تدعيم الخبز العربيّ بجنين القمح المتخمّر بخميرة الخبز

م. سوسن بوطه، د.أحمد سمّور الإبراهيم

قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث

الملخَص

هدف هذا البحث إلى نمذجة عملية تخمير جنين القمح الطازج بخميرة الخبز بهدف تحقيق أعلى تركيز من مركب 2,6 ثنائي ميتوكسي بنزوكوينون (2,6 MBQ) (2,6DMBQ) الذي ثبتت فعاليته كمضاد لبعض أنواع السرطان، ومن ثم دراسة تأثير إضافة الجنين المتخمّر على الخصائص الريولوجيّة للعجين والخبز الناتج، تمّ تصميم التجربة بعاملين (نسبة خميرة الخبز إلى جنين القمح) و (نسبة الماء إلى المادة الجافة) وثلاث مستويات مع تثبيت درجة حرارة التخمير 30^{o} م لمدة 18 ساعة، تمّ تحليل مركب 2,6– ثنائي ميتوكسي بنزوكوينون بواسطة الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداءHPLC ، ودرست الخصائص الريولوجيّة للعجين باستخدام جهاز الألفيوغراف والخصائص الحسّيّة للخبز الناتج عند نسب إضافة (0-10-15-20) %.

أظهرت نتائج تصميم التجربة أنّ نسبة خميرة الخبز إلى جنين القمح هو العامل ذو التأثير المعنوي الأكبر وأن المتغيرات الأمثل لتحقيق أعلى محتوى من 2,6 DMBQ هو: (2:1) نسبة خميرة الخبز إلى جنين القمح و(4:1) نسبة المادة الجافة: الماء حيث كانت تركيزه تقريباً 0.93 ملغ/غ.

بيّنت نتائج الألفيوغراف للعجين ونتائج التقييم الحسّيّ للخبز أنّه لا يوجد فرق معنويّ عند إضافة الجنين المتخمر إلى العجين بنسب أقل من 10 %، ويمكن إضافته بدون أيّ تغيير معنويّ للعجين أو الخبز الناتج، وقد تحّسن مضغ الخبز عند 20% .

الكلمات المفتاحية: جنين القمح المخمّر، 2,6 DMBQ، الخبز العربيّ.

Enriching Arabic bread wheat germ fermented by baker's yeast

Eng.Sawsan bouta Dr.Ahmad Sammour Ibrahim

Food Eng., Dept., Petrochemical Eng., Fac., University of AL-Baath

Abstract

This research aimed to model fermentation wheat germ by baker's yeast to achieve highest concentration of 2,6DMBQ, which has been reported as an anticancer, the effect of adding fermented wheat germ on the rheological properties of dough and resulting bread was studied. The experiment was designed with two factors (the ratio baker's yeast**:** wheat germ) and (the ratio water**:** dry matter) and three levels with a fermentation temperature at 30º C for 18 hours, 2.6 dimethoxybenzoquinone was analyzed by HPLC, and the rheological properties of dough were studied using the Alveograph device and the sensory properties of the resulting bread at an addition of (0-10-15-20)%.

The results of the experiment design showed that the ratio of baker's yeast to wheat germ is the greatest significant effect factor, and the optimal variables to achieve the highest content of 2,6 DMBQ are: (2: 1) the ratio of baker's yeast to wheat germ and (4: 1) the ratio of dry matter: water. Where its concentration was approximately 0.93 mg / g.

The results of the dough alviogragh and sensory evaluation of the bread showed that there is no significant difference when adding the fermented germ to the dough at rates less than 10%, and it can be added without any significant change to the dough or the resulting bread, and the chewing of the bread improved at 20%.

Keywords: fermented wheat germ, 2,6DMBQ, Arabic bread.

مقدمة Introduction:

يشكل جنين القمح wheat germ (WG) حوالي 2.5-3 % من وزن حبة القمح، ويُعتبر منتجاً ثانويّاً عن عملية طحن القمح، وهو عالي القيمة التغذويّة حيث يعتبر المصدر الرئيس لفيتامين E في حبة القمح، كما أنّه غني بمجموعة فيتامينات B والبروتينات والألياف الغذائيّة والمعادن [1]، ومعظم الأحماض الأمينيّة الأساسيّة تتواجد في جنين القمح بتراكيز أعلى من مثيلاتها في بروتين البيض المرجعيّ، كما أنّه غنيّ بالحموض الدّسمة غير المشبعة وبشكل أساسيّ حمض الأولييك، وحمض اللينوليئيك، حمض α- اللينولينيك والمركبات الحيويّة الوظيفيّة ومنها الفلافونوئيدات flavonoids, والستيرولات Sterols والغلوتاثيون Glutathione [2].

