Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (5), Issue (4) : 30 Dec 2021
P: 57 - 75

AJSRP
ISSN: 2522-3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (5)، العدد (4) : 30 ديسمبر 2021م
ص: 57 - 75

Sprouted Syrian Wheat in The Production of Arab Bread

Mai Rajwan Al-kateb

Ramadan Attra

Faculty of Chemical and Petroleum Engineering || Al-Baath University || Syria

Ahmad Mofeed Hasn Sobh

College of Health Sciences || Al-Baath University || Syria

Abstract: The research aims to study the optimum conditions for germination of Syrian hard wheat Cham 3, and to study the possibility of benefiting from sprouted wheat in fortifying Syrian Arab bread. The results were then treated statistically at the 95% reliability level using the Minitab program version 14. 0.

It was evident through the statistical results that the optimum germination conditions for Syrian durum wheat Sham 3 is a temperature of 20 °C for a period of 4 days, as with these conditions the folic acid content reached 1. 75 mg / kg, which is approximately 13 times the folic acid content of meal wheat without sprouting (0. 135 mg / kg).

By studying the rheological properties of flour and meal using Alveograph and Mixolab, it was noticed that germination led to a decrease in the strength of meal wheat. Where all the Alveograph indicators (P, L, G, W) and Mixolabs (C1, C2, C3, C4, C5, DDT) of germinated wheat significantly decreased compared to both flour and non-germinated meal. It was found that the possibility of benefiting from the Syrian sprouted wheat in fortifying the Syrian Arab bread, and the best percentage of adding crushed wheat sprouts to the Arabic bread is 40%, as it gave a sensory acceptable Arabic bread in terms of texture, separability, foldability and in terms of physical properties.

The benefiting from the Syrian sprouted wheat in fortifying the Syrian Arab bread is possible, and the best percentage of adding sprouted wheat meal to the Arabic bread is 40%, as it gives a sensory acceptable Arabic bread in terms of texture, separability, foldability and in terms of physical properties.

Keywords: Sprouted Syrian Wheat, Arabic Bread, Rheological properties, Folic Acid.

القمح السوري المنبت في إنتاج الخبز العربي

مي رجوان الكاتب

رمضان سليمان عطرة

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية || جامعة البعث || سوريا

أحمد مفيد حسن صبح

كلية العلوم الصحية || جامعة البعث || سوريا

المستخلص: هدف هذا البحث إلى دراسة الشروط المثلى لإنبات القمح السوري القاسي شام 3، وإمكانية الاستفادة من القمح المنبت في تدعيم الخبز العربي السوري، وقد عولجت النتائج بعد ذلك إحصائياً عند مستوى وثوقية 0. 05 باستخدام برنامج Minitab الإصدار 14. 0.

تبيّن من خلال النتائج الإحصائية أنّ شروط الإنبات المثلى للقمح السوري القاسي شام 3 هي عند حرارة 20 م° ولمدة 4 أيام، حيث وصل بهذه الشروط محتوى حمض الفوليك 1. 75 ملغم/كغ وهو يعادل 13 ضعف تقريباً من محتوى حمض الفوليك في مجروش القمح غير المنبت (0. 135 ملغم/كغ).

من خلال دراسة خصائص الدقيق والمجروش الريولوجية باستخدام الألفيوغراف والميكسولاب لوحظ أنّ الإنبات أدى إلى انخفاض قوة المجروش، حيث إنخفضت جميع مؤشرات الألفيوغراف (P, L, G, W) والميكسولاب (C1, C2, C3, C4, C5, DDT) لمجروش القمح المنبت بشكل معنوي كبير بالمقارنة مع كل من الدقيق والمجروش غير المنبت.

تبين إمكانية الاستفادة من القمح السوري المنبت في تدعيم الخبز العربي السوري، وأفضل نسبة إضافة من مجروش القمح المنبت للخبز العربي هي 40%، حيث أعطت خبزاً عربياً مقبولاً حسياً من ناحية القوام وانفصال الشطرين وقابلية الطي ومن ناحية الخصائص الفيزيائية.

الكلمات المفتاحية: القمح السوري المنبت، حمض الفوليك، الخصائص الريولوجية، الخبز العربي.

1- المقدمة.

عرّف الاتحاد الأوربي الحبوب المنبتة بأنها المنتج الذي نحصل عليه من إنبات الحبوب وتطورها في الماء وقبل تطور الأوراق، وبالتالي تعتبر حبوب كاملة منبتة كونها تحوي النخالة والجنين والأندوسبيرم. (Lemmens etal, 2019)

كان يعتبر الإنبات قديماً من الخصائص السلبية للقمح لأنه يؤدي إلى زيادة فعالية تحلل البروتين والكربوهيدرات وبالتالي تفكك مخزون الحبة من الكربوهيدرات والبروتينات لدعم الاستقلاب خلال الإنبات وهذا يؤدي إلى انخفاض جودة الحبوب، ولكن تبين مؤخراً أن الحبوب المنبتة أفضل تغذوياً من حيث الفيتامينات والمعادن والمركبات الفينولية بالمقارنة مع الحبوب غير المنبتة، لذلك أصبح الإنبات يعتبر تعزيز إضافي للقيمة الغذائية للحبوب. (Shafqat, 2013)

يؤثر الانبات على القيمة الغذائية للحبوب كونه يؤثر على المكونات الغذائية والفعالة حيوياً فيها، كما أنه يؤثر على الخصائص الريولوجية والوظيفية للدقيق والعجين، ويختلف تأثير الإنبات باختلاف شروط الإنبات كمدة الإنبات والإضاءة والرطوبة ودرجة الحرارة وصنف الحبوب ونوع عملية التجفيف اللاحقة المتبعة. (Shafqat, 2013)

يتم تنفيذ عملية الإنبات في كثير من الدول منزلياً، ونتيجة تزايد اهتمام الإنسان بالمنتجات الغذائية الصحية والمفيدة والمقبولة من ناحية الطعم، فقد تم مؤخراً تطوير هذه العملية على الصعيد الصناعي بهدف تطوير منتجات غذائية صحية تجارية جديدة، حيث يتم إنبات القمح على المستوى الصناعي تحت شروط مضبوطة، ومن ثم تجفيفها بالهواء الساخن وطحنها لتستخدم في تصنيع المنتجات الغذائية، حيث صناعياً يتم الإنبات باستخدام وحدة تهوية ووحدة معالجة باستطاعة تصل حتى 14 طن، ويتم انجاز جميع الخطوات اللازمة للإنبات من نقع وإنبات وتجفيف هوائي بنفس غرفة المعالجة، وتتميز المعدات بأنها قابلة للنقل، بالإضافة إلى نظام تحميل وتفريغ للحبوب إلى غرفة المعالجة وتتم جميع المراحل خلال 3-4 أيام. (Bellaio etal, 2013)

يعتبر التحدي في الصناعات الغذائية تحقيق التوازن بين التحسن الغذائي و/أو الحسي مع المحافظة على الجودة التكنولوجية، لذلك هناك توجه للاستفادة من القمح المنبت بمنتجات الخبز والمعجنات حيث إن دقيق القمح المنبت يتميز بخصائص وظيفية محسنة للدقيق والمنتجات المصنعة منه لغناه بشكل طبيعي بالأنزيمات مثل Amylase and Protease، وهذا بدوره يساعد على تقليل الأنزيمات التجارية الواجب إضافتها أو الغاؤها نهائياً وبالتالي يتحقق بآن واحد تحسين قبول المستهلك وتقليل المواد المضافة، ولكن أيضاً تترافق عملية إنبات القمح مع انخفاض جودة الدقيق المنتج منه، مما يجعل استخدامه مقيداً في صناعة الخبز والمعجنات وهذا أيضاً يؤدي إلى مشاكل في مراحل الإنتاج المختلفة والحصول على منتج نهائي غير مرضي خلال التصنيع الغذائي، ولذلك يعتبر دقيق القمح المنبت غير

مناسب لصناعة العجين والخبز عند استخدام دقيق القمح المنبت بنسبة 100%، لذلك شاع استخدام القمح المنبت من خلال إضافته بنسب مختلفة للمنتجات الغذائية. Hussain and Uddin, 2012

2- الدراسات السابقة:

بين الباحث Ehmke. 2017 أنّ المكونات الغذائية لا تزيد بنفس المعدل خلال الإنبات، حيث إنه لا يوجد شروط إنبات مثالية موحدة وثابتة لكل المكونات، وبالتالي تختلف الشروط المثلى لعملية إنبات القمح باختلاف المركبات المطلوب زيادتها إلى أقصى تركيز، أي أولاً لابد من تحديد الهدف المطلوب من عملية الإنبات ومن ثم تحديد الشروط المثلى للإنبات.

أشار الباحثان Hefni and Witthöft. 2012أن انخفاض الفولات B9 المتناول يؤدي إلى زيادة العيوب والمشاكل العصبية، ولذلك يعتبر استخدام تقنية المعالجة الحيوية للقمح بالإنبات لزيادة الفولات لاستخدامه بتدعيم الخبز الذي يستهلك يومياً تعتبر وسيلة ناجحة لزيادة الفولات.

