

دراسة تأثير حمض الأسكوربيك (فيتامين C) على الدقيق المستخدم في صناعة الخبز الأسمر

* علي سلطانة

** مجد شدتير

(تاريخ الإيداع ٢٧/١٠/٢٠٢٤ . قبل للنشر في ٢٠٢٥/٢/٢)

□ ملخص □

تم في هذا البحث دراسة تأثير حمض الأسكوربيك (فيتامين C) بنسب معينة وهي ١٥، ٣٠، ٤٥، ٦٠، ٧٥ ملغ/ليتر على الدقيق المستخدم في صناعة الخبز الأسمر، وأعطيت الرموز التالية (M5, M4, M3, M2, M1) على التوالي، حيث لم تتأثر رطوبة الدقيق معنوياً بنسبة الإضافة من حمض الأسكوربيك وبلغت الرطوبة $11.28 \pm 0.12\%$ في عينة B وهي عينة الشاهد، أما بالنسبة لنسبة الحموضة الكلية بلغت نسبتها في عينة B على أساس حمض اللاكتيك $3 \pm 0.05\%$ وانخفضت عكسياً بشكل معنوي بزيادة نسبة الإضافة من حمض الأسكوربيك وبلغت $2.5 \pm 0.05\%$ في عينة M5 التي تحتوي على أعلى نسبة إضافة بلغت ٧٥ ملغ/ليتر حمض أسكوربيك، أما بالنسبة للون الدقيق تم استخدام جهاز Kent-Jones & Martin للقياس حيث كانت أقل درجة للون في عينة M5 25.16 وكانت أعلى درجة للون في عينة B (الشاهد) وتبين عدم معنوية الفروق بين عينة B وعينة M1 في حين ظهرت الفروق المعنوية بين باقي العينات، أما بالنسبة للاختبارات الألفيوغراف على العجين تحملت العينة M2 أقل ضغط بين باقي العينات تليها العينة M3 ومن ثم العينة B أما بالنسبة للعينة M5 فقد تحملت أعلى ضغط ممكن وكانت العينة الأكثر مرونة لوصولها على أعلى قيمة للمعامل "L" حيث بلغت ٢١٨.٠٧ mm أما بالنسبة للعينة M4 فكانت العينة الأقل مرونة تليها العينة B أيضاً، وبالنسبة للمعامل P/L الخاص بالمرونة والمطاطية فقد حصلت العينة M4 على أعلى قيمة بلغت ٤.٩٤ ولديها غير متوازنة من حيث المرونة والمطاطية فقد كانت مرونتها أقل بخمسة أضعاف من المطاطية حسب المعامل L، وتليها العينة B وبلغت قيمة المعامل L ٢.٠٧ حيث كانت المطاطية تقريباً ضعفي المرونة، أما بالنسبة للعينة M5 فكانت الأمثل من ناحية توازن المرونة مع المطاطية وبلغت قيمة المعامل L ٠.٦٦، وبالنسبة لرقم السقوط لم يتأثر معنوياً بإضافة حمض الأسكوربيك وبلغ أعلى قيمة له في عينة B وانخفض تدريجياً في باقي العينات حيث سجل في عينة M5 ٣٥٣ ثنائية.

الكلمات المفتاحية: الألفيوغراف، رقم السقوط، الدقيق الأسمر، حمض الأسكوربيك (فيتامين C).

* استاذ مساعد، قسم علوم الأغذية، جامعة تشرين، كلية الهندسة الزراعية، اللاذقية.

** طالبة ماجستير في قسم علوم الأغذية، جامعة تشرين، كلية الهندسة الزراعية، اللاذقية.

Study of the effect of ascorbic acid (vitamin C) on flour used in the manufacture of brown bread.

Ali Sultaneh *
Majed shanter **

(Received 27/10/2024 . Accepted 2/2/2025)

□ ABSTRACT □

In this study, the effect of ascorbic acid (Vitamin C) at specific levels of 15, 30, 45, 60, 75 mg/l on the flour used in the production of whole wheat bread was examined. The following symbols were given (M1, M2, M3, M4, M5) respectively Moisture content of the flour was not significantly affected by the addition of ascorbic acid, with a moisture content of 0.12 ± 11.28 in sample B. Regarding the total acidity percentage, based on lactic acid, it was 0.05 ± 3 in sample B and inversely decreased significantly with an increase in the addition of ascorbic acid, reaching 0.05 ± 2.5 in sample M5, which contained the highest addition of 75 mg/l ascorbic acid.

The flour color was measured using the Kent-Jones & Martin device, showing the lowest color degree in sample M5 at 25.16, while the highest color degree was in sample B. There was no significant difference between sample B and sample M1, but significant differences were observed between the other samples. For the alveograph tests on the dough, sample M2 exhibited the lowest pressure among the samples, followed by sample M3 and then sample B. Sample M5 could withstand the highest pressure and was the most elastic, achieving the highest L value of 218.7 mm. Sample M4 was the least elastic, followed by sample B. In terms of the P/L ratio reflecting elasticity and extensibility, sample M4 had the highest value of 4.94 but was unbalanced in terms of elasticity and extensibility, with elasticity being five times lower than extensibility according to the L value. Sample B followed, with an L value of 2.07, where extensibility was approximately twice the elasticity. Sample M5 was the most balanced in terms of elasticity and extensibility, with an L value of 0.66. The falling number was not significantly affected by the addition of ascorbic acid, with the highest value in sample B, gradually decreasing in the other samples, reaching 353 seconds in sample M5.

Keywords: Alveograph, Falling number, brown flour, ascorbic acid (vitamin C).

* Assistant Professor, Department of Food Science, Tishreen University, Faculty of Agricultural Engineering, Lattakia.

