Al-Farouk journal of sciences
Volume (2), Issue (5) (Nov, 2026)
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) العدد 5 نوفمبر 2026
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الرابع للعلوم والتقنية
28–29 نوفمبر 2026 مصراتة – ليبيا
إدارة المعاهد العليا – وزارة التعليم التقني

تأثير إحلال شرش الحليب محل ماء العجينة في بعض الخصائص الكيميائية والصفات الحسية للخبز

1. أ. ونيس مفتاح ونيس ياقة 2. د. صلاح الناجي محمد 3. أ.د. نصر عبد الرازق عبد المولى
جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، قسم علوم وتقنية الأغذية، البيضاء، ليبيا

Effect of Sweet Whey Substitution for Dough Water on Selected Chemical Properties and Sens

1. Mr. Wanees Muftah Wanees Yaqa-2. Dr. Salah Al-Naji Mohammed
3. Prof. Dr. Nasr Abdulrazzaq Abdulmawla
Omar Al-Mukhtar University, Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Technology, Al-Bayda, Libya.

ory Characteristics of Bread

تاريخ الاستلام: 2026/7/30 تاريخ المراجعة 20/ 8/ 2026 تاريخ القبول:2026/8/28- تاريخ النشر: 28/ 11/ 2026

المستخلص

هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير إحلال ماء العجينة بشرش الحليب الحلو بمستويات مختلفة (0، 25، 50، 75، 100%) في بعض الخصائص الكيميائية والصفات الحسية للخبز، وتحقيق أعلى درجات من القبول الحسي. كما تسعى الدراسة إلى تقييم إمكانية الاستفادة من شرش الحليب الحلو كمكوّن بديل في صناعة الخبز، بما يسهم في تعزيز الاستفادة من هذا الناتج الثانوي لصناعة الألبان (الأجبان) وتحويله إلى منتج غذائي ذي قيمة مضافة.

صُنّعت خمس معاملات من الخبز البلدي باستبدال ماء العجن بشرش الحليب الحلو بنسب 0 (الشاهد)، 25%، 50%، 75% و100%. أظهرت النتائج وجود اختلافات معنوية في التركيب الكيميائي، إذ ارتفعت نسبة البروتين من 10.71% في عينة الشاهد إلى 13.49% عند نسبة الاستبدال 100%، كما ارتفعت نسب الدهن والرماد والرطوبة بارتفاع نسبة الاستبدال، بينما انخفضت نسبة الكربوهيدرات، ولم تتأثر نسبة الألياف الغذائية معنويًا.

ومن خلال نتائج التقييم الحسي تبيّن وجود فروق معنوية بين المعاملات في اللون والقوام والقبول العام، حيث سجّل الخبز المحتوي على أعلى نسبة من الشرش أعلى الدرجات، بينما لم تظهر فروق معنوية في الطعم والرائحة.

وبناءً على ما تقدّم، توصي الدراسة باستخدام شرش الحليب الحلو بنسبة استبدال 100% باعتبارها أفضل نسبة لتحسين القيمة الغذائية والحسية لرغيف الخبز.

الكلمات المفتاحية: شرش الحليب، الخبز، الخواص الكيميائية، الصفات الحسية

المقدمة

يُعتبر الخبز من أكثر الأطعمة استهلاكًا حول العالم، وهو جزء أساسي من النظام الغذائي اليومي، إذ يمثل مصدرًا رئيسيًا للطاقة والكربوهيدرات وبعض المغذيات، وتُقدَّر جودته وخصائصه الحسية من قبل المستهلكين.

ومع ذلك، فإن جودة الخبز لا تعتمد فقط على قيمته الغذائية، بل تتأثر أيضًا بخصائصه الكيميائية والحسية. ويُعاني الدقيق الناتج من القمح من انخفاض في القيمة الغذائية بسبب نقص الأحماض الأمينية الأساسية، وخاصة الليسين والثريونين والتربتوفان [13].

