تأثير استبدال السكر (السكروز) بالمحليات الصناعية (السكرالوز وأسيسولفام البوتاسيوم) على الخواص الفيزيائية والمؤشر الجلايسيمي للكعك الحلو الليبي

إيمان محمد الهبودي أبوجناح[1]، العارف غيث مروان[2]، خالد محمد بن نصر[3]،
أحمد عاشور أحمد[2]

1- قسم الاقتصاد المنزلي ، 2- قسم علوم وتقنية الأغذية، 3- قسم الإنتاج الحيواني
كلية الزراعة – جامعة طرابلس - ليبيا

المستخلص

يعد الكعك الحلو أحد الحلويات الليبية التقليدية، ويتميز بالطعم الفريد والسعر الرخيص نسبيًا، لذلك يعتبر واسع الانتشار بين جميع شرائح المجتمع. وبما أن السكر (السكروز) عنصر أساسي في صناعته، فإن استحداث منتج باستخدام المُحليات الصناعية سيكون لها أثر إيجابي على قبول وصحة بعض المستهلكين. أجريت هذه الدراسة بقسم علوم وتقنية الأغذية بكلية الزراعة بجامعة طرابلس، بهدف تقييم تأثير استبدال الطعم الحلو الجزئي أو الكلي للسكر بمُحلى السكرالوز أو مُحلى أسيسولفام البوتاسيوم في الكعك الحلو الليبي على خصائصه الحسية والمؤشر الجلايسيمي والحمل الجلايسيمي. أُعد الكعك الحلو وفقا للوصفة التقليدية الليبية واستبدلت حلاوة السكر بالسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم بمستويات 0% و25% و50% و75% و100% لكل منهما. أُجري التقييم الحسي باستخدام مقياس المتعة المكون من 9 نقاط لعينات خلطات الكعك الحلو بمشاركة 18 مقيماً. بناء على نتائج التقييم الحسي كانت أفضل نسب استبدال للسكر بأي من المحليين هي 50%. خضع كعك هاتين الخلطتين بالإضافة لعينة الشاهد (0 % مُحلي) وعينة جلوكوز نقي مرجعية لعدد 23 متطوع بواقع 50غ مادة غذائية مع 250 مل ماء لكل متطوع في أيام غير متتالية؛ وذلك لقياس مستوى سكر الدم وحساب المؤشر والحمل الجلايسيمي. أظهرت نتائج التقييم الحسي أن خلطة كعك الشاهد تحصلت على أعلى قبول في الطعم مقارنة بالخلطات الأخرى، مع وجود فروق معنوية بين خلطة الشاهد وخلطتي استبدال 75 و100% ، في حين لم يكن هناك فارق بين الشاهد وأيا من مجموعتي استبدال 25 و50%. كما ظهرت فروق معنوية في صفات الرائحة والطعم والقوام والقبول العام بين مجموعة الشاهد ومجموعتي استبدال 75 و100%، في حين كانت الفروق غير معنوية في هذه الصفات بين مجموعة الشاهد ومجموعتي استبدال 25 و50%. أظهرت النتائج أن أعلى قيمة للمؤشر الجلايسيمي (40) كان لعينة كعك السكرالوز50%، تليها عينة أسيسولفام البوتاسيوم 50% (35) بينما أقل مؤشر جلايسيمي (33) كان لعينة الشاهد، في حين كان الحمل الجلايسيمي الأعلى قيمة لعينة السكرالوز50% (11.04)؛ تليها عينة الشاهد (9.70)؛ والأدنى قيمة كان لعينة أسيسولفام البوتاسيوم 50% (9.66). يستخلص من هذه الدراسة أن تناول الكعك الحلو الليبي المحضر باستبدال تحلية نصف كمية السكروز بالسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيم لا يختلف في الخواص الحسية عن كعك الشاهد، وأن تناول 50 جم منه ليس له تأثير على المؤشر الجلايسيمي.

الكلمات الدالة: الكعك الحلو الليبي، السكرالوز، أسيسولفام البوتاسيوم، الخصائص الحسية، المؤشر الجلايسيمي.

المقدمة

يعد الوزن الزائد أو السمنة المحرك الرئيسي لمرض السكري من النوع الثاني. إن التغيرات الشديدة في نوعية وكمية الغذاء المستهلك بالإضافة لإرتفاع مستوى الإجهاد العقلي ونمط الحياة غير المستقرة ساهمت في زيادة انتشار هذا المرض. يظهر تقرير منظمة الصحة العالمية

للاتصال: العارف غيث مروان، قسم علوم وتقنية الأغذية - كلية الزراعة - جامعة طرابلس - ليبيا
هاتف: 218927973048 + البريد الالكتروني: ar.marwan@uot.edu.ly
استلمت بتاريخ: 2025/5/4 أجيزت بتاريخ: 2025/12/30

(WHO,2016) أن حوالي 422 مليون بالغ يعانون من مرض السكري حول العالم، وأشار تقرير International Diabetes Federation, Diabetes Atlas (IDF) أنه من المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى 592 مليون نسمة عام 2035(2013 ,Aguirre *et al.*). يساهم استهلاك الأطعمة السكرية في زيادة كمية السعرات الحرارية وارتفاع المؤشر الجلايسيمي. لتقليل كمية السكر في الأطعمة المصنعة اكتشفت مواد بديلة له من المحليات جعلت من الممكن تقديم المذاق الحلو المنخفض أو الخالي من السعرات الحرارية. المُحلي أو بديل السكر مادة مضافة للغذاء توازي تأثير السكر على الطعم، ولها كثافة حلاوة أكبر مقارنة بالسكر، خالية من السعرات الحرارية، ولا يتم استقلاب بعضها (Patel and Kumaresan 2022)، بدائل السكر نوعان؛ طبيعية أو صناعية، وتختلف عن بعضها في العديد من الخصائص الكيميائية والفيزيائية. يعتبر السكرالوز (sucralose) وأسيسولفام البوتاسيوم (acesulfame-K)من المُحليات الصناعية الأكثر استخداما في مجال المخبوزات لثباتهما عند درجات الحرارة المرتفعة المناسبة لمنتجات المخابز (Sanyaolu *et al.*, 2018). تسمح مواصفة الكودكس 2023/192 (Codex Alimentarius Commission 2023)، والمواصفة القياسية الليبية رقم 2015/15 (المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية،2015) باستخدامهما في العديد من المواد الغذائية.