استطاع الباحثون Afify et al., 2016رفع نسبة حمض الفوليك بالقمح من خلال الإنبات، حيث ارتفع محتوى الفوليك من ثلاثة إلى أربعة أضعاف حسب درجة حرارة الإنبات، فبلغ محتوى حمض الفوليك في القمح المنبت الطازج 1. 52 ميكروغرام/غرام بينما في القمح المنبت المجفف 0. 30 ميكروغرام/غرام وفي دقيق القمح ذو نسبة استخراج 72% 0. 16 ميكروغرام/غرام.

بيّن الباحث Bellaio et al., 2013 أنّ خبز القالب المدعم بدقيق القمح المنبت بنسبة 20-50% تميز بحجم نوعي أعلى وقساوة أقل خلال الحفظ وبالتالي مدة حفظ أطول بالمقارنة مع القمح غير المنبت، وقد توافق هذا مع العديد من الدراسات، وهذا يعزى إلى تحطم النشاء الأنزيمي حيث إن الديكسترينات المتشكلة تتعارض مع بلورة النشاء.

قام الباحث Marti et al., 2017 بدراسة إمكانية تدعيم خبز القالب بدقيق القمح المنبت، وقد لاحظ أنّ التغيرات بخصائص خبز القالب الناتج بدأت عند التدعيم بنسبة 25% وما فوق وقد حصل على أفضل مواصفات من حيث الحجم ومسامية اللبابة عند إضافة 50% من دقيق القمح المنبت.

3- مشكلة الدراسة:

يعتبر القمح من أهم محاصيل الحبوب نظراً إلى إمكانية طحنه وتحويله إلى الدقيق والسميد الذين يشكلان المكون الأساسي لمعظم منتجات الخبز والمعجنات وخاصة الخبز الذي يعتبر أحد الأغذية الأساسية في الشرق الأوسط (Zilic et al., 2014). ونظراً إلى القيمة التغذوية المنخفضة نسبياً للدقيق منخفض الاستخراج أصبح تدعيم الدقيق بالفيتامينات والمعادن إلزامياً في 82 دولة، ولكن لوحظ مؤخراً زيادة الطلب من قبل المستهلك للمنتجات الغذائية الطبيعية والخالية من المضافات والغنية بالعناصر الغذائية مما أدى إلى الرغبة في إضافة القمح المنبت لمنتجات الخبز والمعجنات لتعزيز القيمة الغذائية وكبديل عن الأنزيمات التجارية والمضافات الكيميائية (Shafqat, 2013) لكي تصبح جزءاً أساسياً من قوائم الطعام اليومية لدى أفراد الشعب السوري لما لها من أهمية غذائية ووقائية وعلاجية لكثير من الأمراض المزمنة والخطيرة، يمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

1- ماهي الشروط المثلى لإنبات القمح السوري شام3.
2- هل تؤثر شروط الإنبات على محتوى حمض الفوليك بالقمح المنبت.
3- هل يؤثر الإنبات على خصائص القمح السوري الريولوجية بشكل يمكننا من استخدامه بالتدعيم.
4- هل يمكن من الناحية التصنيعية استخدام القمح السوري المنبت بتدعيم الخبز العربي بشكل طبيعي.

5- هل الخبز العربي المدعم بالقمح المنبت مقبول من قبل المستهلك.

4- فرضيات الدراسة: تفترض الدراسة:

1- تؤدي عملية الإنبات إلى زيادة محتوى حمض الفوليك في القمح السوري.
2- تؤثر شروط عملية الإنبات على مقدار زيادة حمض الفوليك في القمح السوري.
3- تؤثر عملية الإنبات على الخصائص الريولوجية للقمح القاسي السوري بشكل معنوي.
4- إمكانية الاستفادة من القمح المنبت في الخبز العربي السوري.

5- أهمية الدراسة:

تنبع الاهمية العلمية للدراسة إلى ضرورة تدعيم طحين القمح بالعديد من الإضافات لعدة أسباب فهو غذاء رئيسي لمعظم شعوب الأرض، ويشكل المادة الأساسية في كثير من المنتجات، ويستهلك بكمية كبيرة وبشكل منتظم من قبل كل الفئات العمرية ذات المستوى الاقتصادي المختلف، كما أنه يستهلك في كل وجبة تقريباً، وتعتبر عملية تدعيم الطحين بسيطة وسهلة الضبط، كما أنّ التدعيم ببعض المضافات مثل حمض الفوليك وفيتامينات B يناسب الطحين ولا يوجود غذاء رئيسي آخر مناسب للتدعيم بها، كما وقد أصبحت تقنية تدعيم دقيق القمح واضحة نتيجة العمل بها على مدار ستون عاماً، وتعتبر آمنة لأن الإنسان لا يستطيع تناول كمية من الطحين المدعم تتجاوز الحدود الآمنة العليا للمركبات المضافة، ومن الإضافات التي تركز منظمة الصحة العالمية على تدعيم دقيق القمح بها: الحديد والزنك وحمض الفوليك وفيتامين(Cobalamin)B12 وفيتامين A وD في دول الشرق الأوسط، والتأكيد على ضرورة جعل عملية التدعيم إلزامية، وبما أنّ القمح المنبت غني بالمكونات الفعالة حيوياً مثل مضادات الأكسدة الفينولية والفيتامينات وغيرها، نستنتج أهمية الاستفادة من القمح المنبت عن طريق إضافته إلى المنتجات الشائعة مثل الخبز.

6- مواد البحث وطرائقه.

1-6- المواد المستخدمة:

تم اختيار القمح القاسي شام 3، من مركز اكثار الحبوب في مدينة حماه في سوريا، وذلك لإجراء كامل البحث عليه، وقد تم الإنبات بعد الحصاد مباشرة لتفادي انخفاض جودة صناعة المنتجات مع التخزين، وأخذت كامل الكمية التي ستتم عليها الدراسة دفعة واحدة ليتم تلافي التغيرات الناتجة عن تغير الفصل والمناخ، وحفظت كافة الكميات من القمح في مكان جاف جيد التهوية، كما تم استخدام طحين أبيض بنسبة استخراج 72% من مطاحن الشرق الأوسط (سوريا) لتصنيع الخبز العربي الذي تم تدعيمه بمجروش القمح السوري القاسي المنبت شام3.

2-6- إنبات القمح:

تم إنبات القمح وفق طريقة الباحثان (Corded and Henry. 1989) حيث تم تنظيف العينة من الأجرام والشوائب الحبوب المكسورة والمتضررة والمتغير لونها، ومن ثم نقع الحبوب بمحلول هيبو كلوريد الصوديوم 1% بالماء المقطر لمدة 20 دقيقة بنسبة حبوب إلى الماء(5/1) بدرجة حرارة الغرفة، وبعد ذلك غسلها عدة مرات بماء مقطر، ثم تم غمرها بالماء لمدة 10 ساعات بدرجة حرارة الغرفة(20 م°) بنسبة الحبوب للماء(5/1) حجماً، وتصفيتها بمنخل ووضعها لكي تنبت بين منخلين قماش صناعي برطوبة نسبية 95%، على أن يتم ترطيب العينات كل 8-10 ساعات وتحريكها لمنع تشابكها بشروط الإنبات الآتية:

درجة حرارة الإنبات: 15، 20، 25، 30 مْ

مدة الإنبات: 2، 4، 6، 8 يوم

بعد تجفيف القمح المنبت بدرجة حرارة 55 مْ تم طحنه بمطحنة مخبرية قرصية (Perten3303 Sweden) للحصول على مجروش القمح المنبت كاملاً بدون فقد أي جزء من الحبة، وتم تخزينه بأكياس بولي أثلين ووضعه بأوعية مغلقة بالبراد لحين إجراء التجارب.

تم تحضير عينات الشاهد للمقارنة حيث تم طحن حبوب القمح بدون تنبيت للحصول على مجروش القمح غير المنبت كاملاً بدون فقد أي جزء من الحبة باستخدام مطحنة مخبرية (Perten3303 Sweden)، وتم طحن حبوب القمح غير المنبت لتحضير طحين القمح غير المنبت بنسبة استخراج 70% باستخدام مطحنة تجريبية (Chopin, Moulin CD1, France) وفق AACC, 26-70. 01 وتم تخزينه بأكياس بولي اثلين في أوعية مغلقة بدرجة حرارة الغرفة لحين إجراء التجارب، وتم تحضير الخلائط باستخدام جهاز خلط من Chopin. France

3-6- الاختبارات المجراة:

- تم تحديد وزن الهكتولتر وفق AACC 55-10 ونسبة الأجرام والشوائب ووزن الألف حبة وتجانس القمح وفق (Posner and Hibbs. 2005) والقساوة وفق AACC NO. 55-30. 01.
- تم تحديد الرماد وفق AACCI 08-01. 01، واللون باستخدام جهاز Chroma Meter CR-410. Japan، وفق نظام L*a*b* وفق (Leon etal. 2006).
- تم تحديد حمض الفوليك B9 باستخدام الكروموتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC وفق Azevedo et al, 2020
- تم تحديد الغلوتين وفق AACC Method 38-12. 02 ورقم السقوط وفق AACC Method 56-81B.
- تم قياس خصائص العجين الريولوجية بجهاز الألفيوغراف (Alveograph Chopin, NG, model, France) حسب الطريقة الموصوفة من قبل Zhygunov (et al. 2020)
- تم قياس خصائص العجين التكنولوجية والريولوجية بجهاز الميكسولاب، حيث استخدم جهاز الميسكولاب المطور من قبل شركة شوبان الفرنسية (Chopin, Tripette et Renaud, France) (Rustemova et al. 2020)
- تمّ تحضير الخبز السوري وفق Aleid et al., 2015، حيث إن الخبز السوري عبارة عن خبز مخمر بالخميرة وثنائي الطبقة ومسطح Popper and Hamed., 2020، يتميز الخبز السوري بعدم احتوائه على لبابة وقوامه الطري وسهولة طيه ولفه، وقد أصبح شائعاً في الكثير من الدول كبريطانيا واستراليا والولايات المتحدة Quail., 2016.
- تم التقييم الحسي للخبز وفق El-Sayed et al., 2019 كما هو مبين بالجدول (1) من قبل لجنة معتمدة من أعضاء من قسم الهندسة الغذائية في جامعة البعث في سوريا.