ولمواجهة هذه المشكلة، برز اتجاه حديث نحو تطوير منتجات مخبوزة ذات قيمة غذائية أعلى من خلال استخدام مكوّنات أو نواتج غذائية ثانوية، وهو ما يمكن أن يحقق هدفين رئيسيين: تحسين خصائص المنتج النهائي، وتقليل الفاقد الغذائي الناتج عن الصناعات الغذائية.

وشرش الحليب هو أحد المنتجات الثانوية الرئيسية في صناعة الألبان عالميًا، إلا أن جزءًا كبيرًا منه يُترك غير مستغل، مما يؤدي إلى فقدان كبير في العناصر الغذائية المحتملة، إضافة إلى تلوث بيئي خطير بسبب ارتفاع مستوى الحمل العضوي الحيوي (BOD) الذي يتراوح بين 30,000 و50,000 ملغم/لتر، إذ يتم التخلص منه غالبًا مع مياه الصرف الصحي رغم احتوائه على مركبات عضوية تضر بالنظام البيئي؛ لذا يجب استغلال شرش الحليب بطرق مناسبة لمنع التلوث ولتجنب فقدان المواد الصلبة ذات القيمة الغذائية [9].

يُحصل على شرش الحليب بشكل رئيسي من إنتاج الجبن، سواء عبر الطرق التقليدية أو الحديثة، وينقسم إلى نوعين: الحلو الذي تتراوح حموضته بين 6.02 و6.58، والحامضي الذي تتراوح حموضته بين 3.57 و4.34. وتمثل الغالبية العظمى من شرش الحليب المنتَج عالميًا النوع الحلو، وهو مصل الحليب المتبقي بعد فصل خثارة الجبن الناتجة عن تخثر بروتينات الحليب باستخدام الحمض أو الإنزيمات [11]. ويتكوّن شرش الحليب من اللاكتوز (70–72% من إجمالي المواد الصلبة)، والبروتينات (8–10%)، والمعادن (12–15%) على أساس الوزن الجاف، وهو مصدر ممتاز للبروتينات الوظيفية والببتيدات والدهون والفيتامينات والمعادن. وتشمل بروتينات الشرش بروتينات مهمة مثل β–lactoglobulin و α–lactalbumin و glycomacropeptide و lactoferrin و lactoperoxidase وإنزيم الليسوزيم، والتي تعزز المناعة [11]. وتشير الأدلة إلى أن جودة بروتين شرش الحليب الغذائية تفوق تلك الخاصة بالبروتينات الشائعة، إذ تتجاوز قيمته البيولوجية قيمة بروتين البيض، ويرجع ذلك إلى محتواه العالي من الأحماض الأمينية الأساسية، وخاصة متفرعة السلسلة منها كالليوسين والأيزوليوسين والفالين [15].

ويمكن استخدام شرش الحليب في صناعة الخبز نظرًا لمحتواه من البروتينات والمعادن ذات القيمة الغذائية العالية، إضافة إلى تأثيره في اللون والنكهة والقوام والقبول الحسي للمنتج، إلا أن هذا التأثير قد يكون إيجابيًا أو سلبيًا تبعًا لمستوى الإضافة المستخدم. فقد أوضح [10] أن استخدام شرش الحليب أثناء صناعة الخبز البلدي، باستبدال الماء المضاف أثناء الصنع، أدى إلى زيادة معنوية تدريجية في قيم المادة الصلبة والبروتين والرماد والكربوهيدرات والمعادن المختلفة في الخبز الناتج، بينما لم يحدث تأثير معنوي على محتوى الخبز من الألياف الغذائية، كما ارتفعت درجة القبول الحسي للخبز بزيادة نسبة استبدال ماء العجن بالشرش. وفي دراسة أخرى أجراها [4]، أضيف بروتين شرش الحليب المركّز المجفف إلى الخبز، وأظهرت نتائج التقييم الحسي أن الإضافة لم تؤثر سلبًا على الطعم أو القوام أو المظهر العام للمنتج، بل أدت إلى تحسين الملمس وزيادة القبول العام لدى المستهلكين. ومن جهة أخرى، أشار [12] إلى أن إضافة 10% من شرش الحليب أدت إلى تحسن كبير في حجم الخبز ونعومة القوام مقارنة بعينة الشاهد، مع تحسن ملحوظ في الطعم والرائحة، وخلص الباحثون إلى أن إضافة 10% من شرش الحليب إلى عجينة الخبز يمكن أن يحسّن الخصائص الكيميائية والحسية للخبز المنتَج.