إن السبب الرئيس للاستخدام المحدود لجنين القمح WG في الصناعات الخبيزيّة هو عدم ثباته خلال فترة حفظ المنتجات الخبيزيّة، حيث إنّ الفعاليّة العاليّة لأنزيمات الليباز والليبوكسيداز تسبّب تشكّل الحموض الدّسمة الحرّة وبالتالي ظهور الطعم المتزنّخ في المخبوزات [3]، إنّ أنزيم الليباز الموجود في جنين القمح ثابت حراريّاً ويتبقى أكثر من 20%منه بشكل فعّال وذلك عند درجة حرارة 60–90° م ولمدّة ساعة كاملة، إضافةً إلى أنّ وجود جنين القمح يُؤثّر سلباً في الجودة التكنولوجيّة للدقيق وبشكل أكبر على ثباتيّة العجين ويتمثل التحدي في عزل وتخزين واستخدام جنين القمح بالحفاظ على هذه الجودة الغذائية العالية ومنع أكسدة الدهون [4].

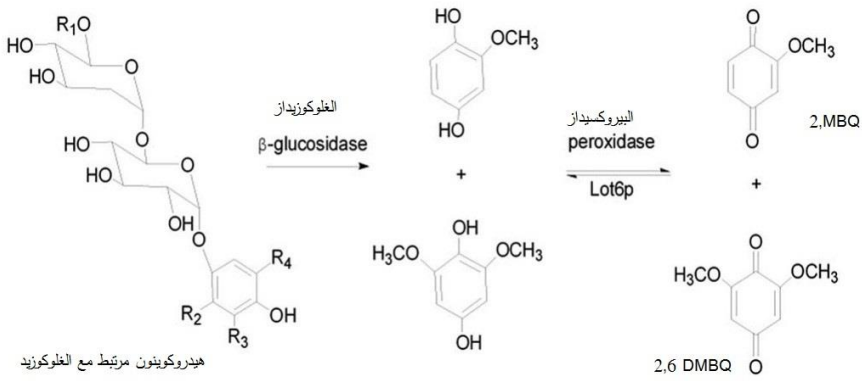
في العقد الماضي، ظهرت عديد من الدراسات حول استخدام واعد لمستخلص جنين القمح المخمّر بواسطة خميرة الخبز والمعروف تجاريّاً باسم (Avemar®)، وذلك لفعّاليته المضادة لتكاثر الخلايا السرطانيّة أثناء التجارب السريريّة في الجسم الحيّ [5].

وقد أثبتت دراسات عديدة فائدة الجنين المخمّر في التطبيقات الطبيّة، فقد وجد أنّ استهلاكه كمكمّل غذائيّ يشكل يوميّ لمدّة ستة أشهر يُؤدّي إلى وقف تقدّم سرطان القولون والمستقيم، كما افترض أنّه قادر على التأثير على الخلايا السرطانيّة اللمفاويّة عن طريق تقليل اصطناع بروتينات الخلايا السرطانيّة وبالتالي موتها، علاوةً

على ذلك فقد ثبت في دراسة مخبريّة أنّ جنين القمح المخمّر له نشاط مضادّ للأورام في 32 نوعاً من السرطان البشريّ [6].

تشير البيانات الحديثة إلى أنّ التأثيرات المناعيّة والمضادّة لتكاثر الخلايا السرطانيّة لهذا المستحضر، تُعزى بشكل أساسي إلى اثنين من الكوينونات هما 2–ميتوكسي بنزوكوينون(2,MBQ) و 2،6 – ثنائي ميثوكسي بنزوكوينون (2،6– DMBQ) [5,7] ، تعتبر الكوينونات من المركبات النشطة بيولوجّياً ذات إمكانات واعدة كمكونات لأدوية العلاج الكيميائيّ المضادّة للسرطان، ومن المحتمل أن يكون جنين القمح أفضل خزان للأشكال الغليكوزيدّية غير النشطة من 2–ميتوكسي بنزوكوينون و 2،6 – ثنائي ميثوكسي بنزوكوينون. ويتتطلب تحويل الغليكوزيدات إلى مركبات غير غليكوزيديّة نشاط β–glucosidase ، والذي يؤدي إلى زيادة ملحوظة في الأنشطة الوظيفيّة والتأثير المضاد للسرطان والميكروبات وتنشيط المناعة للأشكال غير الغليكوزيديّة لكلا هذين المركبين[8].

