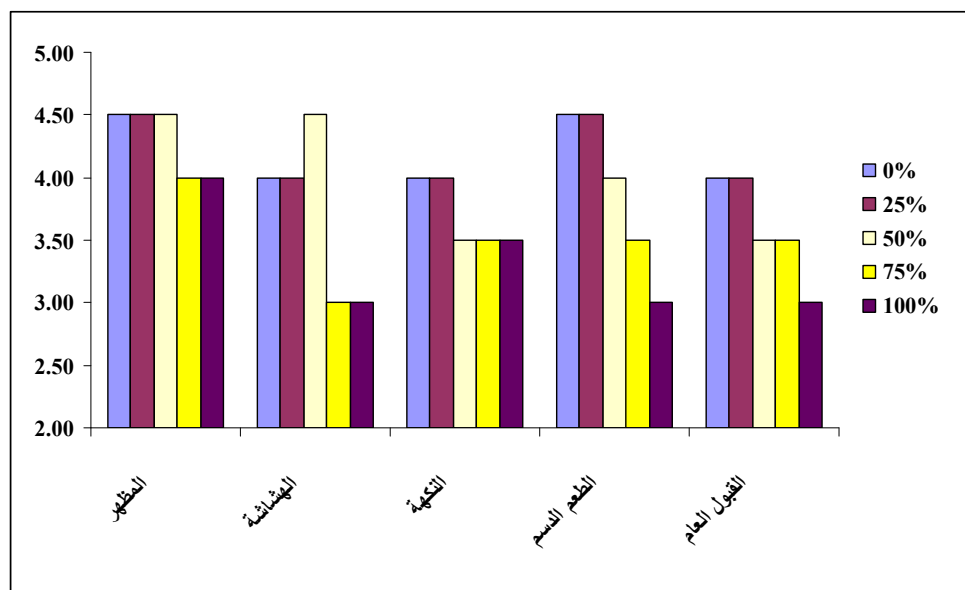
نسبة الاستبدال	b*	a*	L*
%0	25.15 ± 0.25 ^a	7.42 ± 0.05 ^a	55.20 ± 1.40 ^a
%25	25.00 ± 0.21 ^a	7.50 ± 0.02 ^a	55.00 ± 1.23 ^a
%50	24.15 ± 0.30 ^b	7.65 ± 0.05 ^b	52.20 ± 0.92 ^b
%75	22.60 ± 0.55 ^c	7.90 ± 0.10 ^c	50.10 ± 2.40 ^c
%100	21.10 ± 0.12 ^d	8.00 ± 0.01 ^c	48.35 ± 1.11 ^d

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

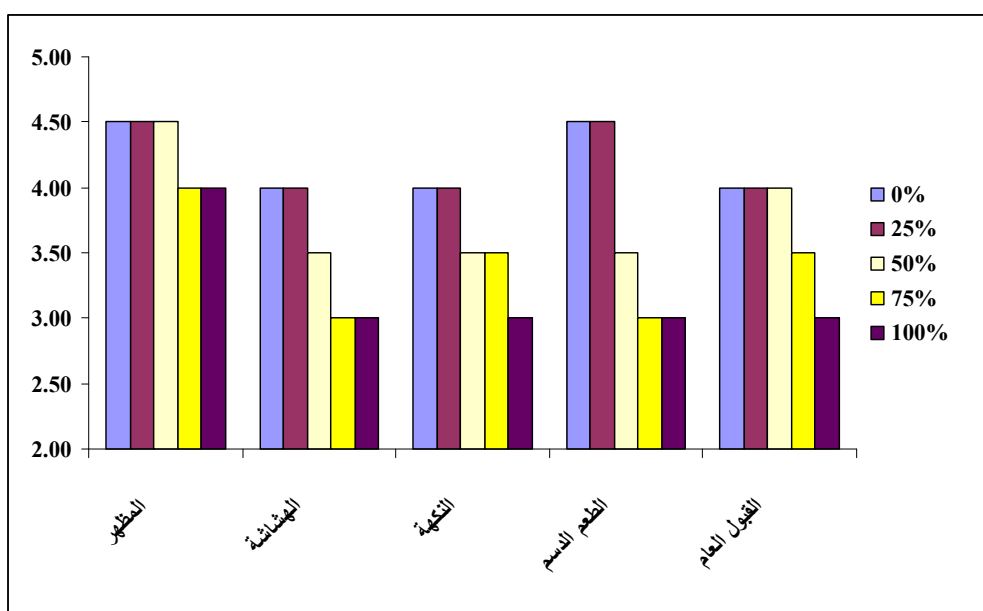
3-5- تأثير استخدام بدائل الدهون في الخصائص الحسية للمنتجات المدروسة:

قُيِّمت الخصائص الحسية لعينات البسكويت والكوكيز المدروسة والمحضرة من عجائن مضاف لها بدائل الدهون، وعرضت النتائج في الأشكال (2 و 3) لعينات البسكويت والكوكيز المحضرة باستخدام نشاء الأرز والأشكال (4 و 5) لعينات البسكويت والكوكيز المحضرة باستخدام البكتين.

