



الجمهورية العربية السورية

جامعة البعث

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية

قسم الهندسة الغذائية

تأثير تجميد العجين في فاعلية التخمر وفي نوعية المنتجات المخبوزة

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الغذائية

تقانة حيوية

إعداد:

المهندسة نيفين خنصر

إشراف:

الأستاذ الدكتور شريف صادق

أستاذ في قسم الهندسة الغذائية

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

1441هـ - 2019م

كلمة شكر

لا يسعني بعد أن وقّفتني الله سبحانه وتعالى في إتمام هذا العمل المتواضع إلا أن أتقدم بالشكر لمن كانت له فيه مساهمة ولو بسيطة وأخص بالشكر الأستاذ الدكتور شريف صادق الذي سَعدتُ بإشرافه على هذه الرسالة حيث كان له الفضل بعد الله عز و جل في إنارة طريق البحث لي من خلال توجيهاته وإرشاداته فجزاهما الله عني كل خير... ولا أنسى أن أشكر الدكتور محمود الحداد الذي كان مشرفاً مشاركاً على جهوده المبذولة و أفكاره البناءة التي سهلت لي إنجاز وتطبيق هذه الرسالة فله مني كل التقدير والاحترام .. كما أتوجه بالشكر إلى الأساتذة الكرام في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية عامة وإلى قسم الهندسة الغذائية خاصة..

م.نيفين خنصر

الملخص:

يستخدم العجين المجمد على نطاق واسع في صناعة الخبز، ويعتقد عموماً أن استخدامه سيزداد مستقبلاً، حيث يسمح استخدامه بصنع الخبز بطريقة متقطعة.

يهدف هذا البحث إلى تحديد أيهما أفضل إنتاج العجين المجمد المخمر (أو غير المخمر) المناسب لصنع البيتزا، وبالتالي تمت دراسة حفظ العجين بالتجميد بعد العجن مباشرة أو بعد إخضاعه للتخمير جزئياً أو كلياً، كما تمت دراسة فاعلية التخمير في العجين المخزن و تأثير تجميد العجين في نوعية المنتج النهائي (البيتزا).

حضرت ثلاث عينات من عجينة البيتزا تُركت الأولى لتتخمّر بشكل كامل بينما تُركت الثانية لتتخمّر نصف تخمير أما الثالثة فتم حفظها مباشرة دون تخمير. تم تجميد العجائن الثلاث وتخزينها عند درجة الحرارة -18°C لمدة ثلاثة أشهر. أُجريت الاختبارات كل 15 يوماً على العينات الثلاث بعد فك التجميد عنها في الحاضنة عند درجة حرارة 30°C ، بعد اكتمال عملية فك التجميد، تم السماح لعينتي العجين الثانية والثالثة بالتخمير والارتفاع إلى الحجم المطلوب قبل الخبز. تم تقدير الحموضة كنسبة مئوية، حساب النسبة المئوية لخلايا خميرة الخبز الحية والميتة، قياس قوة التخمير (SJA) وقياس القوة الناهضة وذلك في عينات العجين الثلاث. تم حساب النسبة المئوية للرطوبة و قياس الصلابة والنشاط المائي واللون وإجراء التقييم الحسي بالنسبة لعينات العجين الثلاث بعد إجراء التجربة الخبزية عند درجة حرارة 350°C لمدة 5 دقائق. أظهرت نتائج البحث أن العجينة التي تم تجميدها مباشرة بعد العجن دون أن تتخمّر أعطت أفضل نتائج، كما تبين أنه مع زيادة فترة التخزين المجمد، ازدادت النسبة المئوية للحموضة ولخلايا الخميرة الميتة وارتفع زمن النهوض وانخفضت قوة التخمير في أنواع العجائن الثلاث و انخفضت النسبة المئوية للرطوبة وانخفضت قيم النشاط المائي وازدادت قيم الصلابة

للعينات الثلاث بعد خبزها. تم عرض النتائج الإحصائية لقيم الخصائص الحسية، حيث كان هناك انخفاض تدريجي في نكهة وطعم وطرارة البييتزا الناتجة عن عينات العجائن المجمدة الثلاث مع زيادة فترة تخزين العجين. بشكل عام، كانت قيم كل من L^* و b^* أقل ، وقيمة a^* أعلى للبييتزا التي تم الحصول عليها من عجين مجمد بالمقارنة مع خبزة البييتزا المصنوعة من العجين غير المجمد، مما يشير إلى انخفاض في سطوع القشرة مع التخزين.

كلمات مفتاحية: عجين مجمد، خميرة الخبز، فك التجميد، عجينة البييتزا، التقييم الحسي للبييتزا

الفهرس

الصفحة	العنوان
أ	الملخص
ت	الفهرس
خ	فهرس الجداول
ذ	فهرس الأشكال
ز	المختصرات العلمية
1	المقدمة
4	أهمية وأهداف البحث
5	الباب الأول: الدراسة المرجعية
7	1-1- البيئزا
8	2-1- القمح
10	3-1- مكونات عجينة البيئزا و دورها
10	1-3-1- الدقيق
10	1-1-3-1- التركيب الكيميائي لدقيق القمح
11	2-1-3-1- أنواع الدقيق
12	2-3-1- خميرة الخبز
15	3-3-1- المواد الدسمة
15	4-3-1- السكروز
16	5-3-1- الملح
16	6-3-1- الماء
17	4-1- خطوات تحضير العجين و دور كل منها
17	1-4-1- الخلط
18	2-4-1- زمن الخلط
19	3-4-1- التقطيع والتشكيل
19	4-4-1- التجميد
21	5-4-1- فك التجميد
21	6-4-1- التخمر
25	7-4-1- إعادة التشكيل (الرق)
25	8-4-1- الشواء
26	5-1- البيات
27	6-1- التجميد

27	1-7- فوائد العجين المجمد
30	1-8- تأثير التجميد في خصائص العجين
34	1-9- تأثير إضافة بروتين الصويا والغرويات في العجينة المعدة للتجميد
36	1-10- النشاط المائي وأهميته
37	الباب الثاني: مواد وطرائق التحليل
40	2-1- المواد
40	2-1-1- الدقيق
40	2-1-2- الخميرة
40	2-1-3- الماء
40	2-1-4- زيت نباتي
40	2-1-5- السكر
40	2-1-6- الملح
40	2-2- طرائق التحليل
40	2-2-1- تحضير عجينة البيتزا
42	2-2-2- الاختبارات الكيميائية والفيزيائية للدقيق
42	2-2-3- اختبارات العجين
42	2-2-3-1- الاختبارات الريولوجية
43	2-2-3-2- قياس حموضة العجين (%)
44	2-2-3-3- تحديد قوة التخمر للعجين
45	2-2-3-4- قياس القوة الناهضة للعجين
46	2-2-3-5- نسبة خلايا الخميرة الحية والميتة
46	2-2-4- تقييم خبزة البيتزا الناتجة
46	2-2-4-1- محتوى الرطوبة (%)
47	2-2-4-2- قياس قوة الاختراق (الصلابة)
48	2-2-4-3- قياس النشاط المائي
48	2-2-4-4- قياس اللون
49	2-2-5- التقييم الحسي لعينات خبز البيتزا
49	2-2-6- التحليل الإحصائي
50	الباب الثالث: النتائج والمناقشة
52	3-1- نتائج الاختبارات الكيميائية والفيزيائية للدقيق

53	3-2- مواصفات خميرة الخبز المستخدمة
53	3-3- نتائج الاختبارات الريولوجية
53	3-3-1- جهاز الميكسولاب
54	3-3-1- جهاز الألفيوجراف
55	3-4- الحموضة
56	3-5- قوة التخمر
59	3-6- القوة الناهضة
61	3-7- نسبة الخلايا الحية والميتة %
61	3-7-1- نسبة خلايا خميرة الخبز الميتة %
62	3-7-2- نسبة خلايا خميرة الخبز الحية %
66	3-8- اختبارات خبزة البيتزا الناتجة
66	3-8-1- نسبة الرطوبة (%)
68	3-8-2- صلابة خبزة البيتزا
69	3-8-3- النشاط المائي
71	3-8-4- قيم الدرجة اللونية لخبز البيتزا
71	3-8-4-1- تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة العلوية لخبزة البيتزا
72	3-8-4-2- تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة السفلية لخبزة البيتزا
75	3-8-5- التقييم الحسي لعينات البيتزا
80	الباب الرابع: الاستنتاجات والتوصيات
82	4-1- الاستنتاجات
84	4-2- التوصيات
85	المراجع
85	المراجع العربية
86	المراجع الأجنبية
105	Abstract

فهرس الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
13	التركيب الكيميائي للخميرة على أساس المادة الجافة كنسبة مئوية	1
52	مواصفات الدقيق المستخدم	2
53	مواصفات خميرة الخبز المستخدمة	3
53	الاختبارات الريولوجية للعجين الناتج من الدقيق المستخدم في الدراسة بجهاز الميكسولاب	4
54	الاختبارات الريولوجية للعجين الناتج من الدقيق المستخدم في الدراسة بجهاز الألفيوجراف	5
55	تأثير التخزين بالتجميد في الحموضة لعينات عجينة البييتزا المجمدة %	6
57	تأثير التخزين بالتجميد في قوة التخمير لعينات عجينة البييتزا المجمدة (cm^3)	7
59	تأثير التخزين بالتجميد في زمن النهوض لعينات عجينة البييتزا المجمدة (min)	8
61	تأثير تخزين العجائن بالتجميد في النسبة المئوية لخلايا الخميرة الميتة %	9
63	تأثير تخزين العجائن بالتجميد في النسبة المئوية لخلايا الخميرة الحية %	10
66	تأثير مدة التخزين بالتجميد في رطوبة البييتزا الناتجة (%)	11
68	تأثير التخزين المجمد لعينات العجين المدروسة في قيم الصلابة لخبز البييتزا الناتج (نيوتن)	12
70	تأثير التجميد في قيم النشاط المائي لعينات خبزة البييتزا	13
71	تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة العلوية لخبزة البييتزا	14
72	تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة السفلية لخبزة البييتزا	15
76	نتائج التقييم الحسي لعينات البييتزا الناتجة عن عجائن مجمدة خلال فترات تخزين مختلفة	16

فهرس الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
11	التركيب الكيميائي لدقيق القمح الزيرو	1
18	نموذج مبسط لتشكل الشبكة الغلوتينية في العجين	2
21	طريقة حفظ عجينة البيتزا بالتجميد	3
25	طريقة رق عجينة البيتزا	4
45	جهاز SJA	5
46	القالب المعد لتجربة القوة الناهضة	6
47	جهاز قياس الصلابة	7
48	جهاز قياس النشاط المائي	8
49	جهاز قياس اللون	9
59	تغير زمن نهوض العجين خلال فترات التخزين المجد المختلفة	10
60	ارتفاع العجينة في قالب تجربة القوة الناهضة	11
62	تغير النسبة المئوية لخميرة الخبز الميتة مع زيادة فترة التخزين	12
64	تغير النسبة المئوية لخميرة الخبز الحية مع زيادة فترة التخزين	13
65	طريقة استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة خلايا الخميرة	14
67	تبريد عينات من العجائن الثلاث بعد خبزها وتجفيفها	15
75	أنواع العجائن الثلاث بعد خبزها	16
78	تغير التقييم العام لأنواع البيتزا الثلاثة الناتجة خلال فترات التخزين المختلفة	17

المختصرات العلمية

الاختصار	المعنى
AACC American Association for Cereal Chemistry	الاتحاد الأمريكي لكيمياء الحبوب
ICC International Association of Cereal Chemistry	الاتحاد العالمي لكيمياء الحبوب
FN Falling Number	رقم السقوط
a*	درجات الاحمرار
b*	درجات الاصفرار
L*	درجات السطوع

مقدمة Introduction :

تشكل الحبوب حوالي 73% من مساحة المحاصيل الزراعية في العالم وتسهم في 60% من إنتاج الأغذية العالمي الذي يزود بالطاقة والألياف، والبروتين المغذي والليبيدات والفيتامينات والعناصر المعدنية المطلوبة لنمو الإنسان.

تعتبر منتجات الخبز والحبوب من أقدم المكونات في النظام الغذائي البشري، ومع تطور العصور، تم إجراء تغييرات هائلة في تشكيلها وخصائصها وأساليب إعدادها. في الوقت الحاضر، تقدم منتجات المخازن مجموعة كبيرة ومتنوعة، قادرة على تلبية احتياجات ومطالب كل المستهلكين تقريباً. ومع ذلك فإن مدة صلاحية هذه المنتجات محدودة ويتم تغير النكهة والرائحة والخصائص التركيبية بسرعة بعد الخبز، للتغلب على هذه المشاكل وتمديد مدة الصلاحية تم اقتراح العديد من طرائق الحفظ من وقت لآخر، وأهمها التجميد.

إن تأثير التجميد والتخزين المجمد في خواص العجين هو مجال الأبحاث النشطة بهدف تحسين جودة المنتج النهائي.

تسمح العجائن المجمدة بفرز مؤقت لإنتاج العجين وخبزه وتسمح أيضاً بإنتاج وتوزيع العجائن على نطاق واسع بشكل مجمد مستقل عن عملية الخبز اللاحقة. وتسهلاً لتقديم منتج نصف مصنع جاهز للاستخدام بإجراء التخمير أو بدون تخمير نرى دراسة إنتاج منتجات ممزوجة وجاهزة بعد العجن وتجميدها ثم تقديمها للاستخدام في المطاعم أو لربات المنزل كمادة جاهزة نصف مصنعة. هذا يستدعي دراسة تأثير تجميد العجين في فاعلية التخمير وفي نوعية المنتجات المرغوب في إنتاجها...

تستخدم عملية التجميد على نطاق واسع للحفاظ على العجين من أجل تصنيع الخبز لاحقاً. عندما يتم تجميد العجين وتخزينه في درجات حرارة تحت الصفر، من المهم الحفاظ على الخصائص الوظيفية للعجينة ونشاط الخميرة ، والوقاية من تضرر الشبكة الغلوتينية.

يمكن استخدام طريقة تبريد العجين، ولكن هذه الطريقة تبطئ من نشاط الخميرة ولا توقفه تماماً. لهذا السبب من الضروري تنقيب العجين بضع مرات خلال الساعات القليلة الأولى في البراد. وبمجرد أن تبرد العجينة تماماً، يجب أن يتم تنقيبها مرة واحدة كل 24 ساعة. سوف يخزن العجين حوالي ثلاثة أيام في البراد. ومع ذلك فمن الأفضل استخدامه خلال 48 ساعة.

أصبح العجين المجمد بديلاً شائعاً بشكل متزايد عن العجين غير المجمد المحضر حالياً. لا تحتاج المنتجات المصنوعة من العجين المجمد إلى عمال متخصصين ، وبالتالي تجعلها متوفرة طازجة في أي وقت من اليوم.

ترتبط بعض أسباب زيادة المبيعات وما يترتب عليها من زيادة في الإنتاج الصناعي بانخفاض تكلفة المنتج وسهولة التحضير للاستهلاك..

البيتزا هي إحدى أنواع الوجبات السريعة المرغوبة والمشهورة جداً والتي تحتوي على سعرات حرارية عالية.

من المتوقع أن تتميز المنتجات المجمدة المخبوزة بوقت تحضير سريع وبأسعار معقولة، وتبدو كما لو أنها طازجة ومنزلية الصنع.

ومع ذلك، فإن استخدام عملية التجميد في صناعة الخبز يطرح العديد من المشكلات التي ينبغي النظر فيها بعناية من أجل ضمان / الاحتفاظ بخصائص نوعية الخبز. فيما يتعلق بإنتاج الخبز من العجين المجمد ، يأمل المستهلكون في منتجات ذات جودة مرضية وخصائص حسية لا ينبغي أن تختلف كثيراً عن تلك الطازجة.

لصنع الخبز الجيد، يجب أن يكون للعجين لزوجة عالية بما فيه الكفاية وأن يكون قابلاً للتمدد لفترة طويلة بشكل كاف أثناء الارتفاع في الفرن.

أهمية وأهداف البحث Importance and aims of the study

1. الحصول على المنتج المطلوب بنفس الجودة ولكن بوقت قصير وبمجهود أقل.
2. دراسة حفظ العجين بالتجميد بعد العجن مباشرة أو بعد إخضاعه للتخمير جزئياً أو كلياً بهدف استخدامه لإنتاج البيتزا .
3. دراسة فاعلية التخمير في العجين المخزن.
- 4 . دراسة تأثير حفظ العجين بالتجميد في نوعية المنتجات المخبوزة.
5. تحديد أيهما أفضل إنتاج العجين المجمد المخمر (أو غير المخمر) المناسب لصنع البيتزا، وهذا يحسن من مستوى إنتاج العجين المجمد.

الباب الأول

الدراسة المرجعية

Review of Literature

الباب الأول

الدراسة المرجعية Review of Literature

عرف التخمير الذاتي للعجين (بدون إضافة خميرة) منذ 4000 سنة قبل الميلاد عند البابليين .

ومنذ عام 1800 سنة قبل الميلاد، عرف مصادفة عند المصريين (الحداد، 1995)

لقد اكتشف الإنسان منذ القدم أن ترك العجين فترةً من الزمن ضمن شروط مناسبة من درجة الحرارة يجعل من العجين كتلة إسفنجية القوام ، تنتفخ عند تعرضها للحرارة. يعتقد أن الفراعنة هم أول من استخدم تخمير العجين في صناعة الخبز (صادق، 2005)

1-1- البيتزا:

هي نوع من أنواع الخبز المسطح المخمر بطريقة كيميائية أو بواسطة خميرة الخبز، تحتوي البيتزا على أنواع مختلفة من الإضافات مثل الجبن والدجاج وصلصة الطماطم مع بعض المواد الغذائية الأخرى حسب اختيار المستهلك. تشكل قاعدة أو عجينة البيتزا حوالي 40% من الوزن الكلي للبيتزا بينما تشكل الطبقة العليا (الأطعمة المضافة) نسبة 60%. (Spooner, 1993; Lorenz, K. and Kulp, K., 1995).

عرف (Moskowitz, 2001) البيتزا بأنها "منتج معقد جداً" لأنه يُنتج بأنواع وأشكال مختلفة بالإضافة إلى عدد كبير من الإضافات مثل اللحوم والخضروات والأسماك والتوابل والإضافات الأخرى.

يمكن أن تصنع عجينة البيتزا من دقيق القمح ودقيق الذرة بالإضافة إلى دقيق القمح مع البطاطا المهروسة والغلوتين، حيث يعتبر العجين دليلاً على جودة ونوعية البيتزا. (Inam et al., 2009)

يتضمن التركيب الأساسي للعجين الدقيق والماء والملح والسكر والخميرة. (Pinho; Machado;

Furlong,2001)

تعد عجينة البيتزا جزءاً مهماً من المنتج النهائي حيث إن مظهرها وقوامها ومذاقها تُعتبر صفات

مهمة لمدى تقبلها من قبل المستهلكين وبالتالي تقييمها. (Wang et al., 2005)

تختلف ثخانة عجينة البيتزا عن عمقها اختلافاً كبيراً ولهذا السبب يوجد عدة أنواع لعجينة البيتزا.