تمّ افتراض الطرق الحيويّة للاصطناع الحيويّ للمركبين شكل(1) ، [9]. بدايةً تتحلمه الأوليغوسكاريدات المرتبطة مع الهيدروكوينونات في الموقع β–1–6 في جنين القمح إلى الأغليكونات الموافقة بواسطة β–غلوكوزيداز، ثم يتأكسد كلا من مركبي الهيدروكوينون المتشكلين إلى مركبي p–بنزوكوينون متماثلين وذلك بواسطة البيروكسيداز. ومع ذلك، فقد يقوم الأنزيم– Lot6p(Ec1.5.1.39;yliollwp) quinone Oxidoreductase أنزيم أكسدة وارجاع للكوينونات المنحلة موجود في خميرة الخبز– بعملية إرجاع لمركبي البنزوكوينونات المتشكلين ليعطي مركبي هيدروكوينونات الموافقة.



الشكل (1): التمثيل الكيميائي لاصطناع مركب 2,6-DMBQ

يحتوي جنين القمح على كميات هامة من الفلافونوئيدات التي أثبتت قدرتها على تخفيض خطر الإصابة بالسرطان بشكل واسع عالميّاً. كما أنّ عملية تحول الفلافونوئيدات الغليكوزيديّة إلى الأغليكونات الموافقة يعطي مفعولاً حيويّاً أفضل وذلك خلال عملية التخمّر بالخمائر yeasts أو بالعصيات اللّبنيّة *Lactobacillus* [10].

بيّنت الأبحاث أنّ الكمية الإجمالية لمركبي 2,6-DMBQ ,2-,MBQ تزداد بمقدار 47% في جنين القمح المتخمّر مقارنة مع الكمية في الجنين الخام. وبالمقابل، يمكن تفسير ذلك بوجود عوامل تنتج خلال عملية التخمّر تؤثر في نشاط β-غلوكوزيداز والبيروكسيداز، وبالتالي تؤثّر في تراكم هذه الكميات من مركبي 2,6-DMBQ , 2,MBQ في جنين القمح المتخمّر. وبشكل مشابه، تتشكل خلال فترة التخمر عوامل تؤثر في كمية الفلافونوئيدات في جنين القمح المتخمّر. ومع ذلك، لا تتواجد معلومات كافية عن كيفية تأثير معاملات عملية التخمّر على كمية مركبي 2,MBQ ,2,6DMBQ المتشكلة خلال عملية تخمّر جنين القمح [9].

1- هدف البحث Objective:

1. تخمير جنين القمح بخميرة الخبز باستخدام تصميم التجربة بهدف الحصول على أعلى تركيز من 2،6-DMBQ.
2. تدعيم الخبز العربيّ بجنين القمح المتخمّر بخميرة الخبز عند نسب (0-10-15-20)%
3. معرفة نسبة الإضافة الأفضل التي لا تُؤثّر في تقبل المستهلك.

2- المواد وطرائق البحث Materials and Methods:

2-1- المواد Materials:

1. جنين القمح الخام: تمّ الحصول على جنين القمح الخام (مرحلة التناعيم) من انتاج عام 2019 بتاريخ 24/3/20019 من شركة المطاحن الكبرى الخاصّة – حمص.
2. دقيق موحد إنتاج الشركة العامة للمطاحن من انتاج عام 2019 بتاريخ 20/3/2019 في مدينة حمص مطابق للمواصفة القياسية السورية رقم 192 تاريخ 2016 (نسبة الرطوبة لا تزيد 73%والرماد 2.5% والبروتين 38%) .
3. خميرة طرية *Saccharomyces cerevisiae* إنتاج معمل خميرة حمص مطابق للمواصفة القياسية السورية رقم 143 تاريخ 2018 لها المواصفات التالية (رطوبة لاتتجاوز 70% وبروتين (على أساس الجاف) 43% ورماد .

2-2- طرائق التحليل Methods:

اختبارات الدقيق وجنين القمح: تمّ توصيف جنين القمح والدقيق من حيث:

1- الرطوبة: قدرت الرطوبة على درجة حرارة 105°م حسب طريقة(AACC, 2010) [11].

2- البروتين: قُدر البروتين الكليّ اعتماداً على طريقة كلداهل وذلك بضرب قيمة الآزوت بالمعامل 5.27 للحصول على نسبة البروتين الكليّ حسب (AOAC, 2002) [12].

3- الرماد: قُدر الرماد في المرمدة على درجة حرارة 550°م حسب (AACC, 2010)

4- الدّسم: قُدر الدّسم بطريقة سكسوليه باستخدام ثنائي إيثيل الإيثر كمذيب حسب (AOAC, 2002).

تصميم تجربة تخمير جنين القمح بخميرة الخبز: بواسطة برنامج Mitab,2019:

يتضمن بروتوكول تصنيع Avemar® استخدام مستخلص من الماء وجنين القمح بنسبة 9 إلى1، وتخمير هذا المستخلص بخميرة الخبز بنسبة 3 إلى1، تخمير لاهوائي عند درجة حرارة 30°م درجة ولمدة 18 ساعة ثم تركيز المستخلص وتجفيفه [7]، ولكن بهدف الاستفادة من كامل جنين القمح وليس فقط المستخلص وبهدف الحصول على منتج قابل للتجفيد فقد تم تغيير النسب السابقة وتصميم تجربة عاملية (عاملين وثلاث مستويات) جدول (1) باستخدام برنامج Minitab الإحصائي.

