

## تأثير إضافة حمض الأسكوربيك في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح الطري المصاب بحشرة السنونة

عمار المرعي الحسن<sup>1</sup>، د. جهاد سمعان<sup>2</sup>، د. محمد الدعيمس<sup>3</sup>

<sup>1</sup> طالب ماجستير في قسم علوم الأغذية- كلية الزراعة- جامعة دمشق.

<sup>2</sup> أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة دمشق.

<sup>3</sup> باحث في هيئة البحوث الزراعية، حماة.

### الملخص:

أجري هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ومخبر الحبوب المركزي، وزارة التجارة الداخلية وحماية المستهلك، بهدف دراسة تأثير درجة الإصابة بحشرة السنونة على حبوب القمح الطري (كنسبة مئوية) في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لهذه الحبوب، والعمل على تحسين خصائص الجودة لحبوب القمح المصابة بإضافة نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك. أظهرت نتائج تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السنونة تدني هذه المؤشرات مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسنونة، وكانت نسبة الانخفاض في المؤشرات الكمية والنوعية للبروتينات عند نسبة الإصابة 10% (18.68%) للنسبة المئوية للبروتينات الكلية، (26.52%) للنسبة المئوية للغلوتين الرطب، (28.87%) للنسبة المئوية للغلوتين الجاف و(35.30%) لدليل الغلوتين. بالإضافة إلى ذلك، أثرت الإصابة بحشرة السنونة بشكل كبير في جميع قيم الفارينوغراف المدروسة، فقد تدهورت خصائص الدقيق بشكل واضح مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة في كتلة القمح، حيث انخفضت امتصاصية الدقيق للماء، زمن تطور العجينة وزمن ثباتية العجينة وازدادت درجة ضعف العجينة، وبالتالي تشير النتائج في هذا البحث إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السنونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويغير الوجهة التصنيعية للدقيق. من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة الغلوتين بنسب تتراوح تقريباً بين 4% و14% عند رفع نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm، كما ترافق ذلك أيضاً بتحسين في خصائص الدقيق الريولوجية، وأشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبار دليل الغلوتين يمكن أن يكون وسيلة مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بواسطة حشرة السنونة.

**الكلمات المفتاحية:** دقيق الزيرو عالي الجودة، حشرة السنونة، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص الريولوجية، حمض الأسكوربيك.

تاريخ الإيداع: 2022/9/1

تاريخ القبول: 2022/10/16



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

## Effect of Adding Ascorbic acid on the Physicochemical and Rheological Properties of Soft Wheat Flour Infested with Sunn Pest

Amar Al-MerayAlhassan<sup>1</sup>, Dr. Jihad Samaan<sup>2</sup>, Dr. Mohammad Al-Daimis<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc Candidate, Food Science Department, Agriculture Faculty.

<sup>2</sup> Prof Assistant, Food Science Department, Agriculture Faculty. Damascus University.

<sup>3</sup> Researcher at the Agricultural Research Authority, Hama.

### Abstract:

This research was conducted at the laboratories of Food Sciences Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and the Central Grain Laboratory, Ministry of Internal Trade and Consumer Protection, with the aim of studying the effect of the degree of sunn pest infestation on soft wheat grains (as a percentage) on the physicochemical and rheological properties of these grains, and working to improve quality characteristics of affected wheat grain by adding different proportions of ascorbic acid.

The results of evaluating the physicochemical indicators of the flour produced from wheat samples infected with different percentages of the sunn pest showed a decrease in these indicators with the increase in the percentage of grains infested with sunn, and the percentage of decrease in the quantitative and qualitative indicators of proteins at the 10% percentage of infection was (18.68%) for the percentage of total proteins, (26.52%) for the percentage of wet gluten, (28.87%) for the percentage of dry gluten and (35.30%) for the gluten index. In addition, the infestation of the sunn insect significantly affected all the studied farinograph values, the properties of the flour deteriorated clearly with the increase in the percentage of infested grains in the wheat mass, as the water absorbency of the flour, dough development time and dough stability decreased and the degree of weakness of the dough increased, and thus, the results in this research indicated that infesting wheat grains with the sunn pest would reduce the strength of the flour and change the manufacturing direction of the flour. On the other hand, the addition of ascorbic acid to the flour produced by grinding samples of studied wheat grains infected with different percentages of the sunn insect led to an improvement in the qualitative properties of the proteins. This was also accompanied by an improvement in the rheological properties of the flour, and this study also indicated that the gluten index test could be a very useful method for detecting wheat damaged by the sunn bug.