(Wang et al., 2005)

بشكل عام تبين أن البيتزا ذات القاعدة العميقة (العجينة السمكية) هي أقل صحة، وتحتوي على

مستويات أعلى من الطاقة و الملح، كما أن البيتزا المحضرة في محلات الوجبات الجاهزة تحتوي

على طاقة وقيمة غذائية أعلى مقارنة بالبيتزا المجمدة. (Asghar et al.,2007)

يتم استهلاك البيتزا تقريباً في جميع أنحاء العالم وهو الطعام المفضل لعدد كبير من السكان.

(Asghar et al.,2007)

1-2- القمح:

يعد قمح الديوروم أفسى أنواع حبوب القمح، يستخدم دقيقه بشكل أساسي لصنع المعكرونة

والشعيرية. دقيق القمح القاسي هو الأفضل لصنع الخبز. يتم استخدام دقيق القمح نصف القاسي

للأغراض العامة. يستخدم دقيق القمح الطري لصنع منتجات مثل الكعك والبسكويت. Asghar,

(2005)

هناك أيضاً كميات قليلة من القمح الخاص ، مثل القمح الأحمر ، المنتج للاستخدام في أنواع

معينة من الخبز. يتم استخدامه لإعطاء اللون والملمس في عدد من أنواع الدقيق الكامل الأسمر

خاصة الخبز.

يمكن تصنيف القمح أيضاً بعدة طرق أخرى ، قد تختلف من بلد إلى آخر:

- الصنف
- محتوى البروتين
- القساوة
- حسب المكان الذي نمت فيه
- لون الحبوب (أحمر أو أبيض)
- متى تمت زراعة الحبوب (الربيع أو الشتاء)

يحتل القمح في الجمهورية العربية السورية المرتبة الأولى بين الحبوب، إن إنتاج سوريا من القمح ارتفع خلال تسعينيات القرن الماضي من 2 مليون طن إلى 4 مليون طن تقريباً وذلك لعدة أسباب منها اعتماد أصناف جديدة محسنة ذات غلة مرتفعة والاعتماد على الآلات الزراعية بشكل متزايد من قبل الفلاحين. كما أن المردود غير ثابت نظراً لاعتماد معظم المساحات المزروعة على الأمطار وبالتالي فقد يرتفع المردود في سنوات الأمطار و ينخفض في سنوات الجفاف لأن نسبة الأراضي المروية كانت قليلة وهي في ارتفاع مستمر. (ألفين، 2012-2013)

يستهلك القمح في جميع أنحاء العالم بأشكال مختلفة. يحتوي على أكبر نسبة من السعرات الحرارية والبروتين بالمقارنة مع أنواع الحبوب الأخرى. يحتل القمح مكانة عالية بين الحبوب ويشغل المرتبة الأولى في الاستهلاك البشري في العالم. يُستخدم بشكل رئيسي في تصنيع الخبز المسطح والمنتجات المخبوزة مثل الصمون والمعجنات والكعك والبسكويت. إنه مصدر رخيص للسعرات الحرارية والبروتين والفيتامينات والمعادن. (Kent, 1975; Asghar, 2005).

تتعلق المواصفات الخبزية لدقيق القمح بشكل أساسي بقدرته الغازية وبقوة الدقيق وقدرته على تشكيل عجين يتصف بخواص فيزيائية محددة (الخواص الريولوجية) (حداد، 1995).

وإن جودة الخبز الناتج من دقيق القمح تعتمد بشكل أساسي على خصائص بروتين القمح وتركيب النشاء والنشاط الإنزيمي في الدقيق، وهذه المعايير تعتمد بدورها على صنف القمح، وظروف الحصاد وتكنولوجيا الطحن (Banu et al., 2012).

يتم صنع عجينة البيتزا التقليدية من دقيق قمح أبيض، لكن مع زيادة الوعي الصحي لدى المستهلكين، أُجريت محاولات إدخال دقيق القمح الكامل في وصفة العجين. يساعد استخدام دقيق القمح الكامل في إضافة القيمة الغذائية للبيتزا من خلال دمج الحبوب الكاملة الصحية في العجين. مما يعطي عجينة بيتزا صحية محلية الصنع.

1-3-3- مكونات عجينة البيتزا و دورها:

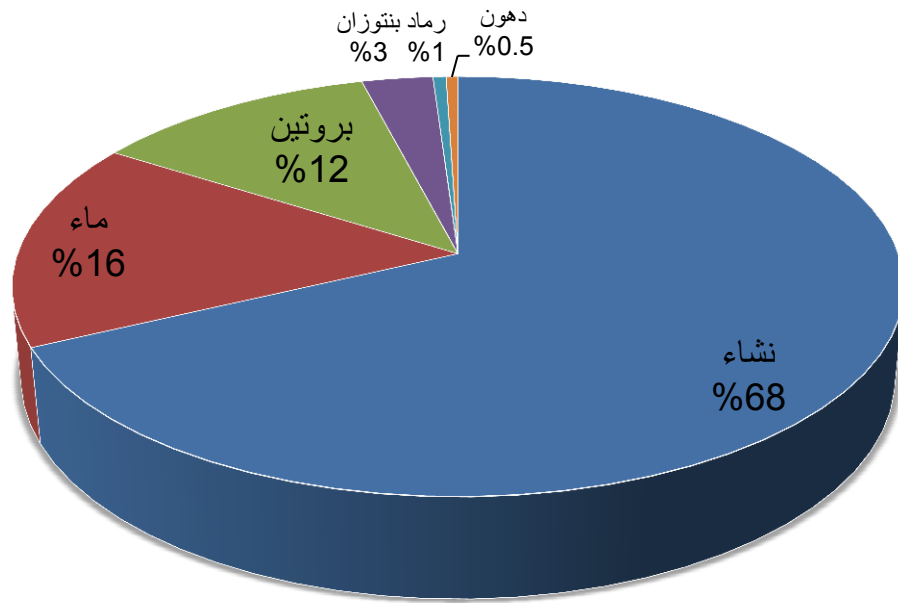
1-3-3-1 - الدقيق : flour

1-3-3-1-1 - التركيب الكيميائي لدقيق القمح:

يتألف التركيب الكيميائي للدقيق بشكل أساسي من الكربوهيدرات والبروتين والدهون والمعادن والمياه وكمية قليلة من الفيتامينات والإنزيمات الخ... تُشكل الكربوهيدرات حوالي 74 ٪ من وزن الطحين والبروتين حوالي 12 ٪ والماء حوالي 14 ٪. لذلك ، بالإضافة إلى الكربوهيدرات والبروتين ، فإن الماء هو المادة الرئيسية ، في حين أن نسبة المواد الأخرى منخفضة جدا. (Bao and Wang 2011)

يتغير التركيب الكيميائي للدقيق وفقاً للتركيب الكيميائي للقمح، كما يكون للعوامل المناخية وطبيعة التربة والشروط الزراعية التقنية للقمح أثر مهم في التركيب الكيميائي للدقيق الناتج منه (كمال، 2003) ، ويبين الشكل (1) التركيب الكيميائي لدقيق القمح الزيرو.

التركيب الكيميائي لدقيق القمح



شكل (1) التركيب الكيميائي لدقيق القمح الزيرو

1-3-2- أنواع الدقيق:

يستخدم الدقيق الذي يتم الحصول عليه من القمح القاسي (الشتاء أو الربيع) الذي يحتوي على الغلوتين الجيد، الغلوتين ذو النوعية الجيدة لإنتاج الخبز والبيتزا، حيث ترتبط نسبة الغلوتين في العجين بنسبة البروتين في الدقيق. (Asghar., 2005)

إن متطلبات عجين البيتزا مختلفة بالمقارنة مع غيرها من المنتجات المخبوزة اعتماداً على الحاجة إلى قابليتها للتمدد والمرونة وتحمل الخلط والقدرة على إحاطة فقاعات الغاز في طبقات رقيقة موحدة من العجين الذي يصبح لاحقاً لبابة الخبز المنتج. (Asghar et al., 2007)

تعتبر شبكة الغلوتين إحدى المحددات الرئيسية للتحكم في خصائص العجين المهمة التي تضم حبيبات النشاء وبنية اللبابة، حيث يعزز الغلوتين المرونة ويؤثر على بنية المنتجات المخبوزة.

(Asghar et al., 2007) وبالتالي فإن البروتين هو العامل الأساسي في تحديد نوعية

المنتجات المخبوزة التي سيتم إنتاجها.

1-3-2 - خميرة الخبز: *Saccharomyces cerevisiae*

الخمائر هي العوامل الرئيسية المسؤولة عن التخمير الكحولي (صناعة الكحول والنبيذ والبيرة) و
عن إنتاج الخبز. من المرجح أن تكون الخمائر على الأرض منذ ملياري سنة على الأقل قبل
وصول البشر. (Reed and Nagodawithana. 1991)

لم يكن لدى البشر الأوائل فكرة عن الأحياء الدقيقة أو التخمير، إلا أن السجلات التاريخية
القديمة تشير إلى أنه بحلول عام 6000 قبل الميلاد. كانوا يعرفون كيفية صنع الخبز والبيرة
والنبيذ. (Reed and Nagodawithana. 1991)

خميرة الخبز هي عامل التخمير الرئيسي في إنتاج الخبز بأشكاله المتعددة. (Newberry
et al., 2002). يمكنها التخمير في شروط هوائية ولاهوائية. (الحداد، 1995)

تقوم خميرة الخبز في العجين عند الشروط المناسبة من الحرارة بفرز أنزيمات Enzymes
تُحول السكريات المعقدة والديكستريانات إلى سكريات أحادية ، وأنزيمات أخرى تقوم بالأكسدة
التامة لهذه السكريات الأحادية منتجةً الكحول الإيثيلي (الإيثانول) و CO₂ وبعض المنتجات
الثانوية الأخرى ، ويترافق ذلك مع تحلل الكثير من المكونات العضوية الموجودة داخل كتلة
العجين مما يجعل الخبز الناتج سهل الهضم والتمثل. (صادق، 2005)

يؤمن العجين وسطاً مناسباً لنشاط خميرة الخبز. (Bloksma,1990)

تقوم بتحويل العجين الجامد إلى كتلة خفيفة مسامية مرنة، بحيث يسهل تحويلها إلى منتجات
غذائية بعد عملية التخمير. يتم إنتاج هذه الخميرة بشكلها الطرية و الجافة. (الحداد، 1995)

ويبين الجدول رقم (1) التركيب الكيميائي للخميرة على أساس المادة الجافة كنسبة مئوية

جدول (1) التركيب الكيميائي للخميرة على أساس المادة الجافة كنسبة مئوية

النسبة %	اسم المركب
8 - 6	الآزوت الكلي
50 - 37	البروتين (N = 6.28)
2.5 - 1.5	المواد الدسمة
45 - 35	المواد اللاآزوتية
10 - 6	الرماد

حددت المواصفة القياسية السورية رقم 143 (تعديل عام 1990) مواصفات الخميرة الطرية

على النحو التالي :

- 1 - المادة الجافة Dry Substance % 27 كحد أدنى .
- 2 - الرماد Ash % 2.5 كحد أقصى .
- 3 - البروتين Protein % 38-46 .
- 4 - الخمائر الغريبة Wild Yeasts % 1 كحد أقصى .
- 5 - الخلايا الميتة Dead Celle % 3 كحد أقصى .
- 6 - يجب ألا يقل عدد الخلايا القابلة لإعادة النشاط في الغرام الواحد عن $10^9 \times 10$ على أساس المادة الجافة .
- 7 - قوة التخمر Fermentation Force : 2000 سم³ من غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق خلال ثلاث ساعات وفق طريقة SJA كحد أدنى .
- 8 - الصلاحية Durability : تحافظ على لونها ورائحتها وقوامها لمدة

سبعة أيام إذا حفظت بالدرجة °C 10 - 5 .

تتمثل أهداف منتجي خميرة الخبز في زيادة النمو وتقليل التخمر إلى الحد الأدنى ، في حين تتعارض هذه الأهداف مع أهداف الخبازين. لذلك ، يُطلب من خميرة الخبز أن تقوم بعملية تخمير هوائي فعالة أثناء إنتاجها وأن تخمر العجين بكفاءة عن طريق إنتاج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون (معظمها عن طريق التخمر الكحولي لمختلف السكريات في العجين)، بالإضافة إلى إنتاج مركبات تعطي النكهة والرائحة المرغوبة كنواتج ثانوية عن عملية التخمر.

(Janković et al. 2015)

إن عملية التخمر تقوم بوظيفتين أساسيتين: الأولى تعمل على إنتاج الإيثانول و غاز ثاني أكسيد الكربون، والثانية تجعل الشبكة الغلوتينية أكثر قدرة على احتجاز كمية أكبر من غاز CO_2 (Hui, 2006).

تستهلك خلايا الخميرة السكريات القابلة للتخمر الموجودة في العجين وتعطي غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والإيثانول المسؤولين عن رفع العجين خلال مرحلة التخمر والنفوخ في الفرن. وقد أظهرت الأبحاث أن خميرة الخبز تقوم بوظائف أخرى. فبالإضافة إلى منتجات التخمر الأولية، يتم إنتاج مركبات ثانوية مثل الأحماض العضوية، الغلiserين، والمركبات العطرية. لهذه المركبات تأثير هام في عملية صنع الخبز وجودة المنتجات المخبوزة النهائية .

(Cho and Peterson 2010; Jayaram et al., 2013)

تعتمد قوة التخمر على نوع الخميرة وتوفر السكريات القابلة للتخمر في الدقيق، بما في ذلك المالتوز الذي ينتج عن حلمهة للنشاء. (Hutkins, R.W., 2006).

بلغ متوسط الكمية الإجمالية للسكريات الأحادية و الثنائية في الدقيق حوالي 4 ملغ / غ دقيق. تمثل نسبة السكروز أكثر من 50 ٪ من إجمالي السكريات القابلة للتفكك، وبالتالي السكروز هو الأكثر وفرة. (Sahlstrom et al. 2004)

1-3-3- المواد الدسمة: Lipids

تضاف **الدهون** كمكونات اختيارية في الخبز ولكن يمكنها تحسين تشكيل العجين ومظهر اللبابة وتساهم في تشكيل نكهة المنتج (Stauffer, 1993). تعمل الدهون أيضا على تحسين الجودة والنعومة والرطوبة والمساهمة في تكوين قوام الخبز. من المعروف أن كلاً من الدهون الداخلية والدهون المضافة لها أثر مهم أثناء صنع المنتجات المخبوزة وتأخير البيات. (Collar et al, 1998)

1-3-4- السكروز : Sugur

يعتبر **السكر** مصدراً أساسياً للطاقة، حيث يتحول بفعل الخميرة إلى إيثانول وغاز ثاني أكسيد الكربون أثناء تخمير العجين. عادة ما تستهلك الخميرة السكريات خلال المراحل المبكرة من التخمير. يضاف السكر لتوفير نكهة لذيذة وإعطاء لون قشرة الخبز المرغوب. (Sahlstrom et al, 2004).

في العجين المجمد، ينصح بزيادة كمية السكر قليلاً على عجين الخبز غير المجمد. يعطي ارتفاع كمية السكر في العجين المجمد خصائص مرطبة، مما يزيد من كمية الماء الممتصة. لذلك، يتم تقليل كمية الماء الحر في العجين وبالتالي يمكن تقليل الضرر بالخميرة. (Kamel and Stauffer, 1993)

1-3-5- Salt :الملح

يعتبر الملح عنصراً وظيفياً له أثر فعّال. يستخدم % 2.0 - 1.5 من الملح على أساس دقيق. الملح يقوي الغلوتين ، يتحكم في عمل الخميرة ، وبالتالي يتحكم في حجم الرغيف. إنه يزيد من ثبات العجين ، الصلابة، والقدرة على الاحتفاظ بغازات التخمير. (Chinachoti et al, 1991; Kamel and Stauffer, 1993).
يثبط الملح عمل أنزيم البروتياز في الدقيق ، والذي يفكك البروتينات في شبكة الغلوتين. تكون العجينة المخمرة بدون ملح لزجة ويصعب التعامل معها. إن إضافة كمية صغيرة من الملح في العجين تحسن النكهة وتحسن عمل أنزيم الأميلاز مما يساعد على الحفاظ على كمية من المالتوز كغذاء للخميرة.
(Charley and Weaver, 1997)

1-3-6- Water :الماء

الماء ضروري لتشكيل العجين وهو مسؤول عن المرونة ونشاط الخميرة. يتم استخدامه لحل الملح والسكريات ويساعد في توزيع خلايا الخميرة. هو وسيلة لنقل المواد الغذائية إلى الخميرة من خلال أغشية الخلايا. هناك حاجة إلى الماء من أجل حل النشاء والسكر. إن الماء المضاف إلى الدقيق ينشط الإنزيمات، ويؤدي إلى تكوين روابط جديدة بين الجزيئات الكبيرة في الدقيق. (Gil et al, 1997; Schiraldi and Fessas, 2003).

1-4- خطوات تحضير العجين ودور كل منها:

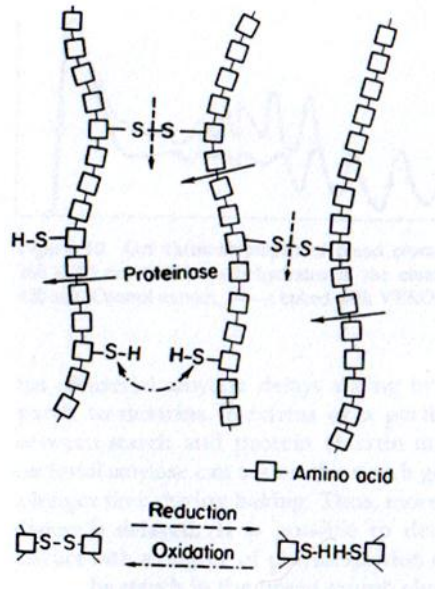
تطراً على العجين أثناء عملية التحضير والتي تشمل مزج المكونات (الخلط والعجن) وتخمر العجين عدة تحولات فيزيائية وبيوكيميائية.

