مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2024): 51-60

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.2 (2024): 51-60

الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق البطاطا الحلوة

علي البري[1]، د. محمد محمد[2]

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

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

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في مخبر الحبوب المركزي ومخابر كلية الهندسة الزراعية- جامعة دمشق بهدف قياس الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية للدقيق المركب الناتج عن استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق البطاطا الحلوة (00:00، 10:90، 20:80، 30:70، 40:60)، وذلك لاختيار نسبة التدعيم الأفضل بدقيق البطاطا الحلوة بالإعتماد على بعض الإختبارات الفيزيوكيميائية والريولوجية مثل الرطوبة والرماد والبروتين والدهون والألياف الخام والغلوتين واللون والفارينوغراف والإكستينسوغراف. أظهرت النتائج أن دقيق البطاطا الحلوة يحتوي على كميات مرتفعة من الألياف الخام والرماد ودرجة لون مرتفعة. كما أوضحت النتائج ارتفاع نسبة الألياف والرماد ودرجة اللون للدقيق المركب مع زيادة نسبة الإستبدال، كما بينت النتائج انخفاض نسبة البروتين والدهن والغلوتين والرطوبة للدقيق المركب مع زيادة نسبة الإستبدال. بينت النتائج ازدياد زمن تطور العجينة وتناقص زمن الثبات وازدياد درجة ضعف العجينة والمرونة كلما ازدادت نسبة الإستبدال بسبب ارتفاع نسبة الألياف في دقيق البطاطا الحلوة.

الكلمات المفتاحية: دقيق البطاطا الحلوة، دقيق القمح، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص الريولوجية.

تاريخ الايداع:2022/9/15
تاريخ القبول: 2022/10/23

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

Physicochemical and rheological properties of wheat flour fortified with different proportions of sweet potato flour

Ali Albarry[1], Dr. Muhammad Muhammad[2]

[1] Master's student at the Department of Food Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University.

[2] Professor in the Department of Food Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University.

Abstract:

This study was conducted in the central grain laboratory and laboratories of the Faculty of Agricultural Engineering - Damascus University in order to measure the physicochemical and rheological properties of the compound flour resulting from the replacement of wheat flour with different proportions of sweet potato flour (00:00, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60), in order to choose the best replacement ratio based on the Some of the physicochemical and rheological tests such as moisture, ash, protein, fat, crude fiber, gluten, color, farinograph and extensograph The results showed that sweet potato flour contains high amounts of crude fiber, ash and a high color tone. The results also showed an increase in the percentage of fiber, ash and color degree of the compound flour with an increase in the percentage of replacement. Moreover, the result showed a decrease in the percentage of protein, fat, gluten and moisture for the compound flour with an increase in the percentage of replacement. The results showed an increase in the dough development time and a decrease in the stability time and an increase in the degree of dough weakness and elasticity as the replacement rate increased due to the high percentage of fiber in sweet potato flour.

Key Words: Sweet Potato Flour, Wheat Flour, Physicochemical Properties, Rheological Properties.

Received: 15/9/2022
Accepted: 23/10/2022

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

المقدمة:

يوجد سببان مهمان لخلط دقيق القمح مع أنواع أخرى من الدقيق وهما إقتصادي وتغذوي (Hasmadi *et al*., 2020,1820). حيث يعدّ القمح فقيراً من الناحية التغذوية، فهو فقير بالأحماض الأمينية الأساسية مثل الليسين والثريونين. لذلك فإن الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بمواد أساسية غير مكلفة مثل الحبوب والبقول، يساعد على تحسين الجودة الغذائية لمنتجات القمح (Noorfarahzilah *et al.*, 2014, 2061).

يعرف الدقيق المركب بأنه خليط من الدقيق الذي يتم الحصول عليه من درنات غنية بالنشاء والحبوب الغنية بالبروتين مثل الكسافا والبطاطا، مع أو بدون وجود دقيق القمح، وقد تم استخدام الدقيق المركب لتلبية خصائص وظيفية معينة والتدعيم بالمغذيات (Hasmadi *et al.*, 2020,1820). كما يعرف بأنه خليط من الدقيق والنشاء ومكونات أخرى تهدف إلى استبدال دقيق القمح كلياً أوجزئياً في منتجات المخابز والمعجنات. وكان لاستخدام الدقيق المركب بعض المزايا بالنسبة للبلدان النامية مثل ماليزيا من حيث: 1- توفير العملة الصعبة، 2- تشجيع الأنواع النباتية المحلية عالية الغلة، 3- إمدادات أفضل من البروتين لتغذية الإنسان 4-تحسين الاستخدام العام للإنتاج الزراعي المحلي (Noorfarahzilah *et al.*, 2014, 2061).