الجدول (1) النقاط المتبعة لتقييم الخبز العربي السوري

الخاصية	النقاط
المظهر العام	20
انفصال الشطرين	20
الاستدارة	15
توزع اللبابة	15

الخاصية	النقاط
لون القشرة	10
الطعم	10
الرائحة	10

الخصائص الفيزيائية للخبز وفق (صالح، 2014):

- **اللون:**

تم تحديد لون قشرة ولبابة الخبز بجهاز Konica Minolta CM- 5. Japan وفق Eissa et al. 2007.

- **مردود الخبز%:**

تم حساب مردود الخبز وفق المعادلة:

$$\text{المردود} = \frac{\text{وزن الخبز}}{\text{وزن العجين}} * 100$$

- **نسبة فقدان الوزن بالتخزين:**

تم حساب نسبة فقد الوزن w بالمعادلة التالية: $w = \frac{w1-w2}{w1} * 100$

حيث: w1 وزن الخبز باليوم الأول

w2 وزن الخبز باليوم السابع

- **النشاط المائي:**

تم تحديد النشاط المائي بدرجة حرارة 25 مْ وفق Červenka *et al.*, 2006 باستخدام Switzerland Lab Master. aw. Novasina

- **القوام:**

تم قياس القساوة بجهاز UK. TA. XT. Plus. Texture Analyser حيث تم ضبطه بسرعة ثابتة 10 مم. ثا$^{-1}$ باستخدام المسبر B/4 ومسافة اختراق 5 مم، وفق (الهبيل و غريبي، 2015)

- تغير قساوة الخبز بالتخزين = القساوة باليوم السابع – القساوة باليوم الأول.

الدراسة الاحصائية:

تمت معالجة النتائج احصائياً باستخدام برنامج Minitab 14. 00 باستخدام One Way ANOVA و Two Way ANOVA واختبار Fisher وKolmogorov- Smirnov و T. test Durbin-Watson عند مستوى وثوقية0. 05

7- النتائج والمناقشة.

7-1- الخصائص الفيزيائية للقمح: يبين الجدول (2) نتائج الاختبارات الفيزيائية للقمح القاسي شام 3 المستخدم في الدراسة، حيث يلاحظ أنّ القمح المستخدم متجانس الوزن النوعي 78. 95 كغ/هكتوليتر، وبالتالي فإنّ القمح المستخدم يتميز بوزن نوعي مرتفع، وتبين أنه قمح متجانس لأنَّ مجموع نسبة المتبقي فوق منخل 2. 8 مم ونسبة المتبقي فوق منخل 2. 5 مم كان أكبر من 75% كما هو واضح، ووفقاً لوزن الألف حبة فإنّ القمح المستخدم يعتبر عالي الجودة لأنَ وزن الألف حبة للقمح المستخدم تجاوزت 46 غ، والقمح المستخدم خالي من الأجرام والشوائب لأنها

عينة مغربلة ومنظفة من مركز إكثار البذار، وبلغ دليل حجم الحبيبات 10% وبالتالي يصنف القمح على أنه قمح قاسي جداً وهذا يتوافق مع حقيقة أن القمح السوري المستخدم هو القمح القاسي شام 3 (Posner and Hibbs. 2005).

الجدول (2) الخصائص الفيزيائية للقمح المستخدم

الخاصية الفيزيائية	القيمة
الوزن النوعي(كغ/هكتوليتر)	95 .78 ±1. 21
التجانس% (مجموع نسبة المتبقي فوق منخل 2. 8	%83
البلورية%	25% ق /75% ب
وزن الالف حبة(غ)	71 .49 ± 45 .1
نسبة الأجرام والشوائب %	خالية
القساوة % PSI	10. 02 ± 1. 11

ق: حبوب قارحة نشوية / ب: حبوب بلورية

2-7- الشروط المثلى لإنبات القمح المستخدم:

بينت الدراسات أنّ المكونات الغذائية لا تزيد بنفس المعدل خلال الإنبات، حيث إنه لا يوجد شروط إنبات مثالية موحدة وثابتة لكل المكونات (Ehmke. 2017)، وبالتالي إنّ الشروط المثلى لعملية إنبات القمح تختلف باختلاف المركبات المطلوب زيادتها إلى أقصى تركيز، أي أولاً لابد من تحديد الهدف المطلوب من عملية الإنبات ومن ثم تحديد الشروط المثلى للإنبات.

بناءً على توصيات منظمة الصحة العالمية لتدعيم دقيق القمح في دول الشرق الاوسط وفي سوريا تحديداً والمواصفة القياسية السورية 192 الخاصة بالطحين، وعلى الدراسة المرجعية حول المركبات التي تزيد نتيجة إنبات القمح، فقد تم تحديد زيادة حمض الفوليك هدفاً للإنبات، يبين الجدول (3) محتوى حمض الفوليك B9 في مجروش عينات القمح المنبت بشروط مختلفة مقدرة على أساس المادة الجافة.

لوحظ عند الإنبات بدرجة حرارة 25 م° و 30 مْ في اليوم الخامس بدء ظهور عفن أبيض مترافق مع رائحة غير مستحبة، لذلك تم إيقاف عملية الإنبات بدرجة حرارة 25 م° و 30 مْ والاكتفاء فقط بالقمح المنبت بدرجة حرارة 25 م° و 30 مْ لمدة يومين وأربعة أيام.

لوحظ من خلال الدراسة الاحصائية للنتائج، وجود اختلاف معنوي بمحتوى حمض الفوليك في عينات القمح المنبت بشروط مختلفة، وتبين من خلال التحليل الاحصائي أنّ درجة حرارة الإنبات تؤثر على محتوى حمض الفوليك في القمح المنبت بشكل معنوي مهم احصائياً، حيث يلاحظ عند تثبيت مدة الإنبات وتغير درجة الحرارة أنّ أعلى محتوى من حمض الفوليك كان عند درجة حرارة 20 م°، كما يلاحظ عند تثبيت درجة حرارة الإنبات وتغيير مدة الإنبات أنّ حمض الفوليك يزداد مع استمرار الإنبات ومن ثم يبدأ بالتناقص، وقد تم التوصل إلى أنّ أعلى محتوى من حمض الفوليك 1. 75 ملغم/كغ كان عند الإنبات بدرجة حرارة 20 م° لمدة أربعة أيام، حيث بلغ 13 ضعف تقريباً من محتوى حمض الفوليك في مجروش القمح غير المنبت والذي بلغ 0. 135 ملغم/كغ.

نستنتج أنّ شروط الإنبات المثلى للقمح السوري القاسي شام 3 هي درجة حرارة 20 م° ولمدة 4 أيام، وهي الشروط التي سيتم إنبات القمح وفقها في باقي البحث، وهذا يتقارب مع نتائج الباحث، *et al* .Koehler 2007 الذي استطاع الوصول إلى أعلى محتوى من حمض الفوليك عند إنبات القمح لمدة 102 ساعة وبدرجة حرارة 20 م°.

محتوى حمض الفوليك في مجروش القمح السوري القاسي شام 3 المنبت 1. 75 ملغم/كغ وهو أكبر بالمقارنة مع نتائج الباحث Afify *etal,* 2016 الذي بيّن أنّ محتوى حمض الفوليك في مجروش القمح المنبت 0. 30 ملغم/كغ، ويعزا ذلك إلى اختلاف صنف القمح المدروس.