وعلى الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت تأثير شرش الحليب على بعض المنتجات الغذائية، فإن نتائج هذه الدراسات تباينت باختلاف نوع الخبز ونوع الشرش المستخدم ومستوى الإضافة، كما لا تزال هناك حاجة إلى تحديد المستوى الذي يحقق تحسينًا كيميائيًا دون التأثير سلبًا في الخصائص الحسية، وربط التغيرات الكيميائية الناتجة عن الإضافة بمدى تقبّل المستهلك الحسي لها، وهو ما لم تتناوله الدراسات السابقة بشكل متكامل، خاصة في المنتجات التقليدية كالخبز البلدي.

بناءً على ذلك، هدفت هذه الدراسة إلى معرفة تأثير إحلال ماء العجينة بشرش الحليب الحلو بمستويات مختلفة في بعض الخواص الكيميائية والصفات الحسية لرغيف الخبز، وتحديد النسبة المثلى التي يمكن التوصية بها عند استخدامه في إنتاج الخبز.

المواد وطرق البحث

المواد

المواد الخام: استُخدم دقيق القمح (بريمة) بنسبة استخلاص 70% في تصنيع الخبز.

استُخدم شرش الحليب الحلو (Sweet Whey) الناتج عن تصنيع الجبن، وأُخذت عينات الشرش من مصنع للأجبان ومشتقات الألبان في منطقة سوق السبت جنوب مدينة طرابلس، ليبيا، حيث تم الاحتفاظ بها في عبوات معتمة عند 4°م، وأجريت عليها التحاليل اللازمة.

شملت المكونات الأخرى المستخدمة في إعداد الخبز كلًا من الخميرة التجارية، والملح، والسكر، والماء. وتم الحصول على جميع المواد الخام المستخدمة من مصادر تجارية محلية، وحُفظت في ظروف مناسبة إلى حين استخدامها في التجارب.

طرق البحث

أُجريت عملية تحضير الخبز وإجراء التحاليل الكيميائية والتقييم الحسي في معامل جامعة عمر المختار، البيضاء.

تصميم التجربة وتحضير الخبز: صُنعت خمس معاملات من الخبز البلدي باستبدال ماء العجن بشرش الحليب الحلو، كما هو موضح في جدول (1).

المعاملة	م0	م1	م2	م3	م4
نسبة شرش الحليب (%)	0	25	50	75	100
نسبة الماء (%)	100	75	50	25	0

وُزنت جميع المكونات باستخدام ميزان عالي الدقة (Balance Analytical)، وخُلطت مكونات العجينة وعُجنت باستخدام عجّان (خلاط عجين) سعة 1000 غرام نوع Hommer، وفقًا للطريقة القياسية المتبعة في تحضير الخبز. وبعد العجن، تُركت العجينة للتخمير الأولي، ثم قُسّمت إلى قطع متساوية الوزن وشُكّلت، وأُجري التخمير النهائي. وبعد انتهاء

التخمير، خُبزت العينات في فرن كهربائي منزلي نوع Hommer عند درجة حرارة 180°م لمدة 30 دقيقة، ثم بُرّدت الأرغفة إلى درجة حرارة الغرفة، ووُضعت في أكياس مناسبة إلى حين إجراء التحاليل الكيميائية والتقييم الحسي. أُجريت جميع المعاملات بواقع 3 مكررات، ونُفذت عمليات التحضير والخبز تحت نفس الظروف لجميع المعاملات لضمان إمكانية المقارنة بينها.