درس O'Niones (2014) إمكانية إنتاج بديل مقبول للكيكة الملائكية (Angel food cake) بسعرات حرارية منخفضة باستبدال السكروز واستعمال بولي دكستروز وسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم أو الستيفيا بنسب 25 و50 و75 و100%، ووجد أن استبدال السكروز بنسبة 100% في خليط المرنغ غير مقبول؛ في حين أن استخدام نسب 75% من السكرالوز وأسيسولفام البوتاسيوم أظهرا دمجًا للهواء مشابهًا لعينة الشاهد في خليط الكيك، وأن كيك السكرالوز وأسيسولفام البوتاسيوم بنسبة 25% كان مشابهاً لكيك السكروز. وبين Aksonova *et al.*, (2020) في دراستهم لتطوير كيك اللبن الرائب باستبدال السكر بالسكرالوز بنسب 30%، 50%، 70%، أن أفضل نسب استبدال كانت 30% و50% في تأثيرها على النكهة والحلاوة واللون وخصائص فتات الكيك. دراسة أخرى، لتقييم جودة كيك الشيفون قليل الدسم المحضر باستخدام إريثريتول-سكرالوز كبديل للسكر بنسب تراوحت من 0% إلى 100%؛ أظهرت وجود انخفاض في حجم الكيك كلما زادت نسبة استبدال السكر، وأن لون فتات الكيك المنتج باستخدام الإريثريتول-سكرالوز 75% و100% كان أغمق من المُستخدم بهما 25% و50٪ ، مع ملاحظة أن الأخيرتين لم تختلفا كثيرًا عن عينة الشاهد (Akesowa, 2009) ، كما توصلت دراسات لتطوير كيكة Toddy Palm باستخدام دقيق الأرز المنبت (GRF) أو دقيق الأرز البني (BRF) وخليط من المالتيتول Maltitol والسكرالوز، أن الكيكة المصنعة بإضافة GRF أو المالتيتول بنسبة 50% كانت الأفضل ولم تختلف معنوياً عن كيكة الشاهد؛ مع انخفاض قيمة المؤشر الجلايسيمي من 71.78 إلى 50.22 مقارنة بكيكة Toddy Palm الأصلية (Sukhonthara, 2017)، و(Sukhonthara and Thipnate, 2018). يشتهر المطبخ الليبي بالعديد من الحلويات التقليدية مثل الكعك الحلو؛ والذي عادة ما يتجنب مرضى السكري والمهتمين بالسعرات الحرارية تناوله؛ لذلك استهدفت الدراسة معرفة تأثيرات استبدال السكروز بنسب مختلفة من المحلي الصناعي السكرالوز أو اسيسلفام البوتاسيوم على الخصائص الحسية والمؤشر الجلايسيمي والحمل الجلايسيمي للكعك الحلو الليبي.

المواد وطرائق البحث

أجريت الدراسة خلال الفترة من شهر يناير حتى شهر سبتمبر سنة 2023م. ونُفذت على مرحلتين؛ المرحلة الأولى أُجري فيها التقييم الحسي للكعك الحلو المُعد بنسب مختلفة من المحليات الصناعية لتحديد أفضل خلطة باستخدام السكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم. والمرحلة الثانية قيس فيها مستوى سكر الدم لعدد من **المتطوعين** لحساب المؤشر والحمل الجلايسيمي

لخلطات الكعك الحلو المحضر باستبدال السكر بالمحليين بالنسب التي تم تفضيلها في المرحلة الأولى.

إعداد وتحضير الكعك

أعد الكعك الحلو بالسكر (السكروز) وفقاً للوصفة الليبية التقليدية (المغيربي والمغيربي، 2016)، واستخدم في تحضيره دقيق القمح (الوردة البيضاء، تونس)، سكر أبيض (المائدة، ليبيا)، زيت الذرة (البركة، ليبيا)، زيت زيتون (مسلاتة، ليبيا)، ماء (دجلة، ليبيا)، خميرة الحلويات (فنواز، تونس)، محلى السكرالوز نقي (العلامة التجارية Kanbo Sucralose ،الصين)، ومحلى أسيسولفام البوتاسيوم نقي (العلامة التجارية Yearn Sweet، الصين) والجلوكوز (Sigma). عدلت وصفة المغيربي والمغيربي (2016) باستبدال السكر بالسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم بمستويات 0% و25% و 50% و 75% و 100% لكل منهما. تأسيساً على أن كل جرام من السكروز به وحدة حلاوة واحدة ؛ وكل جرام من محلى السكرالوز به 600 وحدة حلاوة ؛ وكل جرام من محلى أسيسولفام البوتاسيوم به 200 وحدة حلاوة. بناءً عليه تم إعداد خلطة محلى السكرالوز بإضافة (599 جم دقيق + 1 جم محلى السكرالوز)، وخلطة أسيسولفام البوتاسيوم (199 جم دقيق + 1جم أسيسولفام البوتاسيوم)، وذلك للحصول على خليط كل 1 جرام منه يعطي وحدة حلاوة واحدة مكافئة لحلاوة 1 جم من السكروز للحفاظ على قوام العجين ووزن الخلطة. أعدت خلطات الكعك الحلو باستبدال السكر بالسكرالوز او أسيسولفام البوتاسيوم بالنسب المذكورة وفقا لما هو مبين بالجدول (1) للحصول على نفس وحدات الحلاوة للخلطات المختلفة؛ كانت درجة حرارة الفرن 175 °س ولمدة 25 – 30 دقيقة.

المرحلة الأولى التقييم الحسي

أُجري التقييم الحسي للكعك الحلو المعد بنسب استبدال السكر بالسكرالوز او أسيسولفام البوتاسيوم (0% و25% و50% و75% و100%) بمعمل مراقبة الجودة بقسم علوم وتقنية الأغذية بكلية الزراعة بجامعة طرابلس. نفذت خطوات وإجراءات التقييم الحسي وفق ما ذكره الجديلي وحميدة (2002). أجري التقييم الحسي لخلطات المُحليين على يومين غير متتالين (بتاريخ 21 و2023/5/23)، في اليوم الأول أجري التقييم الحسي لكعك خلطات محلى السكرالوز ومجموعة الشاهد (خمس خلطات)، وفي اليوم الآخر كان لكعك خلطات محلى أسيسولفام البوتاسيوم ومجموعة الشاهد (خمس خلطات). شارك في التقييم الحسي ثمانية عشر مقيماً، اختيروا عشوائيا من أعضاء هيئة التدريس وطلبة الدراسات العليا وموظفي كلية الزراعة بجامعة طرابلس. شمل التقييم الحسي صفات اللون والمظهر والطعم والرائحة والقبول العام وفقا لاستمارة قياس المتعة المكون من 9 نقاط (9-point hedonic scale) المعدة لهذا الغرض. بناء على نتائج التقييم الحسي كانت أفضل نسبة استبدال لكلا المحليين هي 50% .