الجدول (3) محتوى حمض الفوليك في عينات مجروش القمح المنبت بشروط مختلفة ملغم /كغ على أساس المادة الجافة

درجة حرارة الإنبات مْ	مدة الإنبات (يوم)			
	2 يوم	4 يوم	6 يوم	8 يوم
15 مْ	0. 87^{a}± 0. 01	0. 91^{b}± 0. 01	02 .1^{C} ±0. 02	0. 45^{d}± 0. 00
20 مْ	1. 06^{b}± 0. 01	1. 75^{a} ±0. 00	1. 10^{d} ±0. 02	0. 88^{c} ±0. 01
25 مْ	0. 74^{c}±0. 00	00 .0^{e} ±00 .0	×	×
30 مْ	0. 11^{d}± 0. 01	00 .0^{e}± 00 .0	×	×

القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

× :لا يوجد مجروش قمح منبت بهذه الشروط. الحروف المختلفة في السطر والعمود تدل على وجود اختلاف معنوي عند P < 0. 05

3-7- نتائج اختبارات القمح:

يلاحظ علاقة ارتباط معنوية سلبية بين محتوى الرماد وقيم السطوع (L*) حيث بلغ معامل الارتباط 03. -99 = r وهي علاقة ارتباط مهمة إحصائياً حيث P ≤ 0. 05، وهذا يتوافق مع نتائج الباحثين (Kim and Flores., 1999)، ويعزا ذلك إلى أنّ ارتفاع الرماد يتوافق مع زيادة نسبة الاستخراج التي تؤثر سلباً على السطوع، ولذلك تميز الدقيق بسطوع أكبر بالمقارنة مع المجروش.

بالنسبة لقيم الاحمرار a* فكانت سلبية الجدول (4) نظراً إلى أنّ الأقماح ليست من الأقماح الحمراء، وقيم الاصفرار b* كانت إيجابية لأنّ جميع العينات تميل للاصفرار، حيث إن القمح القاسي شام 3 يتميز بلون عنبري أصفر، ويلاحظ أنّ اصفرار b* المجروش المنبت أكبر بشكل معنوي من اصفرار الطحين، ويعزا ذلك إلى أنّ الصبغات المسؤولة عن اللون الأصفر تتوزع بشكل مختلف في حبة القمح حيث يتوضع معظمها في الجنين وقرب الطبقات الخارجية من الحبة، وبالتالي فإنّ المجروش الذي يحتوي على كامل طبقات الحبة غني بالصبغات أكثر من الطحين الذي يتم خلا إنتاجه استبعاد الجنين وطبقات النخالة (Borrelli., 2008)

الجدول (4) لون ومحتوى الرماد للدقيق والمجروش المدروس والخلائط المحضرة

	L*	a*	b*	الرماد%
مجروش منبت	6 .81±3 .0a	-8 .2 ±07 .0c	7 .20±1 .0b	906 .1±04 .0b
دقيق تجاري	9 .92±1 .0 b	-5 .5±12 .0a	0 .14±2 .0c	610 .0±01 .0d

الأحرف المختلفة في العمود الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم P< 0.05.

القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

نلاحظ من الجدول (5) ارتفاع رقم السقوط لمجروش القمح السوري غير المنبت، ويعزا ذلك إلى أنّ القمح المدروس من الأقماح السورية القاسية شام 3، ونتيجة الجو الجاف بسوريا وقلة الأمطار تنخفض الفعالية الأميليزية وبالتالي يرتفع رقم السقوط، بينما نلاحظ انخفاض رقم السقوط للمجروش المنبت نتيجة ارتفاع الفعالية الأميليزية نتيجة الإنبات مما يؤدي إلى انخفاض رقم السقوط.

ونلاحظ ارتفاع دليل الغلوتين للمجروش غير المنبت، حيث يتميز القمح القاسي بقوة الغلوتين، أما بالنسبة لمجروش القمح المنبت فقد تم تكرار تجربة تحديد نسبة الغلوتين آلياً ويدوياً عدة مرات ولم تنجح التجربة، ويعزا ذلك إلى ضعف الغلوتين الشديد نتيجة عملية الإنبات التي تؤثر على الغلوتين.

الجدول (5) نتائج الاختبارات التكنولوجية

	رقم السقوط/	غلوتين رطب %	غلوتين جاف%	دليل الغلوتين
طحين تجاري	469 ± 6a	12 .27±22 .1a	71 .8±12 .0a	%95 ± 2a
مجروش القمح السوري غير	821±4b	32 .21±95 .0b	00 .7±31 .0b	%96 ± 1a
مجروش القمح السوري المنبت	300±7C	x	x	x

× تم تكرار التجربة عدة مرات آلياً ويدوياً ولم تنجح التجربة.

الحروف المختلفة في العمود الواحد دلالة على وجود اختلاف معنوي عند مستوى ثقة <5%

4-7- الخصائص الريولوجية:

من خلال دراسة خصائص الدقيق والمجروش الريولوجية باستخدام الألفيوغراف المبينة في الجدول(6) نلاحظ أنّ الإنبات أدى إلى انخفاض قوة المجروش حيث إنخفضت جميع مؤشرات الألفيوغراف بشكل معنوي كبير، وهذا يتوافق مع جميع نتائج الباحث Baranzelli *et al.*, 2018 باستثناء المطاطية L التي لاحظ ارتفاعها بعد الإنبات، ويمكن أن نفسر هذا الاختلاف بأن الإنبات تم لمدة أطول (4 أيام) في بحثنا بالمقارنة مع الباحث Baranzelli *et al.*, 2018 أدى إلى تدهور وانخفاض المطاطية، أيضاً لأننا درسنا خصائص مجروش القمح المنبت بينما درس الباحث Baranzelli *et al.*, 2018 خصائص دقيق القمح المنبت باستخراج 72%.

إنّ ارتفاع P تدل على مرونة الغلوتين وقوة الدقيق ويفضل استخدامه بصناعة المعكرونة والخبز، بينما عند ضعف الغلوتين يفضل استخدام الدقيق بصناعة البسكويت والكيك، وبالتالي يمكن استخدام دقيق القمح المنبت في استخدام البسكويت والكيك.

يلاحظ من الجدول (6) اختلاف خصائص المجروش المنبت بشكل معنوي عن المجروش غير المنبت، حيث يلاحظ أنّ الإنبات يؤدي إلى انخفاض معنوي بقوة مجروش القمح، ويفسر ذلك بأنّ الإنبات يؤدي إلى زيادة فعالية الـ Protease المفكك للبروتينات ذات الوزن الجزيئي المرتفع إلى ببتيدات وأحماض أمينية حرة، حيث إنه يؤثر على البروتينات المخزنة بالحبة وهي الغليادين والغلوتينين (يشكلان 75% من البروتين الكلي) ويؤدي إلى تفككها إلى جزيئات أصغر لتلبية متطلبات نمو البادرة، وهذا يؤثر على الخصائص الريولوجية للدقيق وبالتالي يؤثر على وظائف الدقيق خلال الإنتاج الغذائي بسبب تناقص مطاطية وقوة العجين. Faltermaier *et al.*, 2015

الجدول (6) الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الألفيوغراف

	دقيق قاسي تجريبي	مجروش القمح غير	مجروش القمح	دقيق عبر
P(mmH_2O)	$149±1^a$	$126±3^b$	$18 ±0^c$	$171±2^d$

	دقيق قاسي تجريبي	مجروش القمح غير	مجروش القمح	دقيق عبر
L (mm)	20 ±0[a]	10 ±2[b]	8±1[c]	55±3[d]
G (cm^3)	95 .9±01 .0[a]	01 .7±01 .0[b]	30 .6±02 .0[b]	5 .16±02 .0d
W (J. 10^{-4})	138± 2[a]	66± 1[b]	7±0[c]	242±3[d]
P/L	45 .7±02 .0[a]	6 .12±06 .0[b]	25 .2±01 .0[c]	11 .3±01 .0[c]

* تدل الأحرف المختلفة في السطر الواحد على وجود فرق معنوي عند مستوى ثقة 5%.

القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

نلاحظ من خلال دراسة الخصائص الريولوجية باستخدام الميكسولاب الموضحة بالجدول (7)، ارتفاع نسبة الماء الممتص من قبل مجروش القمح القاسي بالمقارنة مع دقيق القمح القاسي، ويعزا ذلك إلى ارتفاع نسبة النخالة في المجروش مما يؤدي إلى ازدياد نسبة الماء الممتص وهذا يتوافق مع نتائج الباحث Xhabiri 2016 *et al.*، بينما نلاحظ انخفاض نسبة الماء الممتص لمجروش القمح المنبت بالمقارنة مع المجروش غير المنبت ويفسر ذلك بتأثير الإنبات على التركيب الكيميائي للقمح حيث إنه يؤدي إلى الحلمهة الأنزيمية للجزيئات الكبيرة مثل النشاء والبروتينات، كما أن حجم الحبيبات المنخفض لدقيق القمح بالمقارنة مع حجم حبيبات المجروش يؤدي إلى انخفاض امتصاصية الماء Ding *et al.*, 2018.