** MSc student, Department of food Science, Tishreen University, Faculty of Agricultural Engineering Lattakia.

١. المقدمة:

يعتبر حمض الأسكوربيك، المعروف أيضاً بفيتامين C، بأنه مركب ذو خصائص مضادة للأكسدة ومهم لصحة الإنسان في صناعة الخبز، ويستخدم كمادة محسنة للدقيق، حيث يلعب دوراً حيوياً في تحسين جودة العجين والخبز الناتج، وعند إضافته للدقيق المستخدم في صناعة الخبز الأسمر، يحدث تفاعل كيميائي يساعد في تقوية شبكة الجلوتين في العجين، حيث يعمل كمادة مؤكسدة، مما يساعد في تحسين لون الخبز وزيادة مدة صلاحيته، كما أنه يساهم في تحسين نكهة الخبز من خلال تقليل التأثيرات السلبية لبعض المركبات الكيميائية التي قد تتكون أثناء عملية الخبز، ويعمل حمض الأسكوربيك على أكسدة الروابط SH- إلى S-S- وبالتالي يزداد الوزن الجزيئي للبروتينات (Hrušková and Novotna, 2018)، يتكون دقيق القمح عادة من المكونات التالية: الرطوبة من ٧.٨-١٤.٨٪، البروتين ٨.٣-١٩٪، الرماد ١.١٧-٢.٩٦٪، نشأ ٦٥.٤-٧٨.٩٪ (م.ق.س، ٢٠٠٢/١٩٢)، كما وجد أيضاً في دراسات أخرى النسب التالية: الرطوبة ١٢-١٥٪، بروتين ٨-١٥٪، رماد ٠.٥-١.٣٪، نشأ ٦٠-٧٢٪، السكريات الذاتية ١.٥-٢.٥٪، الألياف ٠.٢-٢.٥٪، وتختلف نسبة الرماد في الدقيق تبعاً لنسبة الاستخراج وذلك لأن المعادن تتجمع بنسبة عالية في طبقات الأغلفة أو ما يسمى بالردة، ولذلك ترتفع نسبة الرماد في الدقيق بزيادة نسبة استخراجه والعكس صحيح (م.ق.س، ٢٠٠٢/١٩٢; Aper and Bezaro, 1990)، حيث تؤثر نسبة الاستخراج في محتوى الدقيق من مختلف العناصر الغذائية الأخرى، حيث عندما تزيد نسبة الاستخراج بالنسبة لنوعية دقيق واحدة تحصل زيادة في جميع العناصر الأخرى التي يحتويها الدقيق الناتج باستثناء نسبة النشا التي تتناقص، أما نسبة الماء تظل ثابتة تقر يبا (APER and BEZARO, 1990)، كما موضح في الجدول التالي.

الجدول (١) تأثير محتوى الدقيق من المكونات المختلفة تبعاً لنسبة الاستخراج

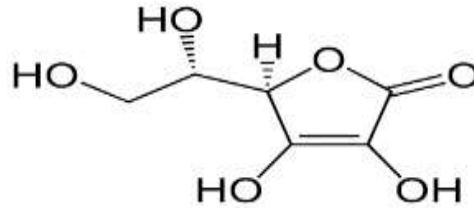
المكونات	نسبة الاستخراج		
	٩٥٪	٨٠٪	٧٢٪
الرطوبة	١٤-١٣	١٥-١٣	١٥-١٣
البروتين	١٤-١٠	١٤-٩	١٣-٨
الرماد	١.٦-١.٤	٠.٧-٠.٦	٠.٥-٠.٤
السيللوز	٢.١-١.٦	٠.٣٥-٠.٢	٠.٢-٠.١
المواد الدهنية	٢.٢-١.٦	١.٦-١.٠	١.٥-٠.٨
السكر	٣.٠-٢.٠	٢.٠-١.٥	٢.٠-١.٥
النشا	٦٧-٦٣	٦٩-٦٤	٧٠-٦٥

و نظراً لأن نسبة الاستخراج للدقيق لا يمكن قياسها مباشرة ومسبقاً أثناء عملية الطحن (والتي تقاس في المخبر بمطحنة خاصة وذلك عند دراسة تأثير الخلطات المختلفة من الدقيق في نسب استخراج الدقيق) ولوجود علاقة وثيقة بين نسبة الرماد ونسبة الاستخراج لنفس الدقيق وكون نسب الرماد هذه يمكن تحديدها بدقة مخبرياً فبذلك يمكن إذاً تصنيف الدقيق نوعياً وتجارياً بحسب نسبة رماده كما في الجدول السابق رقم (١).

يبلغ متوسط نسبة البروتين في الدقيق حوالي 8-10% ويكون عدد الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبه حوالي 12-14 حمضاً أمينياً ويعتبر الليسين أقل نسبة بينهم بينما أحماض الغلوتاميك والأسبارتيك والبرولين ذات النسب الأعلى، وفي دراسات مختلفة تم دراستها على القمح تبين بأن معامل هضم بروتين الخبز أو الدقيق المصنع منه تنخفض بارتفاع نسبة استخراجها وكذلك الأمر بالنسبة إلى معدل كفاءة البروتين Protein Efficiency Ratio (PER) المقدر بالطرق الحيوية والمحسوب بقسمة الزيادة اليومية في وزن الكائن الحي بالغرام على وزن المتناول من البروتين يومياً أيضاً بالغرام، غير أن ارتفاع نسبة البروتين في الخبز المصنع من دقيق الاستخلاصات العالية يعدل أو يوازن عملياً في كمية البروتين الممض من وزن ثابت من الخبز في كلا النوعين من الدقيق (منظمة الصحة العالمية، 1985)، ويعتبر البروتين النوعي في دقيق القمح مزيج من نوعين أساسيين من البروتينات الجلليادين والجلوتينين اللذان يشكلان حوالي 90% من بروتين القمح، وينتج الجلوتين القوي عن اتحادهما بالماء والأملاح والذي تتوقف نوعيته وكميته على خواص الدقيق ونوع القمح المستخدم في تصنيعه، حيث تعود صفة المطاطية أو المرونة أو القابلية للمد إلى وجود الجلليادين، بينما يكون سبب صفة التماسك أو الصلابة إلى وجود الجلوتينين، أما باقي أنواع البروتينات الغير مهمة تصديعياً مثل الألبومين، الجلوبيولين، البروتوز، ونسبتها مجتمعة حوالي 10.3% من أصل حبة القمح وحوالي 10% من أصل البروتين الكلي، تميز بروتينات القمح النوعية بقابليتها لامتصاص كميات كبيرة من الماء حيث يمتص البروتين ضعف وزنه ماء، وبالتالي إعطاء النسيج الاسفنجي المتشابك للعجين، ويضم هذا النسيج جميع مكونات العجينة من (ماء، أملاح معدنية، جلوتين، دهون، نشا..). (Aper and Bezaro, 1990).