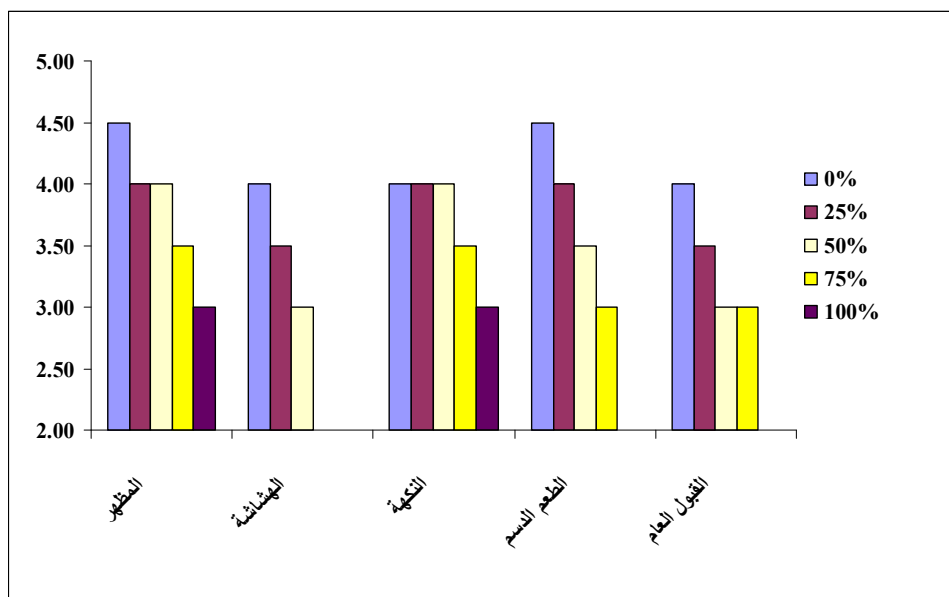
تشير نتائج تحليل الخصائص الحسية لعينات الشاهد (100% سمّة نباتية مهدرجة)، والتي سجلت قيمة (4.5 درجة) للمظهر (اللون والشكل) أن لون سطح البسكويت والكوكيز كان بنياً ذهبياً، والقيمة (4.00 درجة) للهشاشة أن القوام مقرمش ونظافة الفم ملحوظة دون أي بقايا بعد المضغ، بالإضافة إلى قيم النكهة (4.00 درجة)، الطعم الدسم (4.00 درجة) والقبول العام (4.00 درجة)، في حين لوحظ في العينات التي استبدل فيها الدهن أن سطح المنتجات أصبح خشناً وأعمق في اللون مع زيادة نسبة الاستبدال، إذ انخفض المظهر إلى (3.00 و 3.50 درجة)، الهشاشة (2.00 و 2.00 درجة)، النكهة (3.00 و 3.00 درجة)، الطعم الدسم (2.00 و 2.00 درجة) والقبول العام (2.00 و 2.00 درجة) عند رفع نسبة الاستبدال إلى 100% من نشاء الأرز والبكتين على التوالي. وقد عزى Kumar وآخرون (2015) الانخفاض في هشاشة البسكويت إلى ارتفاع نسبة الألياف في بدائل الدهون، أما التغيرات في اللون فتعود إلى التغيرات في قيمة اللّمعان (Lightness) وفي قيم الاحمرار (Redness) والصفرة (Yellowness)، إذ تشير هذه النتائج إلى أن العينات المستبدلة بالبكتين قد أصبحت أعمق في اللون مع زيادة مستوى بدائل الدهون. عموماً، تشير درجة الجودة الإجمالية إلى أنه يمكن استبدال المادة الدهنية المستخدمة في صناعة البسكويت والكوكيز بدائل الدهون، مثل نشاء الأرز والبكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية للبسكويت، وقد توافقت هذه النتائج مع دراسات سابقة (Handa *et al.*, 2012; Chugh *et al.*, 2013).



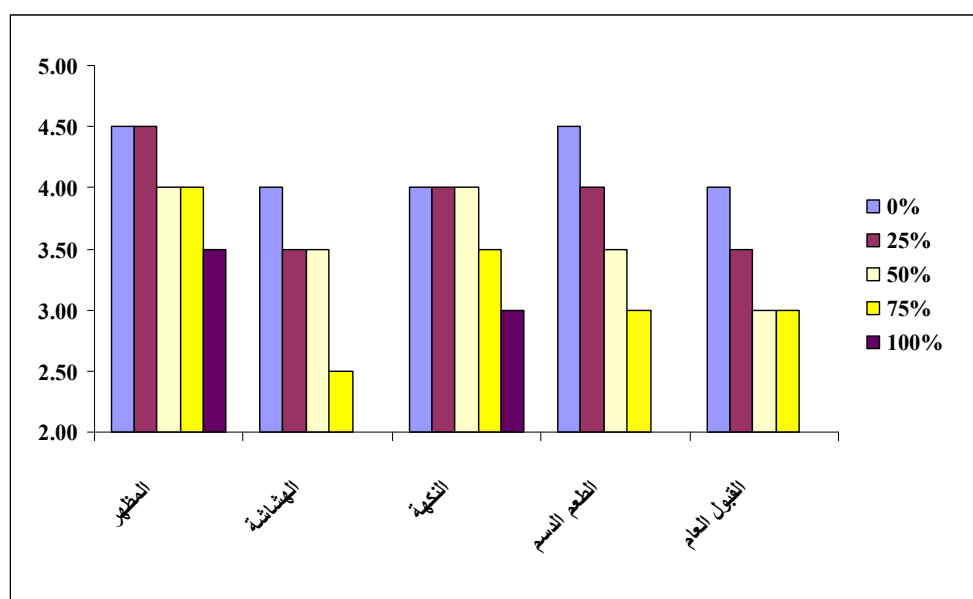
الشكل-2. الخصائص الحسية للبسكويت المحضر باستخدام نشاء الأرز.