تم اعتماد هذه الخطوات لتطوير العجين، وتشكيل بنية إسفنجية، وتحقيق الاستقرار في الهيكل

المسامي أثناء الخبز. (SCANLON; ZGHAL, 2001)

1-4-1- الخلط:

عندما يضاف الماء إلى الدقيق تبدأ جزيئات الدقيق ذات القطر الأقل من 100 ميكرون مباشرة بامتصاص الماء، ويتم امتصاص الماء بسرعة كبيرة خلال عدة ثوان، وتعتمد كمية الماء الممتصة من قبل جزيئات الدقيق على قابليته لامتصاص الماء، وأثناء عملية المزج تحدث للعجين تغيرات معقدة تضعف خلالها الروابط الموجودة في النشاء والبروتين، حيث يتفكك النشاء بتأثير أنزيمات الأميلاز الموجودة في الدقيق أو المضافة إليه إلى مركبات مختلفة الوزن الجزيئي من الديكستريانات والمالتوز والغلوكوز (Hoseney, 1998)، وتتطور جزيئات الغلوتين خلال عملية المزج، ويؤثر تطور الغلوتين بشكل كبير في صفات العجين، فعند بداية عملية المزج تتربط جزيئات البروتين وتبدأ بالانتفاخ وعند هذه المرحلة تضعف أو تفقد التأثيرات المتبادلة بين الجزيئات البروتينية المشكلة للغلوتين (الصالح، 2005)، وتتشكل الشبكة الغلوتينية في العجين، وتزداد قوة الغلوتين بازدياد عدد الروابط الديسولفيديدية S-S- فيه، ويوضح الشكل (2) نموذجاً مبسطاً لتشكل الشبكة الغلوتينية في العجين. (Nagodawithana & Reed , 1993)



(Proteinase: بروتيناز، Reduction: إرجاع، Oxidation: أكسدة)

شكل (2) نموذج مبسط لتشكل الشبكة الغلوتينية في العجين

تعد خاصية اللزوجة والمرونة لغلوتين القمح مهمة بالنسبة للمنتجات المخبوزة. يزداد حجم العجين ليصبح ذا بنية تشبه الإسفنج أثناء التخمير والشواء نتيجة لتمدد فقاعات الغاز.

يملك الغليادين اللزج خصائص نشطة سطحياً ويؤثر تأثيراً سائداً في تشكيل فقاعات غلوتين القمح (Mita, Ishida, & Matsumoto, 1978). ولهذا ، فإن الغليادين لديه القدرة على حجز الغاز في خلايا أثناء صناعة الخبز. (Thewissen, Celus, Brijs, & Delcour, 2011 a)

1-4-2- زمن الخلط:

يجب التحكم في زمن خلط العجين بشكل صحيح، لأن الخلط لوقت قصير يعطي بنية غير مترابطة ويولد زمن الخلط الطويل حرارة وتخمراً أفضل. كلما زاد التخمير في مرحلة العجين، كانت الخميرة عرضة للإصابة بالضرر أثناء التجميد. يجب التقليل من التخمير عند تحضير

العجينة للتجميد. (Yi, 2008)

1-4-3 - التقطيع والتشكيل:

يخرج العجين من العجانة وله pH (6) وخلال التخمير تنخفض قيمة الـ pH حتى (5)، ويعود هذا الانخفاض في pH العجين إلى انحلال CO_2 في الماء وتشكيل حمض الكربون، بالإضافة إلى تشكل الأحماض العضوية بتأثير الخميرة والبكتريا الموجودة في العجين.

يستمر الخلط حتى الحصول على عجينة متجانسة وناعمة مع التطور الكامل لشبكة الغلوتين

عن طريق مد وتكوير العجينة باليد . (Limongi et al 2012)

يتم تقطيع كتلة العجين يدوياً إلى قطع مكورة حيث يفيد عملية التكوير في تجانس سطح العجينة، والتقليل من لزوجة العجينة والتصاقها باليد. (الحداد، 1995)

1-4-4 - التجميد:

يشمل التجميد خفض درجة حرارة أي منتج، وتحويل الماء إلى جليد عن طريق التخلص من

الحرارة الكامنة المرتبطة بتغيير الطور. (Zaritzky, 2016)

التجميد هو أحد طرق الحفظ المستخدمة على نطاق واسع للحفاظ على جودة المنتجات الغذائية

ولكنه يؤدي أيضاً إلى تغييرات ملحوظة في الخصائص التركيبية للأغذية والتي تؤثر في قابليتها

للتسويق. تخضع المواد الغذائية المختلفة لأنواع مختلفة من التغييرات في الملمس والطعم ودرجة

التقبل بشكل عام عند التجميد والتخزين المجمد اللاحق. (Maity & Saxena 2016)

وجد (Marston, 1978) أنه ينبغي الحفاظ على قطع العجين المجمد ضمن درجة حرارة تتراوح

بين $-15^{\circ}C$ و $-20^{\circ}C$ في جميع أنحاء التخزين والتوزيع.

يتم تجميد قطع العجين ثم تخزينها في درجة الحرارة المناسبة. يجب تجميد العجائن بسرعة لتجنب تنشيط الخميرة ، وهو أمر ضار باستقرار العجينة أثناء التخزين. (Gelinas et al, 1995).

أثناء التجميد، تبدأ قطعة العجين بالتجمد من الخارج باتجاه المركز. يمتلك العجين ناقلية حرارية ضعيفة مثل الأطعمة الأخرى مقارنة مع المعادن. يتم الحصول على أفضل النتائج عند تجميد العجين عند درجة حرارة أساسية تصل إلى -10°C ، وبالتالي ضمان تجميد كل الماء الحر في العجين. يتم تخزين قطع العجين عند درجة حرارة -20°C عادة. (Singh, 1995; El-Hady et al, 1996; Inoue and Bushuk, 1996).

أعطى تجميد العجين عند -20°C ثم تخزينه لمدة أسبوع واحد عند نفس درجة الحرارة أعلى نشاط للخميرة وأفضل جودة الخبز، في حين كان أدنى نشاط بحالة التجميد عند -30°C والتخزين بالدرجة -20°C لنفس المدة. (El-Hady et al. 1996)

يؤدي تجميد وتخزين العجينة المجمدة عند درجات حرارة تحت الصفر إلى انخفاض في عدد خلايا الخميرة الحية ، وانخفاض في إنتاج الغاز ، وضعف شبكة الغلوتين ؛ عموماً، هذا يؤدي إلى انخفاض في الحجم النهائي للمنتجات المخبوزة. (Silvas-García, et al 2014)



الشكل (3) طريقة حفظ عجينة البيتزا بالتجميد

1-4-5- فك التجميد:

يتم فك التجميد عن العجين المجمد وتخمييره. يمكن إجراء هذه العملية في ظل ظروف درجات الحرارة المختلفة. يتضمن فك التجميد إعادة ترطيب العجين، وبشكل أساسي لشبكة الغلوتين وخلايا الخميرة. يمكن إتمام العملية إما عند درجة حرارة معينة أو عن طريق زيادة درجات الحرارة بشكل تدريجي (Kenny et al, 2001b).

1-4-6- التخمر:

تحدث في العجين عمليات أنزيمية معقدة للغاية ينتج عنها عدد كبير من المنتجات، الكثير منها مرتبط بتشكيل نكهة الخبز. (Caballero, 2006)

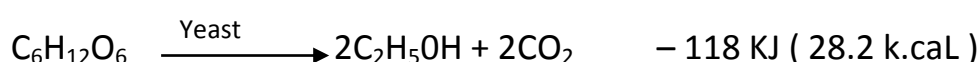
وهناك ثلاثة مصادر للأنزيمات في صناعة الخبز تتضمن الأنزيمات الموجودة في الدقيق، والأنزيمات التي تقوم بالفعالية الاستقلابية داخل الخميرة والبكتريا اللبنية، والأنزيمات المتعمد

إضافتها إلى وصفة تحضير العجين. (Charls, 1990)

يشير بعض الباحثين إلى أن درجة الحرارة المناسبة للتخمير هي 35 لمدة 60 دقيقة (Clarke and Farrell., 2000).

في المرحلة الأولى من تحضير العجين تكون شروط التخمير هوائية يستهلك خلالها الأوكسجين في العجين بسرعة بواسطة الخميرة والبكتريا، بينما يتم تخمر العجين في شروط لاهوائية، إلا إذا أضفنا الأوكسجين بواسطة عملية إعادة المزج. (Hoseney,1998)

تقوم الخميرة بالتخمير الغولي وهو تحول لاهوائي للسكر إلى غاز CO_2 وكحول إيثيلي وفق المعادلة:



تستهلك الخميرة في البداية السكريات الأحادية الموجودة في الدقيق، ويستغرق ذلك في الشروط العادية زمناً قليلاً بعد ترطيب الدقيق. تستمر عملية التخمير بقيام أنزيم الأميلاز بتحويل النشاء المتهتك في الدقيق إلى سكريات قابلة للتخمير، ويتم هذا التحول خلال وبعد عملية المزج. (Caballero, 2006). تتضاعف كمية المالتوز في العجين من 10-15 مرة مقارنة مع الكمية التي في الدقيق عند بداية المزج. (Chiotellis,2003)

تتحول كامل كمية السكروز الموجودة في العجين خلال الدقائق الأولى بعد المزج إلى غلوكوز وفركتوز، بفعل أنزيم الانفرتاز الفعّال للخميرة (Sahlstrom et al, 2004) ويتم تخمر هذه السكريات مباشرة، وبعد استهلاك هذين السكرين يتخمّر المالتوز مباشرة. (Bloksma,1990)

تحول الخميرة تحت الشروط اللاهوائية أكثر من 95% من الغلوكوز إلى إيثانول و CO_2 ، وبالرغم من أن معظم كمية الإيثانول تفقد خلال عملية الخبز إلا أنه يعتبر عنصراً هاماً في تحديد نكهة الخبز وفقدته التدريجي بعد خبزه هو أحد الأسباب المرافقة لفقدان النكهة عند بيات الخبز. (Christophe,2002)

توجد البكتريا اللبنية بصورة طبيعية في الدقيق والخميرة، وهي تقوم بالتخمير اللبني الذي يحدث جنباً إلى جنب مع التخمير الغولي، ويمكن إجمال معادلة التخمير اللبني المتجانس بالتالي.

(صادق، 2005)



لا تؤثر الأحماض (حمض اللبن، حمض الخل، حمض السكسينيك) الناتجة عن التخمير اللبني على حموضة العجين فقط بل تساهم في تطور نكهة الخبز الناتج.

يوجد غاز CO_2 في العجين على شكلين إما غاز محتوى في خلايا الغاز، أو منحل في الطور المائي للعجين وتتناسب كميته عكسياً مع درجة الحرارة و حموضة العجين.

إن كمية CO_2 المنتشرة في خلايا الغاز و القادمة من الطور المائي غير كافية لتفسير زيادة حجم العجين في الفرن، وإنما يشارك في ذلك تبخر المزيج الأيزوتروبي من الماء والغول (درجة الغليان 75°C) خلال عملية الخبز.

يقوم غاز CO_2 بخفض pH العجين، وعندما يصبح الطور المائي في العجين مشبعاً به يبدأ العجين بالارتفاع والنهوض، ويلاحظ أن التباطؤ الأولي في منحنى إنتاج الغاز لعجينة الخبز يعود إلى أن الطور المائي للعجين يجب أن يشبع أولاً بالغاز قبل أن يكون تطور أو فقدان CO_2 قابلاً للقياس. (Hoseney,1998)

- تستمر عملية التخمير بقيام أنزيم الأميلاز بتحويل النشاء المتهتك في الدقيق إلى سكريات قابلة للتخمير، ويتم هذا التحول خلال وبعد عملية المزج. (Caballero,2006)

- إن كمية CO_2 المنتشرة في خلايا الغاز والقادمة من الطور المائي غير كافية لتفسير زيادة حجم العجين في الفرن، وإنما يشارك في ذلك تبخر المزيج الإيزونتروبي (عملية تتم بثبات الإيزونتروبي) من الماء والكحول (درجة الغليان 78°C) خلال عملية الخبز.

- يوجد غاز CO_2 في العجين على شكلين إما غاز محتوى في خلايا الغاز، أو منحل في الطور المائي للعجين وتتناسب كميته عكسياً مع درجة الحرارة و حموضة العجين.
(Hoseney,1998)

- يعتبر الغلوتين من المكونات الأساسية في الدقيق وذلك من أجل احتجاز الغاز ومن أجل تشكيل شبكة بروتينية قوية تكسب العجينة اللزوجة، حيث يعتبر الغلوتينين مسؤولاً عن المرونة والالتصاق بينما يعد الغليادين مسؤولاً عن المطاطية واللزوجة. إن إزالة الغلوتين من منتجات المخابز تنقص من جودة الخبز لذلك فإن استخدام المواد البوليميرية التي تحاكي خصائص اللزوجة للغلوتين تعتبر مطلوبة وأساسية في مثل هذه المنتجات (Gallagher *et al.*, 2007).

- بينت التجارب التي قام بها كلٌّ من (Veraverbeke and Delcour 2002) تحديد التنوع في أداء صناعة الخبز عن طريق بروتين الغلوتين. يتعلق أداء الخبز المحضر من دقيق القمح بشكل خطي بمحتوى بروتين الدقيق وبالتالي بمحتوى بروتين الغلوتين وأثناء عملية خلط وعجن الدقيق بالماء فإن بروتين الغلوتين يكون قابلاً لتشكيل عجين لزج قادر على احتجاز الغاز المتشكل أثناء التخمر.

- توجد معظم كمية غاز CO_2 عند حموضة العجين على شكل CO_2 وكمية قليلة منه على شكل حمض H_2CO_3 ، أو بشكل شاردي CO_3^{2-} ، HCO_3^- ، ويفقد التوازن بينهما خلال عملية التخمر والتقطيع والتشكيل والاستراحة. يقوم غاز CO_2 بخفض pH العجين. (Hoseney,1998)

• قد يؤدي أيضاً تركيز الأحماض الناتجة عن التخمير وبلورة الأملاح إلى خفض قيم

PH. يمكن أن تحدث هذه الظواهر في مواضع العجين المركزية ، مما يؤثر على

استقرار العجين. (Yi, 2008)

1-4-7 - إعادة التشكيل (الرق):

تتم عملية الرق باتجاهين متعامدين لإعطاء الشكل النهائي لقاعدة البيتزا



الشكل (4) طريقة رق عجينة البيتزا

1-4-8 - الشواء:

يتحول العجين نتيجة الحرارة عليه إلى بنية إسفنجية الشكل، ومن الطعم غير المرغوب للعجين

إلى طعم الخبز اللذيذ سهل الهضم.

يمكن إيجاز أهم التغيرات التي تحدث على العجين خلال الشواء بالنقاط التالية:

- إيقاف عمل الميكروبات و الإنزيمات.
 - تحويل الطور غير الثابت إلى الثابت الذي يتمثل بالبيرودوكستريينات والميلانويدات وظهور بعض المواد العطرية المختلفة.
- عند وضع العجين في الفرن وتحت تأثير الضغط الحراري يتشكل غاز حجمه ثلث حجم العجين تقريباً، حيث يوجد داخل المسامات الصغيرة والجدران الرقيقة، وبالتالي يزداد حجم هذه الحبيبات تحت تأثير الحرارة وتنتشر وتتوسع. (الحداد، 1995)

يلاحظ تأثيراً فيزيائياً مرافق لعملية الشواء وهو انحلالية الغازات في الماء. (الحداد، 1995)

بمجرد وضع العجين داخل الفرن ، يتبخر الماء من المنطقة الأكثر دفئاً، ويمتص الحرارة الكامنة للتبخّر وتبدأ الطبقات السطحية في الاستواء، مما يؤدي إلى انخفاض محتوى الماء كثيراً عن الجزء الأوسط. (Vanin, et al., 2009) تحت هذه الطبقة السطحية، ينتشر بخار الماء من خلال المسام المترابطة باتجاه السطح. تم خروج الماء السائل بشكل متدرج من النواة إلى السطح. نظراً لأن تدفق الماء السائل المنتشر من الداخل كان أقل سرعة من عملية التبخّر على السطح، فقد تمت عملية الشواء مما أدى إلى زيادة النخانة ببطء وشكلت القشرة. (Wagner, et al., 2007)

5-1- البيات:

يشير مصطلح البيات إلى تغيرات النكهة والقوام في الخبز وأحد أسبابه تراجع النشاء، إذ يتضمن التحول في النشاء الجلّنة والتراجع retrogradation (العودة إلى الحالة شبه البلورية) للأميلوز والبكتين. إنّ التقدم في عمر لبابة الخبز يعتبر عملية معقدة حيث يكون للأميلوز والأميلوبكتين تأثير واضح على قساوة اللبابة بسبب ظاهرة التراجع، ومن العوامل الأخرى المؤثرة في عمر

الخبز هجرة الماء من اللبابة إلى القشرة حيث إن محتوى الماء وفعاليته تحدد الفترة اللازمة لتراجع النشاء المتجلتن (Hug-Iten *et al.*, 2001).

تم الاتفاق بشكل عام على أن جودة منتجات القمح المخبوزة تتعلق بوجود وخصائص الغلوتين ويعتبر الغليادين المسؤول عن خصائص اللزوجة ومطاطية العجين. أما الغلوتينين فله دور بارز في إعطاء خصائص المرونة والمتانة للعجين (ألفين، 2012-2013).

1-6- التجميد:

تعتبر عملية التجميد طريقة فعالة للغاية للحفاظ على الطعام على المدى الطويل ليس فقط بسبب تأثير درجات الحرارة المنخفضة على التفاعلات الكيميائية والنمو الميكروبي، ولكن أيضاً بسبب انخفاض النشاط المائي. (Zaritzky 2000, 2006)

يمنع التجميد نمو الأحياء الدقيقة المفسدة والممرضة، ويؤخر التفاعلات الكيميائية والإنزيمية التي قد تحدث بطريقة أخرى من طرق الحفظ (في الأغذية غير المجمدة). على الرغم من أن التفاعلات الفيزيائية والكيميائية تَبْطُؤُ في درجات الحرارة المنخفضة، فإنها تستمر خلال ظروف التخزين المجمدة. (Zaritzky, 2016)

تشكل الأطعمة المجمدة جزءاً مهماً من الأطعمة المصنعة نظراً لزيادة فترة تخزينها وقدرتها على الاحتفاظ بالنكهة والطراجة بشكل يماثل إلى حد ما الأطعمة الأصلية دون التأثير على العناصر الغذائية الحيوية الحساسة للحرارة. (Maity *et al.*, 2011)

1-7 فوائد العجين المجمد:

تطورت تقانة عجائن المجمدة تدريجياً منذ ستينيات القرن العشرين في البلدان الأجنبية، حيث كانت تستخدم أساساً لخدمة الأسرة في ذلك الوقت. حتى الثمانينيات، مع التطور المزدهر للمخابز التي تُصنع المنتجات المخبوزة الطازجة في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية، بدأ

استخدام العجائن المجمدة على نطاق واسع وزجّها في الإنتاج التجاري. (Bao and Wang 2011)

يشهد إنتاج الحبوب والمنتجات المخبوزة تغييراً مستمراً استجابة للتغيرات في العادات الاجتماعية، وطلبات المستهلكين، ومصلحة مصنعي المنتجات المخبوزة في توفير العمالة والتكلفة. تزداد الحاجة إلى زج العجين المجمد في التصنيع المركزي. قد يكون الاعتماد على منتجات مجمدة يمكن استخدامها مباشرة بمجرد فك التجميد عنها أكثر ربحية. كما أنه يجعل من الممكن تقديم المنتجات المخبوزة الطازجة للمستهلكين. (yi,2008)

بدأ التغيير الجذري عندما تم تطبيق التخزين عند درجات الحرارة المنخفضة على إنتاج الخبز ، مما جعل من الممكن الاستغناء عن العمل الليلي في هذه الصناعة. كانت الطريقة الأولى هي تجميد الخبز التجاري. لكن المحافظة الفعالة على الطازجة كانت تعتمد إلى حد كبير على التحكم الكافي في معدلات التجميد وفك التجميد، وظروف التخزين المناسبة واستخدام الخبز الطازج تمامًا. (Pence et al, 1955)

ومع ذلك، لم تنجح طريقة تجميد الخبز لفترات طويلة دون حدوث تعديل على تركيب الخبز الطازج. (Pence et al, 1956)

وأعقب هذه الطريقة تطوير العجين المبرد الذي سمح تأخير عملية التخمير. (Gajderowicz, 1979)

ومع ذلك، فإن فترة تخزين تلك العجائن المبردة كانت قصيرة للغاية، وكان تسويقها لمسافات طويلة غير ممكن.