جدول (1): تصميم التجربة العاملية لتخمير جنين القمح بخميرة الخبز

المتغيّر	المستوى الأول	المستوى الثاني	المستوى الثالث
خميرة الخبز: جنين القمح	1:1	2:1	3:1
المادة الجافة : الماء	2:1	3:1	4:1

تجفيد الجنين المتخمّر

تم تجفيد جنين القمح المتخمّر في مركز التقانات الحيوية بجامعة البعث، بواسطة مجفّدة نوع (Freeze Dryer Machine-Type :alpha-1-2 ld christ ro.:101021) عند -50°م وضغط تفريغ 0.1 mbar ، حفظت العينات بعدها عند درجة حرارة -18°م.

تحديد 2،6 - ثنائي ميثوكسي بنزوكوينون باستخدام الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC [13]:

تحضير العينة: أُخذ 2غ من العينة وحلت في 50 مل من الماء المقطّر (ثنائي التقطير)، ثم استخلصت ثلاث مرات بواسطة 25مل من الكلوروفورم في قمع الفصل،

تجمع طبقات الكلوروفورم الثلاث وتغسل مرتين بالماء المقطّر ثم تجفّف فوق طبقة من كبريتات الصوديوم، يجفّف المستخلص تحت التفريغ عند 40°م حتى تمام الجفاف، وتُحلّ أخيراً المادة الجافة بـ 5 مل من الطور المتحرك وقبل الحقن يتمّ الترشيح بواسطة PTFE 0.45 µm ويتمّ حقن 20 ميكروليتر من الراشح الناتج في عمود HPLC.

التحليل بالكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداءHPLC : تمّ التحليل في مخبر الدراسات العليا / كلية العلوم – جامعة البعث باستخدام جهاز HPLC KNAUER ADVANCED SCIENTIFIC INSTRUMUNTS، الطور الحامل: محلول الأسيتونتريل Sigma-Aldrich 20% في 0.025M من أحادي فوسفات البوتاسيوم (pH 5.8)، العمود: EC 250/4.6 NUCLEOSIL 100-5 C18، الكاشف:UV-Vis عند طول موجة290nm. [13]

تحليل الخصائص الريولوجيّة باستخدام جهاز الألفيوغراف Alveograph:

أجريت الاختبارات الريولوجية للعجين باستخدام جهاز الألفيوغراف من شركة Chopin Technologiesالفرنسية، اتبعت طريقة AACC رقم 54A–30 لعام 2000 [14] وطريقة ICC رقم 121 لعام 2004 [15]، في الاختبارات كما يلي: الضغط الأعظميmmHg 4± 92 ، الضغط الأصغري mmHg 2± 60، درجة حرارة العجن 24°م درجة حرارة غرفة الإستراحة 25°م ، مدة العجن 8 دقائق، مدة الإستراحة 20 دقيقة.

تمّ استخدام جهاز الألفيوغراف لتحديد خصائص العجين التكنولوجيّة التالية: قيمP مؤشر تماسك العجين وL قابلية العجين للتمدد و Wطاقة التشوّه و Gمقياس تمدد العجين وP/L التوازن ما بين الليونة والمطاطيّة حسب [16].

تجربة الخبيز للخبز العربيّ:

أجريت تجربة الخبيز لعيّنات العجين المحضّرة بإضافة النسب (0–10–15–20)% من الجنين المتخمّر بالنسب المثلى، وتمت عملية الخبز باستخدام تجهيزات الشركة العامة للمخابز وأجري التقييم الحسيّ اعتماداً على [17].

الدراسة الإحصائية: Statical Analysis

تمّ إجراء 3 مكرّرات لجميع الاختبارات ثمّ التقييم الإحصائيّ للنتائج باستخدام برنامج Minitab الإصدار 19.0 عند مستوى وثوقيّة ($p<0.05$).