الشكل-3. الخصائص الحسية للكويز المحضر باستخدام نشاء الأرز.



الشكل-4. الخصائص الحسية للبسكويت المحضر باستخدام البكتين.



الشكل-5. الخصائص الحسية للكوكيز المحضر باستخدام البكتين.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions

and

Recommendations

4- الاستنتاجات CONCLUSIONS:

1. بينت نتائج تحليل الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة من استبدال المادة الدهنية بنوعين من بدائل الدهون تشابه الخصائص الريولوجية للعجائن المحضرة من كل مجموعة من بدائل الدهون، إذ إن لكل من بدائل الدهون خصائص مختلفة تؤثر في جودة المنتج الغذائي، لذلك صُنِّفت إلى مجموعات تبعاً لتركيبها الكيميائي وطريقة تأثيرها في المنتج النهائي.
2. بينت نتائج هذه الدراسة التأثير السلبي لاستبدال المادة الدهنية سواء بنشاء الأرز أو البكتين في الخصائص الريولوجية للعجائن، إذ لوحظ ارتفاع التماسك وانخفاض الثباتية مع ارتفاع نسبة الاستبدال.
3. كانت التغيرات في الخصائص الكيميائية للبسكويت والكوكيز المحضر بعملية استبدال الدهون نتيجة متوقعة لعملية الاستبدال، حيث ازدادت الرطوبة، البروتينات والألياف وانخفضت نسبة الليبيدات مع ارتفاع نسبة استبدال الدهن ببدايله.
4. 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.
5. إن استبدال الدهن بالبدايل المستخدمة عند النسب العالية قد أدى إلى تدنٍّ في الخصائص الريولوجية، في حين كانت نسبة الاستبدال 25% مناسبة وقريبة من قراءات الشاهد.
6. بينت نتائج التحليل الإحصائي التأثير عالي المعنوية لعملية استبدال الدهن النباتي ببدايل الدهون المدروسة في خصائص البسكويت والكوكيز التصنيعية، فقد ازداد متوسط قطر القطعة ومتوسط ثخانة القطعة، في حين انخفض معامل التمدد وصلابة القطعة عند ارتفاع نسبة الاستبدال.

7. أظهرت دراسة مؤشرات اللون للمنتجات المدروسة، اختلاف تأثير نوعي بدائل الدهون في قيم مؤشرات اللون للبسكويت والكوكيز، كما تبين أن المادة الدهنية وبدائلها قد تؤدي دوراً مهماً في لون هذه المنتجات.
8. أصبح سطح البسكويت والكوكيز في العينات التي استبدل فيها الدهن خشناً وأعمق في اللون مع زيادة نسبة الاستبدال.
9. تشير درجة الجودة الإجمالية إلى أنه يمكن استبدال المادة الدهنية المستخدمة في صناعة البسكويت والكوكيز ببائل الدهون، مثل نشاء الأرز والبيكتين، بنسبة تصل إلى 25% دون التأثير في الخصائص الحسية لها.

5- المقترحات والتوصيات :RECOMMENDATIONS:

استناداً إلى نتائج التحاليل الريولوجية، التصنيعية والحسية لعجائن البسكويت والكوكيز المحضرة باستبدال المادة الدهنية الأساسية ببائل الدهون مثل نشاء الأرز والبكتين، تستخلص مجموعة من المقترحات والتوصيات لإجرائها في الأبحاث القادمة:

1. نوصي باستخدام النسبة 25% من نشاء الأرز والبكتين كبديل للمادة الدهنية في صناعة البسكويت والكوكيز.
2. دراسة تأثير استبدال الدهون في الخصائص الريولوجية، التصنيعية والحسية لمعجنات أخرى ذات نسب دهن مرتفعة تصل إلى 50%.
3. إجراء البحث على مزيج من بدائل الدهون للوصول إلى أفضل خصائص جودة قريبة من نتائج الدهون المهدرجة.

المراجع العلمية

References

6- المراجع العلمية REFERENCES:

6-1- المراجع العربية:

- ألفين، فرحان أحمد. (2013). تقانة طحن الحبوب. قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية، جامعة البعث.
- سمينة، غياث، عودة كرم. (1994). تغذية الإنسان، كتاب جامعي، كلية الزراعة، منشورات جامعة دمشق.
- صافيتا، محمد، علي دياب، محمد سميح ظاظا. (2004). جغرافية الزراعة، منشورات جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الإنساني.
- الصالح، عبود. (1996). تكنولوجيا الحبوب. منشورات جامعة حلب، حلب، سورية.
- العرموش، أحمد. (2015). تأثير محسنات الدقيق في الخصائص الريولوجية والتصنيعية لغلوتين دقيق القمح الطري السوري. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- المواصفة القياسية السورية، رقم 192. (1987). دقيق قمح الزيرو، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة.
- المواصفة القياسية السورية، رقم 3770. (2014). الزيوت النباتية المعدة للطعام، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة.
- المواصفة القياسية السورية، رقم 78. (1999). البسكويت، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة.