لا يؤدي استخدام العجين المجمد فقط إلى توسيع دائرة إنتاج المنتجات المخبوزة وتقليل التكاليف، وتحسين جودة المنتجات، بل يؤدي أيضا إلى توفير راحة كبيرة للمستهلكين، وتمكينهم من التمتع بالخبز الطازج في المنزل في أي وقت. بالإضافة إلى استخدام العجين المجمد في تصنيع العديد من المنتجات المخبوزة الأخرى. في السنوات الأخيرة، تطور إنتاج المنتجات المخبوزة الأساسية

بسرعة مع تطبيق تكنولوجيا العجين المجمدة، وأصبح الاتجاه الجديد في صناعة (Liu et al. 2002) الخبز.

تطور تسويق الأغذية المجمدة باطراد في السنوات الأخيرة بسبب طلب المستهلك في الحصول على منتجات مريحة وعالية الجودة. مع الطلب وفرص تسويق المنتجات المحضرة من القمح المجمدة، أصبحت العجائن المجمدة بديلاً قيماً لنظيرتها غير المجمدة. يؤثر تجميد العجين بشكل كبير على جودة المنتجات النهائية مثل الخبز، ويجب أن تكون فترة تخزينها 16 أسبوعاً (Phimolsiripol, et al, 2008) إذا لم تكن درجة حرارة العجينة متذبذبة أثناء النقل والتخزين. بدأ الخبازون بتطبيق تكنولوجيا تجميد العجين للتخلص من الحاجة إلى الخبز بعد فترة وجيزة من عملية تحضير العجين. وقد سمح ذلك بمزيد من المرونة بشأن زمن وكمية العجين الذي يمكن خبزه استجابة لاحتياجات السوق. ومع ذلك، أدت المحاولات الأولية لتجميد العجين إلى نتيجة أقل من الأداء الأمثل للخبز (تحديداً، انخفاض الحجم وبنية اللبابة غير المنتظمة والخشنة). استجاب الخبازون للإجراءات التصحيحية لكل من التشكيل والعملية مما أدى إلى تحسينات ملحوظة في جودة المنتج المخبوز بشكل عام. عندما يتم استخدامه لمنتجات المخازن الطازجة اليومية، فإنه يفترض تخزينه في درجة حرارة منخفضة وعند استخدامه لإنتاج عجين مجمد، فإنه يتطلب سلالات مقاومة للتجميد / فك التجميد. (Murakami et al. 1996).

تحتاج كلتا الحالتين ليس فقط إلى خميرة قادرة على البقاء حية، ولكن أن تكون قادرة على التكيف مع الضغط الناجم عن انخفاض درجة الحرارة والحفاظ على فعالية التخمر. (Kronberg et al. 2008)

وقد ازداد استخدام العجائن المجمدة لإنتاج المنتجات المخبوزة الصغيرة و الخبز من سنة إلى أخرى في جميع أنحاء العالم. وضعت بلدان مختلفة أنظمة تجميد خاصة بها، ومعظمها لتحديد

وزن قطع العجين بين 50 g و 100. يؤدي تجميد عجينة الخبز بوزن 500 g فما فوق إلى العديد من المشاكل. (El-hady, 1996)

1-8- تأثير التجميد في خصائص العجين :

في الآونة الأخيرة ، كان تأثير التجميد على خصائص العجين هو مجال البحث النشط بهدف تحسين جودة المنتج بعد فك التجميد عنه. (Ribotta et al., 2001)

تتطلب ثقافة الطعام في العصر الحديث تقنيات متقدمة في عملية تصنيع الخبز، والتي تتعرض خلالها سلالات خميرة الخبز (عادة خميرة *Saccharomyces cerevisiae*) لضغوط مرتبطة بعملية فك التجميد والشواء وغيرها. (Shima and Takagi, 2009) وتقلل هذه الضغوط من قدرة خميرة الخبز على التخمر وتؤثر على خواص العجين مما يؤدي إلى ضعف الطعم وجودة المنتجات النهائية. (Perez-Torrado et al., 2010; Ribotta et al., 2001; 2003)

إن استخدام العجين المجمد في صناعة المنتجات المخبوزة أطال إلى حد كبير فترة الصلاحية للعجين. ولكن، التخزين المجمد يضر إلى حد ما بنوعية العجين. هذا يؤدي بشكل رئيسي إلى فقدان القدرة على الاحتفاظ بالغاز. وانخفاض حجم الرغيف وتغيير شديد في الخواص الحسية للمنتجات المخبوزة. (Inoue & Bushuk, 1992)

ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى فقدان خميرة الخبز قدرتها على التخمر. (Shi et al., 2012)

وعدم اكتمال تشكل شبكة الغلوتين بسبب تشكل بلورات الجليد أو إعادة بلورتها. (Chen et al., 2012; P.D. Ribotta et al., 2003)

أبلغت العديد من الدراسات عن تفكك مجموعات الغلوتينيين أثناء التخزين المجمد.

(Ribotta et al., 2001; P.D. Ribottae et al., 2003).

هناك العديد من المشاكل المرتبطة بالمنتجات المخبوزة المصنوعة من عجين مجمد. إحدى هذه المشاكل هي التغييرات في توزيع الماء التي تحدث أثناء التخزين المجمد لفترات طويلة ودورات فك التجميد. مما يساهم في تمديد فترة التخمر وانخفاض حجم رغيف الخبز المصنوع من عجين مجمد. يعد تشكل البلورات الثلجية أيضاً سبباً رئيسياً في إضعاف شبكة الغلوتين في بنية العجين (Berglund et al., 1991; Varriano et al., 1980). المسؤولة عن احتجاز الغاز.

يعتبر قطاع إنتاج العجين المجمد ثالث أكبر قطاع في صناعة الخبز. يزداد الطلب على المواد الغذائية السريعة والمريحة بسبب أنماط الحياة المتغيرة. تقدم صناعة العجائن المجمدة سريعة التحضير بدائل سهلة لمنتجات المخازن التقليدية. يتوقع المستهلكون الذين يصنعون الخبز من العجين المجمد منتجات ذات جودة وخصائص حسية مرضية لا ينبغي أن تختلف كثيراً عن تلك التقليدية الطازجة. (Asghar et al., 2011)

أثناء إزالة الماء المتجمد من نسيج المادة الغذائية من خلال تشكل بلورات الجليد. يزيد تركيز المواد المنحلة في المواقع غير المجمدة، مما يقلل من النشاط المائي للمنتج. (Zaritzky, 2016)

أهم التغيرات الكيميائية التي يمكن أن تستمر أثناء التجميد والتخزين المجمد هي التفاعلات الأنزيمية وتضرر الفيتامينات وتراجع النكهة وتفكك البروتينات وأكسدة الدهون. (Zaritzky, 2000, 2006, 2008, 2010).

يتضمن تشكل الجليد والتخزين اللاحق للأطعمة المجمدة بعض التغيرات مثل التغيرات في لون السطح و حجم الخلية، إعادة بلورة الجليد وانخفاض الرطوبة أثناء التخزين. (Zaritzky, 2008)

انخفض إنتاج الغاز الكلي عند تخزين العجين المجمد لمدة أربعة أسابيع بنسبة 33.4% - EL (HADY, 1996)

لا يكون للتجمد أي آثار ضارة من حيث بنية الغلوتين والتفاعل بين الدقيق والماء، على عكس تجميد شريحة اللحم أو الخضار، التي يمكن أن تتبلور فيها المياه المحتبسة داخل الخلايا الفردية، مما يؤدي إلى تمزق هذه الخلايا وامتصاص السائل عند فك التجميد، لا تحتوي عجينة البيتزا على مثل هذه الخلايا، وبالتالي فإن تشكل البلورات الثلجية ليس مشكلة كبيرة. (Kenji., 2005)

أظهرت بعض اختبارات العجين في صناعة الخبز (القوة الناهضة ml والحجم النوعي، cm^3/g) تدهوراً ملحوظاً عندما تم تجميد العجين وتخزينه عند درجة حرارة 20°C لمدة يوم واحد. ومع ذلك، فإن الخصائص نفسها لعجينة الخبز المخبوزة بعد تخزينها بالتجميد لمدة تتراوح بين ثلاثة و ستة أيام لم تتدهور أكثر بالمقارنة مع تلك المخبوزة بعد يوم واحد من التخزين المجمد. (Seguchi, et al., 2003).

وجد (Rashidi et al., 2016) أنه توجد علاقة بين انخفاض دليل الصلابة وزيادة مدة تخزين العجين المجمد.

أشارت نتائج بحث كل من (Tzia Giannou 2005) حول تأثير التخزين طويل الأمد لعجين الخبز على جودة وقوام الخبز الناتج إلى أنه خلال الشهرين الأولين من التخزين المجمد تدهورت العينات بسرعة. لكنها بقيت في حالة ثبات بعد 2-3 أشهر وبقيت على حالة الثبات هذه منذ ذلك الحين مقدمةً مواصفات جودة مرضية بعد التخزين حتى 9 أشهر.

أدى التخزين المجمد للعينات إلى زيادة لون القشرة والذي يعزى إلى تشكل بقع بيضاء في سطح القشرة. ومع ذلك فقد بقي مظهر العينات مقبولاً نوعاً ما بعد 9 أشهر من التخزين المجمد. أظهرت النتائج أن لون اللب انخفض قليلاً حيث ازدادت قتامة لون اللب. أظهرت قساوة العجين سلوكاً متبايناً وأصبحت ثابتة فقط بعد 5 أشهر من التخزين المجمد، ومرونة عينات العجين وقوام لب الخبز أثناء التخزين طويل الأمد أظهرت سلوكاً متشابهاً، فكلاهما ازداد بسرعة أثناء الأشهر الثلاثة الأولى وبقي ثابتاً بعد ذلك.

(Kondakci et al., 2015) بالمقارنة مع عينة الشاهد المحضر من العجين الطازج فإن

عملية التجميد سببت تدهور شبكة الغلوتين بالإضافة إلى انخفاض نشاط الخميرة، وهو ما نتج عنه انخفاض الارتفاع الأقصى للعجين وانخفاض الغاز الكلي الناتج بسبب انخفاض نشاط الخميرة.

أظهرت نتائج بحث (Meziani et al., 2011) أنه كلما زاد زمن التخزين المجمد عند درجة الحرارة -40°C انخفضت جودة العجين المجمد، وانحدرت الخواص الريولوجية مثل القساوة والارتفاع ونشاط الخميرة بشكل ملحوظ خلال التخزين المجمد، أدى هذا التعديل إلى حجم نوعي أخفض للعجين المجمد أثناء التخمير.

عادة ما يحدث التلف في المنتجات المخبوزة المحضرة من عجين مجمد بسبب الكمية الزائدة من الرطوبة التي تتوافر في أنظمة العجين المجمدة خلال فترات التخزين المطولة من الزمن بسبب تكوين بلورات الثلج التي تؤدي إلى تلف شبكة الغلوتين في بنية العجين. يساعد استخدام المركبات المحبة للماء مثل كلور الماء ، والمواد المرطبة الخ... ، على امتصاص الكمية الزائدة من الرطوبة الناتجة بسبب تلف شبكة غلوتين العجين (Asghar et al., 2005)

1-9- تأثير إضافة بروتين الصويا والغرويات في العجينة المعدة للتجميد:

تكون المنتجات المخبوزة المحضرة من العجين المجمد عادة أقل جودة من تلك المحضرة من العجين الطازج.

حيث إن حجمها يكون أصغر وتتطلب وقتاً طويلاً للتخمير (Nilufer et al., 2008) يمكن التحايل على التغييرات الضارة التي تحدث أثناء التخزين المجمد بدرجات متفاوتة عن طريق إضافة إضافات غذائية أو دقيق خاص. على سبيل المثال ، تبين أن العجين المصنوع من دقيق القمح الشمعي ذي نسبة أميلوز 15% يزيد من الحجم المحدد للرغيف الناتج من العجين المجمد، حيث أظهرت النتائج أيضاً أن الخبز المحضر من دقيق قمح شمعي بنسبة 15% و 60% ماء يحتوي على أكبر حجم مع الحفاظ على لبابة طرية. (Yi et al., 2009) على الأرجح بسبب زيادة امتصاص العجين للماء وبالمثل ، أظهر بروتين الصويا زيادة في القدرة على احتجاز الماء وتعويق التكوين الطبيعي لجزيئات العجين الكبيرة مثل بروتين الغلوتين. (Zhang et al., 2003)

بعد التخزين المجمد، أظهر العجين ذو المحتوى المائي الأكبر مزيداً من التغييرات في خصائص العجين والخبز، مما يشير إلى أن انخفاض محتوى الماء يكون مرغوباً فيه للتجميد والتخزين المجمد (Yi et al., 2009)

تمت إضافة دقيق الصويا أو بروتين الصويا المعزول إلى خبز القمح بنسبة 2-3 % من أجل زيادة جودة خبز القمح من العجين المجمد فيما يتعلق بحجم الرغيف ومظهر القشرة. (Stauffer, 1993)

قام (Ribotta et al., 2003) بتقييم تأثير إضافة 10% من دقيق الصويا إلى عجين القمح المعد للتخزين المجمد. ومع ذلك ، فإن أهداف تجربتهم وجهتهم إلى مقارنة الخبز المصنوع من العجين المجمد مع إضافة فول الصويا إلى عجين القمح الطازج، ولم تتم مقارنة الفرق بين الخبز مع إضافة فول الصويا من العجين الطازج مقابل العجين المجمد. علاوة على ذلك، لم يتم تقييم الاختلافات في نوعية الخبز المصنوع من العجين المجمد حتى الآن بالنسبة للمنتجات عالية المحتوى من فول الصويا (حوالي 25 % مكونات الصويا ؛ Vodovotz and Ballard, 2009) مقارنة بنظيره من القمح.

لقد افترضنا أنه نظرًا لخصائص فول الصويا عالية الارتباط بالماء ، فإن هجرة المياه ستحدث بمعدل أبطأ في عجين الصويا أثناء التخزين المجمد مقارنة بعجينة القمح التقليدية ، مما ينتج عنه منتج عالي الجودة (Simmons et al 2012)

تبين أن جميع الغرويات تقلل فقدان الرطوبة أثناء التخزين حيث تملك الألبينات وهيدروكسي بروبيل ميتيل سيللوز تأثيراً مضاداً للبيات (Barcenas and Rosell, 2006) هذه الغرويات تملك خصائص احتجاز للماء بسبب المجموعات الهيدروفيلية الموجودة فيها والتي تحدث خصائص إضافية متضمنة فعالية سطحية أثناء استراحة العجين وتشكل شبكات الهلام أثناء عملية الخبز (Guarda et al., 2004)

يؤثر محتوى الماء وتوزعه في الخصائص التركيبية في القشرة مثل الطراوة والهشاشة وإطالة مدة الحفظ.

يؤثر الماء تأثيراً هاماً أيضاً في التغيرات الأساسية (مثل تجلتن النشاء) التي تأخذ مكاناً هاماً أثناء صناعة الخبز، والتي تؤثر على جودة الخبز المتناول (Elke and Fabio, 2008).

1-10- النشاط المائي وأهميته:

يُعرّف النشاط المائي أو (الفعالية المائية) بأنه مدى توفر الماء "الحُر" في عينة ما.

هو الوسيلة الرئيسية للحصول على معلومات حول فترة صلاحية المنتج، والقوام والنكهة لأنه يوفر الفرصة المثالية لنمو الأحياء الدقيقة غير المرغوب بها على السطح، والتي تنتج "السموم" أو غيرها من المواد الضارة، مما يؤثر على الاستقرار الميكروبيولوجي وعلى التفاعلات الكيميائية في الطعام.

يُرمز للنشاط المائي ب (aw) وتتراوح قيمه بين 0 (جفاف مطلق) و 1 (رطوبة نسبية 100%). يساعد التحكم الجيد في النشاط المائي للمنتج في الوصول إلى فترة الصلاحية المطلوبة وبالتالي المساعدة في تقديم أطعمة آمنة وغير ملوثة للمستهلك.

أما بالنسبة للمنتجات المخبوزة فمن الصعب للغاية التعامل معها لأنها تحتوي -في معظم الحالات- على أنواع مختلفة من المكونات مثل السكر والدهون والزيوت وبروتينات الحليب الخ... (Bernasconi, 2011)

يمكن تغيير قيمة aw المنتج بإضافة ما يسمى "المرطبات" مثل السكر أو حمض اللبن التي تربط المياه عادةً وبالتالي تقلل من كمية الماء الحر وبالتالي نشاط الماء. كما يمكن تعبئة منتجات المخابز بمكونات مختلفة مثل الكريمة والمكسرات والفواكه والمربى الخ... تغيير هذه المكونات الخصائص الميكروبية والحسية للمنتجات المخبوزة.

يختلف الطعام المركب الذي يتكون من طبقة واحدة أو عدة طبقات في تكوينه. في مثل هذا الطعام، هناك إمكانية هجرة الرطوبة من طبقة إلى أخرى. تحدث هذه الهجرة من المواضع ذات

النشاط المائي العالي إلى المواضع ذات النشاط المائي المنخفض. وبالتالي، من الأفضل تقييد اتجاهات هجرة الرطوبة للمنتج الغذائي المركب باستخدام a_w ، بدلاً من مجرد التحكم في رطوبة المكونات.