المرحلة الثانية تحليل نسبة سكر الدم (المؤشر الجلايسيمي

أُجري اختبار تحليل السكر في الدم لمجموعة من المتطوعين قُدم لهم كعك حلو محضر باستبدال محلى السكرالوز 50% ثم محلى أسيسولفام البوتاسيوم 50% بالإضافة لعينة الشاهد 0% وعينة الجلوكوز المرجعية. كان عدد المشاركين 23 شخصاً من الأصحاء (3 ذكور، 20 إناث)، تراوحت أعمارهم بين 20 و73 سنة. استمر التحليل لمدة شهرين متتاليين (7/12 حتى 2023/9/12). شارك المتطوعين بعد فهم طبيعة البحث والحصول على الموافقة الكتابية لكل منهم في نموذج معد لهذا الغرض. يشترط أن يتم التحليل في حالة الصيام (10 ساعات) قبل التحليل، وفي مكان ثابت بدون أي نشاط لمدة ساعتين؛ كما يشترط تناول العينات في وقت زمني لا يتجاوز15 دقيقة (Arora and Jood 2016) .

بينت التجارب الأولية أنه للحصول على قطعة كعك حلو تزن 25 جم بعد الخبز، يجب أن يكون وزنها قبل الخبز 31 جم. أجريت تحاليل المؤشر الجلايسيمي الذي استغرق 4 أيام غير متتالية لقياس مستوى السكر في الدم على النحو التالي:

- في اليوم الأول تم تناول 50 جرام من الجلوكوز مذاب في 250 مل ماء.
- في اليوم الثاني تم تناول 50 جرام من الكعك المحلى بالسكر فقط مع 250 مل ماء.
- في اليوم الثالث تم تناول 50 جرام من الكعك المحلى بأسيسولفام البوتاسيوم 50% مع 250 مل ماء.
- في اليوم الرابع تم تناول 50 جرام من الكعك المحلى بالسكرالوز 50 % مع 250 مل ماء.

تم استخدام جهاز (ACCU-CHEK Instant) لقياس مستويات السكر في الدم من الشعيرات الدموية في أطراف الأصابع على فترات زمنية محددة (0 -30-60-90-120) دقيقة بعد تناول الجلوكوز أو الكعك كما هو مبين بالشكل (1). حُسب المؤشر الجلايسيمي وفقا Wolever *et al.*, (1991) باستخدام المعادلة الآتية:

المؤشر الجلايسيمي = المساحة أسفل منحنى جلوكوز الدم بعد تناول عينة خلطة الكعك × 100 مقسوماً على المساحة أسفل منحنى جلوكوز الدم للعينة المرجعية (الجلوكوز)، وحُسب الحمل الجلايسيمي بضرب المؤشر الجلايسيمي في كمية الكربوهيدرات لنفس المادة الغذائية ومقسومة على 100، والذي يعتبر أفضل لتقييم تأثير الطعام على مستوي سكر الدم(Wolever, 2006) .

من الجدول (1) تم احتساب نسبة السكروز في عينات الكعك المخبوز، حيث كانت في عينة الشاهد 13.6%، بينما في عينات الاستبدال 25%، 50%، 75%، 100% كانت 10.5%، 7.2%، 3.7%، 0%، على التوالي. يتبين إن نسبة السكروز في عينة الاستبدال 50% هي 6.8 % مقارنة مع 13.6% في عينة الشاهد؛ بذلك تكون كمية السكروز في 50 جرام من عينة الكعك الشاهد 6.8 جم، مقارنة بكمية السكروز والتي كانت 3.4 جم لكل 50 جم سواء في خلطة الاستبدال 50% بالسكرالوز أو اسيسولفام البوتاسيم، وبذلك يكون الفرق في كمية السكروز المتناول هو 3.4 جم بين عينة الشاهد وعينات الاستبدال 50.%.

التحليل الإحصائي

حللت النتائج باستخدام تحليل التباين (ANOVA) وفقا للتصميم العشوائي الكامل (CRD) ، باستعمال برنامج التحليل الإحصائي (SAS, 2002)، واستخدم اختبار (LSD) لتحديد الفروق المعنوية بين متوسطات المعاملات المختلفة.

جدول1: مكونات خلطة الكعك الحلو بالسكروز، السكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم (جرام).

نسبة استبدال المحليات	المكونات بالجرام							
	الماء	السكر	زيت زيتون	زيت ذرة	خميرة الحلويات	الدقيق	خليط السكرالوز	خليط أسيسولفام البوتاسيوم
السكر (الشاهد) 0%	84	60	62	61	10	265	0	0
السكرالوز25 %	84	45	62	61	10	250	15	0
السكرالوز50 %	84	30	62	61	10	235	30	0
السكرالوز75 %	84	15	62	61	10	220	45	0
السكرالوز 100%	84	0	62	61	10	205	60	0
أسيسولفام البوتاسيوم 25%	84	45	62	61	10	250	0	15
أسيسولفام البوتاسيوم 50%	84	30	62	61	10	235	0	30
أسيسولفام البوتاسيوم 75%	84	15	62	61	10	220	0	45
أسيسولفام البوتاسيوم 100%	84	0	62	61	10	205	0	60

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (30)، العدد (2) 2025: 55 - 67

النتائج والمناقشة

التقييم الحسي

تأسيسًا على أن قبول ورغبة الأفراد لأي مادة غذائية وتفضيلها على غيرها يعتمد إلى حد كبير على خصائصها الحسية المتمثلة في اللون والطعم والرائحة والقوام والقبول العام قبل اهتمامهم بتقييمها تغذوياً، حيث أن أي مادة غذائية مهما تكن ذات قيمة غذائية واشتراطات صحية عالية لن يتم اختيارها ما لم تكن ذات خصائص حسية تلبي ذوق المستهلك. لذلك عند القيام بأي تعديل أو تغيير في تركيبة مادة غذائية لا بد أن يتم أولاً تقييم تأثيراتها على خصائصها الحسية قبل اعتمادها وتسويقها. عليه قُيمت الخصائص الحسية لعينات الكعك في هذه التجربة بعد التعديلات التي أجريت عليها باستخدام المحليات الصناعية بدل السكروز عند مستويات الاستبدال 0% و25% و50% و75% و100 %.

يعرض الجدول (2) نتائج التقييم الحسي لعينات الكعك الحلو الليبي المصنع بمحلى السكرالوز بدل السكروز بنسب الاستبدال المذكورة أعلاه. بشكل عام أظهرت النتائج تقارب في متوسطات الصفات الحسية بين عينات جميع الخلطات. تبين نتائج التقييم الحسي لخلطات الكعك بالسكرالوز وجود فارق عالي المعنوية ($p<0.01$) في صفة الطعم، حيث سجلت عينة الشاهد أعلى قيمة بمتوسط (6.94)؛ تليها عينة 25% بمتوسط (6.49). بالمقابل، تبين النتائج في الجدول (2) أن خلطات الكعك باستخدام نسب مختلفة من السكرالوز بدل السكروز لم تكن بينها فروق معنوية في صفات اللون والمظهر والرائحة والقوام والقبول العام، على الرغم من أن عينة السكرالوز 50 % سجلت أعلى متوسطات وهي 7.33 و7.11 و6.72 لهذه الصفات على التوالي، تلتها عينة الشاهد السكروز (بمتوسطات 6.22 و5.61 و6.44) على التوالي. كما بينت النتائج - أيضًا - أن عينة الشاهد كانت الأعلى قيمة من ناحية القوام والقبول العام بمتوسطين 6.67 و6.67 على التوالي، تليها عينة السكرالوز 50% بمتوسطين 6.28 و 6.39 على التوالي. من جهة أخرى تحصلت عينات 75%، 100% على أدنى قيم في جميع الخواص الحسية باستثناء اللون والمظهر.