**Keywords:** High Quality Flour, Sunn Insect, Physicochemical Properties, Rheological Properties, Ascorbic Acid.

Received: 1/9/2022

Accepted: 16/10/2022



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

## المقدمة والدراسة المرجعية:

تتبع حشرة السونة (*Eurygaster integriceps*) عائلة البق النتن (*Pentatomidae*) ورتبة نصفية الأجنحة (*Hemiptera*)، تنتشر في بلدان أوروبا الجنوبية وفي بعض بلدان حوض البحر المتوسط. تضع حشرة السونة بيضها في أواخر شهر آذار وتستمر حتى نهاية شهر نيسان على شكل مجموعات تتكون من (8-15 بيضة) على السطح السفلي للأوراق النباتات البرية، ويبلغ متوسط ما تضعه الانثى الواحدة (150-180 بيضة)، يفقس البيض بعد حوالي (7-10 أيام) إلى حوريات تتغذى على النباتات البرية أولاً، ثم تنتقل إلى نباتات القمح والشعير، وعند اكتمال نموها تتحول إلى حشرة بالغة تتغذى على سنابل النباتات وقت الضحى من النهار ثم تتزاوج وتضع بيضها وتنتقل من نبات إلى آخر (Iranipour et al., 2010, 1). تعتبر حشرة السونة من أخطر الحشرات على محصول القمح في مرحلة النمو الخضري للنبات، لأنها تسبب تدني بالمواصفات التكنولوجية والإنتاجية بشكل كبير، وتصل الخسارة في ظروف الإصابة الشديدة إلى 90% من المحصول، وتختلف شدة إصابة الحبوب حسب طور النمو التي تكون فيه الحبوب، وأخطر هذه المراحل الطور اللبني، حيث قسمت شدة إصابة حبوب القمح الكاملة بحشرة السونة إلى أربع درجات بدءاً من الإصابة التي لا تزيد عن حجم رأس الدبوس على الحبة إلى درجة الحبة التالفة تماماً وعديمة النفع (Mehrabadi et al., 2012, 631).

تؤثر الإصابة بحشرة السونة في تكون النشاء في حبة القمح وخواصه الفيزيائية بعد الطحن، حيث تعدل نسبة النشويات إلى البروتينات لمكونات الحبة وبالتالي في إجمالي مكونات العجينة ونشاط أنزيم الأميلاز (Dizlek and Islamoglu, 2015, 10)، كذلك تؤثر إصابة السونة في تكوين بروتينات الغلوتين في القمح وتأثيرها في جودة الدقيق (1) (Torbica et al., 2014, 1)، ويتأثر نشاط الخميرة وزمن التخمر في العجين الناتج من دقيق حبوب القمح المصابة بحشرة السونة من خلال انخفاض إنتاج نواتج التخمر الأساسية (ثاني أكسيد الكربون والإيثانول) وكذلك النواتج الثانوية (الغلسرين، حمض الخليك وحمض السكسينيك) (Perez et al., 2005, 1125)، كما تؤثر الإصابة بحشرة السونة في بنية الشبكة البروتينية المحيطة بحبيبات النشاء، حيث تتخرب هذه الشبكة بسبب نشاط أنزيمات البروتياز الناتجة من الإصابة الحشرية، وتعطي عجين لزج ذو شبكة غلوتينية ضعيفة وغير متجانسة وبالتالي مواصفات تكنولوجية سيئة (Dizlek, 2017, 339)، وبحسب دراسة Baratto وآخرون (2015, 3124) يمكن التحكم بهذه المواصفات من خلال التحكم بنشاط أنزيم البروتياز وكذلك بإضافة حمض الأسكوربيك، وبعبارة أخرى يجب إضافة حمض الأسكوربيك للسميد أو الدقيق لتحسين جودة ونوعية المنتجات الناتجة من قمح مصاب بحشرة السونة، وقد تمّ إضافة حمض الأسكوربيك بمستويات (100، 200 و 300 ppm) وكانت فعالية هذه الإضافات جيدة في تحسين جودة المنتج النهائي وذلك من خلال تغير النشاط الهيفروسكوبي للعجينة وتحرر لمجموعات الكربوكسيل (Shokraie et al., 2018, 953). بالإضافة إلى ذلك، تمت دراسة تخفيف أثر الإصابة بحشرة السونة في الخصائص التكنولوجية والريولوجية والوزن النوعي لحبوب القمح بخلطها بحبوب سليمة (Dizlek and Ozer, 2016, 1).

تعدّ حشرة السونة من الآفات التي تسبب اضراراً اقتصاديةً على محاصيل الحبوب في الجمهورية العربية السورية، حيث تنتشر في المناطق الشمالية والشرقية (Jaby El-Haramein et al., 2017, 181)، وكذلك في محافظة حماة، حيث لوحظ انتشارها بشكل كبير في موسم 2017، وازدادت الإصابة بحشرة السونة لتصبح آفة زراعية، حيث تراوحت درجة الإصابة بين 3-10% لمتوسط موسم عام 2017، وتدنّت نوعية حبوب القمح المسلمة إلى المؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب إلى الدرجة الرابعة، من حيث مؤشر الوزن النوعي، حسب جدول المقاييس الرسمية المعتمد بالقرار رقم 939/ تاريخ 2017/4/26، كما تدنّت القيمة السعرية لهذه الحبوب المصابة

بشكل كبير ووصل الى أكثر من 50% من السعر الأساسي للقمح، وهذا سبب خسائر اقتصادية كبيرة للفلاحين، رغم المكافحة والمتابعة من قبل مديرية زراعة حماة لمحصول القمح في موسم 2018، حيث تم رش مبيدات حشرية لمكافحة هذه الآفة لحوالي 4000/هكتار، إلا أنه لم يكن أفضل حال من موسم 2017 في مناطق مختلفة من المحافظة.

### مبررات وأهداف البحث:

انتشرت حشرة السونة على محصول القمح في عدة محافظات سورية، حيث شكلت آفة زراعية على هذا المحصول، وهو محصول استراتيجي ينال دعم واهتمام الدولة، لذلك هدف البحث إلى ما يلي:

1. دراسة تأثير درجة الإصابة بحشرة السونة على حبوب القمح الطري (كنسبة مئوية) في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لهذه الحبوب، بالمقارنة مع عينات من نفس الحبوب خالية تماماً من الإصابة (عينة الشاهد).
2. العمل على تحسين خصائص الجودة لحبوب القمح المصابة بحشرة السونة، وذلك بإضافة نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك.

