المجلة العربية للعلوم
المجلد (٢) العدد (٣)
الإصدار السادس
٢٠٢٤ (١-١٢)

تحسين الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح عالي الجودة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

يحيى جحى
قسم علوم الأغذية، سوريا.

نشر إلكترونياً بتاريخ: ٢٢ ديسمبر ٢٠٢٤م

الملخص

دعمت عينات الدقيق التي تم شرائها من السوق المحلية في محافظة دمشق بحمض الاسكوربيك بنسبة (٠.٠١ و٠.٠٢٪) وبالغلوتين الحيوي بنسبة (٢ و٤٪) وخليط منهما، ثم أجريت اختبارات الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية حسب الطرائق المعتمدة في AACC.

بينت نتائج قياس درجة اللون، النسبة المئوية للبروتينات، النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف لعينة الدقيق عدم تأثر هذه المؤشرات معنوياً مع إضافة حمض الأسكوربيك، بينما كان التاثير المعنوي مترافق مع إضافة الغلوتين الحيوي، ولكن أظهر دليل الغلوتين تأثراً معنوياً في كل من نوعي المحسنات المضافة. كما بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة عدم وجود تأثير معنوي لإضافة حمض الاسكوربيك في امتصاص الدقيق للماء، لكن وجدت فروق معنوية في الامتصاصية عند إضافة الغلوتين الحيوي.

الكلمات المفتاحية: حمض الاسكوربيك، الغلوتين الحيوي، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص الريولوجية.

Abstract

Flour samples purchased from the local market in Damascus Governorate were enriched with ascorbic acid at a rate of (0.01 and 0.02%) and with vital gluten at a rate of (2 and 4%) and a mixture of them, then physicochemical and rheological flour tests were conducted according to the methods approved by AACC.

The results of measuring the color, percentage of proteins, percentage of wet and dry gluten of the flour sample showed that these indicators were not significantly affected by the addition of ascorbic acid, while the significant effect was associated with the addition of vital gluten, but the gluten index

showed a significant effect in both types of added improvers. The results of the tested flour samples also showed that there was no significant effect of adding ascorbic acid on the flour's absorption of water, but significant differences were found in the absorbance when adding vital gluten.
Keywords: Ascorbic acid, vital gluten, physicochemical properties, rheological properties.

*** المقدمة**

تحتل الحبوب الغذائية ومنتجاتها المختلفة مكانةً رئيسيةً في وجبات الإنسان في جميع أنحاء العالم، ويحتل القمح المركز الأول في محاصيل الحبوب، ويرجع ذلك إلى رخص ثمن المنتجات التي تنتج من دقيق القمح، بالإضافة إلى نوعية بروتينات القمح (الغلوتين) الملائمة لهذه المنتجات (Srivastava وزملاؤه، ٢٠١٥). لقد ازداد وعي المستهلك حيث أصبح يبحث عن المنتج الآمن ذي الجودة العالية، وهذا الاهتمام بدأ منذ انتشار بعض المنتجات الغذائية الحديثة، تؤثر الأكسدة بشكل عام في مؤشر نوعية الدقيق مقاسةً بتقنية الفارينوغراف أو الميكسوغراف بشكل قليل (Pomeranz، ١٩٧١)، بينما يظهر تأثيرها بوضوح في تقنية الاكستينسوغراف أو الالفيوغراف (Hrušková وNovotná، ٢٠٠٣). يمكن لـــحمض الاسكوربيك، رغم كونه عامل مرجع بحد ذاته، أن يكون له تأثير مؤكسد في خصائص العجين بعد الأكسدة بواسطة الأكسجين. يمكن لمنتج الأكسدة، وهو حمض ديهيدروسكوربيك (DHA)، أن يؤكسد الجلوتاثيون تحت تأثير إنزيم معين. يدعم تحديد مجموعات الثيول في العجين الاستنتاج القائل بأن ـــحمض الاسكوربيك فعّال فقط في حالة وجود الأكسجين ويقل تأثيره في العجين المخمّر بشكل كبير بسبب وجود الخميرة مما يجعل الظروف أكثر لاهوائية (بلا أكسجين). يتأكسد ـــحمض الاسكوربيك بسرعة إلى (DHA) أثناء خلط العجين، وكما أن الدقيق يحتوي أنزيم ديهدروسكوربيك أسيد ريدكتاز الذي ينشط عند درجة الحموضة حوالي ٦.٠. يرجع تأثير ـــحمض الاسكوربيك، والذي ينتمي إلى مؤكسدات معدل التفاعل الوسيط، إلى أكسدة مجموعات SH في العجين بواسطة DHA (Plyer، ١٩٨٨). وصف Shewry وTatham (٢٠٠٠) تأثير تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تنطوي على ـــحمض الاسكوربيك أثناء خلط العجين والراحة، وأظهرا أن إضافة ـــحمض الاسكوربيك كان له تأثير مضعف ومعنوي في الغلوتين الذي تم غسله من العجين فور الخلط مباشرةً، أي كان له تأثير مرجع، بينما بعد الراحة، كان لـــه تأثير مقوي في شبكة الغلوتين الناجم عن زيادة الارتباط التصالبي لبروتيناتها، وبالتالي إن التأثير المؤكسد يحدث في الغالب أثناء استراحة العجين. وفقاً لـــ Nakamura وKurata (١٩٩٧) إن آلية تأثير ـــحمض الاسكوربيك في الخصائص الريولوجية لعجين الدقيق ترجع في الغالب لتطوير قدرة العجينة على المنح الإلكتروني والمنتجات التفاعلية مثل O^{-2}. من جهة أخرى، اقترح Giannou وTzia (٢٠١٦)، من أجل تقليل فقدان الجودة والحفاظ على خصائص العجين أثناء التجميد، تعديل شروط المعالجة أو استخدام إضافات مثل غلوتين القمح الحيوي في العجين