جدول 2. تأثير استبدال محلى السكرالوز على الخواص الحسية للكعك الحلو.

مستويات استبدال محلى السكرالوز	متوسطات درجات التقييم الحسي لمستويات الاستبدال						المتوسط العام
	اللون	المظهر	الرائحة	الطعم	القوام	القبول العام	
%0	6.22 ^{a}	5.61 ^{a}	6.44 ^{a}	6.94 ^{a}	6.67 ^{a}	6.67 ^{a}	6.94^{a}
%25	6.00 ^{a}	5.33 ^{a}	6.11 ^{a}	6.49 ^{ab}	6.11 ^{a}	6.28 ^{a}	6.38 ^{ab}
%50	7.33 ^{a}	7.11 ^{a}	6.72 ^{a}	5.94 ^{abc}	6.28 ^{a}	6.39 ^{a}	5.94 ^{abc}
%75	6.39 ^{a}	6.39 ^{a}	5.61 ^{a}	5.17 ^{bc}	5.67 ^{a}	5.89 ^{a}	5.16 ^{bc}
%100	6.61 ^{a}	6.39 ^{a}	6.00 ^{a}	5.06 ^{c}	5.61 ^{a}	5.94 ^{a}	5.05^{c}
الخطأ القياسي المشترك	0.41	0.47	0.42	0.45	0.53	0.39	0.45
Pr	0.20	0.07	0.40	0.01	0.60	0.62	0.01

a,b,c :المتوسطات التي تحمل حرف واحد على الأقل في نفس العمود لا توجد بينها فروق معنوية.

يوضح جدول (3) تأثير استبدال محلى أسيسولفام البوتاسيوم بنسب 0%، 25%، 50%، 75%، 100% من السكروز على الخواص الحسية للكعك الحلو الليبي. تظهر النتائج في الجدول أن الخلطات المختلفة سجلت فروق معنوية وعالية المعنوية في صفات الرائحة ($p<0.05$) والطعم ($p< 0.01$) والقوام ($p< 0.0001$)والقبول العام ($p<0.0011$)، وتحصلت عينة الشاهد على أعلى قيم لهذه الصفات وبمتوسطات 7.17 و6.89 و7.17 و7.06 على التوالي، تليها عينة أسيسولفام البوتاسيوم 25% ثم عينة أسيسولفام البوتاسيوم 50%، أما عينات 75% و100%

فتحصلت على الأدنى قبولًا بجميع صفات التقييم الحسي مقارنة بالخلطات الأخرى. تظهر النتائج في الجدول (3) عدم وجود فروق معنوية بين الخلطات المختلفة في صفتي اللون ($p> 0.13$) والمظهر ($p>0.25$) ؛ إلا أن عينة الشاهد تحصلت على أعلى قيمة في صفة اللون بمتوسط 7.28 يتبعها عينة استبدال أسيسولفام البوتاسيوم 50% بمتوسط 6.89، بينما تساوتا قيمة عينة الشاهد وعينة 50 % أسيسولفام البوتاسيوم في صفة المظهر بمتوسط 6.72 لكل منهما.

جدول3. تأثير استبدال أسيسولفام البوتاسيوم على الخواص الحسية للكعك الحلو.

مستويات استبدال محلى أسيسولفام البوتاسيوم	متوسطات درجات التقييم الحسي لمستويات الاستبدال						**المتوسط العام**
	اللون	المظهر	الرائحة	الطعم	القوام	القبول العام	
%0	**7.2^{a}**	**6.72^{a}**	**7.17^{a}**	**6.89^{a}**	**7.17^{a}**	**7.06 ^{a}**	**7.04 a**
%25	**6.78^{a}**	**6.61^{a}**	**6.50^{ab}**	**6.50^{ab}**	**6.89^{ab}**	**6.83 ^{a}**	**6.68 a**
%50	**6.89^{a}**	**6.72^{a}**	**6.50^{ab}**	**6.22^{abc}**	**5.94 ^{bc}**	**6.11 ^{ab}**	**6.39 ab**
%75	**6.11^{a}**	**5.94^{a}**	**5.94^{b}**	**5.67^{bc}**	**5.28 ^{c}**	**5.61 ^{b}**	**5.75 b**
%100	**6.44^{a}**	**6.33^{a}**	**6.28^{b}**	**5.22^{c}**	**5.06 ^{c}**	**5.22 ^{b}**	**5.76 b**
الخطأ القياسي المشترك	**0.32**	**0.28**	**0.28**	**0.37**	**0.34**	**0.34**	**0.26**
Pr	**0.13**	**0.25**	**0.05**	**0.01**	**<.0001**	**0.0011**	**0.0025**

a،b،c : المتوسطات التي تشترك في حرف واحد على الأقل في العمود الواحد لا توجد بينها فروق معنوية.