٢. الدراسة المرجعية:

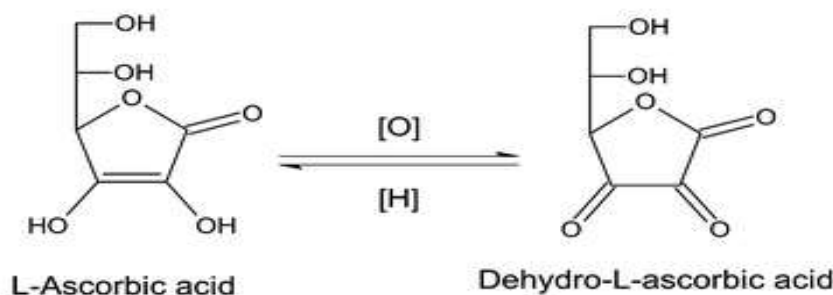
فيتامين C أو E300 هو عنصر غذائي أساسي في النظام الغذائي للإنسان وهو من الفيتامينات الذوابة في الماء، يتواجد بشكل أساسي في الفواكه وبشكل خاص الحمضيات وفي الخضراوات، ويعتبر من أهم مضادات الأكسدة الطبيعية، ويتكون جزيء حمض الأسكوربيك من ست ذرات غير متناظرة من الكربون والتي ترتبط هيكلياً مع الجلوكوز كما يبدو في الشكل رقم (٢):



الشكل (٢) الهيكل الكربوني لحمض الأسكوربيك

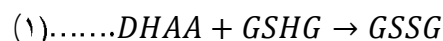
زاد الاهتمام باستعمال حمض الأسكوربيك لتحسين نوعية الخبز في السنوات الأخيرة، ويعود السبب في ذلك إلى حظر العديد من الدول استعمال برومات ويودات البوتاسيوم كمواد مؤكسدة مضافة في صناعة الخبز، إضافة إلى أن هذا الحمض ذو مصدر طبيعي واستخدامه ليس له أي قيود صحية (Lee et al., 2003)، وقد تم استخدام حمض الأسكوربيك لأول مرة كمحسن للخبز في عام 1932م، بعد أن لوحظ أن عصير الليمون المضاف إلى العجين أعطى نتائج أفضل لأنه يحسن احتباس الغازات وحجم الرغيف، يتميز حمض الأسكوربيك بشكل أساسي بكونه آمناً حتى لو تم إضافة الكثير منه إلى العجين، ووجد أيضاً أن دقيق القمح المدعم بحمض الأسكوربيك يزيد التوافر البيولوجي لعنصر الحديد في

الجسم بمقدار الضعف بالمقارنة مع دقيق القمح غير المدعم (يعزز القدرة على امتصاص الحديد لأنه يحول الحديد الثلاثي التكافؤ الى الحديد ثنائي التكافؤ) (Aper and Bezaro, 1990). ويعتبر حمض الأسكور بيك أهم مادة تضاف بهدف الأكسدة، حيث يضاف حمض الأسكور بيك على شكل مسحوق أبيض إما إلى الدقيق في المطحنة أو أثناء تحضير العجين في مصانع الخبز، وتتعلق جرعاته المضافة بنوعية الدقيق وقوته وطريقة تحضير العجين، وإن أفضل جرعة من حمض الأسكور بيك يمكن إضافتها لتحسين جودة الدقيق المتوسطة هي ٥٠-٧٠ ملغ/ليتر، أما بالنسبة للدقيق القوي فالجرعة المناسبة ١٠-٣٠ ملغ/ليتر حيث (٥٠ ملغ/ليتر = 0.05 g/kg = 5 g/100 kg)، بينت الدراسات أن التأثير المحسن لا يعود للحض نفسه والذي يعتبر مرجعاً فعلاً، بل يعود لنواتج أكسدته وهو حمض الأسكور بيك اللامائي (منزوع الهيدروجين) (dehydroascorbic acid (DHAA) والذي يتشكل في العجين تحت تأثير إنزيم أوكسيديز الأسكوربات (Ascorbate Oxydase Enzyme (AOX) وفق المعادلة التي يوضحها الشكل رقم (٣):

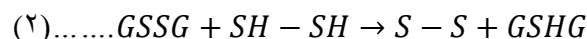


الشكل (٣) آلية تأثير حمض الأسكوربيك

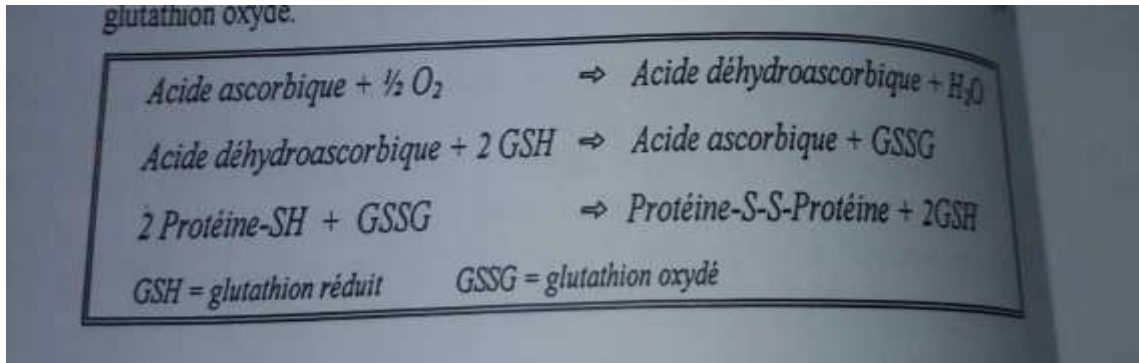
يهاجم حمض الأسكور بيك اللامائي كما في الشكل (٤) الجلوتاثيون المرجع GSHG الموجود بشكل طبيعي في الدقيق (والذي يعمل على إضعاف الجلوتين) ويحوّله إلى جلوتاثيون مؤكسد (ثنائي كبريتيد الجلوتاثيون) GSSG.



وهذا المركب الناتج GSSG يقوم بمهاجمة البروتينات ذات الرابطة SH-SH (رابطة سلفوهيدر يديّة تتألف من ارتباط الكبريت مع الهيدروجين) ويحوّلها إلى بروتينات ذات رابطة S-S (روابط سلفوأميدية أو جسر ثنائي الكبريتيد) ومن ثم يعود إلى حالته المرجعة.



رابطة ثنائي الكبريتيد المتشكلة تعمل على تقوية الجلوتين ويصبح أكثر قدرة على حجز غازات التخمر المتشكلة، بالتالي يصبح احتجازه لغاز CO₂ أثناء التخمر والشواء أكبر وبالتالي حجم الخبز الناتج يكون أكبر ويصبح الخبز ذو مسامات أنعم وأكثر تجانسا، وإن أي زيادة في كمية حمض الأسكور بيك فوق الحدود المذكورة سابقا بالنسبة للدقيق المتوسط الجودة ستؤدي لفعل معاكس بسبب استنفاد مجموعات SH-SH، وبما أن آلية تأثير حمض الأسكور بيك تعتمد على وجود الأوكسجين في الوسط (الأكسدة) لذا لا يمكن استخدامه في العجنات ذات النظام المستمر المغلق (المخبوزات التي تحتاج إلى عملية تخمر لا هوائي مثل خبز الصمون والفظائر.... الخ).