المجمد، حيث أُضيف بنسبة (٢، ٤، ٥ و٦٪) ولوحظ أن إضافة الغلوتين أدت إلى رفع نقطة تجمد عينات العجين والحفاظ على انخفاض عملية تشكيل جزيئات السكر بعد التخزين لفترة طويلة. بالإضافة إلى ذلك، بين Mekuria وEmire (٢٠١٥) أنه من الضروري تعزيز دقيق القمح بالغلوتين الحيوي لتحسين صفات البروتين وبالتالي يمكن استخدامها في تصنيع المنتجات الغنية بالبروتين.

*** مواد البحث وطرائقه**

*** تحضير العينات**

تم استخدام دقيق القمح عالي الجودة (دقيق زيرو بنسبة استخراج ٧٢٪)، وقد تمّ شراء الدقيق من السوق المحلية في محافظة دمشق.

أُضيف حمض الاسكوربيك بنسبة (٠، ٠.٠١ و٠.٠٠٢٪) والغلوتين الحيوي بنسبة (٠، ٢ و٤٪) وخليط منهما، كما هو مبين في الجدول التالي: -

الجدول (١) ترميز عينات الدقيق المستخدمة في البحث.

رقم العينة	توصيف العينة
1	شاهد بدون إضافة
2	حمض اسكوربيك 0.01%
3	حمض اسكوربيك 0.02%
4	غلوتين حيوي 2%
5	غلوتين حيوي 4%
6	حمض اسكوربيك 0.01% + غلوتين حيوي 2%
7	حمض اسكوربيك 0.01% + غلوتين حيوي 4%
8	حمض اسكوربيك 0.02% + غلوتين حيوي 2%
9	حمض اسكوربيك 0.02% + غلوتين حيوي 4%

*** الاختبارات الكيميائية للدقيق**

١- النسبة المئوية للرطوبة: قدرت الرطوبة لعينات الدقيق حسب AACC رقم ٤٤-A١٥ (AACC، ٢٠٠٠).

٢- النسبة المئوية للرماد: قيست النسبة المئوية للرماد حسب AACCرقم ٠٨-٠١ (AACC، ٢٠٠٠) وعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف.

٣- النسبة المئوية للبروتين: قدر النتروجين الكلي في الدقيق بطريقة كلداهل حسب AACC رقم ٤٦-١٠ (AACC، ٢٠٠٠)، ثم حسب البروتين الكلي باستخدام معامل التحويل (N×5.7)، وحولت النسبة المئوية للبروتين الرطب إلى الوزن الجاف.

٤- اختبار كمية ونوعية الغلوتين: تم تقدير كمية الغلوتين الرطب والجاف ونوعيته (دليل الغلوتين) حسبAACC رقم ٣٨-A١٢ (AACC، ٢٠٠٠) باستخدام غسالة الغلوتين (Perten Glutomatic 2200 Chambers)، وفيها تغسل عينة الدقيق من النشاء والبروتينات الذوابة بواسطة محلول كلور الصوديوم، ومن ثم تثفل كتلة البروتين المتبقية، ويجمع جزء الغلوتين المتبقي فوق المنخل ويوزن، ثم يحسب دليل الغلوتين من المعادلة:

دليل الغلوتين = (وزن الغلوتين المتبقي فوق المنخل/وزن الغلوتين الكلي) × ١٠٠

*** الإختبارات الريولوجية للدقيق**

١- اختبار الفارينوغراف: حسب AACC رقم 21-54 (AACC، ٢٠٠٠).

٢- اختبار الإكستنسوغراف: حسب AACC رقم -54 10 (AACC، ٢٠٠٠).

٣- التحليل الإحصائي: أجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين ANOVA ثم تبع باختبار

Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة ($p \leq 0.05$) باستخدام البرنامج الاحصائي Minitab 14.