6-2- المراجع الأجنبية:

- AACC. (2000). Approved Methods of The American Association for Cereal Chemists, **10th edn. St Paul**, MN, USA.
- Abd El-Khalek, M. H. (2007). Effect of Fat Replacers on the Physical, Sensory and Nutritional Quality Characteristics of Some High Fat Bakery Products. **Ph.D. Thesis**, Faculty of Agriculture, Ain Shams University.
- 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.
- Abou-Zaid, A. and Elbandy, M. (2012). Rheological properties and quality evaluation of pan bread and biscuits supplemented with mushroom micelles flours. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 6, 237-245.
- Agyare, K. K., Addo, K., Xiong, Y. L. and Akoh, C. C. (2005). Effect of structured lipid on alveograph characteristics baking and textural qualities of soft wheat flour. **J. of Cereal Sci.**, 42, 309-316.
- Armbrister, W. L. and Sester, C. S. (1994). sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening or fat replaces at 50 and 75% levels. **Cereal Chem.**, 71, 344-351.
- Armero, E. and Collar, C. (1997). Texture properties of formulated wheat doughs. Relationships with dough and bread technological quality. **Z Lebensm Unters Forsch A**, 204, 136-145.
- Aschemann-Witzel, J., Varela, P. and Peschel, A. O. (2019). Consumers' categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as 'clean label' producers expect? An exploration with projective mapping. **Food Qual. Prefer.**, 71, 117-128.

- Auger, F., Morel, M. H., Lefebvre, J., Dewilde, M. and Redl, A. (2008). A parametric and microstructural study of the formation of gluten network in mixed flour-water batter. **J. Cereal Sci.**, 48, 349-358.
- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P. and Vatten, L. J. (2016). BMI and all cause mortality: Systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. **BMJ**, 353, i2156.
- Baltsavias, A., Jurgens, A. and van Vliet, T. (1999). Fracture properties of short-dough biscuits: Effect of composition. **J Cereal Sci.**, 29, 235-244.
- Baltsavias, A., Jurgens, A. and van Vliet, T. (1999). Fracture properties of short-dough biscuits: Effect of composition. **J Cereal Sci.**, 29, 235-244.
- Barak, S., Mudgil, D. and Khatkar, B. S. (2014). Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. **Journal of Food Science and Technology**, 51, 1342-1348.
- Barham, P. (2001). The Science of Cooking. **Springer**. p. 189. ISBN 978-3-540-67466-5.
- Blake, A. I. and Marangoni, A. G. (2014). Structure and physical properties of plant wax crystal networks and their relationship to oil binding capacity. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 91, 885-903.
- Blake, A. I. and Marangoni, A. G. (2015). The use of cooling rate to engineer the microstructure and oil binding capacity of wax crystal networks. **Food Biophysics**, 10, 456-465.
- Block, G. (2004). Foods contributing to energy intake in the US: Data from NHANES III and NHANES 1999–2000. **J. Food Compos. Anal.**, 17, 439-447.
- Bloksma, A. H. (1990). Rheology of the breadmaking process. **Cereal Food World**, 35, 228-236.

- Blonska, A., Marzec, A. and Błaszczyk, A. (2014). Instrumental Evaluation of Acoustic and Mechanical Texture Properties of Short-Dough Biscuits with Different Content of Fat and Inulin. **J. Texture Stud.**, 45, 226-234.
- Bonjean, A. P. and W. J. Angus. (2001). The World Wheat Book: a history of wheat breeding. **Lavoisier Pub.**, Paris. 1131pp.
- Cauvain, S. (2015). Technology of Breadmaking. **Springer International Publishing**, London. Third Edition, ed.
- Cauvain, S. P. (2016). Cookies, biscuits and crackers: formulation, processing and characteristics. Encyclopedia of food grains. **Academic Press**, 3, 37-40.
- 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.
- Chugh, B., Singh, G. and Kumbhar, B. K. (2013). Development of low-fat soft dough biscuits using carbohydrate-based fat replacers. **Int. J. Food Sci.**, 2013, 576153.
- Colla, K. and Gamlath, S. (2015). Inulin and maltodextrin can replace fat in baked savoury legume snacks. **Int. J. Food Sci. Technol.**, 50, 2297-2305.
- Colla, K., Costanzo, A. and Gamlath, S. (2018). Fat replacers in baked food products. **Foods**, 7, 192-101.
- Conforti, F. D., Charles, S. A. and Duncan, S. E. (1996). Evaluation of a carbohydrate-based fat replacer in a fat-reduced baking powder biscuit. **J. of Food Quality**, 20, 247-256.
- Conforti, F., Charles, S. and Duncan, S. (2007). Evaluation of a carbohydrate-based fat replacer in a fat-reduced baking powder biscuit. **Journal of Food Quality**, 20, 247-256.
- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H. and Tang, M. C. (2009). Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloid.**, 23, 1527-1534.
- de Oliveira, F. C., Coimbra, J. S., dos, R., de Oliveira, E. B., Zuniga, A. D. G. and Rojas, E. E. G. (2016). Food protein-polysaccharide conjugates obtained via