### مواد البحث وطرائقه:

#### 3-1- مواد البحث:

1. عينات من حبوب القمح الطري المسوق في (9) مراكز شراء في محافظة حماة تابعة للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب من موسم 2020، وضعت بأكياس نايلون بوزن (5-10 كغ).
2. حبوب مصابة بحشرة السونة تم عزلها يدوياً (مهما كانت درجة الإصابة) اعتماداً على التشخيص البصري لمنطقة الإصابة.
3. قسمت عينات القمح الطرية السليمة الناتجة إلى 6 عينات وزن كل عينة (5 كغ).
4. حضرت عينات تجريبية بنسب مختلفة من الإصابة بحشرة السونة عن طريق المزج وزناً للحبوب السليمة مع الحبوب المصابة بالسونة (0، 2، 4، 6، 8 و 10%).
5. رطبت حبوب عينات القمح الطري إلى درجة رطوبة 16.5% لمدة 16 ساعة، بدرجة حرارة الغرفة 19 م° ورطوبة جوية 70%، حيث حُسبت كمية الماء المضاف حسب طريقة AACC رقم 26-95 (AACC, 2000).
6. طحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender حسب AACC رقم 26-50 (AACC, 2000) لإنتاج دقيق عالي الجودة (دقيق زيرو) بنسبة استخراج 72%.
7. تمت إضافة حمض الأسكوربيك إلى عينات الدقيق بنسبة (0، 100، 200 و 300 ppm).

#### 3-2- الاختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق:

1. النسبة المئوية للرطوبة: AACC رقم 44-A15 (AACC, 2000).
2. النسبة المئوية للرماد: AACC رقم 08-01 (AACC, 2000).
3. النسبة المئوية للبروتين: رقم 46-10 (AACC, 2000).
4. كمية ونوعية الغلوتين: AACC رقم 38 -A12 (AACC, 2000).
5. درجة اللون: باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series 4.
6. رقم السقوط: AACC رقم 56-81B (AACC, 2000).

## 3-3- الاختبارات الريولوجية للدقيق:

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

## 3-4- التحليل الإحصائي:

أجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات  $\pm$  الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين ANOVA ثم تبع باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة ( $p \geq 0.05$ ) باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab 14.

## 4- النتائج والمناقشة

## 4-1- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:

تم تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات دقيق القمح عالي الجودة (24 عينة) والمضاف لها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك (0، 100، 200 و 300 ppm) الناتجة عن طحن العينات التجريبية لحبوب القمح الطري (6 عينات) والممزوجة بنسب مختلفة من

الحبوب المصابة بحشرة السونة (0، 2، 4، 6، 8 و 10%) وسُجِّلت النتائج في الجداول (1، 2، 3، 4، 5 و 6).

الجدول (1): الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح السليمة (0% الحبوب المصابة بالسونة) والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.12 <sup>a</sup> ±14.68	0.22 <sup>a</sup> ±14.65	0.10 <sup>a</sup> ±14.61	0.41 <sup>a</sup> ±14.66	الرطوبة (%)
0.59 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.62 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±0.60	0.01 <sup>a</sup> ±0.61	الرماد (%)
9.88 ± 0.05 <sup>a</sup>	9.80 ± 0.24 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup> ±9.82	0.10 <sup>a</sup> ±9.85	البروتين (%)
27.44 ± 0.42 <sup>a</sup>	27.42 ± 0.31 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±27.38	0.14 <sup>a</sup> ±27.40	الغلوتين الرطب (%)
7.15 ± 0.05 <sup>a</sup>	7.12 ± 0.10 <sup>a</sup>	7.13 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup> ±7.10	الغلوتين الجاف (%)
65.22 ± 3.12 <sup>c</sup>	65.15 ± 1.20 <sup>c</sup>	64.10 ± 2.55 <sup>b</sup>	1.35 <sup>a</sup> ±62.60	دليل الغلوتين (%)
1.55 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.54 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±1.50	0.02 <sup>a</sup> ±1.55	اللون (درجة)
350.00 ± 4.20 <sup>a</sup>	352.00 ± 3.22 <sup>a</sup>	5.35 <sup>a</sup> ±350.00	6.50 <sup>a</sup> ±355.00	رقم السقوط (ثانية)

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (2): الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 2% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.10 <sup>a</sup> ±14.56	0.34 <sup>a</sup> ±14.55	0.21 <sup>a</sup> ±14.52	0.22 <sup>a</sup> ±14.54	الرطوبة (%)
0.86 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup> ±0.86	0.05 <sup>a</sup> ±0.88	الرماد (%)
9.56 ± 0.12 <sup>a</sup>	9.50 ± 0.32 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±9.55	0.15 <sup>a</sup> ±9.52	البروتين (%)
25.64 ± 0.31 <sup>a</sup>	25.62 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup> ±25.66	0.10 <sup>a</sup> ±25.65	الغلوتين الرطب (%)
6.65 ± 0.02 <sup>a</sup>	6.66 ± 0.15 <sup>a</sup>	6.61 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±6.64	الغلوتين الجاف (%)
62.60 ± 1.15 <sup>c</sup>	61.50 ± 3.40 <sup>c</sup>	60.88 ± 5.42 <sup>b</sup>	2.15 <sup>a</sup> ±60.20	دليل الغلوتين (%)
1.85 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.86 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup> ±1.88	0.01 <sup>a</sup> ±1.85	اللون (درجة)
310.00 ± 5.10 <sup>a</sup>	305.00 ± 6.20 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup> ±312.00	5.20 <sup>a</sup> ±310.00	رقم السقوط (ثانية)