النتائج والمناقشة Result and Discussion

توصيف جنين القمح والدقيق المستخدم:

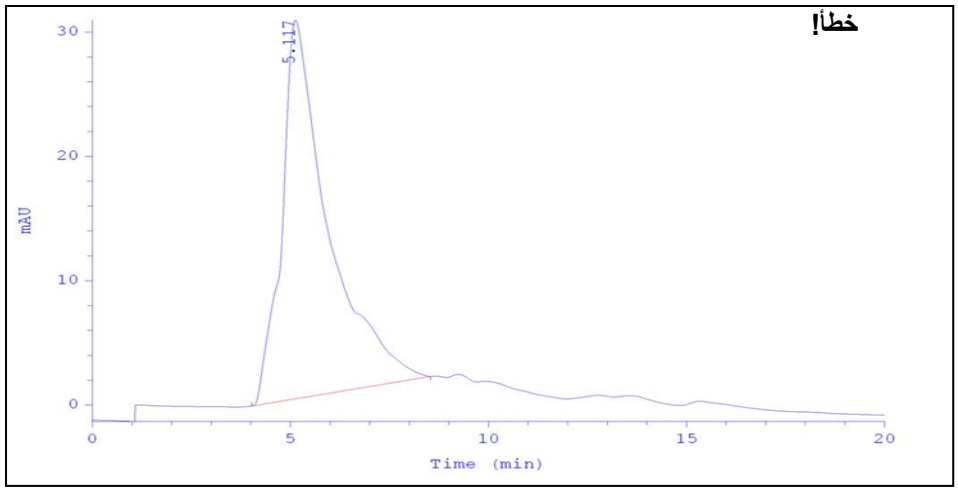
يُبيّن الجدول (2) بعض المواصفات الكيميائيّة والفيزيائيّة لجنين القمح والدقيق المستخدم في البحث، حيث اختلفت مواصفات جنين القمح بشكل معنوي عن مواصفات الدقيق المستخرجين من حبّة القمح، ويعود ذلك إلى الشكل المورفولوجي لحبة القمح وإلى عملية الطحن التي هدفها الأساسيّ فصل الأندوسبرم عن باقي أجزاء الحبّة، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الدّسم والبروتين والرماد في جنين القمح بشكل معنويّ ($P<0.05$) بالنسبة للدقيق استخراج 82%، بسبب تواجد الأحماض الدّسمة بنسبة أكبر فيه، وهذا يتوافق مع [18].

الجدول (2): المواصفات الكيميائيّة والفيزيائيّة لجنين القمح والدقيق المستخدم

العيّنة	القرائن (%)			
	بروتين (N×5.25)	رطوبة	رماد	الدّسم (مادة جافة)
جنين القمح	$27.5^{a}\pm0.5$	$13.9^{a}\pm1.3$	$3.9^{a}\pm0.5$	$8.3^{a}\pm1.4$
دقيق استخراج82%	$11.5^{b}\pm1.6$	$14.1^{b}\pm0.7$	$0.72^{b}\pm0.2$	$2.5^{b}\pm1.3$

تحليل مركب 2،6 – ثنائي ميثوكسي بنزوكوينون 2,6-DMBQ:

يظهر تحليل المخطط الكروماتوغرافي أنّ القمّة الخاصّة بالمركب 2,6DMBQ ظهرت عند زمن 5.11 دقيقة تقريباً في كل العينات كما في الشكل (2) وهذا يتوافق مع [13] حيث ظهرت القمة عند 4.9 دقيقة ، وقد تفاوت تركيزه في العينات فكان أقلّ تركيز 0.295 ملغ/غ وأعلى تركيز 0.93 ملغ/غ بوجود فروق معنوية إحصائياً.



شكل (2) : المخطط الكروماتوغرافي لـ2,6 DMBQ

دراسة العوامل المؤثرة في تخمير جنين القمح بواسطة خميرة الخبز:

يُظهر الشكل (3) قيم متوسطات العينات لمحتواها من مركب 2,6-DMBQ، وقد تراوح محتوى العينات ما بين 295 ملغ/غ للعينة التي فيها نسبة جنين القمح إلى خميرة الخبز (1:1) ونسبة الماء إلى المادة الجافة (1:3) ، وأعلى قيمة 0.93 ملغ/غ للعينة التي فيها نسبة جنين القمح إلى خميرة الخبز (1:2) ونسبة الماء إلى المادة الجافة (1:4)، وكان هناك فرق معنوي واضح بين العينات $P>0.05$، وقد وجد [13] أن محتوى مستخلص الجنين المتخمّر يتراوح ما بين 0.24÷0.17 ملغ/غ.