تعد خصائص انتقال الماء وتوازنه في الطعام المركب نقطة مهمة لاستقرار فترة صلاحية المنتج، ولا بد من الإشارة إلى أن درجات حرارة الخبز المرتفعة تدعم مستوى التوازن بين المكونات المختلفة. (Bernasconi, 2011)

قدم أدب علوم الأغذية القليل من الدراسات التي تعتمد على تحليل الخصائص الحسية للبيتزا (Moskowitz, 2001; Fedoroff et al., 2003) وفاعليتها في العادات الغذائية للأسر (Myrland et al., 2009) أو المرتبطة بمكونات الغذاء الأخرى مثل الطماطم وجبنة البيتزا (Lucier et al., 2000). تبعاً لما ورد على نطاق واسع في الأدبيات الحالية، تم تقسيم مؤشرات الجودة للبيتزا إلى خصائص رئيسية وثانوية. (Acebrón and Dopico, 2000; Migliore et al., 2015; Campbell et al., 2004)

الباب الثاني

مواد وطرائق التحليل

Materials and Methods

الباب الثاني

مواد وطرائق التحليل Materials and Methods

1-2-المواد: Materials:

1-1-2.الدقيق: استُخدم دقيق من نوع زيرو استخراج 70% ، إنتاج مطحنة خاصة تابعة

لفرع حمص (المنطقة الصناعيّة – حسياء). وهو مُنتج وفق المواصفة القياسية السوريّة رقم

192 لعام 2002 (م.ق.س، 192/2002)

2-1-2.الخميرة: تم استخدام خميرة الخبز الطرية إنتاج معمل خميرة حمص، والمنتجة وفق

المواصفة القياسية السوريّة رقم 143 لعام 1990.

3-1-2.الماء: مياه صالحة للشرب (الشبكة العامة) مطابقة للمواصفة القياسية السورية رقم

45 عام 2007.

4-1-2.زيت نباتي: زيت دوار الشمس مطابق للمواصفة القياسية السورية رقم 252 عام

2004.

5-1-2.السكر: سكر تجاري أبيض مطابق للمواصفة القياسية السورية رقم 48 عام 2012.

6-1-2. الملح: ملح طعام مطابق للمواصفة القياسية السورية رقم 74 عام 1992.

2-2- طرائق التحليل Methods of Analysis:

2-2-1- تحضير عجينة البيتزا:

من المهم الإشارة إلى أنه لا يوجد طريقة موحدة لإنتاج عجينة البيتزا. مما ينعكس على عدم

وجود مواصفات قياسية لكل من مظهر المنتج النهائي وارتفاع العجينة والقوام، وغيرها من

صفات الجودة الهامة. (Coppola et al., 1998)

في البداية ، تم غسل وعاء الخلط ثم شطفه بالماء. تمت إضافة كمية الماء المقيسة وفق

الكمية المحسوبة على أساس المعادلة التالية:

$$GB=GC*(WT-WC) / (100-WT) \quad (\text{الحداد، 1995})$$

حيث:

GC: إجمالي كمية المواد الأولية الداخلة في العجينة بدون الماء.g.

WT: رطوبة العجين (%) وتعطى وفقا لنوعية الدقيق وسنأخذها هنا مساوية 43.5%.

WC: الرطوبة الوسطية التوازنية للمواد الأولية (%) وتحسب بالعلاقة التالية:

$$WC= (GM*WM+GC*WC+GD*WD)/(GC) \quad (\text{الحداد، 1995})$$

حيث:

GC, GM, GD: كميات الدقيق والملح والخميرة اللازمة للعجين، g.

في وعاء الخلط. بعد هذا السكر ، يُؤخذ الملح والخميرة في وعاء الخلط ويُحرَّك مع تحريك يدوي

لمدة دقيقة. ثم أضيف الزيت، تليها إضافة الدقيق. تم الخلط بسرعة بطيئة لمدة 10 دقائق. ثم تم

تشكيل العجينة يدوياً ولفها على الفور في أكياس البولي إيثيلين ثم وضعها في الثلاجة (-

18°C). بعد كل 15 يوماً، يتم فك تجميد العجينة عن طريق الحفاظ على درجة حرارة الغرفة

لمدة 45 دقيقة. بعد ذلك تم خلط العجينة المذابة لمدة 1-1.5 دقيقة من أجل التجانس ثم تم

تكوين العجينة باليد ثم يتم رقعها بواسطة أسطوانة ووضعها في وعاء بعد دهنه بزيوت. تترك عجينة

البيتزا في الوعاء لتتخمر لمدة 45 دقيقة في درجة حرارة 35 مئوية والرطوبة النسبية 85 %. ثم

تضاف المواد الغذائية (الجبن وصلصة الطماطم والبصل والفليفلة والطماطم)

تم خبز البيتزا في فرن كهربائي عند درجة حرارة 350°C لمدة 5 إلى 6 دقائق.

2-2-2-الاختبارات الكيميائية والفيزيائية للدقيق:

1. الرطوبة **Moisture** : تُدرت الرطوبة في فرن التجفيف على درجة حرارة 130 °م لمدة

1.5 ساعة، حسب (ICC, NO: 110/1,1976).

2. تحديد الرماد **Ash** : تُدر الرماد في المرمدة على درجة حرارة 900 °م لمدة 150 دقيقة،

حسب (ICC, NO: 104/1,1990)

3. الغلوتين الرطب **Wet Glutein** : اعتماداً على الطريقة (ICC, No:106/2,1984)

4. دليل الغلوتين **Glutein Index** : وفق الطريقة (ICC ,No:137/1,1994)

5. البروتين **Protein** : تم تحديد البروتين وفق طريقة كلاهل (ICC

(NO:105/1,1994).

6. التحبب : تم تحديد التحبب بنخل (50 gr) من الدقيق على منخل هزاز لمدة (5 دقائق)

ومن ثم وزن الباقي فوق كل منخل وحساب النسبة المئوية، وذلك باستخدام منخلين الأول

بفتحات ذات قطر (250µm) والثاني بقطر (132 µm).

7. اللون: تم قياس لون الدقيق على جهاز (Kent Jones) وهو المعتمد في سوريا وفق

المواصفة القياسية السورية.

8. رقم السقوط: تم تحديد رقم السقوط وفق الطريقة (ICC, NO:107,1968).

2-2-3 - اختبارات العجين:

2-2-3-1 - الاختبارات الريولوجية Rheological Tests :

▪ 1. جهاز المكسولاب Mixolab وفق طريقة: (ICC, No:115,1992) يقيس

الخصائص الفيزيائية للعجين مثل:

▪ تماسك العجينة

- خصائص دبق (لزوجة) النشاء الفعلية
 - التغيرات الميكانيكية خلال عملية الخلط والتسخين
 - الزمن الحقيقي للعزم الناتج بعملية العجين بين ذراعي السكين (العجان)
- وذلك حسب (Koksel *et al.*, 2009)
2. جهاز الألفيوغراف Alveograph وفق طريقة: (ICC, No:115, 1992) لتحديد:
- الضغط الزائد الأعظمي P (Maximum Over Pressure) (ملم)
 - طول المنحني L (bscissa at Rupture) (ملم)
 - عامل الانتفاخ G Index of Swelling (مل)
 - طاقة التشوه W Deformation Energy (جول. 10⁻⁴)
 - الشكل النسبي P/L Configuration Ratio

وذلك حسب (Launay and Michon, 2008)

2-2-3-2 - قياس حموضة العجين (%) : Dough Acidity

يوزن 5 g دقيق بدقة حتى 0.01 g وتقل إلى أرلينة سعة 150-200 ml ومن ثم يُضاف 50 ml من ماء مقطر بعد التحريك والخلط الجيدين حتى زوال جميع كتل الدقيق المتشكلة يُضاف 5 نقاط من الفينول فتالئين وتتم المعايرة بمحلول 0.1N NaOH حتى ظهور اللون الوردي الثابت لمدة دقيقة.

يؤخذ الوسط الناتج عن إجراء تجربتين متوازيتين ويعبر عن الناتج بدرجات الحموضة.

التعبير عن النتائج : تحسب حموضة الدقيق العامة بالعلاقة التالية:

$$X = \frac{Vx 100 x K}{m x 10}$$

حيث :

X: حموضة العجين العامة مقدرة بالدرجات الحمضية

V: حجم ماءات الصوديوم المستهلكة

m: وزن عينة العجين g

وفق (ICC,NO:145,1995)

2-2-3- تحديد قوة التخمير للعجين : Fermentation force

تم تحديد قوة التخمير باستخدام جهاز SJA، وذلك لعجين محضر من 280 g من الدقيق مع 160g من الماء، و 5 g خميرة خبز، حيث تم قياس قوة التخمير للعجين في حاضنات الجهاز الثلاث عند درجة حرارة 35C° لمدة 3 ساعات حيث تؤخذ قراءة الجهاز الدالة على حجم غاز CO₂ المنطلق كل ساعة، ومن ثم يعاد ضغط العجين بعد كل ساعة من أجل التخلص من الغاز، ويجمع حجم الغاز المنطلق خلال الساعات الثلاث، ويعبر الحجم الناتج عن قوة التخمير.

وفق (AACC Method 22-14.01)

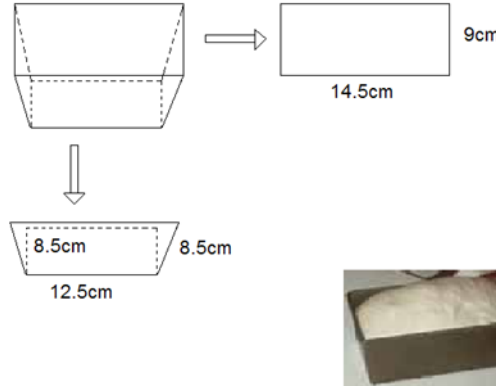


الشكل (5) جهاز SJA

3-2-3-4-قياس القوة الناهضة للعجين Rising force:

تم تحضير العجين وفق طرائق تحضير العجين المعتمدة في الدراسة، ومن ثم تشكيل العجين على شكل الصمونة الإهليلجية وفقاً لحجم القالب المعد للتجربة والموضح بالشكل (6) ثم وضعت فيه (بعد تسخينه حتى الدرجة 35°C ودهن الجدران الداخلية له بالزيت النباتي) ومن ثم تم وضع القالب في حجرة تخمير بالدرجة $35-37^{\circ}\text{C}$ وتم حساب الزمن بالدقيقة من بداية وضع العجين حتى تماس العجين مع السكين العرضية للقالب أي حتى ارتفاع 9cm. تم قياس ارتفاع

العجين كل 15 دقيقة (Ribotta et al. 2005)



شكل (6) القالب المعد لتجربة القوة الناهضة

2-2-3-5- نسبة خلايا الخميرة الحية والميتة باستخدام طريقة أزرق الميتلين:

بطريقة أزرق الميتلين وباستخدام المجهر الضوئي يتم حل العجين بعد فك التجميد عنه بالماء المقطر والحصول على معلق ثم إضافة قطرتين من محلول أزرق الميتلين فوق صفيحة زجاجية نظيفة ويضاف لها قطرة من المعلق الناتج ثم تغطى بساترة زجاجية ونفحصها مجهرياً. تعد الخلايا التي تتلون بالأزرق هي الخلايا الميتة والخلايا التي لا تتلون هي الخلايا الحية ثم تستخرج النسبة المئوية للخلايا الميتة. (المواصفة القياسية السورية 1990 رقم 143)

2-2-4- تقييم خبزة البيتزا الناتجة:

2-2-4-1- محتوى الرطوبة (%): Moisture Determination: قدرت الرطوبة

في العينات على درجة حرارة 105°C حسب طريقة (AACC,2010) طريقة 44-1502.

2-2-4-2-قياس قوة الاختراق (الصلابة) Texture Measurement:

باستخدام جهاز

Ta_XT.plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, U.K.

وباستخدام خلية تحميل 5 Kg ، وتم قياس قوة الاختراق (الصلابة) العظمى Maximum force

كدليل على الصلابة.

تم استخدام حساس (SMS P/4R) و خلية تحميل 5 Kg تتحرك بسرعة مقدارها 0.2mm/sec

لعمق أعظمي مقداره 10 mm حسب طريقة (Bentley,2013)



الشكل (7) جهاز قياس الصلابة

2-2-4-3- قياس النشاط المائي (Aw) :water activity

تم قياس النشاط المائي في اللبابة باستخدام جهاز (Novasina intrumen Axier Ltd) حسب طريقة (Alomari *et al.*, 2012). على درجة حرارة 25°C.



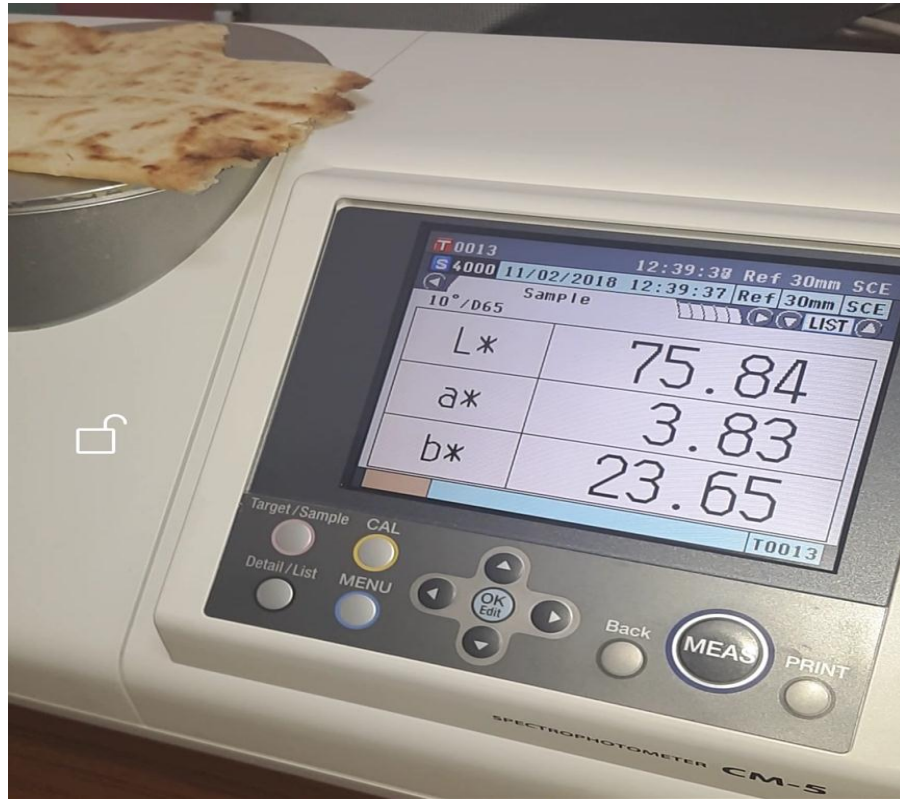
الشكل (8) جهاز قياس النشاط المائي

2-2-4-4- قياس اللون Color Measurement :

تم قياس اللون لعينات الخبز باستخدام جهاز قياس اللون (Konica CM-3500D Japan)

(Minolta) لتحديد قيم الفراغ اللوني L^* , a^* , b^* استعملت اللوحات البيضاء والسوداء كألوان

مرجعية قياسية لضبط الجهاز. (Bentley, 2013, See *et al.*, 2007)



الشكل (9) جهاز قياس اللون

2-2-5- التقييم الحسي لعينات خبز البيتزا: Sensory Evaluation

أجري التقييم الحسي للخبز من حيث (اللون، الرائحة، الطعم، المضغ، القوام) وقام بالتقييم الحسي لجنة مؤلفة من 5 أشخاص اختيرت لهذا الغرض وأخذ المتوسط الحسابي لنتائج تقييمهم من أجل كل خاصية (Meilgaard *et al.*,1991; Pasha *et al.*,2008)، ومن ثم تم حساب التقييم الحسي العام بجمع نتائج تقييم جميع الخصائص الحسية.

2-2-6- التحليل الإحصائي: Statistical Analysis

تم إعداد عينات البيتزا الثلاث من العجين المجمد، ومن أجل تحديد الفروق الإحصائية بين البيانات التي تم الحصول عليها وتأثيرها على التقييم الحسي للبيتزا عولجت النتائج إحصائياً باستخدام ANOVA (one way) برنامج Minitab الإصدار 17 عند $P \leq 0.05$.

الباب الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Dissection

الباب الثالث

النتائج والمناقشة Results and Dissection

مواصفات المواد الأولية:

3-1- نتائج الاختبارات الكيميائية والفيزيائية للدقيق:

يبين الجدول (2) مواصفات الدقيق المستخدم في الدراسة.

جدول (2) مواصفات الدقيق المستخدم

نوع الدقيق		الاختبارات
دقيق زيرو		
13.076±0.24	(%)	الرطوبة
0.670±0.01		الرماد
13.5±0.05		البروتين
26.5±0.30		الغلوتين الرطب
9.6±0.13		الغلوتين الجاف
75±0.25	دليل الغلوتين GI	
92.17	اللون	
530	رقم السقوط (ثانية) FN	
0.240	%	المتبقي فوق ال 265
70.5		المتبقي تحت 112

نلاحظ من الجدول (2) أن الدقيق المستخدم في الدراسة ذو مواصفات مطابقة لمواصفات الدقيق زيرو المعتمد في المواصفة القياسية السورية الخاصة بالدقيق (م.ق.س، 2002/192)

تتطابق هذه النتائج مع نتائج , (Marston 1978; Stauffer, 1993)

3-2- مواصفات خميرة الخبز المستخدمة:

يبين الجدول (3) مواصفات خميرة الخبز المستخدمة.

جدول(3) مواصفات خميرة الخبز المستخدمة

الرطوبة	الرماد	البروتين	قوة التخمر (جهاز SJA)
(%)			(حجم CO ₂ مل خلال 3 ساعات)
71.31±0.05	2.12±0.03	43.74±0.07	2700±12

نلاحظ من الجدول (3) أن خميرة الخبز المستخدمة في الدراسة ذات مواصفات مطابقة للمواصفة القياسية السورية الخاصة بخميرة الخبز الطازجة و الجافة (م.ق.س، 1990/143)

3-3- نتائج الاختبارات الريولوجية:

3-3-1- جهاز الميكسولاب Mixolab:

يبين الجدول (4) الخصائص الريولوجية للعجين

الجدول (4) الخصائص الريولوجية للعجين الناتج من الدقيق المستخدم في الدراسة بجهاز الميكسولاب

Temp. Dough (°C)	Torque (Nm)	Time (min)	
29.4±0.12	1.11±0.08	1.17±0.09	C1
57.9±0.15	0.38±0.10	17.83±0.11	C2
80.2±0.19	1.57±0.09	24.55±0.21	C3
82.1±0.17	1.26±0.12	34.55±0.26	C4
58.8±0.19	1.76±0.18	45.03±0.30	C5

تدل C1 على امتصاصية الماء في العجين، C2 على ضعف العجين، C3 على تهلم النشاء،
C4 على نشاط أنزيم الأميلاز و C5 على إعادة تشكيل النشاء خلال عملية التبريد.

3-3-2- جهاز الألفيوغراف Alveograph:

يبين الجدول (5) الخصائص الريولوجية للعجين

الجدول (5) الخصائص الريولوجية للعجين الناتج من الدقيق المستخدم في الدراسة بجهاز الألفيوغراف

التماسك P (mmH ₂ O)	التمدد L (mm)	التشوه P/L (mmH ₂ O/mm)	طاقة التشوه W ($\times 10^{-4}$ J)	دليل الانتفاخ G (mm)
89±0.11	67±0.42	1.35±0.63	236±0.71	18.50±0.10

يوضح نتائج الجدول (5) قيم كل من التماسك (الضغط الأقصى الذي نحتاج إليه لنفخ العجين)،

التمدد (طول المنحني)، التشوه، طاقة التشوه (تتعلق بالسطح تحت المنحني وتشير إلى العمل

الضروري المطلوب لنفخ العجين) و دليل الانتفاخ (معدل الإحداث السيني عند تمزق العجين).