*** النتائج والمناقشة**

١- الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح المدعم بالمحسنات: قدرت الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح، دقيق قمح عالي الجودة بنسبة استخراج ٧٢٪ والمدعم بنوعين من المحسنات (الجداول ٢). لوحظ من النتائج لم تؤثر إضافة المحسنات إلى عينة الدقيق معنوياً على مستوى ثقة ($P\leq0.05$) في كل من النسبة المئوية للرطوبة، وتراوحت بين (١٤.٠٩-١٤.٢٨٪)، والنسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف، وتراوحت بين (٠.٦٢-٠.٦٧٪) لعينة الدقيق. بينت دراسات سابقة أن نسبة الرماد في الدقيق ترتفع مع ارتفاع نسبة الاستخراج (Azizi وزملاؤه، ٢٠٠٦)، وأن كمية الرماد في الدقيق تعتمد، بالإضافة إلى نسبة الاستخراج، على كل من نسبة الرماد في حبوب القمح والعوامل الوراثية (Borrelli وزملاؤه، ١٩٩٩). على النقيض من ذلك، اختلفت عينات الدقيق المدروسة في بقية المؤشرات الفيزيوكيميائية معنوياً مع اختلاف نوع ونسبة المادة المحسنة المضافة، وكما بينت نتائج قياس درجة اللون للدقيق، النسبة المئوية للبروتينات على أساس الوزن الجاف، النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف لعينات الدقيق عدم تأثر هذه المؤشرات معنوياً مع إضافة حمض الأسكوربيك، بينما كان التاثير المعنوي مترافق مع إضافة الغلوتين الحيوي. لوحظ وجود فروقات معنوية بين عينات الدقيق المدروسة في درجات اللون، وتراوحت بين (١.٦١-٢.٤١ درجة) لعينات دقيق الزيرو، حيث ارتفعت درجة اللون مع ارتفاع نسبة الاستخراج (El-Gammal، 2013). ازدادت نسبة البروتينات معنوياً مع رفع نسبة إضافة الغلوتين الحيوي إلى الدقيق لتصل إلى (١٠.٨١٪) في دقق الزيرو، كما ارتفعت نسبة البروتينات مع ارتفاع نسبة الاستخراج، وهذا يتوافق مع أبحاث (Vetrimani وزملاؤه، ٢٠٠٥). بالإضافة إلى ذلك، أظهر قياس كمية الغلوتين (النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف) باستخدام تقنية Glutomatic وجود فروقات معنوية بين عينات الدقيق لكل نوع دقيق، وازدادت المؤشرات معنوياً مع رفع نسبة الغلوتين الحيوي، حيث تراوحت النسبة المئوية للغلوتين الرطب بين (٢٥.٤٢-٢٧.٧٩٪) لدقيق الزيرو، وقد تناسبت نسبة الغلوتين الرطب ايجابياً مع نسبة البروتينات في العينات، بينما تراوحت النسبة المئوية للغلوتين الجاف بين (٨.٢٧-٨.٨٨٪. من جهة أخرى، أظهر دليل الغلوتين، وعلى النقيض من بقية المؤشرات الفيزيوكيميائية المقاسة، تأثراً معنوياً في كل من نوعي المحسنات المضافة، ويعود تأثير إضافة حمض الاسكوربيك في دليل الغلوتين إلى أكسدة مجموعات (SH-) في العجين إلى (S-S-) مما يؤدي إلى زيادة الوزن الجزيئي لبروتينات الغلوتين (Schofield وChen، ١٩٩٦; Udeh وزملاؤه، ١٩٩٩)، وقد تراوح دليل الغلوتين لعينات دقيق الزيرو بين (٦١.٢٥-٧٨.٦٠٪). بينت دراسات سابقة أن كمية ونوعية الغلوتين في الدقيق تخضع إلى تأثير العوامل الوراثية بشكل كبير (Surma وزملاءه، ٢٠١٢) وترتبط بنسبة البروتين في الحبوب (Simic وزملاؤه، 2006)،

وكما يؤثر محتوى الدقيق من الغلوتين ونوعيته بشكل أساسي وايجابي في الخصائص الريولوجية للعجينة وخصائص المنتج النهائي وتعد إلى حد كبير العامل المحدد لاستخدام الدقيق (Sapirstein وFu، ١٩٩٨).

الجدول (٢) الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو المدعم بالمحسنات.