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (3) الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 4% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.15 <sup>a</sup> ±13.64	0.42 <sup>a</sup> ±13.65	0.31 <sup>a</sup> ±13.62	0.15 <sup>a</sup> ±13.66	الرطوبة (%)
0.95 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.98 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±0.99	0.02 <sup>a</sup> ±0.96	الرماد (%)
9.11 ± 0.10 <sup>a</sup>	9.12 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup> ±9.15	0.11 <sup>a</sup> ±9.10	البروتين (%)
25.11 ± 0.24 <sup>a</sup>	25.10 ± 0.22 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup> ±25.12	0.11 <sup>a</sup> ±25.15	الغلوتين الرطب (%)
6.25 ± 0.10 <sup>a</sup>	6.21 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.20 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup> ±6.22	الغلوتين الجاف (%)
60.10 ± 2.35 <sup>d</sup>	59.90 ± 5.10 <sup>c</sup>	58.40 ± 3.55 <sup>b</sup>	1.45 <sup>a</sup> ±56.50	دليل الغلوتين (%)
2.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.12 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup> ±2.10	0.02 <sup>a</sup> ±2.15	اللون (درجة)
292.00 ± 2.65 <sup>a</sup>	288.00 ± 5.00 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup> ±290.00	6.10 <sup>a</sup> ±290.00	رقم السقوط (ثانية)

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

الجدول (4): الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 6% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.10 <sup>a</sup> ±12.52	0.05 <sup>a</sup> ±12.56	0.14 <sup>a</sup> ±12.54	0.34 <sup>a</sup> ±12.55	الرطوبة (%)
1.24 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.25 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±1.20	0.04 <sup>a</sup> ±1.22	الرماد (%)
8.91 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.94 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup> ±8.92	0.10 <sup>a</sup> ±8.95	البروتين (%)
24.71 ± 0.11 <sup>a</sup>	24.70 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup> ±24.76	0.10 <sup>a</sup> ±24.75	الغلوتين الرطب (%)
6.05 ± 0.02 <sup>a</sup>	6.02 ± 0.06 <sup>a</sup>	6.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±6.05	الغلوتين الجاف (%)
56.40 ± 1.25 <sup>d</sup>	55.10 ± 4.20 <sup>c</sup>	52.80 ± 1.65 <sup>b</sup>	2.15 <sup>a</sup> ±51.30	دليل الغلوتين (%)
2.45 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.44 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±2.40	0.05 <sup>a</sup> ±2.45	اللون (درجة)
275.00 ± 3.35 <sup>a</sup>	274.00 ± 2.30 <sup>a</sup>	5.15 <sup>a</sup> ±277.00	3.20 <sup>a</sup> ±275.00	رقم السقوط (ثانية)

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

الجدول (5): الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 8% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.12 <sup>a</sup> ±11.26	0.15 <sup>a</sup> ±11.26	0.10 <sup>a</sup> ±11.22	0.16 <sup>a</sup> ±11.25	الرطوبة (%)
1.66 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup> ±1.65	0.11 <sup>a</sup> ±1.66	الرماد (%)
8.20 ± 0.25 <sup>a</sup>	8.25 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±8.21	0.31 <sup>a</sup> ±8.22	البروتين (%)
24.21 ± 0.10 <sup>a</sup>	24.24 ± 0.24 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup> ±24.12	0.12 <sup>a</sup> ±24.15	الغلوتين الرطب (%)
5.55 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.54 ± 0.05 <sup>a</sup>	5.52 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup> ±5.55	الغلوتين الجاف (%)
50.90 ± 2.35 <sup>d</sup>	49.60 ± 2.10 <sup>c</sup>	48.20 ± 4.15 <sup>b</sup>	3.25 <sup>a</sup> ±46.60	دليل الغلوتين (%)
4.35 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.31 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup> ±4.32	0.10 <sup>a</sup> ±4.30	اللون (درجة)
255.00 ± 2.15 <sup>a</sup>	252.00 ± 1.25 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup> ±250.00	6.10 <sup>a</sup> ±255.00	رقم السقوط (ثانية)

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (6): الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 10% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.33 <sup>a</sup> ±10.71	0.10 <sup>a</sup> ±10.75	0.05 <sup>a</sup> ±10.72	0.21 <sup>a</sup> ±10.74	الرطوبة (%)
1.92 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.94 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup> ±1.95	0.02 <sup>a</sup> ±1.92	الرماد (%)
8.02 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.00 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup> ±8.05	0.02 <sup>a</sup> ±8.01	البروتين (%)
20.11 ± 0.15 <sup>a</sup>	20.15 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup> ±20.10	0.10 <sup>a</sup> ±20.12	الغلوتين الرطب (%)
5.05 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.02 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.01 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup> ±5.05	الغلوتين الجاف (%)
46.50 ± 4.22 <sup>c</sup>	44.10 ± 3.15 <sup>b</sup>	42.70 ± 1.10 <sup>b</sup>	1.05 <sup>a</sup> ±40.50	دليل الغلوتين (%)
5.15 ± 0.04 <sup>a</sup>	5.12 ± 0.22 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup> ±5.15	0.02 <sup>a</sup> ±5.10	اللون (درجة)
245.00 ± 1.10 <sup>a</sup>	241.00 ± 2.35 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup> ±244.00	5.11 <sup>a</sup> ±245.00	رقم السقوط (ثانية)