تشير قيم W، G، P إلى قوة العجين، المط و المقاومة للتمدد على التوالي.

3-4- الحموضة: Acidity

يبين الجدول (6) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في الحموضة

جدول (6) تأثير التخزين بالتجميد في الحموضة % لعينات عجينة البيتزا المجمدة

العينة			مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير	
4.6±0.17	3.4±0.18	2.5±0.16	0 يوماً
4.9±0.10	3.8±0.19	2.8±0.20	15 يوماً
5.2±0.15	4.2±0.16	3.2±0.17	30 يوماً
5.4±0.13	4.3±0.17	3.5±0.18	45 يوماً
5.7±0.17	4.7±0.20	4.1±0.19	60 يوماً
6.3±0.20	5.3±0.14	4.4±0.15	75 يوماً
6.6±0.14	6.1±0.13	4.9±0.16	90 يوماً

نلاحظ ارتفاع النسبة المئوية لحموضة العجين المجمد مع تطبيق التخمير قبل التجميد.

حيث بلغت 2.8% و 3.8% و 4.9% لعينات العجين المجمد بلا تخمير مسبق ولعينات

العجين المخمرة نصف تخمير والمخمرة تخميراً كاملاً قبل تجميدها على التوالي بعد تخزينها

بالتجميد لمدة 15 يوماً.

وبلغت 4.9% و 6.1% و 6.6% لعينات العجين المجمد بلا تخمير مسبق ولعينات العجين

المخمرة نصف تخمير والمخمرة تخميراً كاملاً قبل تجميدها على التوالي بعد تخزينها بالتجميد

لمدة 90 يوماً.

كما نلاحظ زيادة الحموضة مع زيادة فترة التخزين المجمد حيث تراوحت نسبة الحموضة في خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بلا تخمير مسبق بين 2.8% و 4.9% بعد فترات تخزينها بالتجميد لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي مقارنة بحموضة عينة الشاهد (خبز ناتج عن عجين غير مجمد) 2.5%.

كما نلاحظ زيادة الحموضة في كل من عيتي خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بعد تخميره نصف تخمير حيث بلغت نسبة الحموضة 3.4% لعينة الشاهد و 3.8% و 6.1% بعد التخزين لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي والناتجة عن عجين مجمد بعد تخميره بشكل كامل حيث بلغت نسبة الحموضة 3.4% لعينة الشاهد و 4.6% و 6.6% بعد التخزين لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي بالمقارنة مع خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بلا تخمير مسبق. وتعود هذه الزيادة في حموضة العجين إلى انحلال CO₂ في الماء وتشكيل حمض الكربون، بالإضافة إلى تشكل الأحماض العضوية مثل حمض اللبن وحمض الخل بتأثير الخميرة والبكتريا الموجودة في العجين. (Hoseney,1998)

3-5- قوة التخمير : Fermentation force

يبين الجدول (7) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في قوة التخمير

الجدول (7) تأثير التخزين بالتجميد في قوة التخمير لعينات عجينة البيتزا المجمدة (cm³)

مدة التخزين	العينة	حجم غاز CO ₂ الناتج (cm ³)			المجموع
		الساعة الأولى	الساعة الثانية	الساعة الثالثة	
0		700	850	900	2450±40
15	بدون تخمير	575	775	800	2150±38
	نصف تخمير	500	700	700	1900±37
	تخمير كامل	400	600	600	1600±33
30	بدون تخمير	500	700	750	1950±38
	نصف تخمير	450	600	650	1700±39
	تخمير كامل	350	550	550	1450±38
45	بدون تخمير	400	600	600	1600±40
	نصف تخمير	350	550	550	1450±35
	تخمير كامل	350	500	550	1400±39
60	بدون تخمير	400	550	600	1550±30
	نصف تخمير	400	550	550	1500±36
	تخمير كامل	350	500	550	1400±40
75	بدون تخمير	300	450	500	1250±38
	نصف تخمير	400	600	600	1600±33
	تخمير كامل	250	450	450	1150±36
90	بدون تخمير	500	650	700	1850±38
	نصف تخمير	400	600	600	1600±37
	تخمير كامل	250	450	450	1150±40

نلاحظ انخفاض حجم غاز CO_2 الناتج مع زيادة فترة التخزين المجمد لعينات العجين الثلاث. حيث انخفض حجم غاز CO_2 بعد التخزين المجمد لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي من cm^3 (2150 إلى 1850) ومن cm^3 (1900 إلى 1600) ومن cm^3 (1600 إلى 1150) لعينة العجين المجمدة بلا تخمير مسبق والمخمرة نصف تخمير والمخمرة تخميراً كاملاً قبل التجميد على التوالي.

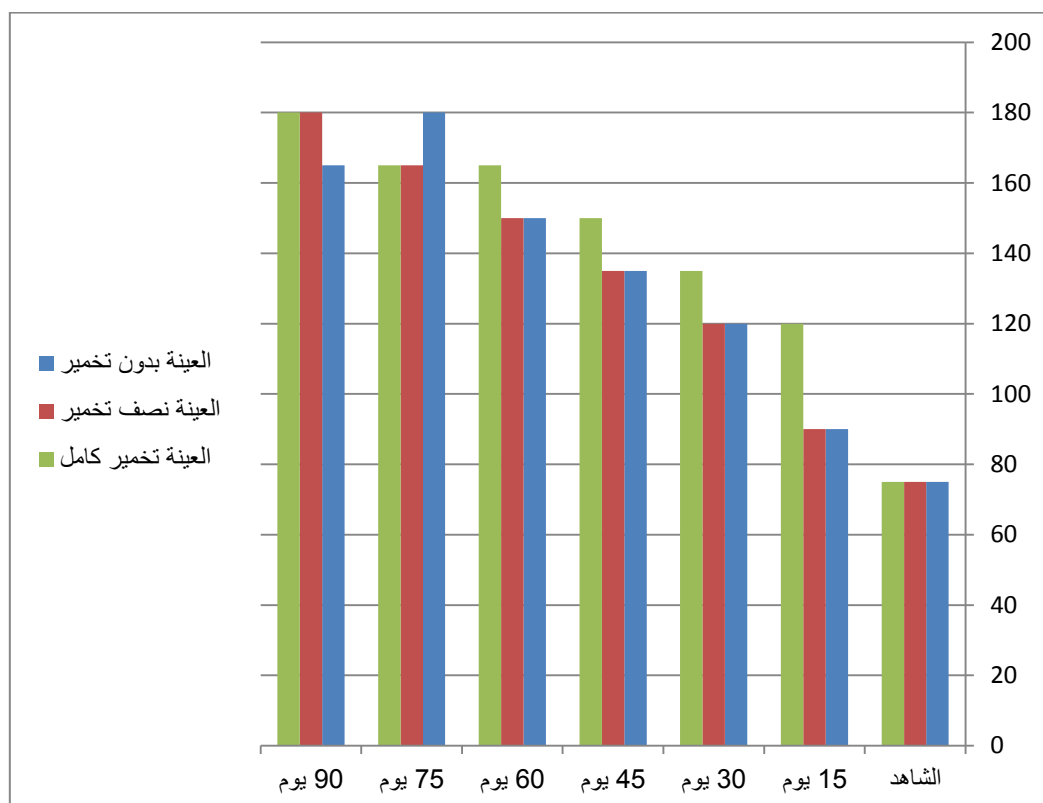
كما نلاحظ أن عينة العجين المجمد بلا تخمير أعطت نتائج أفضل بالمقارنة مع باقي العينات فمثلاً انخفض حجم غاز CO_2 المنطلق من cm^3 2450 لعينة الشاهد إلى cm^3 1600 لعينة العجين التي لم يتم تخميرها قبل التجميد بعد تخزينها لمدة 45 يوماً ولكن نلاحظ ازدياد الحجم عند تخزين هذه العجينة لمدة 90 يوماً لتبلغ cm^3 1850. وهذا موافق ل (Kondakci et al., 2015) الذين لاحظوا انخفاض الارتفاع الأقصى للعجين المجمد وانخفاض الغاز الكلي الناتج بسبب انخفاض نشاط الخميرة وذلك بالمقارنة مع عينة الشاهد المحضر من العجين الطازج . ويمكن تفسير ذلك جزئياً بموت خلايا الخميرة وتلف شبكة الغلوتين الناتج عن التجمد (Zhou and Selomulyo 2007).

3-6- القوة الناهضة: Rising force

يبين الجدول (8) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في القوة الناهضة

جدول (8) تأثير التخزين بالتجميد في زمن النهوض لعينات عجينة البيتزا المجمدة (min)

العينة			مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير	
75±0.12	75±0.12	75±0.12	0 يوماً
120±0.25	90±0.17	90±0.18	15 يوماً
135±0.22	120±0.18	120±0.19	30 يوماً
150±0.25	135±0.24	135±0.21	45 يوماً
165±0.28	150±0.25	150±0.28	60 يوماً
165±0.27	165±0.22	180±0.19	75 يوماً
180±0.24	180±0.23	165±0.20	90 يوماً



الشكل (10) تغير زمن نهوض العجين خلال فترات التخزين المجمد المختلفة

نلاحظ ازدياد زمن نهوض العجين مع زيادة فترة التخزين المجمد وذلك للعينات الثلاث وعينة العجين التي تم تجميدها دون تخمير أعطت نتائج أفضل وهذا موافق ل (Kondakci et al., 2015)



الشكل (11) ارتفاع العجينة في قالب تجربة القوة الناهضة

فمثلاً كان زمن النهوض لعينة الشاهد 75 min ثم ازداد بعد 45 يوماً ليصل إلى 135 min لعينة العجين التي لم يتم تخميرها قبل التجميد والتي تم تخميرها نصف تخمير وإلى 150 min لعينة العجين التي تخمرت بشكل كامل قبل التجميد أما بعد 90 يوماً فبلغ زمن النهوض 165 min لعينة العجين التي لم يتم تخميرها قبل التجميد و 180 min لعينة العجين التي تم تخميرها نصف تخمير وتلك التي تخمرت بشكل كامل قبل التجميد.

ويمكن أن يعزى ذلك إلى نمو الجليد الذي يقلل من قدرة العجين على الاحتفاظ بالغاز عن طريق إتلاف شبكة الغلوتين.

3-7- نسبة الخلايا الحية والميتة (%):

3-7-1- نسبة خلايا خميرة الخبز الميتة (%):

يبين الجدول (9) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في نسبة خلايا الخميرة الميتة %

جدول (9) تأثير تخزين العجائن بالتجميد في النسبة المئوية لخلايا الخميرة الميتة

نسبة خلايا الخميرة الميتة %			مدة التخزين بالتجميد
تخمير كامل	نصف تخمير	بلا تخمير	
9 ^a ±1E	7 ^b ±1E	3 ^c ±1D	0 يوماً
12 ^a ±1D	9 ^b ±1D	7 ^c ±1C	15 يوماً
15 ^a ±2C	11 ^b ±1C	8 ^c ±1BC	30 يوماً
16 ^a ±2CB	12 ^b ±2BC	9 ^c ±1ABC	45 يوماً
16 ^a ±2CB	13 ^b ±2AB	10 ^c ±2AB	60 يوماً
17 ^a ±1AB	13 ^b ±2AB	11 ^c ±1A	75 يوماً
17 ^a ±1A	14 ^b ±1A	11 ^c ±1A	90 يوماً

تشير الأحرف الصغيرة غير المتشابهة إلى وجود فرق معنوي في نسبة الخلايا الميتة بين عينات

العجين الثلاث ضمن الصف الواحد.

تشير الأحرف الكبيرة غير المتشابهة إلى وجود فرق معنوي في نسبة الخلايا الميتة خلال فترات

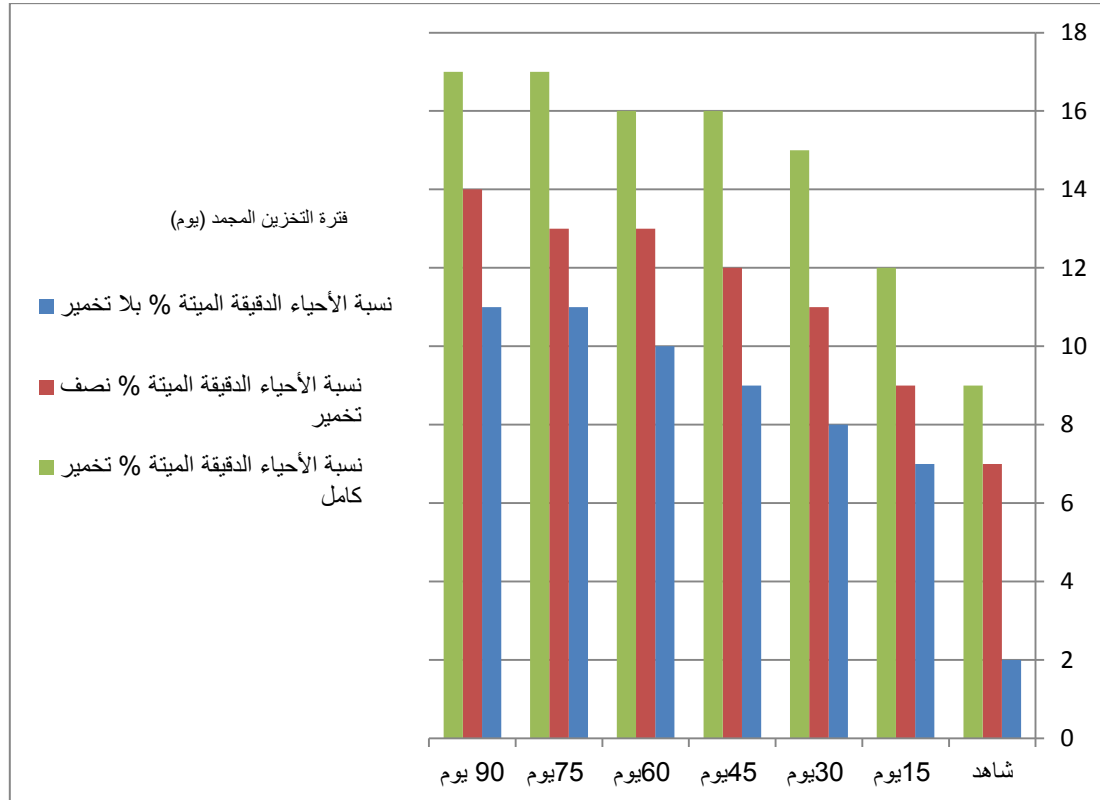
التخزين المختلفة ضمن العمود الواحد

نلاحظ وجود فرق معنوي في نسبة الخلايا الميتة بين عينات العجين المجمد الثلاث فمثلاً بعد

التخزين لمدة 90 يوماً كانت النسبة في العجينة التي لم يتم تخميرها قبل تجميدها 11% بينما

كانت النسبة 14% في العجينة التي تم تخميرها نصف تخمير و 17% في العجينة التي تم

تخميرها بشكل كامل قبل تجميدها ووجود فرق معنوي في نسبة الخلايا الميتة لعينة العجين الواحدة خلال فترات التخزين المختلفة فمثلاً بلغت نسبة الخلايا الميتة في عينة الشاهد (0 يوم) 3% و 8% بعد التخزين لمدة 30 يوماً و 11% بعد التخزين لمدة 90 يوماً في العجينة التي لم يتم تخميرها قبل التجميد .



الشكل (12) تغير النسبة المئوية لخميرة الخبز الميتة مع زيادة فترة التخزين

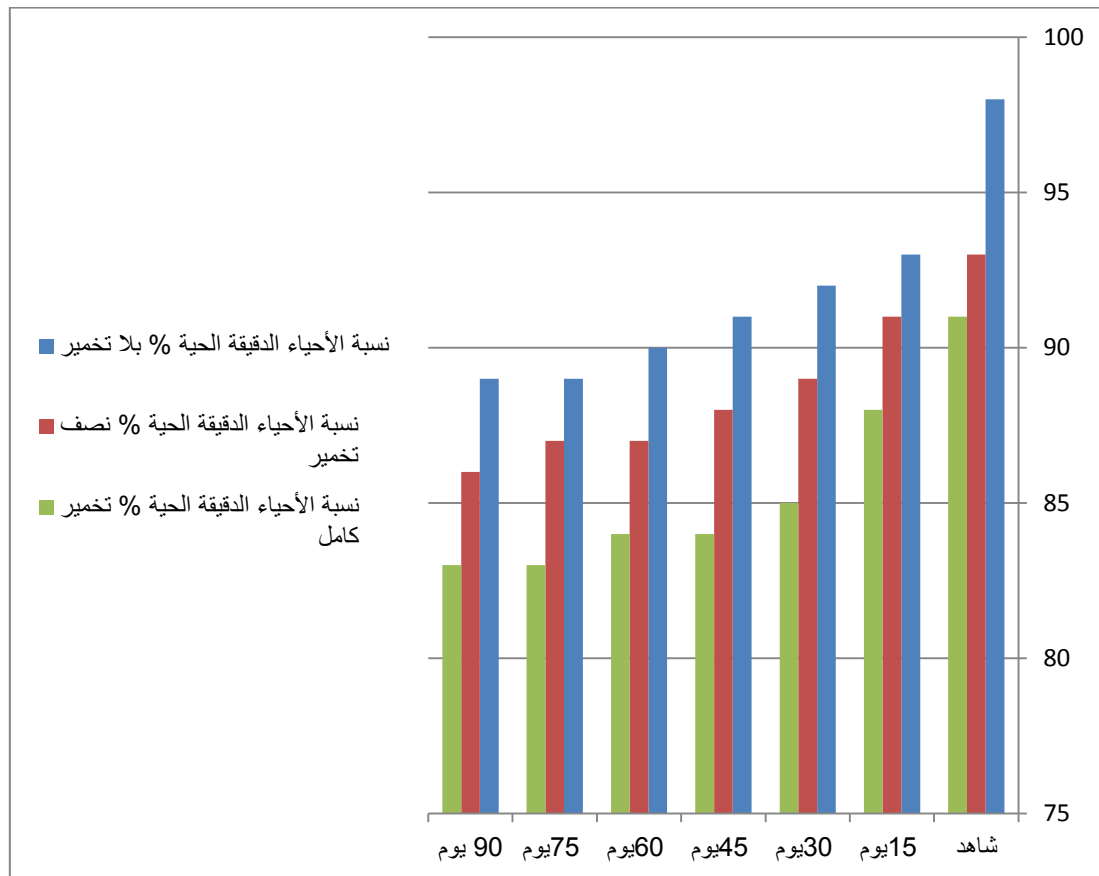
نلاحظ زيادة النسبة المئوية لخلايا خميرة الخبز الميتة مع زيادة فترة التخزين وكانت هذه النسبة أكبر في العجائن التي تم تخميرها قبل التجميد بينما كانت أقل منها في العجائن التي تم تخميرها نصف تخمير وأقل منها في العجائن التي لم تُخمر قبل التجميد. وهذا موافق ل (Kline and Sugihara 2005)