وتعتمد النسبة المئوية لإضافة دقيق القمح المطلوبة لتحقيق تأثير معين في الدقيق المركب بشكل كبير على جودة وكمية غلوتين القمح وطبيعة المنتج النهائي (Hasmadi *et al.*, 2020, 1821).

يمكن أن تؤدي إضافة نسب مختلفة من دقيق البطاطا الحلوة إلى دقيق القمح إلى زيادة القيم الغذائية من حيث الألياف والكاروتينات، ويساعد هذا أيضاً على خفض مستوى الغلوتين والوقاية من أمراض الإضطرابات الهضمية .(Saeed *et al.*, 2012, 526)

من المعروف أن البطاطا الحلوة تحتوي على كميات كبيرة من الفيتامينات والمعادن وأكدت الدراسات على احتوائها على كميات غنية بمضادات الأكسدة خاصة في شكل الفينولات (Chan *et al.*, 2012, 8988).

يمكن أن يكون دقيق البطاطا الحلوة مصدراً للطاقة والكربوهيدرات وبيتا كاروتين (طلائع فيتامين أ) والمعادن (الكالسيوم والفوسفور والحديد والبوتاسيوم) والألياف الغذائية التي يمكن أن تضيف حلاوة طبيعية وألواناً ونكهة للمنتجات الغذائية المصنعة (Saeed *et al.*, 2012, 526).

مبررات وأهداف البحث:

بناءً على ما سبق، وبسبب قلة الدراسات عن دقيق البطاطا الحلوة وأهمية القيمة الغذائية للدقيق المركب من دقيق القمح مع دقيق البطاطا الحلوة لذلك هدف البحث إلى:

1. دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لدقيق البطاطا الحلوة.
2. الإستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب من دقيق البطاطا الحلوة بمستويات مختلفة (0%، 10%، 20%، 30%، 40%)، وتقدير الخصائص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية للدقيق المركب الناتج.

مواد وطرائق البحث Materials and Methods:

مواد البحث:

نفذت الدراسة في مخابر كلية الزراعة في قسم علوم الأغذية جامعة دمشق، ومخبر الحبوب المركزي، خلال الفترة الممتدة بين 2021/10/1 _ 2022/7/1، حيث استخدمت المواد التالية في تنفيذ البحث:

- الحصول على دقيق البطاطا الحلوة: تم الحصول على درنات البطاطا الحلوة من الصنف (spunta) من السوق المحلية لمدينة دمشق، مع ملاحظة عدم وجود اي كدمات أو إصابات، تم غسيل وتقشير درنات البطاطا الحلوة ومن ثم تقطيعها إلى شرائح، بعد ذلك تم تجفيف هذه الشرائح في صواني على درجة حرارة 60°م مدة 4 ساعات، ومن ثم تم طحن الشرائح المجففة بواسطة مطحنة كهربائية وبعد ذلك أجريت عملية الغربلة على منخل أقطاره 500 ميكرومتر للحصول على دقيق البطاطا الحلوة بشكل مسحوق ناعم وذلك حسب الطريقة المتّبعة في (Srivastava *et al.*, 2012,2) (المعدّلة: حيث تم استخدام منخل 500 ميكرون من مخبر الحبوب–قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة– جامعة دمشق بدلاً من منخل 210 ميكرون).
- دقيق قمح بنسبة استخراج 72% تم الحصول عليه من السوق المحلية لمدينة دمشق.

طرائق البحث:

تم تحضير الدقيق المركب من دقيق القمح ودقيق البطاطا الحلوة حسب نسب الإستبدال المبيّنة في الجدول (1).