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

أهم ما يميز نتائج هذه الجداول هو تدني المؤشرات الفيزيوكيميائية للدقيق مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسونة، من جهة أخرى، أدت عملية إضافة حمض الأسكوربيك إلى تحسن معنوي في المؤشرات النوعية للبروتينات فقط دون المؤشرات الكمية. لوحظ من جداول تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية، عند مقارنة عينات الشاهد (ppm 0 حمض الأسكوربيك)، أن رفع نسبة استبدال حبوب القمح السليمة بالحبوب المصابة بالسونة قد أدت إلى انخفاض في النسبة المئوية للرطوبة (10.74-14.66%)، النسبة المئوية للبروتينات الكلية على أساس الوزن الجاف (8.01-9.85%)، النسبة المئوية للغلوتين الرطب (20.12-27.38%)، النسبة المئوية للغلوتين الجاف (5.05-7.10%)، دليل الغلوتين (40.50-62.60%) ورقم السقوط (245.00-355.00 ثانية)،

بينما ازدادت النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف (0.61-1.92%) ودرجة لون الدقيق (1.55-5.10 درجة)، وتتوافق نتائج هذا البحث مع أبحاث سابقة بينت أن إصابة محصول القمح بحشرة السونة ينتج عنه تغيرات سلبية في مؤشرات جودة الدقيق، وتشير هذه التغيرات السلبية في خصائص بروتينات الدقيق مع مستويات الإصابة الأعلى إلى التحلل المائي للروابط الببتيدية عن طريق النشاط التحليلي المفرط الناتج عن حقن البروتيناز بواسطة حشرة السونة أثناء مرحلة ملء الحبوب (Diraman, 2009, 7049)، حيث يعمل أنزيم البروتيناز على تكسير شبكة الغلوتين أثناء الخلط والتخمير مما يؤدي إلى ضعف الخصائص الريولوجية والخبزية مع انخفاض حجم الرغيف والقوام غير المقبول (Sivri et al., 1999, 816)، وكما أظهرت الدراسات الريولوجية ودراسات الخبيز أن القمح الذي يحتوي على 5% حبات تالفة من حشرة السونة لا يمكن استخدامه لإنتاج خبز عالي الجودة (Harriri et al., 2000, 113). بالإضافة إلى ذلك، أثبتت دراسة سابقة أن أنزيم الحشرات يؤثر في الخصائص النوعية لبروتينات دقيق القمح أكثر من الخصائص الكمية (Burcu et al., 2009, 813)، حيث بينت نتائج بحثنا أن نسبة الانخفاض في المؤشرات الكمية والنوعية للبروتينات عند نسبة الإصابة 10% كانت (18.68%، 26.52%، 28.87% و 35.30%) لكل من النسبة المئوية للبروتينات الكلية، النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف ودليل الغلوتين على التوالي، كما أشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبار دليل الغلوتين يمكن أن يكون وسيلة مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بواسطة حشرة السونة. على النقيض من ذلك، بينت دراسة سابقة أن قيم أرقام السقوط لم تكن مرتبطة بمستوى الضرر بحشرة السونة، وكانت أنشطة الأميلاز لعينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة منخفضة جداً (Koksel et al., 2009, 181)، وفي ما يخص نتائج بحثنا، وعلى الرغم من انخفاض أرقام السقوط مع ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة، لكنها بقيت ضمن المجال المقبول تكنولوجياً، حيث يجب أن لا يقل رقم السقوط للدقيق المعد لصناعة منتجات المخازن عن 250 ثانية (Kiszonas et al., 2018, 1). من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة والمصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات، فقد ازداد دليل الغلوتين بنسب تتراوح تقريباً بين 4% و 14% عند رفع نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm، ويعود ذلك إلى فعل حمض الأسكوربيك المؤكسد، حيث يعمل على أكسدة الروابط SH- إلى S-S-، وبالتالي يزداد الوزن الجزيئي للبروتينات (Hrušková and Novotna, 2018, 137). يعد دليل الغلوتين (GI) مقياساً لبروتين القمح يوفر تحديداً متزامناً لنوعية الغلوتين وكميته، حيث تعبر قيمة GI عن النسبة المئوية للوزن من الغلوتين الرطب المتبقي على منخل بعد الغسيل الأوتوماتيكي بالمحلول الملحي والطررد المركزي، وقد تم مؤخراً تقديم اختبار دليل الغلوتين كطريقة أسرع لقياس جودة القمح مقارنةً بالطرائق الآلية التقليدية، مثل الميكسوغراف والفارينوغراف، وهو أيضاً معياراً يحدد ما إذا كانت نوعية الغلوتين ضعيفة أم طبيعية أم قوية، واكتسب اختبار دليل الغلوتين قبولاً واسعاً كوسيلة لتحديد قوة الغلوتين ويستخدم في مواصفات التجارة الدولية (Oikonomou et al., 2015, 1)

## 4-2- خصائص الفارينوغراف للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:

تمت دراسة تأثير نسب ضرر آفة السونة (*Eurygaster Integriceps*) في خصائص دقيق القمح الريولوجية باستخدام تقنية الفارينوغراف، حيث حُلَّت عينات الدقيق التي تم الحصول عليها من عينة الشاهد (0%) والعينات متوسطة الضرر (2% و4%) والعينات عالية الضرر (6%، 8% و10%) والمضاف لها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك، وسجلت النتائج في الجداول (7)، (8، 9 و10).