يؤثر الإنبات على الثباتية كما هو واضح، حيث إنه يؤدي إلى انخفاضها بشكل معنوي، وهذا يتوافق مع نتائج الباحث Baranzelli 2018 *et al.*, الذي فسر ذلك بأنّ الإنبات يؤدي إلى انخفاض نسبي في الغلوتين مما يخفض من الثباتية، كما يؤثر الإنبات على زمن تطور العجين ويفسر ذلك بأن الإنبات يؤدي إلى تغييرات في تكوين البروتينات المكونة للغلوتين، بسبب التحلل المائي للروابط داخل أو بين جزيئات الغلياذين والغلوتينين، أو عن طريق كسر الروابط ثنائية الكبريت بين الأحماض الأمينية (السيستين والسيستين)، وبالتالي الإنبات يسبب التحلل المائي لشبكة الغلوتين، ويصبح الغلياذين والغلوتينين أضعف وأقل استقرارًا أثناء عملية العجن الطويلة، وبالتالي يؤدي الإنبات إلى تقليل زمن تطور العجين، في تجربة الميكسولاب يلاحظ ضعف البروتينات بسبب الجهد الميكانيكي وزيادة درجة حرارة، مما يؤدي إلى انخفاض في قوام العجين وبالتالي انخفاض العزم.

نلاحظ من خلال مقارنة دقيق ومجروش القمح القاسي، ارتفاع زمن تطور العجين للمجروش بالمقارنة مع الدقيق وهذا يتوافق مع نتائج Xhabiri 2016 et al. ويفسر ذلك بالتفاعل المتزايد للروابط الهيدروجينية من خلال تضمين المجموعات الهيدروكسيلية في الجزيئات، بينما انخفضت ثباتية مجروش القمح القاسي بالمقارنة مع الدقيق ويعزا ذلك إلى أنه على الرغم من زيادة الروابط الهيدروجينية إلا أن انخفاض نوعية البروتين في مجروش القمح أدت إلى انخفاض ثباتية العجين.

يحدث خلال العجن ترطيب للمكونات وتمدد وانتظام للبروتينات، وهذا يؤدي إلى تشكيل بنية تتميز بالمطاطية والمرونة، ويعزا ذلك إلى تركيب البروتينات الفريد ونوعيته في عجينة دقيق القمح حيث يتكون من الغلوتين (58-80% من البروتين الكلي) والذي يتكون من الغلياذين والغلوتينين، بينما مجروش القمح الكامل وبسبب احتوائه على النخالة (غلاف الحبة والجنين) فإنه يحتوي مستويات أعلى من البروتينات الأخرى والدسم، وهذا ما يفسر ارتفاع امتصاصية المجروش الكامل للماء وزمن تطور العجين وانخفاض الثباتية، ويفسر ارتفاع امتصاصية الماء إلى وجود الأرابينوكسيلاز الشره لامتصاص الماء Hadnadeva *et al.*, 2011.

خلال المرحلة الثانية، تؤدي عملية رفع درجة الحرارة إلى تحطيم روابط البروتين وانخفاض قيمة عزم ضعف البروتين C2، وتدل قيمة C2الأكبر على تخرب البروتين بشكل أقل وبالتالي تدل على ثباتية بنية الغلوتين خلال التسخين، ويلاحظ أن قيمة C2لدقيق القمح القاسي أكبر بالمقارنة مع المجروش ويعزا ذلك إلى انخفاض نوعية البروتين في المجروش بالمقارنة مع الدقيق، وبالتالي عند رفع درجة الحرارة سينخفض قوام المجروش أكثر بالمقارنة مع الدقيق وهذا يتوافق مع نتائج الباحث Hadnadeva *et al.*, 2011، ويؤدي الإنبات إلى انخفاض قيمة C2لمجروش القمح المنبت بالمقارنة مع المجروش غير المنبت نتيجة تأثير الإنبات على البروتين.

في المرحلة الثالثة، يلاحظ ازدياد القوام مع استمرار عملية التسخين ويعزا ذلك لحبيبات النشاء التي تلعب دوراً رئيسياً بينما يكون لتغيرات البروتين تأثيراً طفيفاً، حيث إن ازدياد اللزوجة وبالتالي القوام هو نتيجة انتفاخ حبيبات النشاء بسبب امتصاصها للماء وسلاسل الأميلوز المتسربة إلى الطور المائي بين الحبيبات، يلاحظ من الجدول (7) ارتفاع طفيف C3 لدقيق القمح القاسي بالمقارنة مع المجروش غير المنبت، ويعزا ذلك إلى المنافسة على امتصاص الماء بين النشاء والنخالة الموجودة في المجروش وهذا يتوافق مع نتائج Hadnadeva *et al.*, 2011، ويؤدي الإنبات إلى انخفاض C3نتيجة تأثيره على النشاء كما ذكرنا سابقاً.

نستنتج أنّ مجروش القمح المنبت يتميز بانخفاض معنوي واضح بجميع مؤشرات الميكسولاب بالمقارنة مع الدقيق، وهذا الانخفاض الكبير يعود إلى عملية الإنبات وليس إلى كونه مجروش كامل الحبة.

الجدول (7) الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الميكسولاب

	دقيق قاسي	المجروش غير المنبت	المجروش المنبت	الدقيق التجاري
C1نيوتن. متر	95 .0±01 .0 a	19 .1±0. 00^{b}	09 .1±00 .0^{c}	11 .1±02 .0^{d}
C2نيوتن. متر	41 .0± 0. 00a	38 .0±02 .0 ^{b}	32 .0±03 .0^{c}	50 .0±01 .0^{d}
C3 نيوتن. متر	54 .1± 0. 02a	50 .1± 0. 01^{a}	12 .0±01 .0^{c}	68 .1±02 .0^{d}
C4نيوتن. متر	30 .1±03 .0 ^{a}	1. 23±01 .0 ^{b}	05 .0±01 .0^{c}	07 .2±02 .0^{d}
C5نيوتن. متر	26 .2±01 .0 ^{a}	2. 88±02 .0 ^{b}	00 .0±00 .0^{c}	16 .3±01 .0^{d}
DDT (دقيقة)	27 .1±11 .0^{a}	2. 51±04 .0^{b}	60 .0±11 .0^{c}	17 .1±08 .0^{d}
الثباتية (دقيقة)	63 .5± 21 .0 ^{a}	35 .4±18 .0 ^{b}	00 .3±83 .0^{c}	62 .9±90 .0^{d}
نسبة الماء الممتص%	0 .62	65. 0	40. 2	58. 0

الحروف المختلفة في السطر الواحد دلالة على وجود اختلاف معنوي عند مستوى ثقة <5%

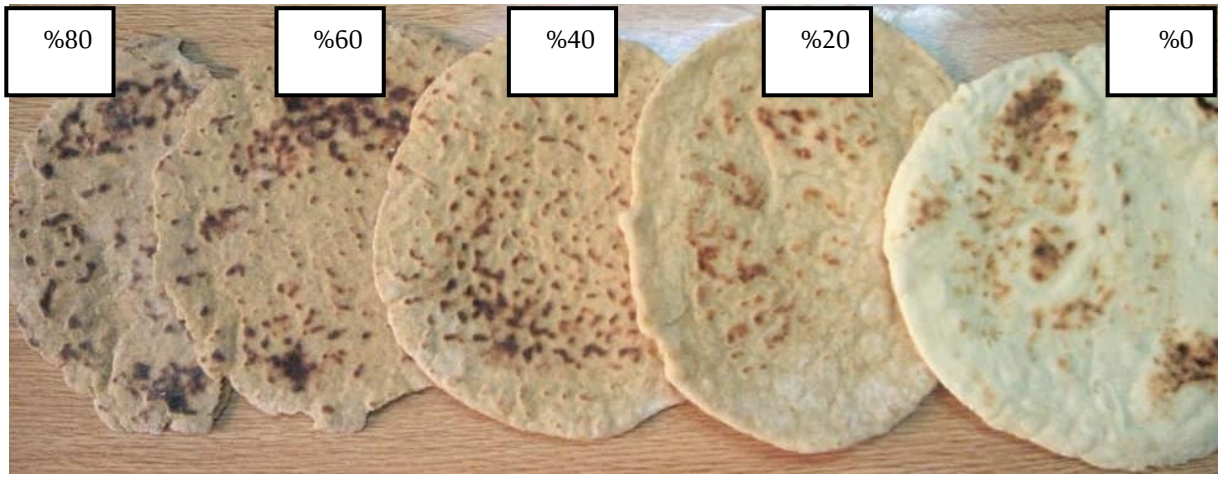
القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

يحدث الانخفاض اللاحق باللزوجة C4 كنتيجة للتحطم الفيزيائي للحبيبات نتيجة إجهاد القص الميكانيكي و انخفاض درجة الحرارة، ونلاحظ انخفاض C4 لمجروش القمح القاسي بالمقارنة مع الدقيق ويعزا ذلك إلى احتواء المجروش على النخالة الغنية بألفا الأميليز، وأخيراً خلال مرحلة التبريد فإنّ جزيئات الأميلوز المتهلمة في العجين تبدأ بإعادة التبلور مما يؤدي إلى تراجع المنتجات النهائية، وإن ارتفاع قيمة C5 يعني تراجع أكبر للنشاء، وبالتالي إنّ انخفاض قيمة C5 يدل على ثباتية أطول بالتخزين وقوام أفضل للمنتج النهائي Hadnadeva et al. 2011، نلاحظ

ارتفاع قيمة C5 لمجروش القمح القاسي بالمقارنة مع الدقيق، وهذا يدل على ثباتية أقل لمنتجات مجروش القمح بالمقارنة مع الدقيق.