الجدول (1): نسب استبدال دقيق القمح بدقيق البطاطا الحلوة

المعاملة	دقيق البطاطا الحلوة	دقيق القمح زيرو
T0 (الشاهد)	%00	%100
T1	%10	%90
T2	%20	%80
T3	%30	%70
T4	%40	%60

الإختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق:

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

2- النسبة المئوية للرماد: AACC رقم 01–08 (AACC, 2000).

3- النسبة المئوية للبروتينات: AACC رقم 10–46 (AACC, 2000).

4- النسبة المئوية للبيدات: رقم 25–30 (AACC, 2000).

5- كمية ونوعية الغلوتين: AACC رقم 12A–38 (AACC, 2000).

6- درجة اللون: باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series 4.

7- النسبة المئوية للألياف: AACC رقم 32–45 (AACC, 2000).

الإختبارات الريولوجية للدقيق Dough Rheological Properties:

1- اختبار الفارينوغراف: AACC رقم 21-54 (AACC, 2000).

2- اختبار الإكستنسوغراف: AACC رقم 10-54 (AACC, 2000).

التحليل الإحصائي:

أجريت الإختبارات بثلاث مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الإنحراف المعياري. أجري إختبار تحليل التباين (ANOVA) وتبع باختبار (Tukey) لتحيد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab14.

النتائج والمناقشة:

1- الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح ودقيق البطاطا الحلوة:

يبين الجدول (2) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لدقيق القمح ودقيق البطاطا الحلوة المستخدم في هذه الدراسة.

الجدول (2): يبين الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح ودقيق البطاطا الحلوة.

التركيب الكيميائي	دقيق قمح (72%)	دقيق البطاطا الحلوة
الرطوبة	12.95 ± 0.09^a	4.5 ± 0.45^b
الرماد	0.56 ± 0.11^a	2.91 ± 0.01^b
البروتين	10.12 ± 1.00^a	3.85 ± 0.10^b
الدهون	1.11 ± 1.00^a	0.58 ± 0.02^a
الألياف	0.21 ± 0.20^a	3.30 ± 0.30^b
الغلوتين الرطيب	29.6	–
الغلوتين الجاف	9.82	-
دليل الغلوتين	62.46	-
اللون (درجة)	0.93 ± 0.10^a	8.96 ± 0.16^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

تشير البيانات الواردة في الجدول (2) إلى أن متوسط النسبة المئوية للرطوبة في دقيق القمح بلغ 12.95% وهو أعلى مقارنة مع دقيق البطاطا الحلوة حيث بلغ 4.5%، أيضاً كانت نسبة البروتين والدهون في دقيق القمح أعلى من نسبتها في دقيق البطاطا الحلوة حيث بلغت في دقيق القمح (10.12%، 1.11%) على الترتيب وفي دقيق البطاطا الحلوة (3.85%، 0.58%) على الترتيب. ومن جهة أخرى كانت نسبة الرماد والألياف الخام واللون مرتفعة في دقيق البطاطا الحلوة مقارنة مع دقيق القمح حيث كانت في دقيق البطاطا الحلوة (2.91%، 3.3%، 8.96%) على الترتيب، أما في دقيق القمح (0.56%، 0.21%، 0.93%) على الترتيب. كما يبين الجدول النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين في دقيق القمح حيث بلغت (29.6%، 9.82%، 62.46%) على التوالي.

كانت نتيجة الرطوبة في دقيق البطاطا الحلوة أقل مما دونه (Srivastava *et al.*, 2012, 3) حيث بلغت 7.9%. بينما كانت النسبة المئوية للرطوبة والنسبة المئوية للرماد والدهون في دقيق القمح متوافقة مع (Fadle *et al.*, 2010, 42) حيث بلغت (12.90%، 0.68%، 1.15%) على التوالي.

كما كانت نتائج كل من الرماد والدهون لدقيق البطاطا الحلوة متوافقة مع نتائج (Srivastava *et al.*, 2012, 3) حيث بلغت في الدراسة التي أجراها على دقيق البطاطا الحلوة (2.54%، 0.52%) على التوالي.

أيضا كانت نسبة البروتين في دقيق القمح متوافقة مع (العرموش، 2015، 36) حيث بلغت 10.11%، وكانت نسبة البروتين في دقيق البطاطا الحلوة أعلى بقليل مما سجله (Matter, 2015, 298) حيث سجل 3.20%.