الجدول (7): امصاصية الماء (%) للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.10 <sup>c</sup> ±63.72	0.15 <sup>c</sup> ±63.55	0.21 <sup>b</sup> ±62.84	0.33 <sup>a</sup> ±62.25	حبوب قمح سليمة
62.51 ± 0.42 <sup>b</sup>	62.42 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.24 <sup>a,b</sup> ±62.35	0.14 <sup>a</sup> ±62.10	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
61.65 ± 0.45 <sup>c</sup>	61.10 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a,b</sup> ±60.95	0.32 <sup>a</sup> ±60.77	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
58.86 ± 0.12 <sup>c</sup>	58.66 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup> ±58.56	0.64 <sup>a</sup> ±58.35	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
57.95 ± 0.51 <sup>c</sup>	57.75 ± 0.41 <sup>b,c</sup>	57.59 ± 0.44 <sup>b</sup>	0.66 <sup>a</sup> ±57.25	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
56.55 ± 0.42 <sup>c</sup>	56.20 ± 0.25 <sup>b</sup>	55.94 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup> ±55.80	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (8): زمن تطور العجينة (دقيقة) للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.02 <sup>b</sup> ±2.50	0.05 <sup>a</sup> ±2.25	0.01 <sup>a</sup> ±2.25	0.04 <sup>a</sup> ±2.15	حبوب قمح سليمة
2.25 ± 0.42 <sup>b</sup>	2.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup> ±2.15	0.01 <sup>a</sup> ±2.10	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
2.05 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.00 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.01 <sup>a</sup> ±1.75	0.05 <sup>a</sup> ±1.75	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
2.25 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.10 ± 0.02 <sup>b,c</sup>	0.01 <sup>b</sup> ±2.00	0.01 <sup>a</sup> ±1.75	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
1.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.50 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.08 <sup>a</sup> ±1.25	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
1.50 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.50 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.25 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±1.20	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (9): زمن ثباتية العجينة (دقيقة) للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
0.06 <sup>b</sup> ±2.50	0.04 <sup>b</sup> ±2.55	0.02 <sup>b</sup> ±2.50	0.01 <sup>a</sup> ±2.00	حبوب قمح سليمة
2.50 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.50 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup> ±2.55	0.04 <sup>a</sup> ±2.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
2.25 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.20 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup> ±2.05	0.01 <sup>a</sup> ±1.75	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
1.55 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.50 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup> ±1.50	0.02 <sup>a</sup> ±1.20	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
1.25 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.25 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.20 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.05 <sup>a</sup> ±1.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
1.25 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.10 ± 0.04 <sup>a,b</sup>	1.10 ± 0.02 <sup>a,b</sup>	0.01 <sup>a</sup> ±1.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

الجدول (10): درجة ضعف العجينة (BU) للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
2.10 <sup>c</sup> ±80.50	0.65 <sup>b</sup> ±85.20	5.45 <sup>b</sup> ±85.50	3.20 <sup>a</sup> ±90.00	حبوب قمح سليمة
90.00 ± 5.00 <sup>b</sup>	92.10 ± 5.15 <sup>b</sup>	4.25 <sup>a</sup> ±95.00	6.20 <sup>a</sup> ±95.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
90.00 ± 3.35 <sup>b</sup>	90.20 ± 4.05 <sup>b</sup>	6.45 <sup>b</sup> ±90.00	1.44 <sup>a</sup> ±95.50	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
92.50 ± 1.04 <sup>c</sup>	95.00 ± 5.42 <sup>b</sup>	3.21 <sup>b</sup> ±95.20	2.42 <sup>a</sup> ±98.10	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
100.00 ± 3.86 <sup>b</sup>	100.50 ± 3.02 <sup>b</sup>	100.50 ± 5.01 <sup>b</sup>	6.25 <sup>a</sup> ±110.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
100.00 ± 5.44 <sup>c</sup>	115.00 ± 4.25 <sup>b</sup>	115.00 ± 2.30 <sup>b</sup>	5.05 <sup>a</sup> ±120.00	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

\* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة  $P \leq 0.05$ .

لوحظ أن الإصابة بحشرة السونة قد أثرت بشكل كبير في جميع قيم الفارينوغراف المدروسة، حيث تدهورت خصائص الدقيق بشكل واضح مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة بحشرة السونة في كتلة القمح. حدث انخفاض في قيمة الامتصاصية في مجموعات الدقيق (62.25%) للشاهد إلى (55.80%) للعينة المصابة بنسبة 10%، ويعود هذا الانخفاض في امتصاصية الدقيق للماء إلى تحلل البروتينات والنشاء، مما ينتج عنه انخفاض قدرة هذه المكونات على الاحتفاظ بالماء (Olanca et al., 2009, 813). بالإضافة إلى ذلك، تراكفت زيادة نسبة الإصابة بانخفاض زمن تطور العجينة (1.20-2.15 دقيقة) وزمن ثباتية العجينة (1.00-2.00 دقيقة) وارتفاع درجة ضعف العجينة (90.00-120.00 BU)، ويعود ذلك إلى انخفاض الوزن الجزئي للغلوتين (Dizlek and Ozer, 2016, 1)، وبالتالي تشير هذه النتائج إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويغير الوجهة التصنيعية للدقيق. بشكل عام، توفر الخصائص الريولوجية معلومات أولية كبيرة حول تصنيع الخبز، فهي اختبارات مهمة جداً لصناعات الحبوب والطحن (Diraman et al., 2013, 359)، وعادةً يتم تقييم الخصائص الريولوجية لعجين