5-7- دراسة الخبز العربي المدعم:

يبين الجدول (8) نتائج التقييم الحسي للخبز العربي المدعم المنتج الشكل (1)، نلاحظ انخفاض درجات تقييم الخبز العربي المدعم 60% و80% بشكل معنوي بالمقارنة مع الخبز الشاهد، ونلاحظ عدم وجود اختلاف معنوي مهم بين درجات تقييم الخبز المدعم بنسبة 20% و 40% بالمقارنة مع الخبز الشاهد، باستثناء المظهر العام والطعم للخبز المدعم بنسبة 40% حيث يلاحظ انخفاضهما بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع الخبز المدعم 20%، الشكل (2)



الشكل (1) الخبز العربي المدعم المنتج

لوحظ صعوبة كبيرة بإنتاج الخبز العربي المدعم بنسبة 80% من مجروش القمح المنبت، حيث كان العجين لزج ودبق بشكل كبير مما اضطرنا إلى رش كميات كبيرة من الطحين لتسهيل مراحل الإنتاج المتنوعة، وكان هناك صعوبة كبيرة بانفصال الشطرين لذلك لم يتم التدعيم بنسبة أكبر من 80%، بينما ظهرت الصعوبات الإنتاجية بشكل ضئيل عند تدعيم الخبز العربي بنسبة 60% وتم انفصال الشطرين بشكل جيد، وبالنسبة للخبز العربي المدعم بنسبة 20% و40% لم تلاحظ أية صعوبات تصنيعية وكان الخبز العربي الناتج مقبول من الناحية الإنتاجية والاستهلاكية.

نستنتج مما سبق أنّ أعلى نسبة إضافة مقبولة من مجروش القمح المنبت للخبز العربي هي 40%، وهذا يتقارب مع نتائج الباحثين Hefni and Witthoft. 2012 اللذين توصلا إلى إنتاج خبز بلدي مدعم بإضافة 50% دقيق قمح منبت مقبول من حيث اللون والطعم وانفصال.

الجدول (8) نتائج التقييم الحسي للخبز العربي

	نسبة مجروش القمح المنبت المضافة				
	%0	%20	%40	%60	%80
المظهر العام	43 .19±79 .0a	00 .18±83 .1ac	57 .16±23 .2cb	86 .14±41 .2bd	43 .13±51 .3d
انفصال الشطرين	19. 57±0. 79a	14 .19±1. 07a	57 .18±1. 51a	00 .16±1. 53b	00 .16±2. 77b
اللف والطي	14. 00±0. 82ac	14. 43±1. 134a	13. 57±1. 27ac	12. 71±1. 38ac	12. 00±3. 56c
قوام اللبابة	13. 86±0. 69a	13. 86±0. 90a	12. 71±0. 95ab	12. 57±1. 62ab	11. 43±2. 23b

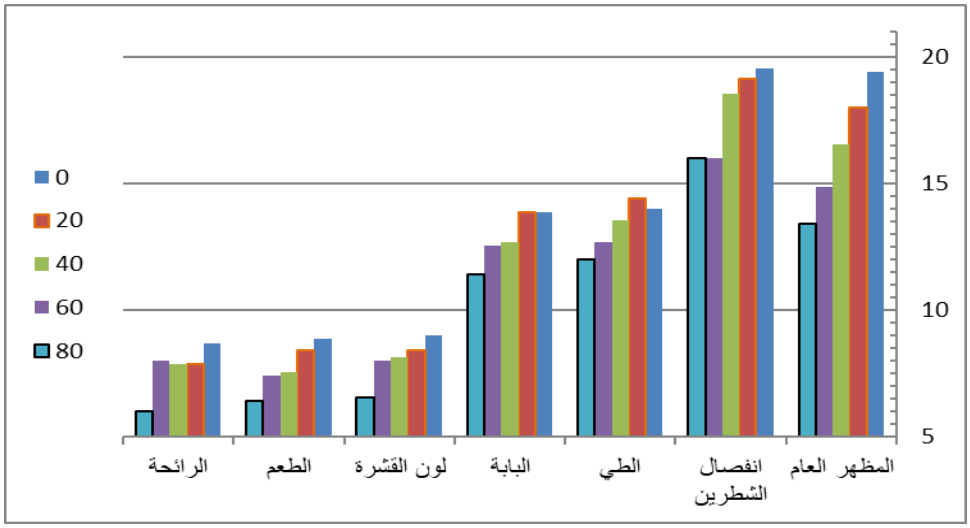
	نسبة مجروش القمح المنبت المضافة				
لون القشرة	9. 00±1. 00a	8. 43±0. 79a	8. 14±0. 69ab	8. 00±1. 73ab	6. 57±2. 37b
الطعم	8. 86±0. 90a	8. 43±0. 54ab	7. 57±0. 98bc	7. 43±1. 27bc	6. 43±1. 51c
الرائحة	8. 71±1. 11a	7. 86±1. 46a	7. 86±0. 90a	8. 00±1. 29a	6. 00±1. 63b
المجموع	93. 43±3. 78a	90. 14±5. 08a	85. 14±5. 46ac	79. 86±8. 43bc	71. 57±15. 38b

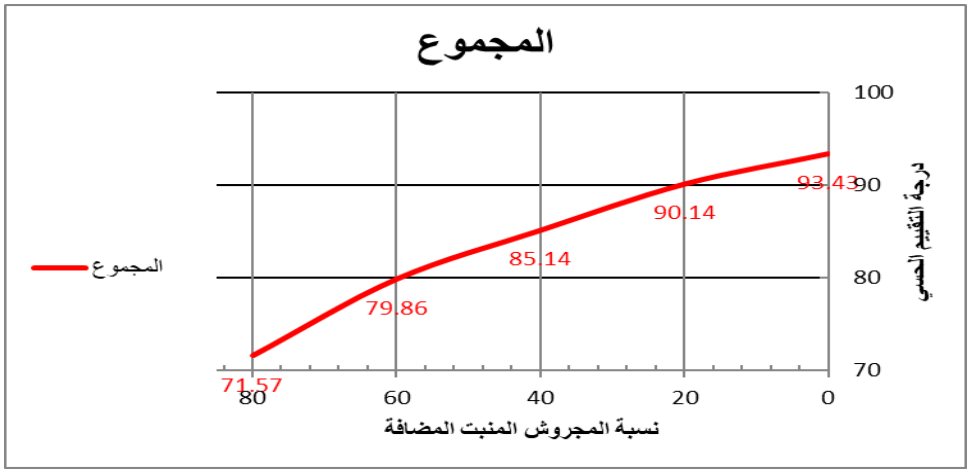
الحروف المختلفة في العمود الواحد دلالة على وجود اختلاف معنوي عند مستوى ثقة <5%

القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

يبين الجدول (9) نتائج الاختبارات الفيزيائية للخبز العربي، نلاحظ أنّ سطوع الخبز(القشرة العلوية والسفلية واللبابة) ينخفض بشكل معنوي مع زيادة نسبة مجروش القمح المنبت المضاف ويعزا ذلك إلى انخفاض سطوع L* مجروش القمح المنبت بالمقارنة مع الطحين، بينما على العكس من ذلك لوحظ ارتفاع احمرار الخبز(القشرة العلوية والسفلية واللبابة) a* بشكل معنوي مع زيادة نسبة مجروش القمح المنبت المضاف، وبما أنّ لون الخبز ينتج عن تفاعل ميلارد، فإن زيادة نسبة المجروش ستؤدي إلى زيادة a* وفق ما ذكر El-Sayed *et al.*, 2019.

لوحظ انخفاض معنوي بقساوة الخبز العربي مع زيادة نسبة الإضافة من مجروش القمح المنبت في اليوم الأول والسابع بالمقارنة مع خبز الشاهد حيث ساهمت مكونات مجروش القمح المنبت بزيادة طراوة الخبز الجدول (9)، ويفسر ذلك بزيادة نسبة الألياف(النخالة) مع زيادة المجروش المنبت المضاف ومن المعروف أن الألياف تمتاز بالقدرة على الارتباط بالماء وبسبب التداخل بين الألياف والنشاء، وبالتالي دورها في تأخير فقدان الماء وتراجع النشاء، ونلاحظ انخفاض قساوة الخبز المدعم باليوم السابع بالمقارنة مع اليوم الأول ويعزى ذلك إلى التغيرات الكثيرة في التركيب الكيميائي للقمح المنبت وخصوصاً النشاء وبالتالي عدم حدوث إعادة تبلور النشاء خلال التخزين. El- *et al.*, 2019 Sayed، صالح واخرون 2014.