الاختبارات الكيميائية: قُدّرت نسبة كل من البروتين والدهن والرطوبة والرماد والكربوهيدرات حسب الطرق المنصوص عليها في (AACC, 2000).

التقييم الحسي: أُجري التقييم الحسي لأرغفة الخبز باستخدام مجموعة من المحكّمين شبه المدربين، بلغ عددهم 12 محكّمًا من طلبة الدراسات العليا (ماجستير) وأعضاء هيئة التدريس بقسم علوم وتقنية الأغذية، وذلك لتقييم تأثير مستويات إحلال شرش الحليب الحلو في الخصائص الحسية للمنتج. قُطعت عينات الخبز إلى أجزاء متساوية، ورُمّزت بأكواد عشوائية مكوّنة من ثلاثة أرقام، وقُدّمت للمحكّمين بصورة عشوائية لتقليل تأثير ترتيب تقديم العينات. وقُيّمت العينات باستخدام مقياس قبول مكوّن من 9 درجات وفق طريقة AACC 2000 (10.01–74)، حيث تمثل الدرجة 1 "غير مقبول جدًا" والدرجة 9 "مقبول جدًا". وشملت الخصائص الحسية التي تم تقييمها: اللون، والرائحة، والطعم، والقوام، ومدى القبول العام. وأُجري التقييم في ظروف مناسبة للتقييم الحسي، مع توفير الماء للمحكّمين بين العينات للمساعدة على إزالة أثر الطعم السابق.

التحليل الإحصائي للبيانات: حُلّلت البيانات باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) مع 3 مكررات، وخضعت لتحليل التباين ثنائي الاتجاه (ANOVA) عند مستوى احتمال ($p \leq 0.05$) لتقييم الاختلافات بين المعاملات، باستخدام برنامج SPSS Statistics، وذلك وفق (AACC, 2000)، واستُخدم اختبار أقل فرق معنوي (LSD) لعزل المتوسطات.

النتائج والمناقشة

جدول (1) التركيب الكيميائي لشرش الحليب

البروتين %	الدهن %	الرماد %	pH
0.20±1.00	0.10±0.80	0.10±0.50	0.10±6.20

± توضح بيانات الخطأ القياسي

يوضح جدول (1) التركيب الكيميائي لشرش الحليب على أساس الوزن الرطب، حيث كانت نسبة البروتين 1%، ونسبة الدهن 0.6%، ونسبة الرماد 0.5%، ودرجة pH بلغت 6.2. اتفقت هذه النتائج تقريبًا مع ما توصل إليه [9]، حيث ذكروا أن نسبة البروتين 0.94%، والدهن 0.8%، والرماد 0.46%، وقيمة pH بلغت 5.20، كما اتفقت هذه النتائج تمامًا مع دراسة [7] حيث وجدوا أن نسبة البروتين كانت 1%، والرماد 0.5–0.7%، وpH بين 6.2 و6.4.

جدول (2) تأثير استبدال الماء بشرش الحليب على الصفات الكيميائية لرغيف الخبز

الماء %	الشرش %	البروتين %	الدهن %	الرطوبة %	الرماد %	الألياف %	الكربوهيدرات %
100	0	e 10.71	c 1.43	d 36.15	e 1.24	a 3.00	a 47.45
75	25	d 11.4	c 1.33	c 36.5	d 1.31	a 3.06	b 46.37
50	50	c 11.95	bc 1.49	b 36.65	c 1.44	a 3.00	c 45.36
25	75	b 12.61	ab 1.78	ab 36.71	b 1.64	a 3.10	d 44.07
0	100	a 13.49	a 2.02	a 36.77	a 1.88	a 3.06	e 42.55
LSD		0.04	0.33	0.33	0.00	0.13	0.30

القيم المسبوقة بحروف متشابهة في العمود الواحد لا توجد بينها فروق معنوية.