الشكل (٤): يبين آلية تأثير حمض الأسكوربيك على عجينة الدقيق

في دراسة قام بها الباحث المرعي الحسن وآخرون (٢٠٢٤) عن تأثير إضافة حمض الأسكوربيك على الخصائص الفيزيائية والريولوجية لدقيق القمح الطري المصلب بحشرة السونا بمستويات (100-300 ملغ/ليتر) تبين بأن الدقيق الناتج عن طحن عينات القمح المدروسة ازداد فيه دليل الجلوتين بنسب تتراوح تقريباً بين ٤٪ و ١٤٪ عند رفع نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ملغ/ليتر، كما رافق ذلك أيضاً تحسناً في خصائص الدقيق الريولوجية وتحسين جودة المنتج النهائي وذلك من خلال تغيير النشاط الهيجروسكوبي للعجينة وتحرر مجموعات الهيدروكسيل (Shokraie et al., 2018)، بينما قام الباحث Lee وآخرون (2003) بدراسة تأثير فيتامين C على خواص الخبز المصنوع من العجين المجمد بعد التخمر الأول، حيث تمت إضافة فيتامين C بكميات مختلفة (50-100-150 ملغ/ليتر إلى العجين المجمد حيث تم تخزين العجين لمدة ٤ أسابيع عند درجة حرارة (20 °C-) وبعد ذلك تم إجراء التقديرات بعد إذابة العجين المجمد وتخمره وخبزه كل أسبوع، وأظهر الخبز الذي يحتوي على 150 ملغ/ليتر من فيتامين C معدل بقاء أعلى لخلايا الخميرة أثناء التخزين بالتجميد، وحجم أعلى من أنواع العجين الأخرى، كما ازدادت صلابة الخبز مع زيادة كمية فيتامين C المضافة، وأظهر الخبز المدتوي على 100 ملغ/ليتر فيتامين C أعلى درجة حسية، وبالتالي فإن إضافة 100 ملغ/ليتر من فيتامين C إلى عجينة الخبز أدى إلى أعلى تقييم شامل.

و تلعب الرطوبة دوراً أساسياً في معظم الأغذية فهي مؤشر مهم لقابلية الحفظ والتصنيع وخصوصاً في الدقيق الذي يعد من المواد الغذائية ذات المدتوي الرطوبي المنخفض ونظراً للتبدلات السريعة التي تحدث في المدتوي الرطوبي نتيجة امتصاص أو فقد الرطوبة وللأهمية الكبيرة لنسبة الرطوبة في تحديد أوزان العينات المأخوذة للاختبارات الريولوجية، تم تقدير الرطوبة بطريقة التجفيف على حرارة ١٣٠م° لمدة ساعة ونصف باستخدام مجفف Memert.

أما بالنسبة لمدتوي الأحماض فتعتبر حموضة الدقيق من الأمور المهمة التي تزداد بشكل أساسي نتيجة حلمهة الدهون والبروتينات والمواد الفوسفورية الموجودة في الدقيق تحت تأثير إنزيمات الليباز والبروتيناز والفوسفاتاز على التوالي ونتيجة حدوث تخمرات للمواد السكرية الموجودة بالدقيق.

٣. المواد وطرائق البحث:

١.٣. مادة البحث:

تم الحصول على النخالة السكرية وكذلك دقيق القمح الزير و استخلاص ٧٢٪ من مطحنة سارة الكائنة في منطقة الحميدية بطرطوس، وتم حفظ نوعي الدقيق سابقا الذكر إلى حين الاستعمال في درجة حرارة الغرفة ٢٠°م وذلك ضمن أوعية خاصة نظيفة ومحدمة الإغلاق.

حمض الأسكور بيك (L-Ascorbic acid (Vitamin C) الصيغة الجزيئية C6H8O6 من شركة HIMEDIA الهندية، الوزن الجزيئي ١٧٦,١٢ غ، النقاوة ≤ ٩٩٪.

خميرة الخباز *Saccharomyces cerevisiae ATCC® 2601™* من شركة HIMEDIA

٢.٣.٢. طرائق البحث:

١.٢.٣. طريقة تحضير العينات:

يتم خلط الدقيق (٤٠ كغ دقيق ٧٢٪ + ٢٠ كغ دقيق قياسي ٨٠٪) ومن ثم يتم مجانستها عن طريق خلطها جيدا، وبالنسبة لعينات الخبز الناتجة توضع هذه العينات بعد التبريد في أكياس من البولي ايتلين المخصص لتغليف الخبز وتوضع في الظروف المحددة للحفظ.

١,١,٢,٣. مرحلة العجن والتخمير:

تم في عينة الشاهد خلط جميع المكونات وفق الكميات الموزعة (٤٠ كغ دقيق ٨٠٪، ٢٠ كغ دقيق أبيض زير و ٧٢٪، ٥٠٠ غ خميرة خبز نشطة، ٧٠٠ غ ملح، ٣٥ ل ماء) وتم تجميعها في مرحلة واحدة لتختمر داخل حوض العجانة، بما يقارب نصف ساعة من الزمن، وتحت درجة حرارة تبلغ ٢٩°م. ومن ثم قسّم العجين إلى قطع، بحيث يتم تشكيلها (ترقيقها) وتخميرها على السير المتحرك بما يقارب ٥ دقائق.

٢,١,٢,٣. مرحلة التسوية:

التسوية في الفرن عند درجة حرارة ٧٠٠ درجة مئوية لمدة ٣٠ ثانية، وتليها عملية تبريد الأرغفة على سير متحرك حوالي ١٠ دقائق، لتوضع بعدها في أكياس من البولي ايتلين، وتم حساب نسب الإضافة من فيتامين C أو حمض الأسكور بيك (مغ/كغ) على أساس وزن العجينة (٦٠ كغ) مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات في كمية الماء والخميرة وفق الجدول (٢).

الجدول (٢) الكميات المستخدمة في عملية العجن وفق الخلطات المعتمدة.