الشكل (2) نتائج التقييم الحسي للخبز العربي

الجدول (9) نتائج الاختبارات الفيزيائية للخبز العربي

الخاصية			نسبة مجروش القمح المنبت المضاف%				
			0	20	40	60	80
اللون	L*	ق ع	95 .68±a21 .1	39 .63±b08 .1	34 .59±c33 .1	20 .54±d02 .2	46 .51±e91 .1
		ق س	48 .67±a11 .1	01 .64±b00 .1	91 .53±c37 .2	35 .47±d98 .1	82 .45±e04 .1
		ل	33 .74±a97 .1	68 .63±b37 .1	75 .59±c78 .1	85 .50±d73 .1	40 .47±e09 .1
	a*	ق ع	06 .4±a81 .0	20 .7±b25 .0	45 .7±b17 .0	95 .7±c26 .0	73 .8±d87 .0
		ق س	07 .4±a08 .1	50 .6±b98 .0	30 .9±c90 .0	69 .9±c83 .0	58 .9±c81 .0
		ل	40 .0±a11 .0	23 .3±b99 .0	23 .7±c81 .0	07 .8±c76 .0	18 .9±d45 .0
	b*	ق ع	67 .23±a70 .0	08 .24±a28 .0	61 .25±b83 .0	32 .25±b49 .0	25 .26±b24 .0
		ق س	36 .23±a99 .0	86 .26±b86 .0	37 .26±b81 .0	80 .25±b79 .0	67 .25±b72 .0
		ل	65 .17±a08 .1	54 .23±b42 .2	15 .30±c82 .1	30 .29±c64 .1	89 .30±c11 .1
القساوة (نيوتن)	اليوم الأول		68 .24±19 .1a	66 .13±21 .0b	10 .13±55 .0b	36 .12±95 .0cb	31 .7±46 .0c
	اليوم السابع		98 .25±74 .0a	96 .11±31 .0b	48 .11±24 .1b	14 .11±74 .0c	88 .6±98 .0c
تغير القساوة بالتخزين%			+27 .5	-22 .12	-28 .10	-96 .8	-80 .7
الفعالية المائية			863 .0±001 .0a	860 .0±000 .0b	838 .0±001 .0c	833 .0±001 .0d	827 .0±002 .0e
مردود الخبز%			3 .84	58 .84	62 .84	04 .85	04 .86
وزن الرغيف غ	اليوم الأول		15 .42±67 .0a	29 .42±58 .0a b	31 .42±00 .0b	52 .42±14 .0b	02 .43±86 .0b
	اليوم السابع		81 .41±b51 .0	24 .42±29 .0cb	27 .42±61 .0cb	49 .42±15 .0cb	00 .43±88 .0c
فقدان الوزن بالتخزين%			807 .0	118 .0	106 .0	071 .0	046 .0

ق ع: القشرة العليا، ق س: القشرة السفلى. ل: لبابة

الحروف المختلفة في السطر الواحد دلالة على وجود اختلاف معنوي عند مستوى ثقة <5%

القيم عبارة عن المتوسط لثلاث مكررات معبراً عن النتيجة متوسط ± الانحراف المعياري.

يتضح من الجدول(9) انخفاض قساوة الخبز مع التخزين ويمكن تفسير ذلك بأنه خلال عملية الإنبات تزداد فعالية α الأميليز وهذا يجعل الخبز المصنع من دقيق القمح المنبت أقل عرضة للبيات بشكل طبيعي وبدون إضافة مضافات، حيث إن البيات يرتبط بشكل غير مباشر مع تراجع الأميلوبكتين، فعند تخزين الخبز يحدث تغيرات في الأميلوز والأميلوبكتين، وبالتالي يفترض أنّ إعادة تنظيم كلاهما يساهم في زيادة القساوة خلال البيات للمنتجات المخبوزة، ولذلك إنّ التدعيم بدقيق القمح المنبت يؤدي إلى تفكك السلاسل الطرفية للأميلوبكتين وهذا يعيق من بلورته وبالتالي هذا بدوره يخفض من قساوة الخبز خلال التخزين ,وفق ما بينه الباحثون Hug-İten *et al.*, 2003

يتضح من الجدول (9) انخفاض فقدان الوزن بالتخزين% مع زيادة نسبة المجروش المنبت المضافة لأنه يساهم في التقليل من فقدان الرطوبة، أيضاً يلاحظ انخفاض الفعالية المائية مع زيادة نسبة مجروش القمح المنبت المضافة، ويعزا ذلك إلى انخفاض الفعالية المائية لمجروش القمح المنبت بالمقارنة مع الدقيق وفق Richter. et al. 2014

ازداد مردود الخبز مع زيادة نسبة مجروش القمح المنبت المضافة، ويعود ذلك إلى زيادة امتصاصية العجين للماء المترافق مع انخفاض فقدان الوزن بالخبيز. Miller *et al.*, 2008

نستنتج من الجدول (9) والجدول(8) أنّ أنسب نسبة إضافة من مجروش القمح المنبت للخبز العربي هي 40%، حيث أعطت خبز عربي مقبول حسياً من ناحية القوام وانفصال الشطرين وقابلية الطي ومن ناحية الخصائص الفيزيائية.

يبين الجدول (10) علاقة الارتباط بين نسبة مجروش القمح المنبت المضاف مع نتائج الاختبارات الفيزيائية والحسية للخبز العربي، لوحظ وجود علاقة ارتباط خطي طردي مع المردود وقيم a* وb* ووزن الرغيف، وعلاقة ارتباط عكسية مع باقي المؤشرات.

الجدول (10) الارتباط بين نسبة مجروش القمح المنبت المضاف مع نتائج الخبز العربي

المؤشر			معادلة الانحدار	معامل التحديد R^2	معامل الارتباط r
المردود%			المردود = 84. 1 + 0. 0197 c	%83. 5	0. 914
اللون	L*	ق ع	L* = 68. 1 - 0. 218 c	%0 .99	-0. 995
		ق س	L* = 67. 7 - 0. 300 c	%1 .95	-0. 975
		ل	L* = 72. 5 - 0. 333 c	%1 .97	-0. 985
	a*	ق ع	a* = 5. 06 + 0. 0504 c	%8 .79	0. 893
		ق س	a*= 4. 99 + 0. 0710 c	%1 .82	0. 906
		ل	a* = 1. 14 + 0. 112 c	%5 .92	0. 962
	b*	ق ع	b* = 23. 7 + 0. 0320 c	%0 .88	0. 938
		ق س	P>0. 05		
		ل	b* = 19. 9 + 0. 161 c	%6 .81	0. 903
القساوة (نيوتن)		اليوم الأول	القساوة = 21. 4 - 0. 180 c	7 .79%	-0. 893
		اليوم السابع	القساوة = 21. 3 - 0. 195 c	72. 3%	-0. 850

المؤشر		معادلة الانحدار	معامل التحديد R^2	معامل الارتباط r
	% الفرق	فرق القساوة% = - 13. 5 + 0. 0728c	97. 8	0. 992
الفعالية المائية		الفعالية = 0. 864 -0. 000495 c	92. 2%	-0. 960
وزن الرغيف غ	اليوم الأول	الوزن = 42. 1 + 0. 00985c	5 .83	914 .0
	اليوم السابع	الوزن = 41. 8 + 0. 0132c	0 .92	959 .0
التقييم الحسي				
المظهر العام		المظهر العام = 19. 486 - 0. 0757 C	9 .99	-0. 999
انفصال الشطرين		انفصال الشطرين = 19. 912 - 0. 0514	88. 2 %	-0. 939
اللف والطي		اللف = 14. 486 - 0. 0286 C	6 .84	-0. 920
قوام اللبابة		قوام اللبابة = 14. 116 - 0. 03075 c	2 .91	-0. 955
لون القشرة		لون القشرة = 9. 086 - 0. 02645 c	86. 2	-0. 929
الطعم		الطعم = 8. 916 - 0. 0293 c	96. 1	-0. 981
الرائحة		P> 05 .0		
المجموع		المجموع= 94. 828 - 0. 27 C	3 .97	-0. 987

c: نسبة مجروش القمح المنبت المضاف%، P≥0. 05 .0

8- الاستنتاجات:

1- يجب تحديد الهدف المطلوب من عملية الإنبات أولاً ومن ثم تحديد الشروط المثلى للإنبات، لأنه لا يوجد شروط إنبات مثالية موحدة وثابتة لكل المكونات لأنها لا تزيد بنفس المعدل خلال الإنبات، وبالتالي إنّ الشروط المثلى لعملية إنبات القمح تختلف باختلاف المركبات المطلوب زيادتها.

2- تبين أنّ شروط الإنبات المثلى للقمح القاسي شام 3 هي الإنبات بدرجة حرارة 20 م° لمدة أربعة أيام بالنسبة لحمض الفوليك الذي بلغ 1. 75 ملغم/كغ في المجروش المنبت أي ارتفع 13 ضعف تقريباً من محتوى حمض الفوليك في مجروش القمح غير المنبت والذي بلغ 0. 135 ملغم/كغ.

3- يؤدي الإنبات إلى انخفاض قوة مجروش القمح بشكل معنوي كبير حيث انخفضت جميع مؤشرات الألفيوغراف والميكسولاب.

4- يمكن الاستفادة من القمح المنبت بإنتاج خبز عربي مدعم بمجروش القمح المنبت 40%، حيث تميز الخبز العربي بأنه مقبول حسياً من ناحية القوام وانفصال الشطرين وقابلية الطي ومن ناحية الخصائص الفيزيائية.

9- التوصيات والمقترحات.