- the maillard reaction: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 56, 1108-1125.
- Debet, M. R. and Gidley, M. J. (2006). Three classes of starch granule swelling: Influence of surface proteins and lipids. **Carbohydr. Polym.**, 64, 452-465.
- Dobraszczyk, B. J. and Morgenstern, M. P. (2003). Rheology and the breadmaking process. **Journal of Cereal Science**, 38, 229-245.
- Doménech-Asensi, G., Merola, N., López-Fernández, A., Ros-Berruezo, G. and Frontela-Saseta, C. (2016). Influence of the reformulation of ingredients in bakery products on healthy characteristics and acceptability of consumers. **Int. J. Food Sci. Nutr.**, 67, 74-82.
- Dziki, D. and Laskowski, J. (2005). Wheat kernel physical properties and milling process. **Acta Agrophysica**, 6, 59-71.
- Eliasson, A. C. and Wahlgren, M. (2004). Starch-lipid interactions and their relevance in food products. In: Starch in Food. **Woodhead, Cambridge**, UK.
- FAO. (2006). **Production yearbook** (Vol. 51, pp. 59-79). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- FAO. (2007). **Annual Agriculture Statistical**. Food and Agriculture Organization of United Nations FAO, Roma. Italy.
- FAO. (2011). **Annual Agriculture Statistical**. Food and Agriculture Organization of United Nations FAO, Roma. Italy.
- FAO/WHO/UNU. (1985). **FAO/WHO/UNU Joint expert consultation**. Energy and protein requirement technical report series No. 724. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Fernandes, S. S. and Salas-Mellado, M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chem.**, 227, 237-244.
- Forbes, S. L., Kahiya, E. and Balderstone, C. (2016). Analysis of snack food purchasing and consumption behavior. **J. Food Prod. Market.**, 22, 65-88.

- Forker, A., Zahn, S. and Rohm, H. A (2012). combination of fat replacers enables the production of fat-reduced shortdough biscuits with high-sensory quality. **Food Bioprocess Technol.**, 5, 2497-2505.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D. and Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: A review. **Food Res Int.**, 35, 1015-1048.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D. and Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: a review. **Food Res Int.**, 35, 1015-1048.
- Giarnetti, M., Paradiso, V. M., Caponio, F., Summo, C. and Pasqualone, A. (2015). Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. **LWT - Food Science and Technology**, 63, 339-345.
- Giese, J. (1996). Fats and fat replacers, balancing the health benefits. **Food Technol.**, 50, 76-78.
- HadiNezhad, M. and Butler, F. (2009). Effect of flour type and dough rheological properties on cookie spread measured dynamically during baking. **Journal of Cereal Science**, 49, 178-183.
- Handa, C., Goomer, S. and Siddhu, A. (2012). Physicochemical properties and sensory evaluation of fructoligosaccharide enriched cookies. **J Food Sci Technol.**, 49, 192-199.
- Hassel, C. A. (1993). Nutritional implications of fat substitutes. **Cereal Foods World**, 38, 142-144.
- Hayek, S. A., Ibrahim, S. A. (2013). Consumer acceptability of chocolate chip biscuits using applesauce as a fat (butter) substitute. **Emir. J. Food Agric.**, 159-168.
- Hooper, L., Abdelhamid, A., Bunn, D., Brown, T., Summerbell, C. D. and Skeaff, C. M. (2015). Effects of total fat intake on body weight. **Cochrane Database Syst Rev.**, 7, CD011834.
- Jacob, J. and Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **Journal of Food Engineering**, 79, 299-305

- Jacob, J. and Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **J Food Eng.**, 79, 299-305.
- Johansson, E., Henriksson, P., Svensson, G. and Heneen, W. Y. (1993). Detection, chromosomal location and evaluation of the functional value of a novel high mr glutenin subunit found in Swedish wheats. **Journal of Cereal Science**, 17, 237-245.
- Jones, J. M. (1996). Fat substitutes: Nutritional promises or potential disaster. **Chemistry & Industry**, July, 494-498.
- Khouryieh, H. A., Aramouni, F. M. and Herald, T. J. (2005). Physical and sensory characteristics of no-sugar-added/low-fat muffin. **J. Food Qual.**, 28, 439-451.
- Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. and Katnus, S. (2007). Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat replacer. **J. of Food Engineering**, 75, 543-550.
- Kuktaite, R., Johansson, E. and Juodeikiene, G. (2000) Composition and concentration of proteins in Lithuanian wheat cultivars: Relationships with bread-making quality. **Cereal Research Communication**, 28, 195-202.
- Kuktaite, R., Johansson, E. and Juodeikiene, G. (2000). Composition and concentration of proteins in Lithuanian wheat cultivars: Relationships with bread-making quality. **Cereal Research Communication**, 28, 195-202.
- Kuktaite, R., Larsson, H. and Johansson, E. (2004). Variation in protein composition of wheat flour and its relationship to dough mixing behaviour. **Journal of Cereal Science**, 40, 31-39.
- 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.
- 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.