المعاملات	وزن الخميرة المضافة G	حجم الماء المضاف L	حمض الأسكور بيك ملغ/ليتر
الشاهد (B)	500	25	-
المعاملة الأولى (M1)	470	36	١٥
المعاملة الثانية (M2)	450	37	٣٠
المعاملة الثالثة (M3)	430	37.5	٤٥
المعاملة الرابعة (M4)	420	38.5	٦٠
المعاملة الخامسة (M5)	405	40.5	٧5

٣.١.٢.٣. مرحلة التخزين (3 يوم)

تمت التعبئة بأكياس البولي ايتلين وتم حفظها في ظروف مختلفة (في الجو العادي _ في البراد _ في الثلجة) لمراقبة ظاهرة بيات الخبز مقارنة مع عينات غير مضاف لها حمض الأسكور بيك.

٤.١.٢.٣. تحضير السلسلة العيارية من حمض الأسكور بيك:

تمّ تحضير سلسلة بالتركيز (١٥-٣٠-٤٥-٦٠-٧٥ مغ/ليتر) حيث تمّ أولاً تحضير محلول عياري أم من الأسكوربيك بتركيز 100 مغ/ليتر بأخذ 50 مغ من حمض الأسكوربيك بنقاوة (99.9%) في بالون معايرة سعة ٥٠٠ مل، ثمّ يكمل بالماء المقطر حتى خط العيار (المحلول الأم)، فيكون كل أم من هذا المحلول يحتوي على 0.1 مغ من حمض الأسكوربيك، يؤخذ ١٥ مل من المحلول الأم، ويوضع في بالون المعايرة سعة ١٠٠ مل ويكمل إلى خط العيار بالماء المقطر للحصول على محلول للأسكوربيك بتركيز 15 مغ/ليتر، ويؤخذ ٣٠ مل من المحلول الأم، ويوضع في بالون معايرة سعة ١٠٠ مل ويكمل إلى خط العيار بالماء المقطر للحصول على محلول للميثانول بتركيز ٣٠ مغ/ليتر، وهكذا حتى تركيز ٧٥ مغ/ليتر والذي يحصو بأخذ ٧٥ مل من المحلول الأم، ويوضع في بالون معايرة سعة ١٠٠ مل ويكمل بالماء المقطر إلى خط العيار.

٢.٢.٣. الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

١.٢.٢.٣. الاختبارات المطبقة على الدقيق:

- تقدير نسبة الحموضة التنقيطية للدقيق: استخدمت طريقة المعايرة التذقيطية (AOAC, 2004)

لمحلول من ماءات الصوديوم معلوم العيارية (N ٠.١) بوجود دليل الفينول فيثالين، وتم تقدير نسبة الحموضة التذقيطية على أساس حمض لاكتيك في العينات من خلال القانون رقم (٣):

$$\text{الحموضة \%} = \frac{\text{الحجم المستهلك من NaOH} * \text{N} * ٩٠}{\text{وزن العينة الجافة} * ١٠٠} \quad (٣)$$

- تقدير النسبة المئوية لرطوبة الدقيق: استخدمت طريقة التجفيف بالفرن (AOAC, 2004)

عند درجة حرارة 130 ± 1 درجة مئوية حيث تم حساب النسبة المئوية للرطوبة بتطبيق القانون التالي رقم (٤):

$$\text{الرطوبة \%} = \frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف} - \text{وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{الوزن}} * 100$$

- اختبار لون الدقيق: استخدام جهاز Kent-Jones & Martin لتقدير درجة اللون في

الدقيق بعد أن تمّ تصفير الجهاز على عينة دقيق استخراج ٧٢٪.

٢.٢.٢.٢. الاختبارات المطبقة على العجين:

اختبارات جهاز الألفيوغراف: تم استخدام جهاز الألفيوغراف الكائن في مطحنة سارة في طرطوس

واستخدم كعينة شاهد خليط مكون من دقيق ٧٢٪ إنتاج مطحنة سارة في طرطوس مع نخالة ناعمة (سكرية)

بنسبة ثابتة $1/3$ نخالة و $2/3$ دقيق زيرو لتشكيل مادة الاختبار المراد القيام بها في جهاز الألفيوغراف بمعدل

٤ مكررات لدراسة الخواص الريولوجية المحددة والتي يعطيها الجهاز والموضحة بالشكل (٥) حيث أن:

P مقاومة العجين للضغط المطبق عليه (mmh): ويتعبّر عن الحد الأقصى للضغط المطلوب لانهايار

العينة أو الضغط الزائد، ويتم رؤية قيمة P بيانياً على أنها مقدار ارتفاع المنحنى وترتبط بمقاومة العجينة

للانهايار (تماسك وصلابة).

L مطاطية العجين (mm): وتعبّر عن الحد الأقصى لكمية الهواء الذي يمكن أن تحتويه الفقاعة، ويمكن رؤية قيمة L بيانياً بأنها طول منحنى الألفيوغراف أو المسافة التي تمزق فيها الفقاعة، وهو مؤشر على قابلية العجين للتمدد. W طاقة العجين (الطاقة المصروفة للعجين لكل واحد كيلو غرام عجين) (Jol): وتشير إلى قوة خبز العجين (قوة العجين وشدته)، وينظر إلى قيمة W بيانياً كمنطقة إجمالية لمنحنى الألفيوغراف أو طاقة الانهيار الإجمالية (الطاقة اللازمة حتى انهيار وانفجار الفقاعة). وهو يمثل الطاقة اللازمة لتمدد العجين وترتبط بقوة الدقيق، ويجدر الإشارة إلى أن "W" أكبر بكثير في دقيق القمح الصلب منها في دقيق القمح الطري. P/L النسبة بين الضغط والمطاطية: وهي حاصل الضغط المطلوب للانهايار (انهيار أو انفجار فقاعة العجين) والحد الأقصى لكمية الهواء التي تكون الفقاعة قادرة على احتوائها، أي أنها تمثل توازن بين كافة المكونات المرنة للعجين (مرونة، لزوجة العجين، مطاطية).