البروتين

لوحظ من الجدول (2) ومن خلال التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($p \leq 0.05$) باستخدام اختبار عزل المتوسطات LSD، حيث لوحظ وجود علاقة طردية بين نسبة استبدال الشرش ونسبة البروتين لرغيف الخبز، إذ ارتفعت نسبة البروتين من 10.71% في عينة الشاهد إلى 11.4%، 11.95%، 12.61% و13.49% مع زيادة نسبة الاستبدال من 25% إلى 100%. ويمكن تفسير ذلك بأن الشرش يحتوي على نسبة من البروتينات عالية الجودة، مثل الألبومين والجلوبيولين، فعند إضافة شرش الحليب إلى مكونات الخبز، تندمج هذه البروتينات في العجينة، مما يؤدي إلى زيادة محتوى البروتين في المنتج النهائي. واتفقت هذه النتائج مع [10] الذي وجد أن محتوى البروتين في رغيف الخبز البلدي كان 7.32% وارتفع إلى 7.39% و8.22% عند استبدال ماء العجن بشرش الحليب بنسب 50% و100% على التوالي، كما اتفقت مع نتائج [8] الذين وجدوا أن محتوى البروتين في رغيف الخبز ارتفع من 11.24% إلى 11.30%،

11.37%، 11.42% و11.49% بارتفاع نسب الاستبدال 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي، واتفقت أيضًا مع [6] الذين وجدوا أن نسبة البروتين في رغيف الخبز تتناسب طرديًا مع نسب استبدال شرش الحليب، حيث زادت من 5.68% إلى 5.81%، 5.89%، 6.04% و6.18% مع نسب الاستبدال 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي.

الدهن

كانت أعلى نسبة للدهن في عينة الخبز المحتوية على 100% شرش حليب، وأقلها في عينة الخبز التي احتوت على 100% ماء للعجن، إذ بلغت 2.02% وتلتها 75% ثم 50% ثم 25% بقيم 1.78%، 1.49% و1.33% على التوالي. ويمكن تفسير ذلك بأن شرش الحليب يحتوي على دهون تنتقل إلى العجين وتزيد من المحتوى الدهني في الخبز. واتفقت هذه النتائج مع [6] الذي وجد أن محتوى الدهن في رغيف الخبز ارتفع بارتفاع نسب استبدال شرش الحليب من 1.33% إلى 1.37%، 1.41%، 1.45% و1.48% بنسب استبدال 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي، واتفقت النتائج أيضًا مع نتائج [10].

الرطوبة

لوحظ وجود فروق معنوية في نسبة الرطوبة بين عينة الشاهد وعينات استبدال الشرش، ووُجدت علاقة طردية بين نسبة الرطوبة ونسبة استبدال الشرش، إذ كانت 36.15%، 36.50%، 36.65%، 36.71% و36.77% عند نسب استبدال 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي. ويمكن تفسير زيادة نسبة الرطوبة مع زيادة نسبة الاستبدال بقدرة بروتين الشرش على الاحتفاظ بالماء نظرًا لتركيبه البروتيني المتماسك، وهي خاصية تجعله قادرًا على زيادة نسبة الرطوبة في الخبز. وتتفق هذه النتائج مع دراسات [8] و[10] و[5]، حيث إن زيادة الرطوبة عند استخدام الشرش في الخبز تجعله يحتفظ بنسبة رطوبة أعلى مما يجعله طريًا لفترة أطول.