3-7-2- نسبة خلايا خميرة الخبز الحية (%):

يبين الجدول (10) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في نسبة خلايا الخميرة الحية %

جدول (10) تأثير تخزين العجائن بالتجميد في النسبة المئوية لخلايا الخميرة الحية %

نسبة خلايا الخميرة الحية %			مدة التخزين بالتجميد
تخمير كامل	نصف تخمير	بلا تخمير	
91±0.89	93±0.80	98±0.81	0 يوماً
88±0.85	91±0.88	93±0.82	15 يوماً
85±0.82	89±0.84	92±0.80	30 يوماً
84±0.81	88±0.86	91±0.81	45 يوماً
84±0.86	87±0.87	90±0.80	60 يوماً
83±0.81	87±0.85	89±0.82	75 يوماً
83±0.87	86±0.83	89±0.85	90 يوماً



الشكل (13) تغير النسبة المئوية لخميرة الخبز الحية مع زيادة فترة التخزين

نلاحظ انخفاض نسبة خلايا خميرة الخبز الحية وزيادة نسبة خلايا خميرة الخبز الميتة مع زيادة

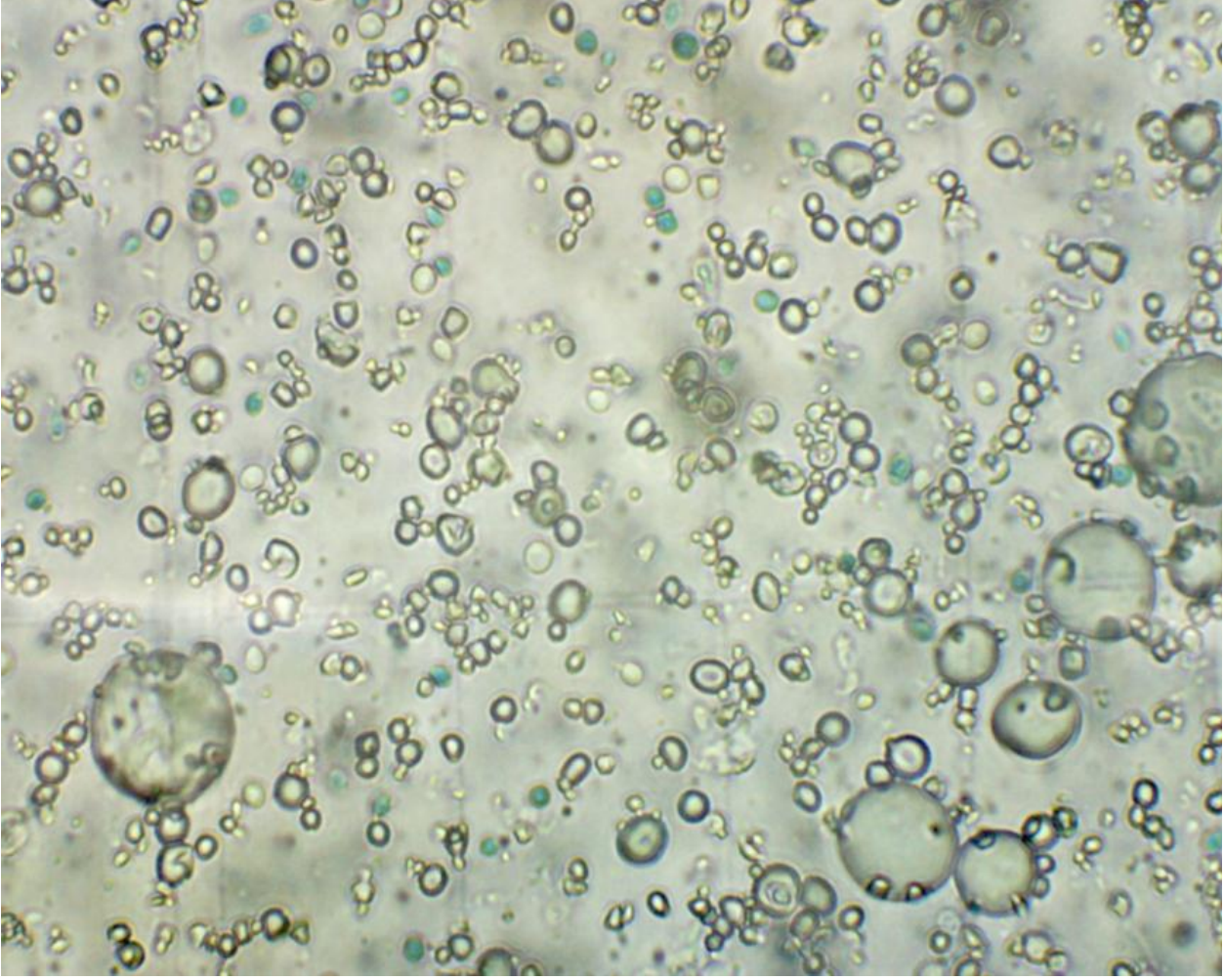
فترة التخزين وكانت نسبة خلايا خميرة الخبز الميتة أكبر في العجائن التي تم تخميرها قبل

التجميد بينما كانت أقل منها في العجائن التي تم تخميرها نصف تخمير وأقل منها العجائن التي

لم تُخمّر قبل التجميد نلاحظ انخفاض نسبة خلايا الخميرة الحية مع زيادة فترة التخزين المجمد

وذلك لعينات العجين الثلاث. توافق هذه النتائج نتائج (Lorenz and Kulp 1995)

فيما يلي صورة توضح مظهر خلايا الخميرة الحية والميتة تحت المجهر:



الشكل (14) طريقة استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة خلايا الخميرة

3-8-اختبارات خبزة البيتزا الناتجة:

3-8-1- نسبة الرطوبة: Moisture %

يبين الجدول (11) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في نسبة الرطوبة %

جدول (11) تأثير مدة التخزين بالتجميد في رطوبة البيتزا الناتجة (%)

العينة			مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير	
32.79±0.25	33.29±0.21	38.68±0.12	0 يوماً
30.80±0.28	32.95±0.23	33.06±0.16	15 يوماً
28.99±0.31	20.74±0.19	31.28±0.23	30 يوماً
26.65±0.38	28.29±0.30	30.90±0.40	45 يوماً
25.10±0.20	27.74±0.17	27.93±0.44	60 يوماً
22.35±0.41	25.23±0.5	24.47±0.32	75 يوماً
21.72±0.36	23.15±0.24	21.32±0.18	90 يوماً

تراوحت نسبة الرطوبة في خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بلا تخمير مسبق بين 30 و

21% بعد فترات تخزينها بالتجميد لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي مقارنة برطوبة عينة

الشاهد (بيتزا ناتجة عن عجين غير مجمد) 38%.

نلاحظ انخفاض نسبة الرطوبة في خبزة البيتزا مع زيادة فترة التخزين المجمد وذلك للعينات

الثلاث، وخاصةً بشكل كبير بعد 15 يوماً من التخزين المجمد.

كما نلاحظ انخفاض الرطوبة في كلٍّ من عينتي خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بعد تخميره نصف تخمير حيث بلغت نسبة الرطوبة 33% لعينة الشاهد و 26% و 21% بعد التخزين لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي والناتجة عن عجين مجمد بعد تخميره بشكل كامل حيث بلغت نسبة الرطوبة 32% لعينة الشاهد و 25% و 20% بعد التخزين لمدة 15 يوماً و 90 يوماً على التوالي بالمقارنة مع خبزة البيتزا الناتجة عن عجين مجمد بلا تخمير مسبق. تطابقت هذه النتائج مع (Ding et al., 2015).

كما أن العديد من الدراسات الحديثة تعزوها إلى التفاعل بين الغلوتين والماء أثناء التخزين المجمد. (Omedi et al., 2018)



الشكل (15) تبريد عينات من العجائن الثلاث بعد خبزها وتجفيفها

3-8-2- صلابة خبزة البيتزا: Hardness

إن الصلابة هي القوة الضرورية للحصول على التشوه (Bentley,2013)

يبين الجدول (12) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في قيم الصلابة (نيوتن)

جدول (12) تأثير التخزين المجمد لعينات العجين المدروسة في قيم الصلابة لخبز البيتزا الناتج (نيوتن)

العينة			مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير	
4.3±0.41	4.2±0.34	4.17±0.24	0 يوماً
4.88±0.45	4.66±0.31	4.38±0.20	15 يوماً
6.12±0.12	6.76±0.42	5.25±0.16	30 يوماً
6.66±0.29	6.32±0.48	6.05±0.10	45 يوماً
7.80±0.39	7.59±0.37	7.31±0.21	60 يوماً
8.42±0.40	8.22±0.33	8.16±0.28	75 يوماً
10.70±0.41	9.60±45	9.27±0.30	90 يوماً

كانت صلابة الخبزة الناتجة عن عجين غير مجمد أقل منها للخبزة الناتجة عن العجين المجمد.

تنشأ صلابة القشرة من سلامة شبكة الغلوتين ، ودرجة التشابك ، وكمية الغاز المدمجة ، ومن

مكونات الخبز الأخرى.

نلاحظ زيادة قيمة الصلابة بشكل كبير للعجائن المجمدة مع زيادة فترة التجميد. على سبيل المثال ،بلغت قيمة الصلابة لعينات الشاهد (4.39 N و 4.28 N و 4.17 N) وبعد 15 يوماً من التخزين المجمد (4.38 N و 4.66 N و 4.88 N) للعجينة المجمدة بلا تخمير مسبق والمجمدة بعد نصف تخمير والمجمدة بعد تخميرها بشكل كامل قبل التجميد على التوالي بينما بلغت القيم (9.30 N و 9.20 N و 9.77N) بعد 90 يوماً من التخزين المجمد.

توصل (Ribbotta et al 2001b; 2004) إلى نتائج مماثلة. فمع زيادة وقت التخزين المجمد ، زادت الصلابة ، والتي قد تأتي من إزالة البلمرة في الغلوتينين والتراجع الكبير للأميلوبكتين في الخبز المصنوع من العجين المجمد.

3-8-3 - النشاط المائي: Water Activity

إن قيم النشاط المائي (a_w) تعد من الخصائص المهمة في تحديد صلاحية منتجات المخازن لأن فقد أو كسب الماء خلال التخزين يمكن أن يكون له تأثير كبير في جودة الأكل لهذه المنتجات، فهو يعد العامل الحرج في النشاط الميكروبي (Cauvain and Young, 2006).

يبين الجدول (13) تأثير فترات تجميد العجين المختلفة في قيم النشاط المائي

جدول (13) تأثير التجميد في قيم النشاط المائي (aw) لعينات خبزة البيتزا

العينة			مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير	
0.872 \pm 0.001A	0.880 \pm 0.004A	0.885 \pm 0.010A	0 يوماً
0.869 \pm 0.004A	0.875 \pm 0.004AB	0.879 \pm 0.006AB	15 يوماً
0.866 \pm 0.002AB	0.868 \pm 0.004BC	0.870 \pm 0.007BC	30 يوماً
0.863 \pm 0.003AB	0.864 \pm 0.002C	0.866 \pm 0.002BCD	45 يوماً
0.861 \pm 0.004BC	0.863 \pm 0.004C	0.865 \pm 0.006CD	60 يوماً
0.852 \pm 0.002C	0.855 \pm 0.003D	0.860 \pm 0.002DE	75 يوماً
0.833 \pm 0.008D	0.840 \pm 0.005D	0.846 \pm 0.002E	90 يوماً

القيم التي لها نفس الأحرف الكبيرة المتشابهة في العمود الواحد لكل مؤشر تدل على عدم وجود

فرق معنوي مهم إحصائياً بينها

نلاحظ انخفاض قيم النشاط المائي للعينات المدروسة الثلاث مع زيادة فترة التخزين المجمد،

فبلغت قيمة aw بعد التخزين لمدة 15 يوماً (0.879 ، 0.875 ، 0.869) و ازدادت بعد

التخزين لمدة 90 يوماً إلى (0.846 ، 0.840 ، 0.833) وذلك لعينات البيتزا الناتجة عن

عجين مجمد بلا تخمير مسبق و المخمر نصف تخمير و المخمر بشكل كامل على التوالي.

تفسر هذه النتيجة كما يلي: يشمل التجميد خفض درجة حرارة أي منتج أقل من نقطة التجمد الأولية، وتحويل الماء إلى جليد عن طريق التخلص من الحرارة الكامنة المرتبطة بتغيير الطور. أثناء إزالة الماء المتجمد من نسيج المادة الغذائية من خلال تشكيل بلورات الجليد. يزيد تركيز المواد المنحلة في المواضع غير المجمدة ، مما يقلل من نشاط الماء. (Zaritzky, 2016)

كما نلاحظ عدم وجود فرق معنوي بين قيم النشاط المائي لعينات البيتزا الثلاث الناتجة عن العجائن المجمدة المدروسة.

3-8-4 - قيم الدرجة اللونية لخبز البيتزا :

قيمة مؤشر اللون L^* : تدل L^* على درجة السطوع أي كلما ارتفعت القيمة اللونية L^* مالت العينة إلى اللون الأبيض وكلما انخفضت مالت إلى قتامة اللون

قيمة مؤشر اللون a^* : كلما زادت القيم اللونية دلت a^* على تحول اللون إلى الأحمر

قيمة مؤشر اللون b^* : والتي تدل على اللون الأصفر

3-8-4-1 تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة العلوية

لخبزة البيتزا:

جدول (14) تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة العلوية لخبزة البيتزا

العينة			قيم اللون	مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير		
75.07 \pm 0.70aAB	77.53 \pm 2.12aB	79.99 \pm 3.7aA	L^*	الشاهد
4.27	3.67	2.67	a^*	
23.86	24.65	26.86	b^*	
72.88 \pm 3.76aA	74.48 \pm 1.40abA	76.10 \pm 0.49 abA	L^*	15 يوماً

7.94	5.58	3.95	a*	
22.66	23.14	24.97	b*	
70.31 \pm 3.84bA	72.48 \pm 1.41bcA	75.34 \pm 3.0abcA	L*	30 يوماً
8.31	6.24	4.52	a*	
21.15	23.97	24.05	b*	
68.10 \pm 4.31bA	70.84 \pm 2.01cA	73.41 \pm 3.12bcA	L*	45 يوماً
11.94	10.01	6.53	a*	
21.96	22.56	23.92	b*	
67.91 \pm 1.35bA	69.43 \pm 1.01cA	70.65 \pm 1.92cA	L*	60 يوماً
12.22	10.87	6.91	a*	
21.82	21.27	22.92	b*	
66.34 \pm 1.88bA	67.15 \pm 2.02cA	68.79 \pm 1.56cA	L*	75 يوماً
13.53	12.34	9.64	a*	
19.67	20.65	21.90	b*	
65.77 \pm 1.58bA	66.54 \pm 1.74cA	67.44 \pm 1.81cA	L*	90 يوماً
14.11	13.79	11.63	a*	
25.07	18.52	20.78	b*	

3-8-4-2- تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة السفلية لخبزة البيتر:

جدول (15) تأثير مدة التخزين و زمن التخمير في مؤشرات اللون للقصرة السفلية لخبزة البيتر

العينة			قيم اللون	مدة التخزين
تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير		
80.15	85.00	87.56	L*	الشاهد
4.04	3.26	2.16	a*	
28.96	28.48	29.46	b*	

72.6	75.59	78.42	L*	15 يوماً
6.16	4.87	3.42	a*	
25.97	26.94	27.79	b*	
71.83	73.30	76.21	L*	30 يوماً
7.81	5.41	4.97	a*	
22.08	25.01	26.06	b*	
69.32	72.85	76.44	L*	45 يوماً
8.36	7.43	5.24	a*	
22.94	24.94	25.59	b*	
69.80	70.71	72.45	L*	60 يوماً
9.92	8.43	6.66	a*	
21.81	22.62	24.13	b*	
68.16	68.96	70.94	L*	75 يوماً
11.27	9.17	8.29	a*	
20.22	21.79	23.98	b*	
67.15	68.11	69.57	L*	90 يوماً
12.65	11.47	10.25	a*	
19.90	19.25	22.36	b*	

القيم التي لها نفس الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد لكل مؤشر تدل على عدم وجود فرق معنوي مهم إحصائياً بينها

القيم التي لها نفس الأحرف الكبيرة المتشابهة في الصف الواحد لكل مؤشر تدل على عدم وجود فرق معنوي مهم إحصائياً بينها

عدم وجود فرق معنوي في قيم L^* , a^* , b^* بين العينات الثلاث (المجمدة بلا تخمير مسبق

والمخمرة نصف تخمير والمخمرة تخميراً كاملاً قبل التجميد) خلال فترات التخزين المختلفة P

$$0.122 > 0.05$$

بينما لوحظ وجود فرق معنوي في درجة السطوع للعينات الثلاثة مع زيادة فترة التخزين المجمد

وكان تأثر الوجه العلوي للرغيف أكبر من الوجه السفلي ،حيث لم يكن هناك فرق معنوي مهم

إحصائياً عند $P \leq 2.21$ بين قيم كل من L^* , a^* , b^* للوجه السفلي للرغيف ,ويعود ذلك

لتعرض الوجه العلوي للرغيف لدرجات حرارة أعلى مقارنةً بالوجه السفلي.

قد تكون كمية أكبر نسبيا من فقدان الرطوبة لقشرة العينات التي خبزها السبب في أن لون القشرة

كان أكثر (محمّر على مصفر).

أشارت هذه النتيجة إلى تسريع اسمرار لون السطح بالتأثير المشترك لتفاعل ميلارد والكرملة

(Kocadagli and Gokmen, 2016) ، حيث إن لتفاعل ميلارد الأثر الأكبر في التلوين

بالمقارنة مع أثر الكرملة.

تكون قيم كل من L^* و b^* أقل ، وقيمة a^* أعلى لقشرة خبزة البيتزا الذي تم الحصول عليها

من العجين المجمد بالمقارنة مع الخبز المصنوع من العجين غير المجمد ، مما يشير إلى

انخفاض في سطوع القشرة (دُكْنَة قشرة الخبز) مع تخزين عند درجة حرارة -18. هذه النتيجة قد

تكون حاصلة من إنتاج السكريات، وهي ركائز في تفاعل ميلارد وضعف شبكة الغلوتين ،

وتبخّر الماء أثناء الخبز ، وهو عامل مسرّع لتفاعل ميلارد.