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها يوصي الباحثون ويقترحون الآتي:

1- مقارنة تأثير الإنبات على التركيب الكيميائي لمنتجات طحن وجرش القمح المنبت المختلفة مثل مجروش القمح والطحين بنسبة استخراج70% والطحين بنسبة استخراج 80% والنخالة.

2- دراسة الشروط المثلى لإنبات أصناف أخرى من القمح السوري القاسي والطري، ودراسة علاقة صنف القمح بشروط الإنبات المثلى.

3- دراسة طرائق تحسين الخبز العربي المدعم مثل تغير الزمن بمراحل الإنتاج المختلفة وإضافة المحسنات المناسبة.

4- دراسة إمكانية استخدام مجروش القمح السوري المنبت بتدعيم منتجات أخرى مثل البسكويت وخبز القالب والمعكرونة والصمون.

10- قائمة المراجع.

أولاً- المراجع بالعربية:

- صالح، أ. العبد الله، ب. النازل، أ. (2014). دراسة صفات حفظ الخبز والنوعية الميكروبية للطحين والخبز المنتج في قضاء تكريت. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد14. العدد2. ص222.
- الهبيل. ص، غريبي. إبراهيم. (2015). دراسة تأثير معدل استخلاص الدقيق وفترات التخزين على معدل البيات للخبز العربي باستخدام الطرق الكيميائية، الفيزيائية والحسية. مجلة رواق المعرفة .العدد الثالث و الرابع. ص. 190-207.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- Afify, A, E. Abbas, M, S. Abd El-Lattefi, B, M. Ali, A, M. 2016. Chemical, Rheological and Physical properties of Germinated Wheat and Naked Barley. International Journal of ChemTech Research. Vol. 9, No. 09 pp 521-531.
- Aleid. S, AL-Hulaibi. A. Abu Ghoush. M and Al-Shathri. A. 2015. Enhancing arabic bread quality and shelf life stability using bread improvers. J Food Sci Technol 52(8): 4761–4772
- Anon. 2010. AACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. AACCI: St. Paul, MN.
- Azevedo, E, P., I Alves, E, M., Khan, S, S., Silva, L, S., Souza, R, B., Santos, B, S., Rabelo, C, V., Costa, C, S. 2020. Folic acid retention evaluation in preparations with wheat flour and corn submitted to different cooking methods by HPLC/DAD. Walid Elfalleh, Higher Institute of Applied Sciences and Technology of Gabes University of Gabes, Tunisia Plos One 15(4). p 16.
- Baranzelli, J., Kringel, D, H., Colussi, R., Paiva, F, F., Aranha, B, C., Mirand, M, Z., Zavareze, E, R., and Dias, A, R, G. 2018. Changes in enzymatic activity, technological quality and gamma aminobutyric acid (GABA) content of wheat flour as affected by germination. LWT - Food Science and Technology 90 (2018)p 483–490.
- Bellaio, S. Zamprogna, E. Jacobs, M. Kappeler, S, R. 2013. Partially Germinated Ingredients For Naturally Healthy and Tasty Products. Cereal Food World58(2): p55.
- Borrelli, G. M., DeLeonardis, A. M., Platani, C., and Troccoli, A. 2008. Distribution Along Durum Wheat Kernel of The Components Involved in Semolina Colour. Journal of Cereal Science. 48: p494-502
- Červenka. L, Brožková, I, Vytřasová. J. 2006. Effects of the principal ingredients of biscuits upon water activity. Journal of Food and Nutrition Research Vol. 45, No. 1, p 39-43.

- Corded, A and Henry, R. 1989. Carbohydrate-Degradingenzymes in Germinating Wheat. Cereal Chem. 66(5): p. 435-439.
- Ding, J. Houb, G, Nemzerc, B, Xiongd, S, Dubate, A, Fenga, H. 2018. Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole-wheat flour and enhanced γ-aminobutyric acid accumulation by ultrasonication. Food Chemistry 243 /p. 214–221.
- Ehmke, L, C. 2017. Impact of controlled sprouting of wheat kernels on bread baking performance. A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree Master Of Science Department of Grain Science and Industry College of Agriculture Kansas State University Manhattan, Kansas. p. 82.
- Eissa, H. Hussein, A. and Mostafa. B. 2007. Rheological Properties And Quality Evaluation Of Egyptian Balady Bread And Biscuits supplemented With Flours Of Ungerminated And Germinated Legume Seeds Or Mushroom. Pol. J. Food Nutr. Sci. Vol. 57, No. 4, pp. 487–496.
- El-Sayed, Y. Yaseen, A. Abdel-Fatah, A., Shouk, A, Gadlla. M and Mohammad, A. 2019. Egyptian Balady Bread Quality As Affected By Functional Nano-Powders Of Some Food Industry By-Products. Egyptian Journal of Food Science Vol. 47, No. 2, pp. 213 – 226.
- Faltermaier, A. Zarnkow, M., Becker, T. Gastl, M. and Arendt, E. K. (2015). Common wheat (Triticum aestivum L.): Evaluating microstructural changes during the malting process by using confocal laser scanning microscopy and scanning electron microscopy. European Food Research and Technology, 241, p. 239–252.
- Hadnadeva, T, Torbica, A. Hadnadev, M. 2011. Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. Procedia Food Science 1 –p. 328 – 334.
- Hefni, M and Witthöft, M, C. 2012. Enhancement of the folate content in Egyptian pita bread. Food & nutrition research 56 (1), p. 5566.
- Hug-Iten, S., Escher, F., and Conde-Petite, B. 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. Cereal Chem. 80: p. 654-661
- Hussain, I. and Uddin, M. B. (2012). Optimization effect of germination on functional properties of wheat flour by response surface methodology. International Research Journal of Plant Sciences, 3, p. 31–37.
- Kim Y. S, . and Flores R. A, 1999- Determination of bran contamination in wheat flours using ash content, color, and speck counts, Cereal Chemistry, 76: p. 957-961.
- Koehler, P. Hartmann, G. Wieser, H. Rychlik, M. 2007. Changes of folates, dietary fiber, and proteins in wheat as affected by germination. J Agric Food Chem. Jun 13;55(12): p. 4678-83.
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., and Leon, J. 2006. Color Measurement in L*a*b* Units from RGB Digital Images. Food Research International 39: p. 1084-1091.

- Lemmens, E. Moroni, A, V. Pagand, J. Heirbaut, P. Ritala, A. Karlen, Y. Anne L^e, K. Broeck, H, C, V. Brouns, F, J, P. Brier, N. Delcour, J, A. 2019. Impact of Cereal Seed Sprouting on Its Nutritional and Technological Properties: A Critical Review. Institute of Food Technologists. Vol. 18. PP: 305-328.
- Marti. A, Cardone. G, Pagani. M and Casiraghi. M, 2017, Flour from sprouted wheat as a new ingredient in bread-making. LWT - Food Science and Technology. doi: 10. 1016/ j. lwt. 2017. 10. 052. p. 237-243.
- Miller. A, Maningat, C. and Hoseney C. 2008. Modified Wheat Starches Increase Bread Yield. Cereal Chem. 85(6): p. 713–715.
- Popper L., and Hamed N., 2020, Flat Bread A Favorite In Saudi Arabia, World grain, 38(2): 22
- Posner. E, and Hibbs, A, 2005, Wheat Flour Milling. AACC, Inc. St. Paul, Minnesota, U. S. A. p. 489.
- Quail K., 2016, Flatbreads of the World, in Wrigley C., Corke H., Seetharaman K, Faubion J., Encyclopedia Of Food Grains. (Second Edition), Academic Press.
- Richter, K., K. Christiansen, and G. Guo. "Wheat Sprouting Enhances Bread Baking Performance. " Cereal Foods World Volume 59–5 (2014), pp. 231–33. 2
- Rustemova, A, Kydyraliev, N, Sadigova, M, and Batyrbayeva, N. 2020. Study of rheological properties of cakedough from a mixture of wheat and amaranth flour. BIO. WOF. 17, 00145 (FIES). p4.
- Shafqat. S, 2013, Effect of Different Sprouting Conditions on Alpha Amylase Activity, Functional Properties of Wheat Flour and on Shelf-Life of Bread Supplemented with Sprouted Wheat. A Thesis presented to The University of Guelph for the degree of Master of Science in Food Science. p. 120.
- Xhabiri. G, Durmishi, N. Idrizi, X, Ferati, I, Hoxha. I. 2016. Rheological qualities of dough from mixture of flour and wheat bran and possible correlation between bra bender and mixolab Chopin equipments. MOJ Food Processing & Technology. Volume 2 Issue 4. pp121-129
- Zilic. S, Basic. Z, skovi. V, Šukalović. V, and Jankovic. M, 2014, Can the sprouting process applied to wheat improve the contents of vitamins and phenolic compounds and antioxidant capacity of the flour?. International Journal of Food Science and Technology, 49, p 1040–1047.
- Zhygunov, D., Toporash, I., Barkovska, Y. Yehorshyn, Y. 2020. Comparison Of Alveograph Characteristic Of Flour Obtained From Different Types Of Common Wheat And Spelt Wheat. Grain Products And Mixed Fodder's, Vol. 20, I. 1pp. 22-30.