تتفق هذه النتائج مع ما ذكره Lin and Lee (2005) ؛ حيث قاما بتحضير كيك الشيفون باستخدام ألياف (Fibersol-2) واستبدال السكروز بالسكرالوز بنسب تراوحت بين 0 % و 80 %. أظهرت النتائج أن كل العينات لم تتأثر خصائصها الحسية؛ كما أن درجة الإعجاب العام للكيك المحضر بنسب 0%، 20%، 40%، 50% وكانت 6.7، 7.0، 6.9، 6.6 على التوالي، في حين انخفضت درجة الإعجاب العام مع الاستبدال بنسبة 60 و 80 % إلى 5.2، و3.3 على التوالي. وذكر Savitha *et al.,* (2008) في دراسة استهدفت إنتاج بسكويت بالسكرالوز والمالتوديكسترين باستبدال 0.05% سكرالوز بدل 30% سكر مع مستويات مختلفة من المالتوديكسترين (MD) (10 ، 20، 30 و 40 %) ، تبين أن أفضل نقاط الجودة الشاملة كانت لبسكويت الشاهد 30% سكروز. هذا يتوافق مع نتائج Quitral *et al.,* (2019) و Rudkoffsky (2020) و Martínez-Cervera *et al.,* (2012)؛ حيث استبدلوا السكروز بنسب 0 % ، 25 %، 50 %، 75 %، 100 % في الموفن والكوكيز؛ وأظهروا أن عينات التحكم تحصلت على القبول الأكبر وأن استبدال السكروز بنسبة 50% كان مماثلًا لعينة الشاهد من حيث المظهر واللون والملمس والنكهة والحلاوة والقبول العام؛ بينما تم الحصول على موفن أقل قبولًا عند استبعاد السكروز بنسبة 100%. تتفق النتائج - أيضًا - مع Sukhonthara (2017) الذي قام بتطوير كيكة (Toddy palm) من خلال استبدال دقيق الأرز (RF) بدقيق الأرز البني (BRF) واستبدال خليط من المالتيتول والسكرالوز بالسكر عند مستويات مختلفة (0 %، 25 %، 50 %، 75 %، 100 %)، ووجد أن كيكة (Toddy palm) بنسبة 50 % BRFو50 MS %مناسبة لإعداد المنتج النهائي. كما أوضح O'Niones (2014) في دراسته حول تحديد ما إذا كان من الممكن إنتاج بديل مقبول للكيكة الملائكية (angel food cake) منخفضة السكروز وأقل سعرات حرارية؛ حيث تم استبدال السكروز في المرنغ، وخليط الكيكة الملائكية، باستخدام بوليدكستروز وسكرالوز، أو أسيسولفام البوتاسيوم، أو الستيفيا بمستويات استبدال مختلفة (25، 50، 75، 100٪) وأظهرت النتائج أن استبدال السكرالوز وأسيسولفام البوتاسيوم بنسبة 25% لم يكن مختلفًا عن الشاهد فيما يتعلق بالارتفاع والمظهر. أما Gorecka *et al.,* (2007)وجدوا أن الاستبدال الكامل

(100%) لمحليات الأسبارتام والأسيسولفام البوتاسيوم (أو خليطهما) بالسكروز في الكيك الإسفنجي أدى إلى انخفاض كبير في الجودة الحسية، وأن الكيكة الإسفنجية التي يتم فيها استبدال 50% من أسيسولفام البوتاسيوم أو الأسبارتام بالسكروز تتمتع بخصائص حسية أفضل مقارنة بعينة الشاهد. كذلك أشار Kutyła-Kupidura *et al.,* (2016) أنه عند استعمال المحليات الزايليتول، والسكرالوز، والأسيسولفام البوتاسيوم، إما بشكل مفرد أو مختلطة بدل السكروز في الكوكيز؛ تحصلت عينة الشاهد على أعلى نقاط التقييم الحسي، تليها العينة المحلاة بمزيج من الزيليتول وأسيسولفام البوتاسيوم (25:75) ونسبة استبدال (50:50) على التوالي.

يتضح من هذه الدراسات رغم اختلاف مكونات منتجاتها أن 50% هي أفضل نسبة استبدال للمحليات الصناعية بالسكروز، والتي تتفق تماماً مع نتائج هذه الدراسة الواردة في الجدولين (2 و3). يرجع عدم إمكانية استبعاد السكروز بنسبة 100% إلى أن السكروز ليس عامل تحلية فقط؛ ولا يمكن الاستغناء عنه بالكامل لما له من وظائف أخرى في المنتجات الغذائية؛ خاصةً في منتجات الخبيز؛ لعل أبرزها: إعطاء اللزوجة وتحسين القوام والبنية والمشاركة في تفاعلات الاسمرار غير الإنزيمي وتفاعلات الكرملة الضرورية لإظهار اللون والرائحة وتحسين الطعم إضافة إلى المحافظة على الطراوة والاسترطاب.

المؤشر الجلايسيمي

تأسيسًا على نتائج تجارب التقييم الحسي التي أوضحت أنه لا توجد فروق معنوية في الخصائص الحسية عند استبدال السكروز بالسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم عند مستويات 25% و50 % في خلطة الكعك الحلو الليبي، تم اختيار عينات استبدال السكروز بالسكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم بنسبة 50% لإجراء تجارب تأثيرهما على المؤشر الجلايسيمي للكعك الحلو الليبي.

يبين الجدول (4) متوسطات مستويات جلوكوز الدم لعدد (23) متطوعًا عند الزمن 0، 30، 60، 90، و120 دقيقة، ومن هذه المتوسطات تم احتساب المؤشر الجلايسيمي. بالنظر إلى متوسطات مستويات سكر الدم عند الزمن (صفر) نلاحظ أنه لا توجد فروق معنوية بين عينات الجلوكوز أو التحكم أو استبدال 50% سكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم. ويتضح أنه بعد 30 دقيقة من تناول المتطوعون خلطات الكعك الحلو المختلفة ظهور فروقات عالية المعنوية ($P< 0.01$)في متوسطات مستويات سكر الدم بينها؛ حيث سجلت مجموعة الجلوكوز أعلى قراءة بمتوسط 165.69 مغ جلوكوز/ ديسلتر دم؛ كما أن هذه المجموعة استمرت في تسجيل أعلى قراءات لمتوسط مستوى جلوكوز الدم في الزمن 60 و 90 و120 دقيقة مقارنة بباقي المجموعات وبمتوسطات 173.82، 153.43 و119.39 مغ جلوكوز/ ديسلتر دم، على التوالي. أما بالنسبة لعينة الشاهد فكان مستوى سكر الدم 99.56 مغ/ ديسلتر عند الزمن (0)، وبلغ أقصى ارتفاع بعد 30 دقيقة ليصل إلى 130.30 مغ/ ديسلتر، ثم انخفض إلى 103.82 مغ/ ديسلتر بعد 120 دقيقة؛ بينما عينات استبدال 50 % أسيسولفام البوتاسيوم أو السكرالوز، كانت أعلى قراءة لمستوى سكر الدم بعد 30 دقيقة 124.26 و129.34 مغ / ديسلتر على التوالي وهي تعتبر أقل من مستوى عينة الشاهد عبر نفس الزمن ولكن الفرق غير معنوي إحصائيًا. كما بلغت أدنى مستوياتها بعد 120 دقيقة لتصل إلى 106.39 و105.30 مغ/ ديسلتر على التوالي، والتي لا تختلف معنوياً عن عينة الشاهد.

حُسبت قيم المؤشر الجلايسيمي في هذه الدراسة باستخدام البيانات الواردة في الجدول (4) لرسم العلاقة البيانية بين الزمن والتغيرات في مستوى سكر الدم؛ وذلك لحساب المساحة تحت المنحنى لسكر الجلوكوز وعينات الكعك المختلفة كما هو موضح بالشكل (1).