الرماد

كانت هناك فروق معنوية بين عينة الشاهد وعينات رغيف الخبز المستبدل بنسب الشرش، حيث ارتفعت نسبة الرماد من 1.24% إلى 1.31%، 1.44%، 1.64% و1.88% بارتفاع نسب استبدال الشرش من 0% إلى 25%، 50%، 75% و100% على التوالي. ويرجع ذلك إلى احتواء الشرش على نسبة من المعادن والعناصر الأخرى، مثل الكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم، وهي مواد تنتقل إلى الخبز وتزيد من محتوى الرماد فيه. واتفقت نتائج هذه الدراسة مع كل من [8] و[10] و[6]، بينما اختلفت مع [5] حيث وجدوا أن نسبة استبدال 100% من شرش الحليب في البسكويت أدت إلى انخفاض قيمة الرماد، بينما لم توجد فروق معنوية عند نسب الاستبدال من 0% إلى 25%، 50% و75%.

الألياف

لم يُظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في محتوى الألياف بين المعاملات عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) باستخدام اختبار LSD، وبالتالي يمكن القول إن إضافة شرش الحليب لا تؤثر في محتوى الخبز من الألياف، ويمكن تفسير ذلك بأن الشرش لا يحتوي على ألياف. واتفقت هذه النتيجة مع دراسة [10].

الكربوهيدرات

أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) باستخدام اختبار LSD، وكان تأثير نسب الاستبدال عكسيًا، حيث كلما زادت نسبة استبدال الشرش قلّ محتوى رغيف الخبز من الكربوهيدرات؛ إذ بلغت نسبة الكربوهيدرات في عينة الخبز الشاهد 47.45% وانخفضت مع زيادة نسب الاستبدال حتى وصلت إلى 42.55% عند نسبة الاستبدال 100%. ويرجع ذلك إلى زيادة المحتوى الكيميائي للبروتين والدهن والرماد والرطوبة في عينات الخبز المدروسة. واتفقت نتائج الكربوهيدرات مع نتائج [8]، واختلفت مع نتائج [10].

جدول (3) تأثير نسب استبدال شرش الحليب على الخصائص الحسية لرغيف الخبز

الماء %	الشرش %	اللون	الرائحة	القوام	الطعم	القبول العام
100	0	c 5.05	a 7.0	b 6.62	a 6.63	b 6.25
75	25	b 6.25	a 7.0	b 6.75	a 6.75	ab 6.50
50	50	b 6.25	a 7.25	ab 7.13	a 7.0	ab 6.75
25	75	a 7.25	a 7.50	a 7.25	a 7.13	ab 6.75
0	100	a 7.87	a 7.75	a 7.75	a 7.38	a 7.13
LSD		0.89	0.78	0.89	0.87	0.71

القيم المسبوقة بحروف متشابهة في العمود الواحد لا توجد بينها فروق معنوية.

من خلال جدول (3) لوحظ تأثير استبدال شرش الحليب بنسب مختلفة (25%، 50%، 75% و100%) في لون رغيف الخبز، وأظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) باستخدام اختبار LSD. وتأثر اللون بزيادة نسب الاستبدال في علاقة طردية موجبة، حيث أعطت نسبة الاستبدال 100% أعلى درجة (7.87)، بينما سجلت نسبة 0% (الشاهد) أقل درجة (5.05). ويمكن تفسير ذلك بارتفاع محتوى اللاكتوز في شرش الحليب، الذي يعزز تفاعل ميلارد وتلوين القشرة، مما يعطي اللون البني المرغوب كما أشار إلى ذلك [5]. ويمكن تفسير ذلك أيضًا بحدوث تفاعل ميلارد عند إضافة بروتينات الألبان إلى المخبوزات، مما يؤثر في النكهة والثبات واللون، حيث يُعد تفاعل ميلارد من التفاعلات البنية غير الإنزيمية ذات الأهمية الكبيرة في التصنيع الغذائي، إذ يُعد تكوّن قشرة بنية على سطح الخبز أمرًا مرغوبًا، ويمكن تعريف هذا التفاعل بأنه سلسلة من التفاعلات المتعاقبة تبدأ بتفاعل مجموعة الأمين في الأحماض الأمينية أو الببتيدات أو البروتينات مع مجموعة الألدهيد الجليكوسيدية للسكريات، وتنتهي بتكوين بوليمرات نيتروجينية بنية تُعرف باسم الميلانويدينات.