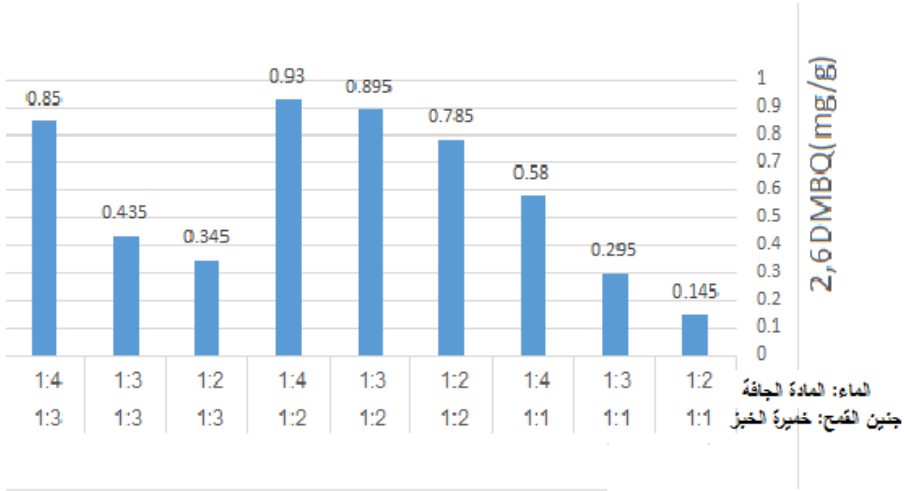
إن تغيير نسب تخمير المواد أدى إلى تغير تركيز 2,6DMBQ بشكل معنوي حيث إنّ زيادة نسبة الماء أدت إلى زيادة تركيزه، ولكن ذلك لم ينطبق على زيادة نسبة الخميرة، وهذا يتفق مع [9].

يُظهر مخطط باريتو شكل (4) تأثير كل عامل على حدة والتأثير المشترك لهما، إنّ نسبة جنين القمح إلى خميرة الخبز هي العامل المؤثّر بشكل معنوي، بينما لا يُشكّل تأثير نسبة المادة الجافة إلى الماء أو حتى التأثير المشترك للعاملين فرق إحصائي معنوي عند ($P<0.05$). ويمكن تفسير ذلك بأنّ خميرة الخبز تحتوي بشكل كبير على β–غلوكوزيداز الذي يعمل على تشكيل مركب 2,6DMBQ ، وبزيادة نسبة الخميرة يزداد وجود الأنزيم، وقد يعزى انخفاض تركيز 2,6DMBQ بزيادة نسبة الخميرة إلى زيادة نسبة أنزيمات تعمل على إرجاع مركبات الكوينون إلى الهيدروكوينون شكل (1)، كما أنّه بزيادة الوسط المائي تزداد الفعاليّة الأنزيميّة ويزداد تشكّل 2,6DMBQ.

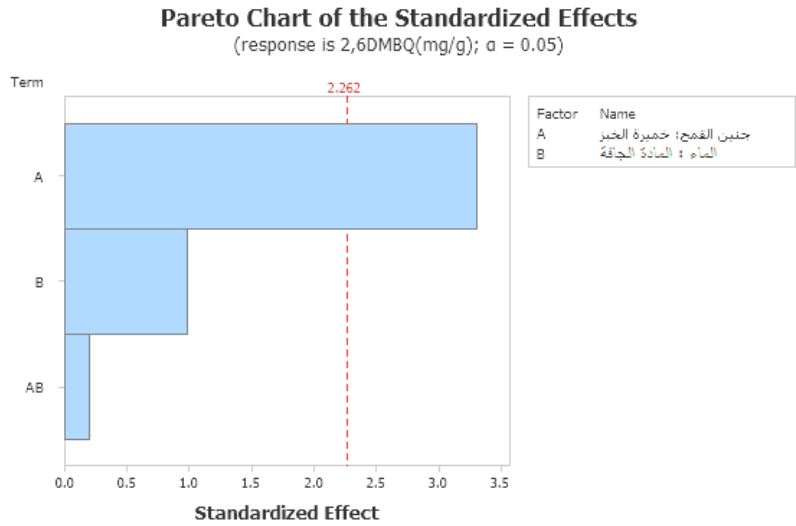
باستخدام تقنيّة Response Optimization في برنامج Minitab بهدف الحصول على أعلى تركيز من 2,6DMBQ جدول (3)، كانت القيم الأفضل لنسب التخمير كما في الشكل (5) وكمية 2,6DMBQ المتوقعّة 0.93 ملغ/غ. ويُعتبر **الحل الأمثل** عند النسب المدروسة هو: نسبة جنين القمح إلى خميرة الخبز (1:2)، ونسبة الماءإلى المادة الجافة (1:4)

جدول (3): الحل الأمثل لزيادة تركيز 2،6DMBQ حسب برنامج Mintab,2019

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
2,6DMBQ(mg/g)	Maximum	0.02	0.99		1	1
Solution	جنين القمح: خميرة الخبز	الماء : المادة الجافة		**2,6DMBQ(mg/g) Fit**		**Composite Desirability**
1	1:2	1:4		0.93		0.938144



شكل (3): متوسطات تراكيز مركب 2,6- DMBQ في العينات المدروسة



شكل (4): مخطط باريتو تأثير العوامل على 2,6-DMBQ

شكل (5): النسب الأمثل لتخمير جنين القمح باستخدام Minitab

دراسة الخصائص الريولوجيّة للعجين:

تمّ تحضير عجين الخبز العربيّ وفق الإضافات السابقة من جنين القمح المتخمر بخميرة الخبز (0–10–15–20)% ودراسة خصائص العجين باستخدام الألفيوغراف الذي يقوم بمحاكاة تامّة لعملية العجن والاستراحة والتشكيل إضافةً إلى تطبيق قوّة نفخ على العجين من أجل تحديد مدى قابلية العجين على احتباس الغازات الناتجة عن التخمّر، ويُوضح الجدول (5) قيم التماسكP والتمدّد L وطاقة التشوّه W لعجينة العيّنات المدروسة، إذ يُلاحظ وجود فرق معنويّ ($P<0.05$) في قيم P و G وW و P/L عند إضافة الجنين عن عينة الشاهد، حيث انخفضت مقاومة العجين للتشوه P عند نسب 15–20% حتى وصلت لقيمة 100 H_2Omm وهذا يعني أنه أدّى إلى إضعاف العجين، قد يعود ذلك إلى وجود حبيبات الجنين الكبيرة مقارنةً مع الدقيق والتي تضعف الشبكة الغلوتينيّة بالإضافة إلى ذلك، فإنّ الجنين لا يحتوي على غلوتين أو أيّة مواد أساسيّة من بروتين الغلوتين، وبالتالي فإنّ البروتينات غير الغلوتينيّة تُعتبر ملوّثة لغلوتين العجين المصنوع وهذا يُؤدّي إلى مواصفات خبيزيّة سيئة، وبصورة مشابه أيضاً أدّى إلى انخفاض طاقة تشوّه العجين Wوالتمدد L. كما تؤكّد جميع النتائج بأنّ إضافة الجنين تضعف الخواص الريولوجيّة للعجين، وهذا يتوافق مع [3].

الجدول (5): قيم التماسك والتمدّد وطاقة التشوّه والتشوّه لعجينة عيّنات الدقيق المدروسة باستخدام جهاز الألفيوغراف

نسبة الإضافة، %	P (mmH_2O)	L (mm)	G (mm)	W^*10^{-4} (J)	P/L (mmH_2O/mm)
0 (شاهد)	121[a]	37[a]	13.5[a]	169[a]	3.27[a]
10	119[a]	38[a]	13.1[a]	163[a]	3.13[a]
15	110[b]	39[b]	12.7[b]	139[b]	2.82[b]
20	100[c]	40[c]	11.9[c]	121[c]	2.50[c]

* الأرقام التي تتشارك بنفس الحرف في العمود ليس لها تأثير معنوي عند ($P<0.05$).

دراسة الخصائص الحسية للخبز الناتج:

تمّ تقييم الخبز المحضّر من العجائن السابقة من حيث القوام والطعم والرائحة واللّون وانفصال الشطرين واللّبّ، وذلك من قِبل خمسة أشخاص مدرّبين وكانت الدرجة من 5، يُظهر الجدول (6) علامات التقييم التي حصلت عليها العيّنات المحضّرة، ولم يُلاحظ وجود فرق بين قيم الشاهد ونسبة الإضافة 10% بالنسبة إلى لون ولب الخبز، ولكن عند نسب الإضافة الأعلى أصبح لون الخبز أكثر قتامة مع تغير في رائحة الخبز، وعند نسبة 15% فقد ازدادت نسبة انفصال الشطرين وأصبح أفضل من الشاهد، بينما جعلت العينة 20% الخبز طريّاً وسهل المضغ ولكن باقس المواصفات عند النسبة 20% كانت أسوأ في جميع مؤشرات التقييم الحسي المدروسة.

جدول (6): التقييم الحسي لعينات الخبز المحضّرة

رقم العينة	1	2	3	4	5	6
لب الخبز	5	5	5	4.4	3.4	3.6
قوام الخبز	4.75	5	5	5	3.5	4
لون الخبز	4.6	3.2	3.2	3.6	3.2	3.2
انفصال الشطرين	4	3.8	3.8	4.6	4	4.2
لون الخبز	3.87	3.8	4	4.32	3.82	4.2
رائحة الخبز	4.305	3.95	4	4.38	3.63	3.9

الاستنتاجات والتوصيات Result and Recommendation

من خلال نتائج البحث وجد أنّ:

1. يمتلك جنين القمح قيمة غذائيّة مرتفعة من الدّسم والبروتين والمعادن.
2. عمليّة التخمير بخميرة الخبز ساعدت على انتاج مركب 2,6-DMBQ وكانت نسبة خميرة الخبز إلى جنين القمح العامل ذي التأثير المعنوي الأكبر .
3. المتغيّرات الأمثل لتحقيق أعلى محتوى من مركب 2,6-DMBQ هي: (2:1) نسبة خميرة الخبز إلى جنين القمح و(4:1) نسبة المادة الجافة: الماء حيث كان تركيزه تقريباً 0.93 ملغ/غ،
4. إضافة جنين القمح المخمر إلى الخبز العربي عند نسب إضافة أقل من 10%لم تغير في صفات العجين أو الخبز الناتج بشكل كبير، ولكن عند رفع نسب الإضافة إلى 20% أدى ذلك لإضعاف العجين وتغير في تماسك الخبز الناتج بشكل طفيف.