دقيق القمح بطرائق مختلفة، منها اختبار الفارينوغراف والذي يستخدم لتحديد السلوك الريولوجي أثناء خلط العجين ومقاومة العجين للخلط (Basar et al., 2015, 13)، ويعد مؤشر ثباتية العجينة مؤشراً جيداً على جودة بروتين الدقيق، حيث تعطي أنواع الدقيق الأقوى عموماً قيمةً لمؤشر ثباتية العجينة أطول من الدقيق الأضعف (Karababa and Ozan, 1998, 399). فيما يخص الدراسات السابقة حول تأثير إصابة حبوب القمح بحشرة السونة في مؤشرات الفارينوغراف، أفاد Karababa و Ozan (1998) أن الفروق المعنوية ( $P < 0.05$ ) قد لوحظت بين عينات الدقيق السليمة والتالفة من حيث معايير الفارينوغراف باستثناء امتصاصية الدقيق للماء التي لم تتأثر بدرجة الإصابة، بينما أظهر Basar وآخرون (2015) أن إصابة القمح بحشرة السونة قد أثرت معنوياً في جميع خصائص الفارينوغراف ( $P < 0.01$ )، وأفادوا، بشكل عام، أنه مع زيادة نسبة الحبوب التالفة من القمح في كتلة القمح تنخفض خطياً قيم امتصاصية الدقيق للماء، زمن تطور العجينة وزمن ثباتية العجينة وتزداد قيم درجة ضعف العجينة، وبالنسبة للجزء الأكبر من النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة الحالية كانت متوافقة مع التفسيرات المذكورة أعلاه، ولكن كانت هناك اختلافات طفيفة بين الدراسات، يمكن تفسير هذه الاختلافات من خلال اختلاف مستويات الإصابة المستخدمة في التجارب، واختلافات عائدة إلى الاختلافات الجينية بين أصناف القمح (خصائص صنف القمح)، ومدة فترة نمو المحصول، ومرحلة حدوث الإصابة بالحشرات (Dizlek and Islamoglu, 2009, 44). من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك بالنسب المذكورة إلى تحسن في خصائص الدقيق الريولوجية، ففي العينة ذات درجة الإصابة العالية بحشرة السونة (10%) لوحظ ازدياد في امتصاصية الدقيق للماء (55.80-56.55%)، زمن تطور العجينة (1.20-1.50 دقيقة) وزمن ثباتية العجينة (1.00-1.25 دقيقة) وانخفاض في درجة ضعف العجينة (100.00-120.00 BU)، وتتوافق هذه النتائج مع أبحاث سابقة أفادت أن الإضافات مثل حمض الأسكوربيك و DATEM والغلوتين الحيوي كان لها تأثير محسّن في جودة الخبز المصنوع من الدقيق الناتج عن القمح المصاب بحشرة السونة، وهذا التحسن في جودة الخبز ناتج عن التحسن في خصائص الدقيق الريولوجية نتيجة هذه الإضافات، ومع ذلك، لم يكن لهذه الإضافات أي تأثير في جودة الخبز عندما تضرر القمح عند مستويات عالية (Sivri and Koksel, 2002, 287).

### الاستنتاجات والتوصيات:

1. أظهرت نتائج تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج عن عينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة تدني هذه المؤشرات مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسونة.
2. بينت نتائج البحث أن نسبة الانخفاض في المؤشرات الكمية والنوعية للبروتينات عند نسبة الإصابة 10% كانت (18.68%) للنسبة المئوية للبروتينات الكلية، (26.52%) للنسبة المئوية للغلوتين الرطب، (28.87%) للنسبة المئوية للغلوتين الجاف و (35.30%) لدليل الغلوتين.
3. أثرت الإصابة بحشرة السونة بشكل كبير في جميع قيم الفارينوغراف المدروسة، فقد تدهورت خصائص الدقيق بشكل واضح مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة بحشرة السونة في كتلة القمح، حيث انخفضت امتصاصية الدقيق للماء، زمن تطور العجينة وزمن ثباتية العجينة وازدادت درجة ضعف العجينة.

4. تشير النتائج في هذا البحث إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويغير الخصائص التصنيعية للدقيق.
5. أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة والمصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات، فقد ازداد دليل الغلوتين بنسب تتراوح تقريباً بين 4% و 14% عند رفع نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm، كما ترافق ذلك أيضاً بتحسن في خصائص الدقيق الريولوجية.
6. أشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبار دليل الغلوتين يمكن أن يكون وسيلة مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بواسطة حشرة السونة.
- وبناء على ما سبق يمكن أن نوصي بما يلي:
1. استخدام اختبار RSM لتحديد النسبة المثلى من حمض الأسكوربيك المضاف إلى دقيق القمح المصاب بحشرة السونة لتحسين الخصائص المدروسة.
2. وضع معادلة رياضية تربط بين درجة الإصابة بحشرة السونة وكمية حمض الأسكوربيك الواجب إضافتها لتحسين خصائص الدقيق.