كان محتوى دقيق القمح من الألياف الخام أقل مما سجل (Matter, 2015,298) حيث بلغ 0.56%، أما محتوى الألياف في دقيق البطاطا الحلوة كان أعلى مما سجله (Dako *et al.*, 2016, 36) حيث بلغ 3.83%.

كما أن نتائج النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين ودرجة اللون كانت متقاربة مع ماسجله (العرموش، 2015، 36) حيث بلغت (26.11، 8.88، 65.22، 0.93%) على الترتيب.

2-الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من البطاطا الحلوة.

يبين الجدول (3) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للدقيق المركب من دقيق القمح ودقيق البطاطا الحلوة.

توضح نتائج الجدول (3) انخفاض نسبة الرطوبة والدهون والبروتينات مع زيادة نسبة الإستبدال (T0، T1، T2، T3، T4) حيث بلغت بالنسبة للرطوبة (12.95، 12.22، 11.5، 11، 10.5%) على التوالي، وبلغت بالنسبة للدهون (1.11، 1.02، 0.93، 0.88، 0.75%) على التوالي، وبلغت بالنسبة للبروتين (10.12، 9.87، 8.52، 8.1، 7.75%) على التوالي.

وكانت هذه النتائج متوافقة مع ما توصّل إليه (Matter, 2015,298) حيث أدى استبدال دقيق القمح بدقيق البطاطا الحلوة بالنسب (5، 10، 15، 20%) إلى انخفاض نسبة الرطوبة والدهون والبروتين في الدقيق المركب حيث بلغت بالنسبة للرطوبة (12.53، 12.31، 12.14، 11.86%) على الترتيب، وبالنسبة للدهون (1.33، 1.31، 1.29، 1.29%) على الترتيب، وبالنسبة للبروتين (11.15، 10.78، 10.34، 9.95%) على الترتيب.

وتشير نتائج الجدول (3) إلى ازدياد النسبة المئوية للرماد والألياف الخام ودرجة اللون مع ازدياد نسبة الإستبدال لعينات الدقيق المركب (T0، T1، T2، T3، T4) وبالتالي ازدياد في الخصائص الحسية والغذائية للدقيق المركب حيث بلغت بالنسبة للرماد (0.56، 0.57، 0.79، 0.95، 1.12%) على التوالي، وبلغت بالنسبة للألياف الخام (0.21، 0.59، 0.85، 1.38، 1.77%) على التوالي، وبلغت بالنسبة لدرجة اللون (0.93، 1.14، 1.81، 2.43، 3.85) على التوالي.

وكانت نتائج النسبة المئوية للرماد والألياف متوافقة مع ما توصّل إليه (Matter, 2015, 298) حيث أدى استبدال دقيق القمح بدقيق البطاطا الحلوة بالنسب (5، 10، 15، 20%) إلى ازدياد النسبة المئوية للرماد حيث بلغت (0.71، 0.82، 0.90، 1.00%) على الترتيب، وازدياد النسبة المئوية للألياف الخام حيث بلغت (0.92، 1.27، 1.64، 2.11%) على الترتيب.

الجدول (3): تأثر استبدال دقيق القمح بدقيق البطاطا الحلوة في الخصائص الفيزيوكيميائية.