ذفظيجهـ	ظيصمـ ء (%)	ظيد لتج (%)	ظيكمـ (نتج ء)	ظيعمءتك (%)	ظيجءتشظيص (%)	ظيجءتشظيك تد . (%)	ظيفـظيجءتك (%)
1	14.14 ± 0.23^{b}	0.62 ± 0.03^{a}	1.64 ± 0.07^{a}	9.31 ± 0.22^{a}	25.47 ± 0.22^{a}	7.55 ± 0.05^{a}	61.25 ± 0.66^{a}
2	14.28 ± 0.02^{a}	0.65 ± 0.10^{a}	1.61 ± 0.12^{a}	9.29 ± 0.15^{a}	25.42 ± 0.45^{a}	7.57 ± 0.11^{a}	65.22 ± 1.05^{b}
3	14.05 ± 0.11^{a}	0.65 ± 0.05^{a}	1.66 ± 0.02^{a}	9.33 ± 011^{a}	25.49 ± 0.12^{a}	7.49 ± 0.02^{a}	68.65 ± 1.25^{c}
4	14.26 ± 0.20^{a}	0.67 ± 0.01^{a}	2.10 ± 0.04^{c}	10.12 ± 0.25^{b}	26.28 ± 0.55^{b}	8.23 ± 0.23^{b}	72.33 ± 2.10^{d}
5	14.16 ± 0.15^{a}	0.66 ± 0.02^{a}	2.36 ± 0.10^{c}	10.75 ± 0.05^{c}	27.79 ± 0.10^{c}	8.84 ± 0.10^{c}	76.15 ± 2.31^{e}
6	14.09 ± 0.01^{a}	0.67 ± 0.04^{a}	2.09 ± 0.06^{b}	10.15 ± 0.26^{b}	26.26 ± 0.25^{b}	8.22 ± 0.04^{b}	76.05 ± 0.91^{e}
7	14.11 ± 0.10^{a}	0.62 ± 0.09^{a}	2.40 ± 0.11^{c}	10.81 ± 0.65^{c}	27.72 ± 0.51^{c}	8.85 ± 0.12^{c}	78.55 ± 2.11^{f}
8	14.21 ± 0.12^{a}	0.63 ± 0.11^{a}	2.12 ± 0.03^{b}	10.11 ± 0.14^{b}	26.29 ± 0.65^{b}	8.21 ± 0.01^{b}	76.12 ± 0.65^{e}
9	14.10 ± 0.02^{a}	0.62 ± 0.05^{a}	2.41 ± 0.10^{c}	10.77 ± 0.33^{c}	27.77 ± 0.44^{c}	8.88 ± 0.05^{c}	78.60 ± 2.21^{f}

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

*** خصائص الفارينوغراف لدقيق القمح المدعم بالمحسنات**

قيست الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الفارينوغراف لعينات الدقيق استخراج ٧٢٪ (الجدول ٣) مع الإضافات (حمض الاسكوربيك والغلوتين الحيوي). بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة عدم وجود تأثير معنوي لإضافة حمض الاسكوربيك في امتصاص الدقيق للماء للدقيق وعند كل نسبة إضافة، لكن وجدت فروق معنوية في الامتصاصية عند إضافة الغلوتين الحيوي، كانت نسبة الامتصاصية لعينات دقيق الزيرو والمدعمة بنسبة ٤٪ غلوتين حيوي (٥٨.٥٥٪)، كما أظهرت نتائج زمن تطور العجينة وجود فروق معنوية بين عينات الدقيق تبعاً لنسبة إضافة الغلوتين الحيوي، حيث لم يتأثر زمن تطور العجينة بإضافة حمض الاسكوربيك، وتراوح زمن تطور العجينة لدقيق الزيرو بين (٢.٢٠-٢.٧٠ دقيقة)، وتتوافق هذه النتائج مع (Baratto وزملاؤه، ٢٠١٦; Baiano وTerracone، ٢٠١١). على النقيض من ذلك، بيّنت نتائج تحليل التباين لزمن ثباتية العجينة بين العينات المدروسة وجود فروقات معنوية عند جميع نسب الإضافة من المحسنات ، حيث بلغ زمن ثباتية العجينة في العينة الشاهد (٣.١٥ و٤.٢٥ دقيقة) ، وارتفعت هذه القيم معنوياً إلى (٤.٥٠ و٥.٥٠ دقيقة) عند إضافة خليط المحسنات (٠.٠٠٢٪ حمض الاسكوربيك و٤٪ غلوتين حيوي)، وبالتالي إن إضافة خليط المحسنات بالنسب المذكورة قد ساعد على رفع قوة الدقيق وذلك تبعاً لتصنيف الباحث Williams، (١٩٩٧). وتوافقت نتائج ثباتية العجينة مع نتائج درجة ضعف العجينة والتي انخفضت معنوياً مع إضافة المحسنات، حيث بلغت درجة ضعف العجينة في عينات الشاهد (٨٠.٠٠ و٧٥.٠٠ BU) وانخفضت معنوياً إلى (٦٠.٠٠ و٦٠.٠٠ BU) وتتوافق هذه النتائج مع دراسات سابقة حول تأثير إضافة المحسنات إلى دقيق القمح (Mekuria وEmire، ٢٠١٥; Nikolic وزملاؤه، ٢٠١٣). بيّنت نتائج قياس الرقم الفالوريمتري ارتفاع قيمته في عينات الدقيق المدعمة بالغلوتين الحيوي، حيث تراوح بين (٥٤.١٠-٦١.٨٨).

الجدول (٣) مؤشرات الفارينوغراف لدقيق الزيرو المدعم بالمحسنات.