الجدول (٣) أنواع الدقيق الغذائية وفقاً لمقاييس ومعايير الألفيوغراف

Flour type	P/L ratio	W
Strong wheat flour	0.7	>230
Intermediate wheat flour	0.3 - 0.7	140-230
Weak flour	0.3	<120

Flour type	Typical range
Strong wheat flour	Alveograph P/L: 0.5 - 0.9 Alveograph W: >200
Intermediate wheat flour	Alveograph P/L: 0.4 - 0.9 Alveograph W: 170 - 310
Weak flour	Alveograph P/L: 0.2 - 0.4 Alveograph W: 70 - 100
Weak flour	Alveograph P/L: 0.3 - 1.5 Alveograph W: 60 - 140

الشكل (٥) الخواص الريولوجية للدقيق وفقاً لمقاييس ومعايير الألفيوغراف

تقدير رقم السقوط: تم هذا الاختبار وفق طريقة AACC 56-81B/1992 حيث تم أخذ أوزان محددة بدقة ومعلومة الرطوبة لأن أوزان العينات يتوقف على نسبة الرطوبة فيها، ثم وضعت الكميات المأخوذة في أنابيب الجهاز، ليتم بعد ذلك إضافة ١٢٠ مل ماء مقطر منزوع الشوارد ويتم تعريض الأنابيب لحمام مائي بدرجة حرارة ٩٥ م° ثم

يعبر بعدها ثقل بوزن محدد ويتم حساب الزمن اللازم بالثانية لعبور الثقل بفعل وزنة ضمن الأنبوب، ويوضح الجدول رقم (٣) تصنيف الأقماع حسب درجة النشاط الإنزيمي لأن ما يؤثر على عبور الثقل هو لزوجة العجين التي تقل كلما كان النشاط الإنزيمي مرتفع خصوصاً نشاط أنزيمات ألفا اميلاز التي تحول النشاء إلى دكسيتريينات وما لتوز مما يقلل اللزوجة ويقلل بدوره الزمن اللازم لعبور الثقل ومنه يقل رقم السقوط فكلما كان النشاط الأميلازي أعلى كلما كان رقم السقوط أقل ويوضح الجدول (٣) رقم السقوط مقارنة مع النشاط الإنزيمي.

يتم وزن الدقيق على أساس الرطوبة لأن رقم السقوط يحسب على أساس رطوبة ١٤٪ من خلال جدول خاص بالجهاز يوضح الرطوبة مقارنة بالوزن.

الجدول (٤) رقم السقوط مقارنة مع النشاط الإنزيمي

رقم السقوط (ثا)	درجة النشاط الإنزيمي
١٥٠	عالية
٢٠٠-١٥١	متوسطة
٣٠٠-٢٠١	منخفضة
٤٠٠-٣٠١	منخفضة جداً
٤٠٠<	معدومة

٣.٣. التحليل الإحصائي:

تم إجراء ثلاث تجارب مستقلة لكل اختبار واستخدم برنامج Excel لمعالجة البيانات، حيث تم التعبير عن نتائج التجارب كقيمة متوسطة \pm انحراف معياري. واستخدم اختبار ANOVA لتحليل الدتبيان والوقوف عند الفروق المعنوية عند مستوى دلالة ٥٪.

٤. النتائج والمناقشة:

١.٤. نتائج اختبارات الدقيق الفيزيائية والكيميائية:

يظهر الجدول (٤) متوسطات نسبة الرطوبة في العينات المدروسة ولبيان تأثير حمض الأسكوربيك على مستوى الرطوبة وكذلك نتائج التحليل الإحصائي حيث تبين عدم معنوية الفروق بين المتوسطات ومنه فإن نسبة إضافة حمض الأسكوربيك لا تحدث أي تأثير على محتوى الرطوبة في الدقيق المعد لصناعة الخبز.

الجدول (٥) متوسطات نسبة الرطوبة في عينات الدقيق المعد لصناعة الخبز

المعاملات	B	M1	M2	M3	M4	M5	LSD _{0.05}
نسبة الرطوبة %	١١.٢٨±٠.١٢	١١±٠.٢٣	١١.٢٨±٠.١٨	١١.١٦±٠.٢٣	١١.١٤±٠.٢٤	١١.٢±٠.٢٩	0.27
	a	a	A	a	a	a	

اختلاف الحروف يدل على وجود فرق معنوية عند مستوى دلالة ٥٪.

تم قياس نسبة الحموضة الكلية في الدقيق المعد لصناعة الخبز باستخدام طريقة المعايرة ويظهر الجدول (٦) متوسطات نسبة الحموضة حيث بلغت ٣.٠٥ ± ٠.٣ ٪ في عينة الشاهد ولوحظ أنه مع ازدياد تركيز حمض الأسكوربيك المضاف تنخفض حموضة الدقيق الكلية وباختبار النتائج إحصائياً باستخدام اختبار T المرتبطة تبين أن الفروق المعنوية تظهر بشكل متناقص معنوياً بدءاً من عينة M1 إلى عينة M5 حيث تفوقت العينة

B معنوياً على باقي العينات ومنه نستنتج أن إضافة حمض الأسكور بيك تأثير على الحموضة الكلية للدقيق وكلما زادت نسبة الإضافة قلت نسبة الحموضة الكلية وهذه النتائج تنطبق مع دراسة قام بها Fiellet (٢٠٠٠)، يأتي دور حمض الأسكور بيك في خفض حموضة الدقيق من خلال تثبيط عمل هذه الإنزيمات حيث دلت الدراسات على أن آلية تثبيط الإنزيمات تكون من خلال ارتباط DHAA مع مجموعة الثيول SH من السيستئين الداخل في تركيب هذه الإنزيمات (السيستئين هو حمض أميني كبريتي يدخل في تركيب البروتينات والإنزيمات ويحتوي على مجموعة ثيول SH)، ويعتبر هذا الارتباط بين DHAA ومجموعة SH من السيستئين حدث حاسم لفقد نشاط الإنزيمات (Fiellet, 2000)، وبالتالي تعتبر نسبة الحموضة الكلية مؤشر هام لتحديد جودة ونوعية الدقيق.

الجدول (٦) نسبة الحموضة في عينات الدقيق المعد لصناعة الخبز على أساس حمض لاكتيك.

المعاملات	B	M1	M2	M3	M4	M5	LSD _{0.05}
الحموضة الكلية %	3 a	2.8 b	2.7 c	2.6 d	2.6 d	2.5 e	٠.٠٠٨