التركيب الكيميائي	نسب الإستبدال				
	T0	T1	T2	T3	T4
الرطوبة	12.95± 0.09^{a}	12.22± 0.23^{b}	11.50± 0.20^{c}	11.00± 0.00^{d}	10.50± 0.10^{e}
الرماد	0.56± 0.11^{a}	0.57± 0.10^{a}	0.79± 0.04^{a,b}	0.95± 0.05^{b,c}	1.12± 0.13^{c}
البروتين	10.12± 1.00^{a}	9.87± 1.00^{a,b}	8.52 ± 0.50^{a,b}	8.1± 0.10 ^{a,b}	7.75± 1.00^{b}
الدهون	1.11± 1.00^{a}	1.02± 1.00^{a}	0.93± 0.00 ^{a}	0.88 ± 0.80 ^{a}	0.75± 0.70 ^{a}
الألياف الخام	0.21± 0.20 ^{a}	0.59± 0.50 ^{a}	0.85± 0.80 ^{a}	1.38± 1.00 ^{a}	1.77± 1.00 ^{a}
الغلوتين الرطب	29.60±0.26^{a}	26.80±0.27^{b}	22.53± 0.25^{c}	18.73± 0.31^{d}	14.60± 0.22^{e}
الغلوتين الجاف	9.82± 0.10^{a}	9.12± 0.18^{b}	7.54± 0.16^{c}	5.80± 0.29^{d}	4.53± 0.42^{e}
دليل الغلوتين	62.46±0.10^{a}	60.62±0.10^{b}	58.19± 0.01^{c}	55.41± 0.10^{d}	51.05±0.21^{e}
اللون (درجة)	0.93± 0.10^{a}	1.14± 0.09^{a}	1.81± 0.03^{b}	2.43± 0.08^{c}	3.85± 0.23^{d}

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

كما تشير البيانات الواردة في الجدول (3) إلى انخفاض النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف مع زيادة نسب الأستبدال حيث بلغت نسبة الغلوتين الرطب (29.60، 26.80، 22.53، 18.73، 14.60%) على التولي. كما بلغت النسبة المئوية للغلوتين الجاف (9.82، 9.12، 7.54، 5.80، 4.53%) على التوالي. كما لوحظ انخفاض دليل الغلوتين مع ازدياد نسبة الإستبدال حيث بلغت (62.46، 60.62، 58.19، 55.41، 51.05%) على التوالي.

3- الخصائص الريولوجية لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق البطاطا الحلوة:

- **نتائج الفارينوغراف:**

قيست الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الفارينوغراف، وهي الإمتصاصية، زمن تطور العجينة، زمن ثبات العجينة، الضعف والرقم الفالويمتري لنسب الاستبدال المدروسة (T0، T1، T2، T3، T4) الناتجة عن خلط دقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق البطاطا الحلوة.

بينت نتائج العينات المختبرة وجود اختلافات معنوية في امتصاص الدقيق للماء بين نسب الاستبدال، حيث تراوحت بين (60.2، 60.8، 61.1، 61.6، 61.9%) لكل من T0، T1، T2، T3، T4 على التوالي.

تشير الإمتصاصية إلى كمية الماء المطلوبة ليعطي الدقيق عجينة متجانسة، وهي ترتبط بكمية البروتين والنشاء بالإضافة إلى مكونات أخرى، نلاحظ من الجدول (4) تفوق نسبة الإستبدال (T4) بكمية الإمتصاصية ويمكن أن يعود ذلك لإحتوائها على كمية أكبر من نشا البطاطا الحلوة بالإضافة إلى المحتوى الرطوبي المنخفض لدقيق البطاطا الحلوة.

زمن تطور العجينة هو الزمن اللازم من لحظة إضافة الماء حتى الحصول على عجينة متجانسة على خط 500 برابيندر. إظهرت النتائج في الجدول (4) وجود اختلافات معنوية بين نسب الإستبدال المختلفة. وتراوح زمن تطور العجينة بين 1.15 ثانية للعينة T0 و(1.30، 1.45، 2.00، 2.15 ثانية) للعينات T1، T2، T3، T4 على التوالي.

تراوح زمن ثبات العجينة، والذي يدل على درجة تحمل العجينة للخلط وبالتالي قوة العجينة، بين (1.30، 1.30، 1.15، 1.00، 1.00 ثانية) لكل من T0، T1، T2، T3، T4 على التوالي.

أبدت نسبة الإستبدال (T4) درجة ضعف عجينة أكبر من نسب الإستبدال الأخرى، وتراوحت درجة ضعف العجينة بين (90.5، 92.0، 97.0، 110.0، 130.0 برابيندر) لكل من T0، T1، T2، T3، T4 على التوالي. بينما كان الرقم الفالويمتري، وهو مؤشر عام على جودة الدقيق، لنسبة الإستبدال T4 أقل من نسب الإستبدال الأخرى حيث تراوح الرقم الفالويمتري بين (48، 46، 42، 41، 40) لكل من T0، T1، T2، T3، T4 على التوالي.