- 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.
- Kurti, N. and This-Benckhard, H. (2015). Soufflés, Choux Pastry Puffs, Quenelles, and Popovers. **Culture of Chemistry**, Springer, Boston, MA. 61-64.
- Kusunose, C., Fujii, T. and Matsumoto, H. (1999). Role of starch granules in controlling expansion of dough during baking. **Cereal chemistry**, 76, 920-924.
- Lagrain, B., Goderis, B., Brijs, K. and Delcour, J. A. (2010). Molecular basis of processing wheat gluten toward biobased materials. **Biomacromolecules**, 11, 533-341.
- Laguna, L., Primo-Martín, C., Varela, P., Salvador, A. and Sanz, T. (2014). HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, 56, 494-501.
- 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.
- Leanne Kitchen. (2008). The Baker. **Murdoch Books**. p. 171. ISBN 978-1-74196-097-6. Retrieved 29 October 2013.
- Lee, S. and Inglett, G. E. (2006). Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie biscuits. **Int. J. Food Sci. Technol.**, 41, 553-559.
- Lee, Y. T. and Puligundla, P. (2016). Characteristics of reduced-fat muffins and biscuits with native and modified rice starches. **Emir. J. Food Agric.**, 28, 311-316.
- León, A. E., Barrera, G. N., Pérez, G. T., Ribotta, P. D. and Rosell, C. M. (2006). Effect of damaged starch levels on flour-thermal behaviour and bread staling. **European Food Research and Technology**, 224, 187-192.

- Lepard, D. (2007). "Hot water crust pastry". **The Guardian**. Guardian News and Media. Retrieved 6 January 2015.
- Li, J. Y., Yeh, A. I. and Fan, K. L. (2007). Gelation characteristics and morphology of corn starch/soy protein concentrate composites during heating. **J. Food Eng.**, 78, 1240-1247.
- Lim, J., Ko, S. and Lee, S. (2014). Use of yuja (*Citrus junos*) pectin as a fat replacer in baked foods. **Food Sci Biotechnol.**, 23, 1837-1841.
- Lucca, P. A. and Tepper, B. J. (1994). Fat replacers and the functionality of fat in foods. **Trends Food Sci. Technol.**, 5, 12-19.
- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J. M., Allaf, K. and Patras, C. (1998). Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Journal of Food Engineering**, 35, 23-42.
- Mamat, H. and Hill, S. E. (2014). Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. **Journal of Food Science and Technology**, 51, 1998-2005.
- Mancebo, C. M., Rodriguez, P. and Gómez, M. (2015). Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. **LWT - Food Science and Technology**, 67, 127-132.
- Manley, D. (2000). Technology of biscuits, crackers and cookies. 3 ed. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited**.
- Manley, D. (2011). Manley's technology of biscuits, crackers and cookies. Cambridge, **Woodhead Publishing**, Fourth edition.
- Manohar, S. and Rao, H. (1999). Effect of mixing method on the rheological characteristics of biscuit dough and the quality of the biscuits. **Eur Food Res Technol.**, 210, 43-48.
- Martin, K., (1999). Replacing the fat. **Food Engineering International**, June, 57-60.
- 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.
- Miller, K. A. and Hoseney, R. C. (1999). Dynamic rheological properties of wheat starch-gluten doughs. **Cereal chemistry**, 76, 105-109.
- Moore, T. R. (2016). Breads. **Encyclopedia of food grains**. Academic Press, 3, 8-18.
- Morris, C. F. (2016). Cereals: Overview of Uses: Accent on Wheat Grain. **Encyclopedia of food grains**. Academic Press, 3, 1-9.
- Mundt, S. and Wedzicha, B. L. (2007). A kinetic model for browning in the baking of biscuits: effects of water activity and temperature. **LWT-Food Science and Technology**, 40, 1078-1082.
- Nasir, M., Butt, M. S., Anjum, F. M., Sharif, K. A. and Minhas, R. (2003). Effect of moisture on the shelf life of wheat flour. **Int. J. Agric. Biol.**, 5, 458-459.
- Nguyen, D., Carotenuto, M., Khan, S., Bhaduri, S., Ghatak, R. and Navder, K. P. (2013). Effect of Avocado Fruit Puree as Fat Replacer on the Physical, Textural and Sensory Properties of Shortened Cakes. **J. Acad. Nutr. Diet.**, 113, A59.
- 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.
- 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.
- O'Connor, T. P. and O'Brien, N. M. (2016). Fat replacers. In Reference Module in Food Science; **Elsevier**, Amsterdam, The Netherlands.