اختلاف الحروف يدل على وجود فرق معنوية عند مستوى دلالة ٥٪، $\sigma = 0.05$

يأتي تأثير حمض الأسكور بيك اللامائي كعامل مبيض للدقيق من خلال قيامه بأكسدة هذه الصبغات وتخفيف شدة اللون الأصفر (Fiellet, 2000) ولبيان تأثير نسبة إضافة حمض الأسكور بيك على لون الدقيق تم قياس لون العينات المضاف لها نسب محددة من حمض الأسكور بيك ومقارنتها مع عينة بلائك كشاهد حيث تم تفسير قراءة الجهاز على عينة دقيق ٧٢٪ ويظهر الجدول (٧) متوسطات درجة اللون المقاسة باستخدام جهاز Kent-Jones & Martin حيث كانت أقل درجة للون في عينة M5 ٢٥.١٦ التي تحتوي على أعلى نسبة إضافة بلغت ٧٥ ملغ/ليتر من حمض الأسكور بيك وأعلى درجة للون في عينة B التي لم يضاف لها حمض الأسكور بيك ولبيان الفروق المعنوية تبين عدم معنوية الفروق بين عينة B وعينة M1 في حين ظهرت الفروق المعنوية بين باقي العينات ومنه نستنتج أن درجة اللون تقل بزيادة نسبة حمض الأسكور بيك المضاف للدقيق وهذا يتفق مرجعياً مع Fiellet (٢٠٠٠) وأن نسبة إضافة ١٥ ملغ/ليتر غير معنوي من ناحية لون الدقيق أي لا يوجد تأثير لهذه النسبة من الإضافة على لون الدقيق، يتميز الدقيق ٧٢٪ (دقيق زيرو أبيض) بلون أبيض ويتأثر لون الدقيق بنسبة الاستخراج فكلما زادت نسبة الاستخراج كلما زادت أسمر لون الدقيق وذلك لزيادة الكاروتينويدات الموجود في القشرة أما بالنسبة للنخالة فهي ذات لون أسمر ترابي وتتألف الصبغات المسؤولة عن لون الدقيق (الفلافونيدات في الرشيم، الكزانثوفيل في الأنوسبرم، الكاروتينويدات في القشرة) من سلاسل كربونية غير مشبعة، وعند أكسدة هذه السلاسل تخف شدة لون هذه الصبغات.

الجدول (٧) متوسطات درجة اللون في عينات الدقيق المعد لصناعة الخبز.

المعاملات	B	M1	M2	M3	M4	M5	LSD _{0.05}
درجة اللون	٢٧.٥±٠.٠٤ a	٢٧.٠١±٠.٠١ Ab	٢٦.٩٩±٠.٠١ B	٢٦.٣٥±٠.٠٣ c	٢٥.٨٦±٠.٠٤ d	٢٥.١٦±٠.٠٦ e	٠.٤٩

اختلاف الحروف يدل على وجود فرق معنوية عند مستوى دلالة ٥٪.

٢.٤. نتائج اختبارات العجين:

تم استخدام جهاز الألفيوغراف لدراسة تأثير إضافة حمض الأسكور بيك على الخواص الريولوجية للدقيق الأسمر موضوع الدراسة والمقارنة مع خصائص عينة من العجين لم يضاف إليها حمض الأسكور بيك حيث يعرض الجدول رقم (٨) العلاقة بين الضغط المطبق على العجينة (P) ومطاطية العجينة الناتجة (L) وطاقة العجن المطبقة (W) وفق تغيير التراكيز المستخدمة من حمض الأسكور بيك.

حيثُ تحملت العينة M2 أقل ضغط بين باقي العينات تليها العينة M3 ومن ثم العينة B أما بالنسبة للعينة M5 فقد تحملت أعلى ضغط ممكن وكانت العينة الأكثر مرونة لحصولها على أعلى قيمة للمعامل "L" حيثُ بلغت 218.7 mm أما بالنسبة للعينة M4 فكانت العينة الأقل مرونة تليها العينة B أيضاً. وبالنسبة للمعامل P/L الخاص بالمرونة والمطاطية فقد حصلت العينة M4 على أعلى قيمة بلغت 4.94 ولكنها غير متوازنة من حيث المرونة والمطاطية فقد كانت مرونتها أقل بخمسة أضعاف من المطاطية حسب المعامل L، ويليهما العينة B وبلغت قيمة المعامل 2.07 وهذا يعني أيضاً عدم توازن المرونة مع المطاطية حيثُ كانت المطاطية تقرىبا ضعفي المرونة. أما بالنسبة للعينة M5 فكانت الأمثل من ناحية توازن المرونة مع المطاطية وبلغت قيمة المعامل 0.66.

وبالنسبة للمعامل "W" الخاص بتحديد مرونة وقوة العجينة فكانت قيمته أعلى في عينة M5 مقارنة مع باقي العينات وبلغت 325.3 تليها العينة M2 ومن ثم العينة M3.

وبناء عليه فقد حققت العينة M5 أفضل توازن من حيث المرونة والمطاطية وقوة العجين وتعتبر العينة M5 الأفضل من ناحية الخواص الريولوجية التصنيعية للخبز، حيث يتمتع دقيق القمح بمجموعه من الصفات الريولوجية التصنيعية الهامة وتختلف هذه الخواص باختلاف نوع الدقيق ونسبة الاستخراج ويمكن أن يضاف أيضاً مواد محسنة الهدف منها تعزيز خواص المطاطية والمرونة وزيادة قوة.

جدول (٨) نتائج متوسطات العينات المحللة باستخدام الأفيوغراف

المعاملات	B	M1	M2	M3	M4	M5	LSD _{0.05}
P mmH	a	a	b	a	C	d	10.12
	96.67±0.88	101.67±1.76	76.66±3.75	91.66±1.76	123.66±5.93	145.33±2.9	
L mm	e	f	j	h	l	g	6.8
	46.66±1.76	174.67±2.4	134±1.52	155.3±2.9	25.6±2.33	218.67±2.03	
L/P	k	l	l	l	M	l	0.84
	2.07±0.07	0.58±0.01	0.57±0.03	0.59±0.02	4.94±0.66	0.66±0.02	
W	n	n	o	p	Q	r	8.07
	204.66±2.91	212±1.15	304±2.64	295.67±3.48	163.66±2.33	325.3±2.6	

وإدراسة تأثير نسبة إضافة حمض الأسكوربيك على هذه الخواص تم اختبار العينات عند مستوى دلالة 5% بالنسبة لكل معامل على حدى حيث كانت النتائج بالنسبة للمعامل P كما يوضح الجدول (٩) حيث يتبين أن قيمة P-value أقل من 5% وبالتالي الفروق معنوية وإن نسبة إضافة حمض الأسكوربيك أثرت على قدرة العجين على تحمل الضغط حيث كانت المطاطية أكبر ما يمكن عند الإضافة 75 ملغ/ليتر، في حين أدت الإضافة 30 ملغ/ليتر إلى تدهور خاصية المطاطية وكانت عينة الشاهد أيضاً ذات قدرة منخفضة على تحمل الضغط.