أما بالنسبة للرائحة، فلم يُظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) باستخدام اختبار LSD. وبالنسبة لتأثير إضافة الشرش على الطعم، لم يُظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) باستخدام اختبار LSD بين جميع المعاملات، وكانت أعلى درجة تقييم عند نسبة استبدال 100% شرش، إذ بلغت 7.38. واتفقت هذه النتائج مع [2] حيث أُجريت دراسة حول استخدام مسحوق شرش الحليب بديلًا عن حليب البقر في صنع الخبز، وأظهرت النتائج أن 71.5% من المتذوقين وجدوا أن خبز نسبة 100% شرش حليب كان مقبولًا للغاية، وله خصائص مقبولة مع مظهر جميل، بما في ذلك الشكل المنتظم والقشرة الناعمة.

أما تأثير نسبة الاستبدال على درجة القوام فكانت علاقة موجبة طردية، إذ بلغت 6.62، 6.75، 7.13 و7.75 لكل من 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي. ولوحظ من خلال التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين التركيزات المنخفضة والعالية فقط.

أما درجة القبول العام فلم تتأثر معنويًا بإضافة الشرش إلا عند نسبة الاستبدال 100%، حيث بلغت درجات القبول العام 6.25، 6.50، 6.75، 6.75 و7.13 لنسب استبدال 0%، 25%، 50%، 75% و100% على التوالي، وقد يرجع ذلك إلى محتوى البروتين واللاكتوز في شرش الحليب، الذي يُستخدم غالبًا لتعزيز وتحسين الاستحلاب وبنية الفتات وتعزيز النكهة في الخبز والحلويات والمعجنات كما ذكر [16]. كما أشار [3] في دراسته إلى الحصول على أعلى درجة للصفات الحسية عند إضافة شرش الحليب واللبن الرائب مقارنة بعينة الشاهد، حيث أظهرت العينات المضاف إليها شرش الحليب قبولًا أعلى من المستهلكين فيما يتعلق بالطعم والقوام، بينما فسّر [14] تحسّن الصفات الحسية للخبز بصفات الاستحلاب للشرش.

الاستنتاجات والتوصيات

من خلال نتائج هذه الدراسة، والتي استُبدل فيها ماء عجينة الخبز بشرش الحليب الحلو بنسب مختلفة (0، 25%، 50%، 75% و100%)، اتضح ارتفاع كل من نسبة البروتين والدهن والرطوبة والرماد مع زيادة نسبة الاستبدال، وانخفاض محتوى الكربوهيدرات، بينما لم تتأثر كمية الألياف بزيادة نسبة الاستبدال. أما بالنسبة للصفات الحسية، فقد كان هناك تأثير معنوي لإضافة الشرش على كل من اللون والقوام والقبول العام، بينما لم يتأثر الطعم والرائحة معنويًا. وبناءً على ذلك، توصي الدراسة بما يلي:

1. استخدام شرش الحليب الحلو بنسبة استبدال 100% من ماء العجن، باعتبارها النسبة المثلى التي حققت أعلى تحسّن في القيمة الغذائية والحسية لرغيف الخبز.

2. نشر الوعي بين المخابز والمستهلكين حول القيمة الغذائية لشرش الحليب وتشجيعهم على تقبّل استخدامه في المنتجات المخبوزة.

3. العمل على توفير شرش الحليب في الأسواق المحلية لإتاحة استخدامه لدى المخابز، بما يسهم في تقليل الفاقد الناتج عن صناعة الألبان.

Effect of Sweet Whey Substitution for Dough Water on Selected Chemical Properties and Sensory Characteristics of Bread

Abstract

This study aimed to investigate the effect of substituting dough water with sweet whey at different levels (0, 25, 50, 75, and 100%) on selected chemical properties and sensory characteristics of bread, and to achieve the highest sensory acceptability. The study also aimed to evaluate the potential use of sweet whey, a dairy by-product, as an alternative ingredient in bread making, thereby contributing to its valorization into a value-added food product.