يعتبر هذا البحث بإضافة جنين القمح المتخمّر إلى الخبز العربيّ، وتدعيمه بمادة 2،6 – ثنائي ميثوكسي بنزوكوينون من جنين القمح نفسه وبطريقة تخمير غير مكلفة وبسيطة، حيث يمكن إضافته إلى الخبز العربي بنسبة 10% بدون تغير كبير في مواصفات الخبز.

المراجع References:

1. Boukid, F., Folloni, S., Ranieri, R., & Vittadini, E. (2018). **A** compendium of wheat germ: Separation, stabilization and food applications. **Trends in Food Science and Technology**, *78*(June), 120–133.

2. Verni, M., Rizzello, C. G., Coda, R., & Bran, W. (2019). *Fermentation Biotechnology Applied to Cereal Industry By-Products : **Nutritional and Functional Insights***. *6*(April),

3. Marti, A., Torri, L., Casiraghi, M. C., Franzetti, L., Limbo, S., Morandin, F., Quaglia, L., & Pagani, M. A. (2014). Wheat germ stabilization by heat-treatment or sourdough fermentation: Effects on dough rheology and bread properties. **LWT - Food Science and Technology**, *59*(2P1), 1100–1106.

4. Giuseppe, C., Luana, R., & Gobbetti, M. (2010). *Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional , texture and sensory characteristics of the white bread*. 645–654.

5. Demidov, L. V., Manziuk, L. V., Kharkevitch, G. Y., Pirogova, N. A., & Artamonova, E. V. (2008). Adjuvant fermented wheat germ extract (Avemar™) nutraceutical improves survival of high-risk skin melanoma patients: A

randomized, pilot, phase II clinical study with a 7-year follow-up. **Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals**, *23*(4),

6. Qu, W., Ma, H., Liu, B., He, R., Pan, Z., & Abano, E. E. (2013). Enzymolysis reaction kinetics and thermodynamics of defatted wheat germ protein with ultrasonic pretreatment. **Ultrasonics Sonochemistry**, *20*(6), 1408-1413.

7. Granulate, A., Food, D., & Food, S. P. (2013). *Avemar Granulate as Dietary Food / Special Purpose Food for Cancer* **Health Technology assessment section** *MINISTRY OF HEALTH*.

8. Rizzello, C. G., & Aldo, B. (2016). *Synthesis of 2-methoxy benzoquinone and 2 , 6-dimethoxybenzoquinone by selected lactic acid bacteria during sourdough fermentation of wheat germ*. **Microbial Cell Factories**,BioMed Central.

9. Zheng, Z., Guo, X., Zhu, K., Peng, W., & Zhou, H. (2016). The optimization of the fermentation process of wheat germ for flavonoids and two benzoquinones using EKF-ANN and NSGA-II. **RSC Advances**, *6*(59), 53821-53829.

10. Comín-Anduix, B., Boros, L. G., Marin, S., Boren, J., Callol-Massot, C., Centelles, J. J., Torres, J. L., Agell, N., Bassilian, S., & Cascante, M. (2002). Fermented wheat

germ extract inhibits glycolysis/pentose cycle enzymes and induces apoptosis through poly(ADP-ribose) polymerase activation in Jurkat T-cell leukemia tumor cells. **Journal of Biological Chemistry,** *277*(48), 46408-46414.

11. AACC (2010). Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota, U.S.A

12. AOAC (2002). Association of official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (17th Ed.) Mary land. U.S.A

13. Tömösközi-Farkas, R., & Daood, H. G. (2004). Modification of chromatographic method for the determination of benzoquinones in cereal products. **Chromatographia,** *60*(SUPPL.).

14. AACC (2000) Approved Methods of the AACC. 10th Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul

15. International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Standard methods 121 and 173. ICC: Vienna, Austria, 2011, 123-127

16. Launay, B., & Michon, C. (2008). Biaxial extension of wheat flour doughs: lubricated squeezing flow and stress relaxation properties. **Journal of Texture Studies,** 39(5), 496-529.

17. Williams, E., 1988, Evolution of wheat quality for baking of

Syrian Type Two Layer flat bread J. **Cereal Sci**., vol.7, 95-207.

18. Mahmoud, A. A., Mohdaly, A. A. A., & Elneairy, N. A. A. (2015). Wheat Germ: An Overview on Nutritional Value, Antioxidant Potential and Antibacterial Characteristics. **Food and Nutrition Sciences**, *06*(02), 265-277.