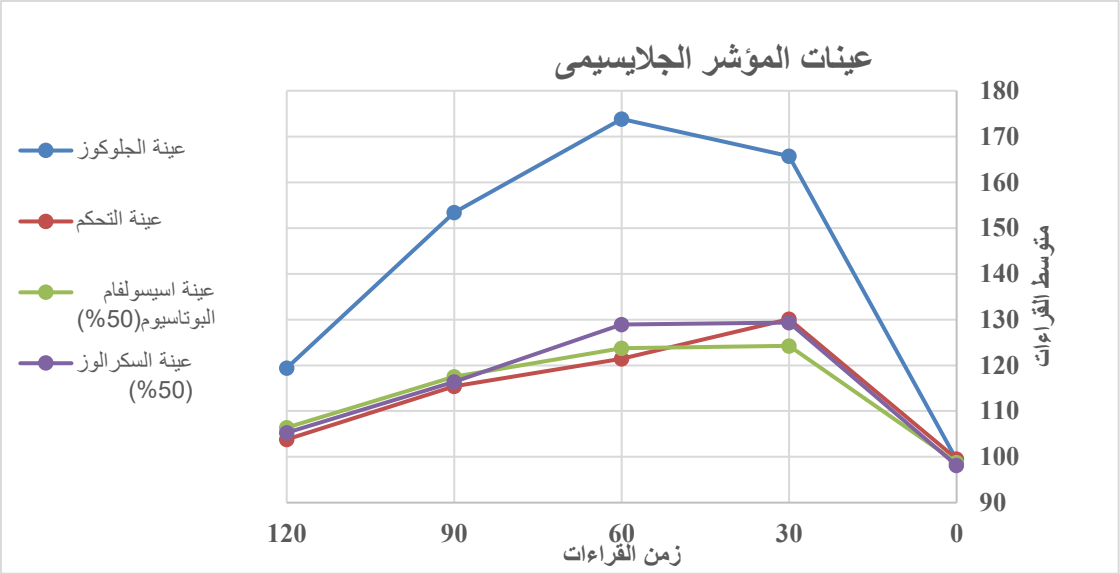
يبين جدول (5) متوسط المساحة تحت منحنى الجلوكوز في الدم لعينة الجلوكوز والتي كانت 6180 وحدة مساحة والتي تعطى المؤشر جلايسيمي 100؛ يليه كعك السكرالوز 2505 وحدة مساحة؛ كعك أسيسولفام البوتاسيوم 2175 وحدة مساحة، وكعك السكروز 2040 وحدة مساحة في الأفراد الأصحاء. وهذا يعني أن عينة السكرالوز 50% كان لها المؤشر الجلايسيمي الأعلى بقيمة (40)؛ تليها عينة أسيسولفام البوتاسيوم 50% بمؤشر جلايسيمي (35)؛ في حين عينة السكروز تحصلت على أقل مؤشر جلايسيمي (33)، على الرغم من عدم وجود فروق معنوية في متوسط مستويات سكر الدم لهذه المجموعات (جدول 4). أما بالنسبة للحمل الجلايسيمي الأعلى قيمة فقد

سجلته عينة السكرالوز 50% (11.04)؛ تليها عينة الشاهد بقيمة (9.70)؛ والأدنى قيمة كان لعينة أسيسولفام البوتاسيوم 50% (9.66).

جدول4. تأثير المعاملات على متوسط مستويات سكر الدم (مغ/ ديسلتر) عبر الزمن.

المعاملة	متوسطات سكر الدم عبر الزمن (دقيقة)					
	صفر	30	60	90	120	المتوسط العام
محلول الجلوكوز	99.34 a	165.69 a	173.82 a	153.43 a	119.39 a	142.33 a
كعك الشاهد	99.56 a	130.30 b	121.43 b	115.43 b	103.82 b	114.11 b
كعك أسيسولفام البوتاسيوم 50%	98.78 a	124.26 b	123.73 b	117.52 b	106.39 b	114.13 b
كعك السكرالوز50 %	98.13 a	129.34 b	128.91 b	116.39 b	105.30 b	115.61 b
الخطأ القياسي المشترك	1.79	4.24	4.94	5.50	4.33	1.94
Pr	0.94	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05

a،b: المتوسطات التي تشترك في حرف واحد على الأقل في العمود الواحد لا توجد بينها فروق معنوية



شكل 1. العلاقة بين الزمن ومتوسطات مستوى سكر الدم للجلوكوز وعينات الكعك المختلفة.

الجدول (4) يبين وجود فروق معنوية بين عينة الجلوكوز والعينات المختلفة للكعك في قيم مستوى جلوكوز الدم، في حين لم تظهر فروق معنوية في هذه القيم بين عينة الشاهد وعينات الاستبدال بمستوى 50% أسيسولفام البوتاسيوم أو السكرالوز. ربما يرجع سبب عدم وجود فروق معنوية بين عينة الشاهد وعينتي الدراسة (50% سكرالوز أو اسيسولفام البوتاسيم) إلى أن الفرق في كمية السكروز بينهم في حدود 3.4 جم فقط؛ حيث أن 50 جم كعك من عينة الشاهد بها 6.8 جم سكروز، بينما في عينات الاستبدال كانت 3.4 جم. وعلى الرغم من عدم وجود فروق معنوية، ولكن يلاحظ أن عينة الشاهد كانت أعلى في مستوى سكر الدم بعد 30 دقيقة وأقل بعد 60 دقيقة من عينات 50% أسيسولفام البوتاسيوم أو السكرالوز. كما يلاحظ أن أقصى ارتفاع لمستوى سكر الدم في عينات أسيسولفام البوتاسيوم والسكرالوز لم يبلغ أقصى ارتفاع لمستوى عينة الشاهد خلال جميع فترات القياس. هذا يدل على أن استبدال السكروز بنسبة 50% في الكعك الحلو الليبي سواء بأسيسولفام

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (30)، العدد (2) 2025: 55 - 67