Five treatments of baladi bread were prepared by substituting the water used in dough preparation with sweet whey at 0 (control), 25, 50, 75, and 100%. The results showed significant differences in chemical composition: protein content increased from 10.71% in the control to 13.49% at the 100% substitution level, while fat, ash, and moisture content also increased with increasing substitution level, whereas carbohydrate content decreased and dietary fiber content was not significantly affected.

Sensory evaluation results showed significant differences among treatments in color, texture, and overall acceptability, with bread containing the highest whey substitution level receiving the highest scores, while no significant differences were found for taste and odor.

Based on these findings, the study recommends using sweet whey at a 100% substitution level as the optimum level for improving both the nutritional value and sensory quality of bread.

Keywords: whey, bread, chemical properties, sensory qualities.

المراجع

1. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. (2000). Approved methods of the American association of cereal chemists (Vol. 1). American Association of Cereal Chemists.

2. Amina, D. B., Ismail, M., & Abdelkader, D. B. (2018). Whey powder in the preparation of special bread. Academic Perspective Procedia, 1(1), 148-157.

3. Bilgin, B., Daglioglu, O., & Konyali, M. (2006). Functionality of bread made with pasteurized whey and/or buttermilk. Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti, 18(3).

4. El-Azab, H. H. (2019). Getting the dried whey protein concentrate and its effect on pan bread evaluation. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 57(2), 383-394.

5. El-Kholie, E., Aziz, S., & Ragb, M. (2022). Utilization of whey milk by-product for the production of biscuits. Journal of Home Economics-Menofia University, 32(1), 142-150.

6. Gaber, A. M., Satar, A. E., & Abdeen, I. M. I. (2017). Utilization of ras cheese sweet whey, acidic cheese whey and permeate to improve of baladi bread properties. Journal of Food and Dairy Sciences, 8(11), 449-453.

7. Ganju, S., & Gogate, P. R. (2017). A review on approaches for efficient recovery of whey proteins from dairy industry effluents. Journal of Food Engineering, 215, 84-96.

8. Hassan, A. A., El-Shazly, H. A., Sakr, A. M., & Ragab, W. A. (2013). Influence of substituting water with fermented skim milk, acid cheese whey or buttermilk on dough properties and baking quality of pan bread.

9. Khamrui, K., & Rajorhia, G. S. (1998). Formulation of ready-to-serve whey based kinnow juice beverage. Indian Journal of Dairy Science, 51(6), 413-419.

10. Mahdy, S., & Abo El-Naga, M. (2018). Utilization of cheese whey and UF milk permeate in manufacture of Egyptian Baladi bread. Alexandria Journal of Food Science and Technology, 15(1), 9-22.

11. Mawson, A. J. (1994). Bioconversions for whey utilization and waste abatement. Bioresource Technology, 47(3), 195-203.

12. Olson, D. W., & Aryana, K. J. (2022). Probiotic incorporation into yogurt and various novel yogurt-based products. Applied Sciences, 12(24), 12607.

13. Paul, S., Kulkarni, S., & Rao, K. J. (2019). Utilisation of concentrated whey in the production of multigrain bread: optimisation of solid levels in concentrated whey and temperatures of baking. International Food Research Journal, 26(2).

14. Sharma, K., & Chauhan, E. S. (2018). Multifaceted whey protein: Its applications in food industry. Int. J. Health Sci. Res, 8, 262.

15. Smithers, G. W. (2008). Whey and whey proteins – From 'gutter-to-gold'. International Dairy Journal, 18(7), 695-704.

16. Stoliar, M. (2009). US whey ingredients in bakery products. Applications monograph bakery. Published by US Dairy Export Council. USA, 1-8.