جدول (٩) نتائج التحليل الإحصائي للمعامل P

F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
--------	---------	---	----	----	----	---------------------

3.11	0.01	56.24	1818.59	5	9092.94	Between Groups
			32.33333	12	388	Within Groups
				17	9480.94	Total

أما بالنسبة للمعامل الخاص بالمرونة L فيدبين الجدول (١٠) أن قيمة P-value أقل من ٥٪ وبالتالي أثرت نسبة إضافة الأسكور بيك على خاصية المرونة للعجين وكانت خاصية المرونة سيئة في عينة الشاهد والعينة المضاف لها ٦٠ ملغ/ليتر وأدت الإضافة ٧٥ ملغ/ليتر إلى تحسن خاصية المرونة بشكل جيد جداً.

جدول (١٠) نتائج التحليل الإحصائي للمعامل L

F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
3.11	0.01	1159.68	16944.23	5	84721.17	Between Groups
			14.61	12	175.33	Within Groups
				17	84896.5	Total

وفيما يخص المعامل P/L الخاص بالمرونة والمطاطية فقد تأثر أيضاً معنويًا الجدول (١١) بنسبة إضافة حوض الأسكور بيك وحقت الإضافة ٧٥ ملغ/ليتر أفضل توازن بين المرونة والمطاطية.

جدول (١١) التحليل الإحصائي للمعامل P/L

F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
3.11	0.01	40.84	9.20	5	46.02	Between Groups
			0.225	12	2.7	Within Groups
				17	48.7	Total

أما بالنسبة للمعامل W تم التحليل الإحصائي وأظهر تأثره معنويًا الجدول (١٢) بنسب إضافة حوض الأسكور بيك وأدت الإضافة ٧٥ ملغ/ليتر إلى رفع قوة العجين إلى أفضل أداء مقارنة بباقي نسب الإضافة.

جدول (١٢) نتائج التحليل الإحصائي للمعامل W

F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
3.11	0.01	631.19	12974.62	5	64873.1	Between Groups
			20.5	12	246.6	Within Groups
				17	65119.78	Total

وبناء على التحليل الإحصائي فإن أفضل نسبة إضافة هي ٧٥ ملغ/ليتر حيث أعطت أفضل الخواص من ناحية المرونة والمطاطية وقوة وتماسك العجين، أما استخدام تركيز أقل من ذلك سوف ينعكس سلباً على الخواص الريولوجية للعجين أي أنه سوف يصبح العجين قاسياً وتقل مرونته وتصبح النسبة بين المرونة والمطاطية غير متوازنة وترتفع الطاقة المصروفة لكل كغ خلطة العجين.

قياس رقم السقوط: يوضح الجدول (١٣) رقم السقوط المتحصل عليه بالإختبار حيث بلغ أعلى قيمة في عينة الشاهد وأنخفض تدريجياً في باقي العينات حيث سجل في عينة M5 ٣٥٣ ثانية. ولبيان معنوية الفروق وتأثير تراكيز حوض الأسكور بيك المضافة تم التحليل الإحصائي وحساب قيمة P-value ليدتبد أنها أقل من ٥٪ وبالتالي الفروق الظاهرة غير معنوية ولا يوجد أي تأثير لإضافة الأسكور بيك على رقم السقوط، ويعتبر رقم السقوط من الاختبارات الفيزيوكيميائية الهامة والضرورية جداً لمعرفة ملائمة الدقيق بشكل عام لعملية الخبز فهو يعطي دلالة على سلامة النشاء من التحلل الأنزيمي بفعل انزيمات الفا وبيتا أميلاز.

جدول (١٣) رقم السقوط بالثانية في العينات المختبرة

LSD _{0.05}	M5	M4	M3	M2	M1	B	المعاملات
١٧.٥١	٣٥٣±٦	٣٥٨±٦	٣٥٨±١٣	٣٦٢±٨	٣٦٨±٩	٣٧٠±١٠	رقم السقوط ثا

	a	a	a	a	A	a	
--	---	---	---	---	---	---	--

٥. الاستنتاجات والتوصيات:

١.٤. الاستنتاجات:

- عدم معنوية الفروق بين متوسطات نسبة الرطوبة للمعاملات في الدراسة يدل على أنه لا يوجد أي تأثير لإضافة حمض الأسكوربيك على الدقيق المعد لصناعة الخبز الأسمر في حين كانت هنالك تأثير لخص الأسكوربيك على نسبة للحموضة الكلية المقدرة كخص لأكتيك.
- تأثره درجة اللون في الدقيق بإضافة حمض الأسكوربيك بدءاً من الإضافة ٤٥ ملغ/ليتر وتبين عدم معنوية الفروق في الإضافات الأقل من ذلك.
- لم يتأثر زمن السقوط للعجين بنسبة إضافة حمض الأسكوربيك.
- أعطت الإضافة ٧٥ ملغ/ليتر من حمض الأسكوربيك أفضل الخواص من ناحية المرونة والمطاطية وقوة وتماسك العجين، أما استخدام تركيز أقل من ذلك سوف ينعكس سلباً على الخواص الريولوجية للعجين أي سيصبح العجين قاسياً وتقل مرونته.

٢.٤. التوصيات:

- متابعة الدراسة باستخدام أنواع خبز أخرى
- استخدام محسنات أخرى أثناء صناعة الخبز

٦. المراجع:

١.٥. المراجع العربية:

١. (م.ق.س، ١٩٢/٢٠٠٢) المواصفة القياسية السورية الخاصة بالدقيق، (٢٠٠٢).
٢. المرعي الحسن عمار، سمعان جهاد، الد عيمس محمد. تأثير إضافة حمض الأسكور بيك في الخبث الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح الطري المصاب بحشرة السونة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد ٤٠ العدد (٢٠٢٤): ٨٩-١٠٢.

٢.٥. المراجع الأجنبية:

1. AOAC (2004). Official Methods of Analysis – Helrich, (ed.) 15th edn. Association of official Analytical Chemists, Inc. USA. P 777.
2. APER, P. and BEZARO, V. Manual decettes boulangeres et patisseries. L'Ecole de Boulangerie du Caire. (1990). 118 p.
3. Fiellet, P, L Geain De BLE. Techniques et Documentations, lavoisier, paris, ٢٠٠٠, 11-39.
4. Hrušková, M. and Novotna, D. (2018). Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. Czech Journal of Food Sciences, 21, 137-144.
5. Lee, J. H., Choi, D. R., Lee, S. K., & Min, S. G. (2003). The effect of vitamin C on properties of the breads made by dough frozen after 1st fermentation. Korean Journal of Food Science and Technology, 35(1), 92-96.
6. Shokraie, M., Salehifar, M. and Afshin Pazhooh, R. (2018). Rheological and quality characteristics of pasta produced from sunn pest damaged wheat flour and ascorbic acid. Journal of Agricultural Science and Technology, 20, 953-963.