ذقط ظيهجمب	ىئإلا دسد شكب (%)	ر لك ظيهمش م ذ (د)	ر لك ظيهبكة ة (د)	ظيه شگ ب (BU)	ظيهدقط ظيهلك مبظبسدى
1	54.20 ± 0.30[a]	2.20 ± 0.01[a]	4.25 ± 0.01[a]	75.00 ± 0.50[a]	54.10 ± 0.11[a]
2	54.55 ± 0.10[a]	2.15 ± 0.02[a]	4.50 ± 0.04[b]	70.00 ± 0.65[b]	54.20 ± 0.10[a]
3	54.25 ± 0.15[a]	2.25 ± 0.01[a]	4.75 ± 0.01[c]	71.00 ± 2.40[b]	54.25 ± 0.35[a]
4	56.21 ± 0.22[b]	2.45 ± 0.15[b]	4.70 ± 0.05[c]	73.00 ± 0.25[a]	56.05 ± 0.15[b]
5	58.30 ± 0.11[c]	2.65 ± 0.05[c]	4.65 ± 0.01[c]	70.00 ± 1.15[b]	58.10 ± 0.05[c]
6	56.20 ± 0.05[b]	2.40 ± 0.01[b]	5.00 ± 0.02[d]	65.00 ± 1.05[d]	58.05 ± 0.30[c]
7	58.55 ± 0.26[c]	2.70 ± 0.10[c]	5.15 ± 0.04[d,e]	65.00 ±0.15[d]	59.25 ± 0.15[d]
8	56.15 ± 0.35[b]	2.50 ± 0.01[b]	5.25 ± 0.01[e]	61.00 ± 0.20[e]	60.65 ± 0.20[e]
9	58.35 ± 0.12[c]	2.65 ± 0.05[c]	5.50 ± 0.02[f]	60.00 ± 1.10[e]	61.88 ± 0.15[f]

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

*** خصائص الاكستينسوغراف لدقيق القمح المدعم بالمحسنات**

قُدِّرت الخصائص الريولوجية باستخدام تقنية الاكستينسوغراف لعينات دقيق القمح استخراج ٧٢٪ والمدعمة بالمحسنات (الجدول ٤). بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة تأثير المحسنات في خصائص الاكستسنسوغراف المختلفة أكثر وضوحاً بالمقارنة مع خصائص الفارينوغراف، وهذا يتوافق مع (Horvat وزملاؤه، ٢٠٠٧). بيّن اختبار تحليل التباين وجود فروقات معنوية في قيم مقاومة الشد، والتي تعبر عن طول المنحني بوحدات البرابندر (BU) بعد ٥ سم من بداية الاكستينسوغرام، فقد ازدادت القيم بشكل معنوي ما بين عينات الشاهد المدعمة بحمض الاسكوربيك والغلوتين الحيوي، حيث تراوحت قيم مقاومة الشد بين ((٢٩٠.٣٠– ٣١٥.٦٥ BU). ومن جهة أخرى، ازدادت المقاومة العظمى للشد، وهي الارتفاع الأعظمي للمنحني والمؤشر الهام الذي يدل على قوة الدقيق، فقد بلغت في عينات الشاهد دون إضافة المحسنات (٣٦٠.٥٠ و٣٧٥.٢٠ BU) ، وتبعاً لتصنيف Williams، (١٩٩٧) الذي يعطي القيم (١٢٠، ٣٥٠، ٤٥٠ و٦٣٠ BU) للمقاومة العظمى للشد للدقيق الضعيف ومتوسط القوة والقوي والقوي على التوالي، يمكن تصنيف غلوتين العينات المدروسة كغلوتين متوسط القوة. وعلى النقيض من المؤشرات السابقة، انخفضت مرونة العجينة، وهي طول المسقط الأفقي للاكيتنسوغرام بالميليمتر، عند تدعيم الدقيق بنوعي المحسنات المدروسة، حيث بلغت قيمة المرونة في عينات الشاهد (١٤٠.٢٥ و١٣٥.١٥ مم) وانخفضت إلى (١٢٦.١٠ و١٢١.١٥ مم). كما بينت نتائج قياس المطاطية، وهي نسبة المقاومة العظمى للشد إلى المرونة، ارتفاع قيم المطاطية معنوياً مع إضافة نوعي المحسنات، حيث تراوحت في عينات الدقيق بين(٢.٧٨–٣.٢٩)، وتتوافق هذه النتائج مع دراسات سابقة حول تأثير إضافة المحسنات في مؤشرات الاكستينسوغراف للدقيق (Baiano وTerracone، ٢٠١١; Parate وزملاؤه، ٢٠١٦; Horvat وزملاؤه، ٢٠٠٩).

الجدول (٤) مؤشرات الاكستينسوغراف لدقيق الزيرو المدعم بالمحسنات.