- Oh, I. K., Amoah, C., Lim, J., Jeong, S. and Lee, S. (2017). Assessing the effectiveness of wax-based sunflower oil oleogels in cakes as a shortening replacer. **LWT - Food Science and Technology**, 86, 430-437.
- Onacik-Gür, S. Z., bikowska, A. and Jaroszevska, A. (2015). Effect of high-oleic sunflower oil and other pro-health ingredients on physical and sensory properties of biscuits. **CyTA-J. Food**, 13, 621-628.
- Owusu-apenten, R. (2005). Introduction to Food Chemistry. **CRC Press**, Washington, D.C.
- Parada, J. and Aguilera, J. M. (2011). Microstructure, mechanical properties, and starch digestibility of a cooked dough made with potato starch and wheat gluten. **LWT Food Sci. Technol.**, 44, 1739-1744.
- Pareyt, B. and Delcour, J. 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.
- Pearson, N. and Biddle, S. J. (2011). Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. **Am. J. Prevent. Med.**, 41, 178-188.
- Piernas, C. and Popkin, B. M. (2010). Trends in snacking among US children. **Health Aff.**, 29, 398-404.
- Purlis, E. and Salvadori, V. O. (2009). Modelling the browning of bread during baking. **Food Research International**, 42, 865-870.
- 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, 569-78.
- Rodríguez-García, J., Puig, A., Salvador, A. and Hernando, I. (2012). Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: Structure, physicochemical, and sensory properties. **J. Food Sci.**, 77, C189-C197.
- Rodriguez-Garcia, J., Salvador, A. and Hernando, I. (2014). Replacing fat and sugar with inulin in cakes: Bubble size distribution, physical and sensory properties. **Food and Bioprocess Technology**, 7, 964-974.

- Romanchik-Cerpovicz, J. E., Jeffords, M. J. A. and Onyenwoke, A. C. (2018). College student acceptance of chocolate bar cookies containing puree of canned green peas as a fat-ingredient substitute. **Journal of Culinary Science and Technology**, 17, 1-12.
- Rosell, C. M. and Collar, C. (2009). Effect of temperature and consistency on wheat dough performance. **International Journal of Food Science and Technology**, 44, 493502.
- Saberi-Firouzi, M., Omrani, G., Nejabat, M., Mehrabani, D. and Khadem, Olhosseini, F. (2008). Prevalence of Celiac Disease in Shiraz, Southern Iran. **The Saudi Journal of Gastroenterology**, 14, 135-138.
- Sadigov, R. (2022). Rapid growth of the world population and its socioeconomic results. **Scientific World Journal**, 25, 322-331.
- Sanchez, C., Klopfenstein, C. F. and Walker, G. E. (1995). Use of carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents in reduced fat short bread cookies. **Cereal Chem.**, 72, 25-29.
- Schwenk, N. E., Guthrie, J. F. (1997). Trends in marketing and usage of fat-modified foods implications for dietary status and nutrition promotion. **Fam. Econ. Nutr. Rev.**, 10, 16-32.
- Secrets of Eclairs. (2012). **Murdoch Books**. 1 November. pp. 78-. ISBN 978-1-74336-424-6.
- Seker, I. T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S. and Koksel, H. (2010). Utilization of apricot kernel flour as fat replacer in cookies. **Journal of Food Processing and Preservation**, 34, 15-26.
- 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.
- Shaltout, D. E., El-Sini, M. N. and Sindi, L. H. (2004). Sensory and physical evaluation of carbohydrate-based fat replacers in two types of fat-reduced

- bakery products. **6th Int. Conf. for Food Industries Quality Control**, 10-12 October, pp. 16-43.
- Shaltout, O. E. and Youssef, M. M. (2007). Fat replacers and their applications in food products: A review. **Alex. J. Fd. Sci. & Technol.**, 4, 29-44.
- Shaltut, O. E. and Youssef, M. M. (2007). Fat replacers and their applications in food products: a review. **Alexandria Journal of Food Science and Technology**, 4, 29-44.
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S. and Tatham, A. S. (2002). The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: **Biological Sciences**, 357, 133-142.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A. and Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. **Carbohydrate Polymers**, 147, 444-454.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B. and Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. **Appetite**, 51, 456-467.
- Sissons, M. J., Ames, N. P., Hare, R. A. and Clarke, J. M. (2005). Relationship between glutenin subunit composition and gluten strength measurements in durum wheat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 85, 2445-2452.
- Sliwinski, E. L., Kolster, P., Prins, A. and van Vliet, T. (2004). On the relationship between gluten protein composition of wheat flours and large deformation properties of the doughs. **Journal of Cereal Science**, 39, 247-264.
- Song, Y. and Zheng, Q. (2007). Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. **Trends in Food Science & Technology**, 18, 132-138.
- Srivastava, J. P., Damania, A. B. and Pecetti, L. (1988). Landraces, Primitive forms and wild progenitors of macaroni wheat, Triticum durum: Their use in dry/and agriculture. Miller, T.E. and Koebner, R.M.D., Eds. **Proceedings of**

- the 7th International Wheat Genetics Symposium**, Oxford, England. Oxford University. 153-158.
- Stauffer, C. E. (1998). Fats and oils in bakery products. **Cereal Foods World**, 43, 120-126.
- Stauffer, C. E. (1998). Fats and oils in bakery products. **Cereal Foods World**, 43, 120-126.
- Stern, G. S. Hermann-Zaidins, M. G. (1992). Fat replacement: A new strategy for dietary change. **J. Am. Diet. Assoc.**, 92, 91-92.
- Suas, M. (2009). "Part 4: Pastry". **Advanced Bread and Pastry**, 1st ed.: A Professional Approach. Cengage Learning. p. 504. ISBN 978-1-4180-1169-7. Retrieved 29 October 2013.
- 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. **J. Food Eng.**, 80, 922-930.
- 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.
- 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.
- Suriya, M., Rajput, R., Reddy, C. K., Haripriya, S. and Bashir, M. (2017). Functional and physicochemical characteristics of cookies prepared from *Amorphophallus paeoniifolius* flour. **Journal of Food Science and Technology**, 54, 2156-2165.
- Swanson, R. B. (1998). Acceptability of reduced-fat peanut butter cookies by school nutrition management. **J. American Dietetic Association**, 98, 910-912.
- Tang, M. C. and Copeland, L. (2007). Analysis of complexes between lipids and wheat starch. **Carbohydr. Polym.**, 67, 80-85.