ويعود ازدياد زمن تطور العجينة وتناقص زمن الثبات وازدياد درجة ضعف العجينة كلما ازدادت نسبة الإستبدال إلى ارتفاع نسبة الألياف في دقيق البطاطا الحلوة.

الجدول (4): نتائج الفارينوغراف للدقيق المركب.

مؤشرات الفارينوغراف	نسب الإستبدال				
	T0	T1	T2	T3	T4
الإمتصاصية (%)	60.20 ± 0.10^{a}	$60.80\pm 0.10^{b,c}$	61.10 ± 0.05^{c}	61.60 ± 0.02^{d}	61.90 ± 0.20^{d}
زمن التطور (دقيقة)	1.15 ± 0.01^{a}	1.30 ± 0.05^{a}	1.45 ± 0.05^{a}	2.00 ± 0.42^{b}	2.15 ± 0.05^{b}
زمن الثبات (دقيقة)	1.30 ± 0.05^{a}	1.30 ± 0.03^{a}	1.15 ± 0.01^{a}	1.00 ± 0.17^{a}	1.00 ± 0.27^{a}
الضعف (BU)	90.50 ± 0.50^{a}	$92.00\pm 0.87^{a,b}$	97.00 ± 0.20^{b}	110.00 ± 0.60^{b}	130.00 ± 0.50^{b}
الرقم الفالوريمتري	48.00 ± 0.17^{a}	46.00 ± 0.30^{b}	42.00 ± 0.70^{c}	$41.00\pm 0.10^{c,d}$	40.00 ± 0.40^{d}

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

- **نتائج الإكستينسوغراف:**

تم قياس الخواص الريولوجية للدقيق المركب باستخدام جهاز الإكستينسوغراف، وهي القدرة، مقاومة الشد، المقازمة العظمى للشد، المرونة والمطاطية (الجدول5).

نلاحظ أن نتائج الإكستينسوغراف تؤكد نتائج الفارينوغراف حيث ازدادت المرونة وقلت المطاطية بزيادة نسبة الإستبدال وذلك بسبب غنى دقيق البطاطا الحلوة بالألياف وبالتالي ازدياد ضعف العجينة كلما ازدادت نسبة الإستبدال.

نلاحظ من الجدول (5) وجود فروق معنوية بين نسب الإستبدال المختلفة في القدرة، وهي المساحة تحت المنحني، حيث ارتفعت عند نسبة الإستبدال T0 حيث بلغت 35.25 سم^2، أما T1، T2، T3، T4 فقد بلغت (33.20، 31.80، 30.00، 28.60) على التوالي.

ظهرت فروقات معنوية بين نسب الإستبدال المدروسة بالنسبة لمقاومة الشد والتي تعبر عن طول المنحني بواحدات البرابيندر بعد 5 سم من بدء الإختبار أيضاً تميزت نسبة الإستبدال T0 بأعلى قيمة مقاومة شد حيث بلغت 220.5 BU، أما T1، T2، T3، T4 بلغت (200، 190، 185، 177 BU) على التوالي.

نلاحظ من الجدول (5) تميز نسبة الإستبدال T0 بأعلى قيمة مقاومى عظمى للشد، وهي الطول الأعظمي للمنحني والذي يعبر عن قوة الدقيق، حيث بلغت المقاومة العظمى للشد 230.1، 210.0، 200.3، 191.0، 185.0 BU لكل من T0،T1، T2، T3، T4 على التوالي.

بالنسبة للمرونة، والتي تشير إلى طول المنحني بـ مم، نلاحظ من الجدول (5) انخفاضاً في قيمة المرونة مع ازدياد نسبة الإستبدال. حيث بلغت قيمة المرونة للعينة T0 (140 مم) وهذا يتوافق مع (العرموش، 2015، ص: 41) حيث سجل (140.11 مم). كما نلاحظ من الجدول (5) أن قيمة المرونة بلغت 142، 147، 152، 155 مم لكل من T1، T2، T3، T4 على التوالي. أما المطاطية، وهي حاصل نسبة المقازمة العظمى للشد على المرونة، نلاحظ انها انخفضت مع زيادة نسبة الإستبدال، حيث بلغت بالنسبة للعينة T0 1.64 وهذا يتوافق مع (العرموش، 2015، 41) حيث سجل (1.64). كما نلاحظ من الجدول (5) أن قيمة المطاطاية بلغت (1.48، 1.36، 1.26، 1.19) لكل من T1، T2، T3، T4 على التوالي.