البوتاسيوم أو السكرالوز تؤدي إلى حدوث انخفاض تدريجي في مستوى سكر الدم عبر الزمن، على الرغم من أن هذا الانخفاض لم يكن معنوي مقارنة بمجموعة السكروز (الشاهد). تتفق هذه النتائج مع Solomi *et al.,* (2019) في دراستهم لمعرفة الآثار الحادة للمحليات الصناعية الأسبارتام وأسيسولفام البوتاسيوم في مشروب الكولا وأثرهما على استجابة نسبة السكر في الدم؛ حيث وجد فرق غير معنوي في مستوى جلوكوز الدم بعد تناول المشروبات بالمحليات الصناعية أو بالسكروز. كما وجد Kazmi *et al.,* (2017) من خلال معرفة التأثيرات الحادة للسكرالوز والأسبارتام وأسيسولفام البوتاسيوم على النبض وضغط الدم ومستويات جلوكوز الدم لدى البالغين الأصحاء؛ حيث تم قياس مستوياته في الدم عند 0 و120 دقيقة لدى جميع المشاركين، وجد أن مستويات الجلوكوز في الدم أحدثت فرق غير معنوي ($P>0.05$) عند 0 و120 دقيقة داخل وبين جميع مجموعات الدراسة. كما توصل Toora *et al.,* (2018) عند تقييم تأثير المحليات الأسبارتام، السكرالوز، السكرين أو الستيفيا على مستوى السكر في الدم إلى أن هناك زيادة في نسبة الجلوكوز في الدم بعد تناول المحليات، ولكنها كانت أقل مقارنة باستهلاك الجلوكوز، مع عدم وجود اختلاف في القيم بين المحليات الأربعة. قام Dalenberg *et al.,* (2020) بدراسة تهدف لمعرفة تأثير استهلاك السكرالوز مع الكربوهيدرات على نشاط الدماغ وحساسية الأنسولين، وأظهرت النتائج أن استهلاك السكرالوز مع الكربوهيدرات يضعف حساسية الأنسولين، ويرتبط هذا الضعف الأيضي بانخفاض في الاستجابات العصبية للسكر؛ في حين لم تتغير حساسية الأنسولين عند استهلاك السكرالوز أو السكروز. تتعارض هذه النتائج مع Arora and Jood (2016) الذين درسوا تأثير إضافة مسحوق الستيفيا للكعك مقارنة بالسكرالوز والكعك المعتمد على السكر وتم تقييمها حسيًا، وتقييم استجابة نسبة السكر في الدم للأنواع الثلاثة من الكعك للأفراد الأصحاء (ن = 10). أظهرت النتائج أن أعلى متوسط للمساحة تحت منحنى المؤشر الجلايسيمي كان للجلوكوز5810، يليه الكعك بالسكر 3721 (64 = GI) ثم كعك السكرالوز 3003 (51.7) = GI وأقلها كان في كعك مسحوق الستيفيا 1826 (31.4) =GI ، وفي دراسة Sukhonthara (2017) قام بتطوير كيكة (Toddy palm) من خلال استبدال دقيق الأرز (RF) بدقيق الأرز البني (BRF) واستبدال السكر بخليط من المالتيتول والسكرالوز (MS)، ووجد أن نسبة استبدال 50% لكل منهما أعطى أفضل خصائص حسية، وكانت قيمة المؤشر الجلايسيمي لها 50.22؛ والتي كانت أقل بنسبة 30.03% من كيكة (Toddy Palm)الأصلية ذات المؤشر الجلايسيمي 71.78.

جدول5. تأثير المُحلّيات على متوسط المساحة تحت المنحنى لمستويات سكر الدم والمؤشر الجلايسيمي والحمل الجلايسيمي لها.

المعاملة	المساحة تحت المنحنى (AUC)	المؤشر الجلايسيمي (GI)	الحمل الجلايسيمي (GL)
محلول الجلوكوز	6180	100	50
كعك الشاهد	2040	33	9.70
كعك أسيسولفام البوتاسيوم 50%	2175	35	9.66
كعك السكرالوز 50%	2505	40	11.04

الإستنتاج

بينت الدراسة أن أعلى نسبة استبدال هي 50% لأي من محلى السكرالوز او أسيسولفام البوتاسيوم للحصول على صفات حسية مماثلة لعينة الشاهد؛ وكان أعلى مؤشر جلايسيمي لعينة السكرالوز50% يتبعها عينة أسيسولفام البوتاسيوم 50% مقارنة بعينة الشاهد مع عدم وجود فروق معنوية في مدى تأثيرهم على مستوى سكر الدم. تتوافق هذه النتائج مع نتائج العديد من الدراسات المشابهة في نفس المجال؛ لذلك يوصي بعدم

تجاوز نسبة استبدال 50% لأي من محلى السكرالوز أو أسيسولفام البوتاسيوم للكعك الحلو الليبي للتمتع بصفات حسية جيدة. ونظراً لعدم وجود دراسات محلية عن تأثيرات استخدام المحليات الصناعية على الخصائص الحسية والمؤشر الجلايسيمي والحمل الجلايسيمي لبعض الأطعمة الليبية؛ يُوصي بإجراء المزيد من الدراسات في هذا المجال لمعرفة تأثيرات محليات صناعية أخرى في منتجات غذائية متنوعة؛ خاصة المخبوزات؛ ووضع قاعدة بيانات للمؤشر الجلايسيمي والحمل الجلايسيمي لها؛ والتي سوف يكون لها بالغ الأهمية لأخصائي التغذية والأفراد في توجيه مرضى السكري نحو الأفضل.

شكر وتقدير

نتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من ساعد في إنجاز هذه الدراسة ولو بكلمة؛ خاصة الذين وفروا عينات محلى السكرالوز وأسيسلفام البوتاسيوم، والذين شاركوا في اختبارات التقييم الحسي وتحاليل المؤشر الجلايسيمي.

المراجع

الجديلي، عفاف عبد الرحمن وحميدة، هناء محمد. 2002. تقييم الأطعمة الأسس والقياسات العلمية. مجموعة النيل العربية، القاهرة، مصر.

المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية. 2015. المواصفة القياسية الليبية رقم 15- الحدود القصوى للمضافات المسموح بها في الأغذية. الجزء الرابع. الحبوب ومنتجاتها؛ ص 12.

المغيربي، محمد والمغيربي، نجاة. 2016. ماء وملح، أضواء على المطبخ الليبي. دار الفرجاني، طرابلس، ليبيا.

Aguirre, F.; Brown, A.; Cho, N. H.; Dahlquist, G.; Dodd, S.; Dunning, T.; Hirst, M.; Hwang, C.; Magliano, D.; Patterson, C.; Scott, C.; Shaw, J.; Soltesz, G.; Usher-Smith, J. and Whiting, D. 2013. IDF Diabetes Atlas. Sixth edition. International Diabetes Federation. [online] Available at: https://diabetesatlas.org/atlas/sixth-edition/ [Accessed 19 April 2023].

Akesowan, A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. Pakistan Journal of Nutrition, 8(9): 1383-1386.

Aksonova, O.; Gubsky, S.; Torianik, D. and Murlykina, N. 2020. Technology of curd cake with sucralose as highly effective sweetener. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/343236225.

Arora, S. and Jood, S. 2016. Impact of Stevia incorporated buns on glycemic response in normal, obese and diabetic subjects. International Journal of Applied Home Science, 3 (5 and 6): 214-220.

Codex Alimentarius Commission. 2023. General standards for food additives. Codex Stan. 192. Rome, Italy.

Dalenberg, J. R.; Patel, B. P.; Denis, R.; Veldhuizen, M. G.; Nakamura, Y.; Vinke, P. C.; Luquet, S. and Small, D. M. 2020. Short-term consumption of sucralose with, but not without, carbohydrate impairs neural and metabolic sensitivity to sugar in humans. Cell Metabolism, 31(3): 493-502.