- Tarancón, P., Fiszman, S., Salvador, A. and Tárrega, A. (2013). Formulating biscuits with healthier fats. Consumer profiling of textural and flavour sensations during consumption. **Food Research International**, 53, 134-140.
- Tarts. (2013). The Art and Soul of Baking. **Andrews McMeel Publishing**. 21 October 2008. p. 207. ISBN 978-0-7407- 7334-1. Retrieved 29 October.
- Uthayakumaran, S., Newberry, M., Phan-Thien, N. and Tanner R. (2002). Small and large strain rheology of wheat gluten. **Rheology Acta**, 41, 162-172.
- van Stuijvenberg, M., Dhansay, M. and Lombard, C. (2001). The effect of a biscuit with red palm oil as a source of β -carotene on the vitamin A status of primary school children: a comparison with β -carotene from a synthetic source in a randomised controlled trial. **Eur J Clin Nutr.**, 55, 657-662.
- Wade, P. (1988). Biscuits, cookies and crackers: Vol. 1. The principles of the craft. Essex: **Elsevier Applied Science Publishers Ltd.**
- Wekwete, B. S. and Navder, K. P. (2005). Effect of avocado puree as a fat replacer on the physical, textural and sensory properties of oat meal cookies. **J. American Dietetic Association**, 105, 47-48.
- 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.
- WHO. (2007). **Vitamin and Minerals Requirements in Human Nutrition**, 2nd ed Geneva,. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K. and Delcour, J. A. (2013). Ingredient functionality in batter type cake making. **Trends Food Sci. Technol.**, 30, 6-15.
- Woodhill, J., Kishore, A., Njuki, J., Jones, K. and Hasnain, S. (2022). Food systems and rural wellbeing: challenges and opportunities. **Food Secur.**, 14, 1099-1121.

- Yılmaz, E. and Ögütçü, M. (2015). The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. **Food & Function**, 4, 1194-1204.
- Zahn, S., Pepke, F. and Rohm, H. (2010). Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. **Int. J. Food Sci. Technol.**, 45, 2531-2537.
- Zambrano-Zaragoza, M. L., Mercado-Silva, E., Del Real L. A., Gutiérrez-Cortez, E., Cornejo-Villegas, M. A. and Quintanar-Guerrero, D. (2014). The effect of nano-coatings with α -tocopherol and xanthan gum on shelf-life and browning index of fresh-cut "Red Delicious" apples. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 22, 188-196.
- Zhang, G. and Hamaker, B. R. (2003). A three-component interaction among starch, protein, and free fatty acids revealed by pasting profiles. **J. Agr. Food Chem.**, 51, 2797-2800.
- Zhang, G. and Hamaker, B. R. (2005). Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour pasting properties influenced by free fatty acids and protein. **Cereal Chem.**, 85, 534-540.
- Zhang, G., Maladen, M. D. and Hamaker, B. R. (2003). Detection of a novel three component complex consisting of starch, protein, and free fatty acids. **J. Agr. Food Chem.**, 51, 2801-2805.
- Zhang, G., Maladen, M., Campanella, O. H. and Hamaker, B. R. (2010). Free fatty acids electronically bridge the self-assembly of a three-component nanocomplex consisting of amylose, protein, and free fatty acids. **J. Agr. Food Chem.**, 58, 9164-9170.
- Zoulías, E. I., Oreopoulou, V. and Tzia, C. (2002). Textural properties of low-fat biscuits containing carbohydrate-or protein-based fat replacers. **J. Food Eng.**, 55, 337-342.

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 cookies, and evaluating the quality characteristics (processing, coloristic and sensory properties) of biscuits and cookies prepared using fat substitutes.

The results of the rheological analysis 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 during the test time compared to the basic used fatty substance, but pectin 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 hydrogenated vegetable fat with the studied fat substitutes on the processing properties of biscuit and cookies, where the average diameter and the average thickness of the 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 and cookies became coarse and darker in color with increasing the replacement ratio. The overall quality score indicated that the fat used to make biscuits could be replaced with fat substitutes up to 25% without affecting their sensory properties.

Keywords: Biscuits, shortening, rice starch, pectin, rheological properties, processing properties, sensory properties.



Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Agriculture
Dep. Of Food Science

Effect of Fat Replacers on Dough Rheological Properties and Bakery Products Quality

**Dissertation submitted for obtaining a master's degree in
Agricultural engineering
(Food Science)**

**By
Haneen Issa**

**Supervisor
Dr. Jihad Samaan
Faculty of Agriculture
Department of Food Science**

2023