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

## References:

1. AACC. (2000). *Approved Methods of the AACC*, 10th edn. Methods 38-A12, 08-01, 44-A15, 46-10, 54-21, 54-10, 89-01. St Paul, MN. AACC.
2. Baratto, M. C., Becker, N. B., Gelinski, J, M. L. N. and Silveira S, M. (2015). *Influence of enzymes and ascorbic acid on dough rheology and wheat bread quality*. African Journal of Biotechnology, 14, 3124-3130.
3. Burcu, O., Dilek, O. and Hamit, K. (2009). *Effects of suni-bug (Eurygaster spp.) damage on size distribution of durum wheat (Triticum durum L.) proteins*. European Food Research and Technology, 229, 813-820.
4. Diraman, H. (2009). *Effect of suni-bug (Eurygaster spp.) damage on some biochemical properties of bread wheat variety (Bezostaja)*. Asian Journal of Chemistry, 21, 7049-7053.
5. Dizlek, H. (2017). *Effects of sunn pest (Eurygaster spp.) sucking degree in grain on wheat quality characteristics*. Romanian Agricultural Research, 2017, 339-349.
6. Dizlek, H. and Islamoglu, M. (2009). *Effects of sunn pest (Eurygaster integriceps) damage ratio on gluten quantity and quality of wheat varieties*. Hasad Gida Dergisi, 25, 44-49.
7. Dizlek, H. and Islamoglu, M. (2015). *Effects of sunn pest (Eurygaster maura L. Heteroptera; Scutelleridae) sucking number on physical and physicochemical characteristics of wheat varieties*. Journal of Applied Botany and Food Quality, 88, 10-15.
8. Dizlek, H. and Ozer, M. (2016). *Effects of sunn pest (Eurygaster integriceps) damage ratios on rheological characteristics of wheat flour*. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 9, 1-8.
9. Dizlek, H. and Özer, M. S (2016). *The improvement of bread characteristics of sunn pest (Eurygaster integriceps) damaged bread wheat by blending application and using additives*. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 8, 1-12.
10. Harriri, G., Williams, P. C. and El-Haramein, F. J. (2000). *Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of Syrian wheat*. Journal of Cereal Science, 31, 111-118.
11. 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.
12. Iranipour, S., Pakdel, A. K. and Radjabi, G. (2010). *Life history parameters of the sunn pest, Eurygaster integriceps, held at four constant temperatures*. Journal of Insect Science, 10, 1-9.
13. Jaby El-Haramein, F., El Bouhssini, M., Amir-Maafi, M., Canhilal, R. and Kutuk. H. (2007). *The impact of sunn pest density on grain and flour quality*. A Decade of Progress 1994-2004 Arab Society for Plant Protection, 181-186.
14. Karababa, E. and Ozan, A. N. (1998). *Effect of wheat bug (Eurygaster integriceps) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77, 399-403.
15. Kiszonas, A. M., Engle, D. A., Pierantoni, L. A. and Morris, C. F. (2018). *Relationships between falling number,  $\alpha$ -amylase activity, milling, cookie and sponge cake quality of soft white wheat*. Cereal Chemistry, (95), 1-34.
16. Koxsel, H., Ozderen, T., Olanca, B. and Ozay, D. S. (2009). *Effects of suni bug (Eurygaster spp.) damage on milling properties and semolina quality of durum wheats (Triticum durum L.)*. Cereal Chemistry, 86, 181-186.

17. Mehrabadi, M., Bandani, A. R., Allahyari, M. and Serrão, J. E. (2012). *The sunn pest, Eurygaster integriceps puton (Hemiptera: Scutelleridae) digestive tract: Histology, ultrastructure and its physiological significance*. Micron, 43, 631-637.
18. Oikonomou, N. A., Bakalis, S., Rahman, M. S. and Krokida, M. K. (2015). *Gluten index for wheat products: Main variables in affecting the value and nonlinear regression model*. International Journal of Food Properties, 18, 1-11.
19. Olanca, B., Sivri Ozay, D. and Koksel, H. (2009). *Effects of suni-bug (Eurygaster spp.) damage on size distribution of durum wheat (Triticum durum L.) proteins*. European Food Research and Technology, 229, 813-820.
20. Perez, G., Bonet, A. and Rosell, C. M. (2005). *Relationship between gluten degradation by Aelia spp and Eurygaster spp and protein structure*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1125-1130.
21. 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.
22. Sivri, D. and Koksel, H. (2000). *Characterisation and partial purification of gluten hydrolyzing protease from bug (Eurygaster spp.) damaged wheat*. In: Shewry, P. R. and Tatham, A. S. (Eds) Wheat gluten. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 287-290.
23. Sivri, D., Sapirstein, H., Koksel, H., Bushuk, W. (1999). *Effects of wheat bug (Eurygaster maura) protease on glutenin proteins*. Cereal Chemistry 76, 816-820.
24. Torbica, A. M., Mastilović, J. S., Pojić, M. M. and Kevrešan, Ž. S. (2014). *Effects of wheat bug (Eurygaster spp. and Aelia spp.) infestation in preharvest period on wheat technological quality and gluten composition*. The Scientific World Journal, 2014, 1-6.