ذقطظيهجمب	فيقد ابظيهحت (BU)	ظيهقيقد ابظيهعظمو (BU)	ظيهسهمب (قط)	ظيهضرضرب
1	290.30 ± 1.55[a]	375.20 ± 3.22[a]	135.15 ± 2.20[b]	2.78 ± 0.10[a]
2	294.55 ± 2.31[b]	377.10 ± 1.15[a]	132.10 ± 2.05[b]	2.85 ± 0.02[b]
3	299.05 ± 1.50[c]	386.25 ± 2.05[b]	130.50 ± 1.56[b]	2.96 ± 0.12[c]
4	295.10 ± 2.20[b]	380.00 ± 1.88[c]	125.35 ± 1.33[c]	3.03 ± 0.20[d]
5	299.00 ± 2.34[c]	388.55 ± 1.54[d]	126.20 ± 2.41[c]	3.08 ± 0.05[d]
6	310.10 ± 2.45[d]	385.50 ± 1.12[b]	122.40 ± 2.30[d]	3.15 ± 0.22[e]
7	310.50 ± 1.12[d]	390.05 ± 2.25[d]	120.65 ± 2.91[d]	3.23 ± 0.11[f]
8	315.20 ± 1.24[e]	396.45 ± 2.55[e]	120.45 ± 1.11[d]	3.29 ± 0.25[f]
9	315.65 ± 2.10[e]	395.00 ± 2.15[e]	121.15 ± 1.95[d]	3.26 ± 0.05[f]

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

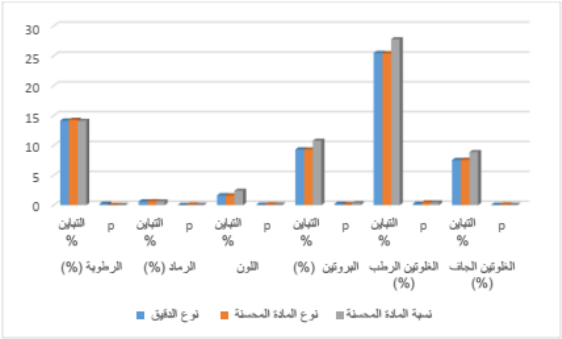
اختبار F وتوزع التباين على مستوى ثقة ٥٪ (p ≤0.05) لتحديد الأهمية النسبية لكل من تأثير المتغيرات الأساسية وتأثيراتهم المتبادلة: –

يوضح الجدول رقم (5)تأثير نوع الدقيق ونوع ونسبة المادة المحسنة في الخصائص الكيميائية للدقيق، وذلك من خلال المؤشرات المعنوية التي تؤثر تأثيراً مباشراً على جودة العجائن .نلاحظ من الجدول رقم (5) والشكل رقم (1) تأثر كل من النسبة المئوية للرماد ودليل الغلوتين، حيث بلغت النسبة المئوية لدليل الغلوتين % (61.25)، وهذا يتوافق مع دراسات سابقة، إذ بيّنت أن كمية ونوعية الغلوتين في الدقيق تخضع إلى تأثير العوامل الوراثية .Surma et al)، (2012 وترتبط بنسبة البروتين في الحبوب .Simic et al)، 2006). كما أثرت نسبة ونوعية المادة المحسنة المضافة في النسبة المئوية للرطوبة ونسبة الرماد ودليل الغلوتين، حيث بلغت النسبة % (65.22) كما أثر محتوى الدقيق من الغلوتين ونوعيته تأثيراً إيجابياً في الخصائص الريولوجية ، وخصائص المنتج النهائي،

وتعد إلى حد كبير العامل المحدد لاستخدام الدقيق (Sapirstein، and Fu ،1998).

الجدول (5) :اختبار Fلتأثير المتغيرات في الخصائص الكيميائية للدقيق.

	الرطوبة (%)		الرماد (%)		اللون		البروتين (%)		الغلوتين الرطب (%)		الغلوتين الجاف (%)		دليل الغلوتين (%)	
	التباين %	p	التباين %	p	التباين %	p	التباين %	p	التباين %	p	التباين %	p	التباين %	p
نوع الدقيق	14.14	0.23	0.62	0.03	1.64	0.07	9.31	0.22	25.47	0.22	7.55	0.05	61.25	0.66
نوع المادة المحسنة	14.28	0.02	0.65	0.1	1.61	0.12	9.29	0.15	25.42	0.45	7.57	0.11	65.22	0.05
نسبة المادة المحسنة	14.1	0.02	0.62	0.05	2.41	0.1	10.77	0.33	27.77	0.44	8.88	0.05	78.6	0.21

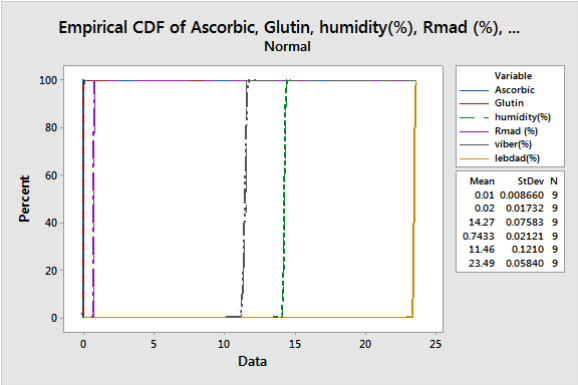


الشكل :(1)توزيع التباين لتأثير المتغيرات في الخصائص الكيميائية للدقيق.