الجدول (5): نتائج الإكستينسوغراف للدقيق المركب.

مؤشرات الإكستينسوغراف	نسب الإستبدال				
	T0	T1	T2	T3	T4
القدرة (سم^2)	35.25± 0.06^a	33.20± 0.20^b	31.80± 0.20^c	30.00± 0.05^d	28.60± 0.20^e
مقاومة الشد (BU)	220.50±0.50^a	200± 0.60^b	190± 0.05^c	185.50±0.70^d	177± 0.08^e
المقاومة العظمى (BU)	230.10±0.10^a	210± 0.05^b	200.30±0.30c	191± 0.20^d	185± 1.00^e
المرونة (مم)	140± 0.01^a	142± 0.50^b	147± 1.00^c	152.00± 0.06d	155± 0.03^e
المطاطية	1.64± 0.04^a	1.48± 0.09b	1.36± 0.01b.c	1.26± 0.06c.d	1.19± 0.03^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الإستنتاجات:

- يمتلك دقيق البطاطا الحلوة أهمية في زيادة الخصائص الغذائية للدقيق المركب بسبب ارتفاع نسبة الألياف والرماد واللون كلما ازدادت نسبة دقيق البطاطا الحلوة.
- ازدياد زمن تطور العجينة وتناقص زمن الثبات وازدياد درجة ضعف العجينة كلما ازدادت نسبة الإستبدال.
- ازدياد المرونة وانخفاض المطاطية مع زيادة نسبة الإستبدال.
- ازدياد ضعف العجينة كلما ازدادت نسبة الإستبدال.
- إن الدقيق المركب الناتج على اختلاف نسب الاستبدال المختلفة مناسب لصناعة البسكويت أكثر من صناعة الخبز.

التوصيات:

تدعيم دقيق القمح بدقيق البطاطا الحلوة للإستفادة من الميزات الغذائية التي يحتويها.

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

References :

1. العرموش، أحمد، (2015). تأثير محسنات الدقيق في الخصائص الريولوجية والتصنيعية لغلوتين دقيق القمح الطري السوري. جامعة دمشق. 36، 41.
2. AACC. (2000). Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 45-32, 08-01, 44-A15, 46-10, 54-21, 54-10, 30-25. St Paul, MN. AACC.
3. Chan, K.W., Khong, N.M.H., Iqbal, S., Ch'ng, S.E., Babji, A.S. (2012). Antioxidant Property Enhancement of Sweet Potato Flour under Simulated Gastrointestinal PH. Int. J. Mol. Sci. 13, 8987-8997.
4. Dako, E., Retta, N., and Desse, G. (2016). Comparison of Three Sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) Varieties on Nutritional and Anti-Nutritional Factors. Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary, 16(4), 30-42.
5. Fadle, J. A., Shaiban, M. S., Obadi, M. A. (2010). Comparison of physical, chemical, rheological and baking properties some local and imported wheat varieties. Ass, Univ, Bull. Environ. Ress. Vol. 13, 37-52.
6. Hasmadi, M., Noorfarahzilah, M., Noraidah, H., Zainol, M. K., & Jahurul, M. H. A. (2020). Functional properties of composite flour: A review. Food Research, 4(6), 1820–1831.
7. Matter A, A. (2015). Quality evaluation of wheat-sweet potato composite flour and their ultization in bread making. Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2(11): 294-303.
8. Noorfarahzilah, M., Jau-Shya, L., Md Shaarani, S., AbuBakar, M.F. and Mamat, H. (2014). Applications of composite flour in development of food products: A review. International Food Research Journal, 21(6), 2061-2074
9. Srivastava, S., Genitha, T. R. and Yadav, V. (2012). Preparation and quality evaluation of flour and biscuit from sweet potato. Journal of Food Processing & Technology, 3, 192-196.
10. Saeed, S., Muhammad, M. A., Humaira, K., Saima, P., Sharoon, M. and Abdus, S. (2012). Effect of sweet potato flour on quality of cookies. Journal Agriculture Resources 50(4), 525-538.