Gorecka, D.; Korczak, J.; Borowska-Parus, A. and Czlowieka, P. K. 2012. The use of sweetening substances in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. LWT - Food Sci. and Tech. 8(1):15

Kazmi, S. A. J.; Khan, A. N.; Naqib, M. and Munir, T. A. 2017. Comparison of acute effects of sucralose, aspartame and acesulfame

Rudkoffsky, K. 2020. The application of sweetener mixtures as sugar replacements and its effects on the characteristics of butter cookies. Bachelor's Thesis. Food technology and Biotechnology. Assumption University, Thailand.

Sanyaolu, A.; Marinkovic, A.; Gosse, J.; Likaj, L.; Ayodele, O.; Okorie, C. and Verner, O. 2018. Artificial sweeteners and their association with Diabetes: A review. Journal of Public Health, 1(4) :86-88

SAS. 2002. Statistical Analysis System (SAS) 9.00. SAS Institute In., Cary, NC, USA.

Savitha, Y. S.; Indrani, D. and Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. Journal of Texture Studies, 39(6): 605-616.

Solomi, L.; Rees, G. A. and Redfern, K. M. 2019. The acute effects of the non-nutritive sweetener's aspartame and acesulfame-K in UK diet cola on glycemic response. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 70(7): 894-900.

Sukhonthara, S. 2017. Using brown rice flour and alternative sweetener to reduce glycemic index in toddy palm cake. Science, Engineering and Health Studies, 11(1):17-26.

Sukhonthara, S. and Thipnate, P. 2018. Development of Healthy Toddy Palm Cake by Using Germinated Riceberry Flour and Non-sugar Sweetener. International Conference on Technology and Social Science. Kiryu City, Japan. April 18-20.

potassium on pulse, blood pressure, and blood glucose levels in young healthy adults. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(2): 60-69.

Kutyła-Kupidura, E. M.; Sikora, M., Krystyjan; M., Dobosz, A.; Kowalski, S.; Pysz, M. and Tomasik, P. 2016. Properties of sugar-free cookies with xylitol, sucralose, Acesulfame-K and their blends. Journal of Food Process Engineering, 39(4): 321-329.

Lin, S. D. and Lee, C. C. 2005. Qualities of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose. Cereal Chemistry, 82(4): 405-413.

Martínez-Cervera, S.; Sanz, T.; Salvador, A. and Fiszman, S. M. 2012. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose / polydextrose. LWT-Food Science and Technology, 45(2): 213-220.

O'Niones, K. J. 2014. Rheological, foam, and physical properties of low sucrose meringue and angel food cake formulated with non-nutritive sweeteners and polydextrose. Master's Thesis. Animal and Food Sciences Department. College of Agriculture. University of Kentucky, USA.

Patel, C. and Kumaresan, S. 2022. Artificial Sweeteners - A review. International Journal of Community Dentistry, 10(1): 13-17.

Quitral, V.; Valdés, J.; Umaña, V.; Gallardo, N.; Alcaino, M.J.; Araya, C. and Flores, M. 2019. The Role of Non-Caloric Sweeteners in Sensory Characteristics of Pastry Products. Food, 8(8): 1-15.

glycemic index: some observations. International Journal of Obesity, 30(3): S72-S78.

World Health Organization (WHO). 2016. [online] Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204874/WHO_NMH_NVI_16.3_ara.pdfs [Accessed 19 April].

Toora, B. D.; Seema, S.; Manju, M. and Mishra, S. 2018. Effect of Artificial Sweeteners on the Blood Glucose Concentration. Journal of Medical Academics, 1(2):81-85.

Wolever, T. M.; Jenkins, D. J.; Jenkins, A. L. and Josse, R. G. 1991. The glycemic index: methodology and clinical implications. The American journal of clinical nutrition, 54(5): 846-854.

Wolever, T. M. 2006. Physiological mechanisms and observed health impacts related to the

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (30), No. (2), 2025: 55 - 67

Original Article

Effects of replacing artificial sweeteners" sucralose and acesulfame-K " with sugar on the physical properties and glycemic index of Libyan sweet cakes.

Iman Mohammed Al-Haboudi Abu Janah[1], Aref Gheit Marwan[2], Khaled Mohammed Ben Naser[3], Ahmed Ashour Ahmed[2]

[1]Department of Home Economics,[2]Department of Food Science and Technology, [3]Department of Animal Production - Faculty of Agriculture- University of Tripoli.

ABSTRACT

Sweet cakes are one of the popular confectionery products in Libya and are characterized by unique texture, taste, long shelf life, relatively cheap and considered as widespread snack among all segments of society. Since sucrose is an essential ingredient in the manufacture of sweet cakes, the development of such products with partial or total replacement of sucrose with artificial sweeteners will have a positive impact on consumer's health. Because there are no previous studies in Libya on the use of artificial sweeteners in sweets, the aims of this study were to evaluate the effects of using sucralose or acesulfame potassium instead of sucrose at 0%, 25%, 50%, 75% and 100% replacement and determining the best ratio of replacement using a 9-point hedonic scale and 18 panelists have participated in the evaluation. Results of the Sensory evaluation showed similar sensory characteristics for all samples. The control sample showed the highest score as compared with any of the sweeteners. The best acceptance for cake samples did not exceed 50% replacement for sucralose or acesulfame potassium. However; there was no significant differences between the 25% and 50% replacement samples compared to the control sample; but there was a difference at 75% 0r 100% replacement. Therefore; 50% replacement was chosen for both sweeteners to evaluate their effect on the glycemic index. The glycemic index was determined with healthy adult volunteers (n = 23), where blood sugar response was evaluated after taking 50 g glucose in 250 ml water or 50 g of the three types of cakes (control sample, 50% sucralose or 50% acesulfame potassium replacements) with 250 ml water during non-consecutive days. Blood glucose levels were measured at 0, 30, 60, 90 and 120 min. The results showed that the highest value of glycemic index (40) was for 50% sucralose, followed by 50% acesulfame potassium (35). While the lowest glycemic index (33) was for the control sample. The highest glycemic load was for the 50% sucralose (11.04), and the lowest value was for the 50% acesulfame potassium sample (9.6.) and the control sample (9.7) with no significant differences between the three samples at $p<0.05$. It is concluded that Libyan sweet cakes sweetened with a ratio of 50% / 50% sucrose and artificial sweeteners has no difference in the sensory properties and taking 50 grams of either of them has no effect on the glycemic index.

Keywords: Libyan sweet cakes, sucralose, acesulfame potassium, sensory analysis, glycemic index, glycemic load.

Corresponding Author: Aref Gheit Marwan.; Dep. of Food Sci. and Tech., Agriculture Faculty; University of Tripoli
Phone: + 218927973048 Email: ar.marwan@uot.edu.ly

Received: 4/5/2025 Accepted: 30 / 12/ 2025