*** تحديد النسب المثلى من المتغيرات المدروسة**

أُجري التحليل الإحصائي للخصائص الفيزيوكيميائية للعينات المدروسة بواسطة برنامج (MINITAB)، باستخدام برنامج تصميم التجارب المتقدم (Advanced Design of Experiments (DOE نوع Factorial Designs) واختبار (Response Optimization لتحديد النسب المثلى من المتغيرات المدروسة .إذ بيّنت نتائج الاختبار التأثير الإيجابي للمحسنات في الخصائص الفيزيوكيميائية للعينات المدروسة من خلال القيم المنخفضة ل P-Value، إذ بلغت بالنسبة لحمض

الأسكوربيك (0.048)والغلوتين الحيوي (0.030)، وهذا مؤشر إيجابي على أهمية إضافة المحسنات المدروسة



الشكل (2) :مخطط المستويات المثلى يبين تأثير المحسنات في الخصائص الفيزيوكيميائية للعينات المدروسة

*** الاستنتاجات**

١- بينت نتائج تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق المنتج محلياً والمدعم بنسب مختلفة من محسنات الدقيق (حمض الاسكوربيك والغلوتين الحيوي) وخليط مهما تطابق تأثير إضافة المحسنات في كل من نوعي الدقيق.

٢- لم يؤثر إضافة المحسنات إلى عينات الدقيق معنوياً في النسبة المئوية للرطوبة والنسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف.

٣- اختلفت عينات الدقيق المدروسة في بقية المؤشرات الفيزيوكيميائية معنوياً مع اختلاف نوع ونسبة المادة المحسنة المضافة، حيث بينت نتائج قياس درجة اللون للدقيق، النسبة المئوية للبروتينات على أساس الوزن الجاف، النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف لعينات الدقيق عدم تأثر هذه المؤشرات معنوياً مع إضافة حمض الأسكوربيك، بينما كان التاثير المعنوي مترافق مع إضافة الغلوتين الحيوي.

٤- أظهر دليل الغلوتين، وعلى النقيض من بقية المؤشرات الفيزيوكيميائية المقاسة، تأثراً معنوياً في كل من نوعي المحسنات المضافة، ويعود تأثير إضافة حمض الاسكوربيك في دليل الغلوتين إلى أكسدة مجموعات (SH-) في العجين إلى (S-S-) مما يؤدي إلى زيادة الوزن الجزيئي لبروتينات الغلوتين.

٥- بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة عدم وجود تأثير معنوي لإضافة حمض الاسكوربيك في امتصاص الدقيق للماء وعند كل نسبة إضافة، لكن وجدت فروق معنوية في الامتصاصية عند إضافة الغلوتين الحيوي، كما أظهرت نتائج زمن تطور العجينة وجود فروق معنوية بين عينات الدقيق تبعاً لنسبة إضافة الغلوتين الحيوي، حيث لم يتاثر زمن تطور العجينة بإضافة حمض الاسكوربيك.

٦- بيّنت نتائج تحليل التباين لزمن ثباتية العجينة بين العينات المدروسة وجود فروقات معنوية عند جميع نسب الإضافة من المحسنات، وإن إضافة خليط المحسنات ساعد على رفع قوة الدقيق معنوياً، وتوافقت نتائج ثباتية العجينة مع نتائج درجة ضعف العجينة والتي انخفضت معنوياً مع إضافة المحسنات.

٧- بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة وجود تباين بدرجة تأثير المحسنات المضافة في خصائص الاكستينسوغراف ، وكان تأثير المحسنات في خصائص الاكستسنسوغراف المختلفة أكثر وضوحاً بالمقارنة مع خصائص الفارينوغراف.

٨- بيّن اختبار تحليل التباين وجود فروقات معنوية في قيم مقاومة الشد، فقد ازدادت القيم بشكل معنوي ما بين عينات الشاهد وبقية العينات المدعمة بحمض الاسكوربيك والغلوتين الحيوي، وكما ازدادت المقاومة العظمى للشد ومطاطية

العجينة وانخفضت مرونة العجينة معنوياً مع إضافة نوعي المحسنات.

*** التوصيات**

١- اختبار تأثير أنواع أخرى من محسنات الدقيق، مثل المستحلبات وخافضات التوتر السطحي، في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية للدقيق المعدة لتحضير العجائن المجمدة.

٢- استخدام تحليل الأمثلة الاحصائي لتحديد أفضل المستويات من محسنات الدقيق المدروسة والخليط منهما والتي تترافق مع أفضل خصائص جودة للمنتج النهائي.

*** المراجع**

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 54-21, 54-10, 38-12A, 08-01, 44-15A, 46-10. St Paul, MN. AACC.

Angioloni, A.., Balestra, F., Pinnavaia, G. G., Rosa, M. D. 2008. Small and large deformation tests for the evaluation of frozen dough viscoelastic behavior. J Food Eng., 87, 527-531.

Azizi, M. H., Sayeddin, S. M. and Payghambardoost, S. H. 2006. Effect of flour extraction rate on flour composition, dough rheological characteristics and quality of flat bread. J. Agric. Sci. Technol., 8, 323-330.

Baianoa, A. and Terracone, C. 2011. Dough rheology and bread quality of supplemented flours Reologı´a de la masa y calidad del pan de harinas suplementadas. CyTA – Journal of Food, 9, 180–186.

Baratto, C. M., Becker, N. B., Gelinski, J. M. L. N. and Silveira, S. M. 2016. Influence of enzymes and ascorbic acid on dough rheology and wheat bread quality. African Journal of Biotechnology, 15, 55-61.

Borrelli, G. M., Troccoli, A., Di Fanzo, N. and Fares, C. 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color. Cereal Chemistry, 76, 335-340.

Chen, X. and Schofield, J. D. 1996. Effects of dough mixing and oxidising improvers on free reduced and free oxidised glutathione and protein-glutathione mixed disulphides of wheat flour. Z Lebensm Unters Forch, 203, 255-261.

El-Gammal, R. E., Ghoneim, J. A. A., Salama, M. F. and El-Sayed, M. M. 2013. Effect of addition of whole cereals flour on rheological and chemical

added products. J Food Process Technol, 6, 508-518.

Miller, K. A. and Hoseney, R. C. 1999. Effect of oxidation on the dynamic rheological properties of wheat flour-water doughs. Cereal Chemistry, 76, 100-104.

Moradi, V., Khaneghah, A. M., Fallah, A. and Akbarirad, H. 2016. Rheological properties of wheat flour with different extraction rate. International Food Research Journal, 23, 1056-1061.

Nakamura, M. and Kurata, T. 1997. Effect of L-ascorbic acid on the rheological properties of wheat – water dough. Cereal Chemistry, 75, 647-650.

Nikolić, N. C., Stojanović, J. S., Stojanović, G. S., Mastilović, J. S., Karabegović, I. T., Petrović, G. M. and Lazić, M. L. 2013. The effect of some protein rich flours on farinograph properties of the wheat flour. Advanced technologies, 2, 20-25.

Parate, V. R., Pathak, S. S. and Talib, M. I. 2016. Improvement in functional and rheological properties of gluten by enzyme treatment. IOSR Journal of Environmental Science, properties of pan bread. J. Food and Dairy Sci., 4, 101-120.

Giannou, V and Tzia, C. 2016. Addition of vital wheat gluten to enhance the quality characteristics of frozen dough products. Foods, 5, 1-10.

Horvat, D., Drezner, G., Magdić, D., Šimić, G., Dvojković, K. and Lukinac, J. 2009. Effect of an oxidizing improver on dough rheological properties and bread crumb structure in winter wheat cultivars (Triticum aestivum L.) with different gluten strength. Romanian agricultural research, 26, 1-7.

Horvat, D., Magdić, D., Drezner, G., Šimić, G., Dvojković, K., Brođanac, M. and Lukinac, J. 2007. The effect of improver on dough rheology and bread properties. 4th International Congress FLOUR – BREAD '07. 6th Croatian Congress of Cereal Technologists, 37-42.

Hrušková, M. and Novotná, D. 2003. Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. Czech J. Food Sci., 21, 137-144.

Mekuria, B. and Emire, S. A. 2015. Effects of vital gluten enrichment on qualities of value

dryland 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. 1993. Frozen dough production. In: Kamel BS, Stauffer CE, editors. Advances in baking technology. London, UK: Blackie. p 88-106.

Surma, M., Adamski, T., Banaszak, Z., Kaczmarek, Z., Kuczynska, A., Majcher, M., Lugowska, B., Obuchowski, W., Salmanowicz, B. and Krystkowiak, K. 2012. Effect of genotype, environment and their interaction on quality parameters of wheat breeding lines of diverse grain hardness. Plant Prod. Sci., 15, 192-203.

Udeh, K. O., Achremowicz, B. and Podgórska, E. 1999. Effect of dough mixing and oxidizing improvers on glutathione and related thiol-containing compounds on bread making quality: A review of mechanism and controversy. Agro Food Industry Hi-Tech., 10, 20-23.

Vetrimani, R., Sudha, M. L. and Haridas Rao, P. 2005. Effect of extraction rate of wheat flour on the quality of vermicelli. Food Toxicology and Food Technology, 10, 38-44.

Plyer, E. J. 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publ. Comp., Kansas City, US, 256-265.

Pomeranz Y. 1971. Wheat Chemistry and Technology. AACC, II. ed., St Paul, Minnesota, US, 561-600.

Sapirstein, H. D. and Fu, B. X. 1998. Intercultivar variation in the quantity of monomeric proteins, soluble and insoluble glutenin, and residue protein in wheat flour and relationships to breadmaking quality. Cereal Chemistry, 75, 500-507.

Shewry, P. R. and Tatham, A. S. 2000. Wheat Gluten. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 271-282.

Simic, G., Horvat, D., Jurkovic, Z., Drezner, G., Novoselovic, D. and Dvojkovic, K. 2006. The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein. Journal of Central European Agriculture 7, 13-18.

Srivastava, J. P., Damania, A. B. and Pecetti, L. 1988. Landraces, Primitive forms and wild progenitors of macaroni wheat, Triticum durum: Their use in

Research International, 38, 411-416.

Williams, P. 1997. Variety development and quality control of wheat in Canada. International Japanese Conference on Near-Infrared Reflectance, CGC. 345-378.