تطابقت هذه النتائج مع (Sharadanant and Khan, 2003)

3-8-5- التقييم الحسي لعينات البيتزا :

لتحديد مؤشرات جودة البيتزا المثلى، وفقا للبحث السابق الذي حدد أربع خصائص حسية لتقييم البيتزا هي المظهر العام والرائحة والطعم/النكهة والطراوة (Moskowitz, 2001)، تهدف الدراسة إلى تحديد الخصائص الرئيسية في التقييم الحسي للبيتزا. ...



الشكل (16) أنواع العجائن الثلاثة بعد خبزها

يبين الجدول (16) نتائج التقييم الحسي لعينات البيتزا الناتجة عن عجائن مجمدة خلال فترات تخزين مختلفة:

الجدول(16) تأثير تجميد عينات العجين الثلاث في نتائج التقييم الحسي لخبزة البيتزا الناتجة

مدة التخزين	مؤشر التقييم	قيمة المؤشر	العينة		
			تخمير كامل	نصف تخمير	بدون تخمير
الشاهد	النكهة	10	7.6 ^b ±0.54	8.6 ^{ab} ±0.54	9.4 ^{ab} ±0.54
	الطعم	40	37.8 ^a ±0.44	38.2 ^a ±0.44	39.2 ^a ±0.83
	اللون	10	8 ^{ab} ±0.00	8.8 ^a ±0.44	9.2 ^{ab} ±0.83
	الطراوة	20	17.8 ^a ±0.77	18.4 ^a ±0.54	19 ^a ±1.00
	التقييم العام	20	17.8 ^a ±0.44	18.6 ^a ±0.54	19.2 ^a ±0.83
	المجموع	100	89C±0.7	92.6B±1.5	96A±3.8
15 يوماً	النكهة	10	9.2 ^a ±0.83	9.4 ^a ±0.54	9.6 ^{ab} ±0.54
	الطعم	40	30.2 ^c ±2.86	33 ^b ±2.74	38.4 ^a ±1.14
	اللون	10	9 ^a ±0.70	8.8 ^a ±0.83	9.2 ^{ab} ±0.83
	الطراوة	20	16.4 ^{ab} ±0.54	17.8 ^a ±0.83	19.6 ^a ±0.54
	التقييم العام	20	16.6 ^{ab} ±0.54	17.8 ^{ab} ±0.44	19.2a±0.83
	المجموع	100	81.4C±3.4	86.8B±2.9	96A±2.2
30 يوماً	النكهة	10	7.2 ^b ±1.30	9 ^a ±1.00	9.4 ^{ab} ±0.54
	الطعم	40	32.4 ^{bc} ±2.51	37.4 ^a ±1.94	38.6 ^a ±1.34
	اللون	10	8 ^{ab} ±1.41	8.6 ^a ±1.34	9.4 ^a ±0.89
	الطراوة	20	16 ^{bc} ±1.22	17 ^{ab} ±2.12	18.4 ^{ab} ±2.30
	التقييم العام	20	16 ^b ±2.35	17.6 ^{ab} ±2.41	18.8 ^{ab} ±1.64
	المجموع	100	79.6B±6.3	89.6A±6.7	94.6A±5.6
45 يوماً	النكهة	10	7.2 ^b ±0.83	8.4 ^{ab} ±0.89	10 ^a ±0.70
	الطعم	40	32.2 ^{bc} ±2.77	34 ^b ±3.39	37.4 ^{ab} ±1.94
	اللون	10	8.6 ^{ab} ±1.34	8.6 ^a ±1.14	9.2 ^{ab} ±0.83
	الطراوة	20	14 ^d ±2.24	17.6 ^a ±1.14	18.6 ^a ±0.14
	التقييم العام	20	16.4 ^{ab} ±1.51	17.4 ^{ab} ±1.34	18.4 ^{ab} ±1.51

78.4C \pm 2.1	86B \pm 6.0	93.6A \pm 4.9	100	المجموع	
10 ^a \pm 1.48	9.5 ^a \pm 0.89	10 ^{ab} \pm 0.83	10	النكهة	60 يوماً
33 ^b \pm 0.83	34 ^b \pm 0.83	34.5 ^{bc} \pm 2.07	40	الطعم	
7.5 ^b \pm 0.54	7.5 ^a \pm 0.54	8 ^{abc} \pm 0.89	10	اللون	
14 ^d \pm 0.54	16 ^c \pm 0.54	17 ^c \pm 1.00	20	الطراوة	
15 ^b \pm 0.54	15.5 ^c \pm 0.54	17 ^c \pm 0.54	20	التقييم العام	
79.5B \pm 2.3	82.5B \pm 2.5	86.5A \pm 2.9	100	المجموع	
7.6 ^b \pm 0.89	7.6 ^b \pm 1.51	8.4 ^c \pm 1.14	10	النكهة	75 يوماً
32.2 ^{bc} \pm 1.30	33.2 ^b \pm 1.09	35 ^c \pm 1.871	40	الطعم	
7.8 ^{ab} \pm 0.44	7.8 ^a \pm 1.09	8 ^c \pm 0.70	10	اللون	
14.6 ^{cd} \pm 0.54	16 ^{bc} \pm 1.22	16.8 ^{bc} \pm 1.48	20	الطراوة	
15.2 ^b \pm 1.48	15.4 ^c \pm 1.94	16.2 ^c \pm 2.28	20	التقييم العام	
77.4 A \pm 1.5	80 A \pm 6.1	84.4 A \pm 7.2	100	المجموع	
7.8 ^b \pm 0.83	8.2 ^{ab} \pm 1.09	9 ^{bc} \pm 0.70	10	النكهة	90 يوماً
32.6 ^{bc} \pm 1.14	32.4 ^b \pm 1.81	35.4 ^{bc} \pm 2.074	40	الطعم	
7.8 ^{ab} \pm 1.48	8.4 ^a \pm 1.14	8.2 ^{bc} \pm 1.95	10	اللون	
15 ^{bcd} \pm 1.00	15.8 ^{bc} \pm 0.83	16.6 ^c \pm 1.14	20	الطراوة	
16 ^b \pm 0.70	16.6 ^{bc} \pm 0.54	17.4 ^{bc} \pm 1.14	20	التقييم العام	
79.2B \pm 2.1	81.4B \pm 2.8	86.6A \pm 4.5	100	المجموع	

القيم التي لها نفس الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد لكل مؤشر تدل على عدم وجود

فرق معنوي مهم إحصائياً بينها

القيم التي لها نفس الأحرف الكبيرة المتشابهة في الصف الواحد لكل مؤشر تدل على عدم وجود

فرق معنوي مهم إحصائياً بينها

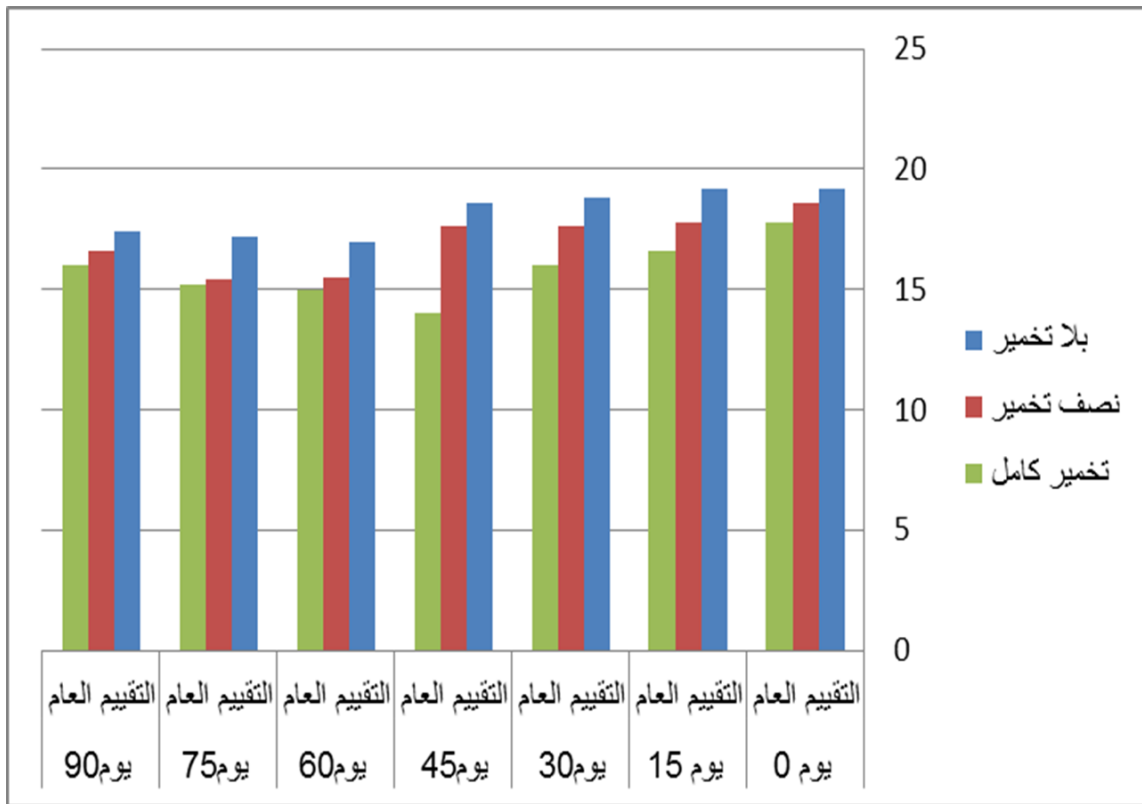
نلاحظ من الجدول (16) عدم وجود فرق معنوي بين قيمة العجينة غير المخمرة قبل تجميدها

عند تجميدها لمدة 15 يوماً بالمقارنة مع الشاهد.

أظهر التحليل الإحصائي أن التخزين كان له تأثير كبير على فقدان نكهة جميع عينات الخبز. وفقاً لكارسون وآخرين. (2000)

بيّنت الدّراسة الإحصائيّة للخصائص الحسية لعينات خبز البيتزا المصنّعة من عجّين مجمّد وجود فرق معنوي مهم إحصائيّاً في التّقييم والنّاتج عن اختلاف المقيمين عند $P \geq 0.05$ وذلك بالنّسبة لجميع الخصائص الحسيّة المقيّمة.

تجدر الإشارة أيضاً إلى أنه لم يكن هناك أي تغيير كبير في التقييم العام بعد 30 يوماً من التخزين . فمثلاً متوسط قيم التقييم العام بعد 30 يوم تخزين مجمّد (16.0 و 17.6 و 18.8) للعينات الثلاثة (بلا تخمير مسبق و نصف تخمير وتخمير كامل) على التوالي بينما انخفض متوسط القيم إلى (16.4 و 16.6 و 16.0) عينات 90 يوماً بالمقارنة مع عينة الشاهد (19.2 و 18.6 و 17.8) .



الشكل (17) تغير التقييم العام لأنواع البيتزا الثلاثة الناتجة خلال فترات التخزين المختلفة

نلاحظ من الشكل (17) أن أفضل قيم تقييم عام كان للعجائن غير المخمرة قبل تجميدها ثم للعجائن المخمرة نصف تخمير ثم العجائن المخمرة تخميراً كاملاً فقد بلغت القيم المتوسطة للتقييم العام بعد 15 يوماً من التخزين المجمد مثلاً (19.2 و 17.8 و 16.6) على التوالي والتي تقارب قيم عينات الشاهد (19.2 و 18.6 و 17.8).

أظهرت النتائج أنه خلال التخزين حصلت عينة العجين المجمد بلا تخمير مسبق على متوسط قيمة 96 للمجموع ، والتي انخفضت إلى 86.6 بعد 90 يوماً من التخزين. كانت القيمة المتوسطة لعينة العجين المجمد بعد نصف تخمير و تخمير كامل على التوالي هي 92.6 و 89 التي انخفضت إلى 81.4 و 79.2 ، بعد 90 يوماً من التخزين.

اللون: حصلت عينة العجين المجمد بلا تخمير مسبق على متوسط درجة 9.2 للون عينة الشاهد. وأظهرت انخفاضاً إلى 8.2 بعد 90 يوماً من التخزين. كانت الدرجة المتوسطة لعينة الشاهد للعجين المجمد بعد نصف تخمير و تخمير كامل على التوالي هي 8.8 و 8.0 التي انخفضت إلى 8.4 و 7.8 ، بعد 90 يوماً من التخزين.

وبنفس الطريقة تحلل النتائج لكل من النكهة والطعم والطرارة ..

تتطابق هذه النتائج المتعلقة مع نتائج Wolt و Berglund and D'Appolonia 1984. و Shelton 1993 و Inoue and Bushuk 1996 وفقاً لها تتدهور جودة منتجات مخبوزات العجين المجمدة أثناء زيادة فترات التخزين.

الباب الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Suggestions

الباب الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Suggestions

4-1 - الاستنتاجات:

1. إن تجميد عجينة البييتزا قبل تخميرها هي الطريقة الأفضل لحفظها بالمقارنة مع تجميدها بعد التخمير الكامل أو نصف التخمير. وبشكل أكثر تحديدا في العجين المجمد، فقد تمت الإشارة إلى أن فقدان نشاط الخميرة وتخلخل بنية العجينة هي العوامل الرئيسية لتدهور العجينة المخمرة أثناء التخزين بالتجميد. وبما أن فقدان نشاط الخميرة يمكن أن يؤدي إلى تناقص القدرة على إنتاج الغاز، فإن استخدام الخمائر الكيميائية في العجينة المجمدة هو نهج بديل بسبب القدرة على إنتاج الغاز بشكل مستقر.

2. زيادة النسبة المئوية لخلايا الخميرة الميتة وللحموضة وارتفاع زمن النهوض وانخفاض قوة التخمير في أنواع العجائن الثلاثة مع زيادة فترة التخزين المجمد. لكن كانت نسبة الخلايا الميتة في العجينة المخمرة بشكل كامل قبل التجميد أكثر و احتاجت إلى زمن أكبر للنهوض وكان حجم CO_2 المنطلق أقل.

حيث كانت نسبة خلايا الخميرة الميتة فيها 11% و للحموضة 4.9% كما بلغ حجم غاز CO_2 المنطلق 1850 سم³ واحتاجت هذه العجينة إلى زمن نهوض قدره 165 دقيقة بينما كانت نسبة الخلايا الميتة 14% و 17% والحموضة 6.1 و 6.6 وحجم غاز CO_2 المنطلق 1600 سم³ و 1150 سم³ و زمن النهوض 180 دقيقة و 180 دقيقة في العجائن التي تم تخميرها نصف تخمير والتي تم تخميرها بشكل كامل قبل تجميدها على التوالي بعد التخزين لمدة 90 يوماً بالمقارنة مع عينة الشاهد 3% و 2.5% و 2450 سم³ و 75 دقيقة.

3- انخفاض النسبة المئوية للرطوبة وانخفاض النشاط المائي وازدياد قيم الصلابة للعينات

الثلاث المخبوزة مع زيادة فترة تخزين العجين المجمد

أظهرت نتائج البحث أن الخبزة الناتجة عن عجينة مجمدة بعد العجن مباشرة دون أن تتخمر أعطت نتائج أفضل من باقي العينات. حيث بلغت فيها الرطوبة 22.32% والنشاط المائي 0.846 والصلابة 9.27 N ، بينما بلغت القيم في العجين المخمر نصف تخمير والمخمر بشكل كامل كانت القيم و(21.75% و 21.22%) ، (0.840 و 0.833) ، (9.60 N و 10.70 N) للرطوبة و النشاط المائي والصلابة على التوالي، وذلك بعد التخزين لمدة 90 يوماً بالمقارنة مع عينات الشاهد (38% و 4.17 N و 0.885)

4- أصبح لون القشرة أكثر دُكْنَةً لجميع العينات المخبوزة بعد تجميدها مع زيادة فترة التخزين المجمد و كان لون القشرة للخبزة الناتجة عن العجين المخمر بشكل كامل قبل التجميد أكثر دُكْنَةً من العينات الأخرى.

5. تأثرت الخصائص الحسية لخبزة البييتزا بشكل كبير أثناء تخزين عجينة البييتزا المجمد. كان هناك انخفاض تدريجي في نكهة وطعم وطرارة البييتزا الناتجة عن عينات العجائن المجمدة الثلاث مع زيادة فترة التخزين .

6. لوحظ تدني مواصفات البييتزا الناتجة عن عجين مجمد وخاصة بعد تخميره بشكل كامل مع زيادة فترة التخزين المجمد من حيث المواصفات الحسية فقد أظهر التحليل الإحصائي أن التخزين المجمد للعينات المخمرة قبل تجميدها كان له تأثير كبير على فقدان نكهة العينات المخبوزة.

4-2- التوصيات:

1. من أجل التحكم بمشاكل الاستقرار في العجائن المجمدة ، يوصى بدراسة استخدام تقنيات المعالجة الجديدة والمواد المضافة التي تزيد من مدة الصلاحية وتحسين الجودة والحفاظ على الثبات أثناء التجميد، والاحتفاظ بالخصائص الحسية و الغذائية للمنتجات المخبوزة المحضرة من عجين مجمد خلال فترات التخزين الطويلة.
2. نقترح دراسة تجميد العجين وتخزينه عند درجات حرارة مختلفة، و الوصول إلى درجة الحرارة المثلى لتجميد العجين.
3. نقترح دراسة تأثير التجميد بالصعق أولاً ثم تخزين العجين عند درجات حرارة التجميد المختلفة في فاعلية التخمر.
4. نقترح إضافة بعض المواد مثل بروتين الصويا، بروتين مصل اللبن أو المستحلبات والدهون النباتية أو الصمغ العربي كأحد مكونات عجينة البيتزا قبل تجميدها بهدف الحفاظ قدر الإمكان على مواصفاتها بحيث تبقى قريبة من مواصفات العجينة الطازجة. ودراسة تأثير هذه الإضافات على عملية التخمير و الخصائص الريولوجية للعجين و جودة المنتج النهائي.
5. نقترح دراسة تجميد عجينة البيتزا بعد خبزها.

المراجع

References

1- المراجع العربية:

- الصالح عبود ،2005- تكنولوجيا الحبوب. منشورات جامعة حلب، سورية.
- ألفين فرحان.(2012-2013).تقانة طحن الحبوب. قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية و البترولية، جامعة البعث.
- حداد محمود، 1995- تكنولوجيا الخبز والمعجنات. منشورات جامعة البعث - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية- قسم الهندسة الغذائية، سوريا.
- حسين كمال، 2003-كيمياء الحبوب ومنتجاتها، دار الكتب العلمية للنشر، القاهرة، مصر.
- صادق شريف،2005- الأحياء الدقيقة الصناعية. منشورات جامعة البعث - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية- قسم الهندسة الغذائية، سوريا.
- المواصفة القياسية السورية 1990 رقم 143.

2- المراجع الأجنبية:

- AACC.(2000). **Approved methods of American Association of Cereal Chemists** (8th ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Araki, T,., Kono, SH,., Meng, L and Imamura, H. (2018). **Baking and Coloring Characteristics for Frozen Pizza Dough in a Hot-air and Superheated Steam Oven**. DOI: 10.11322/tjsrae.18-21FB_EM_OA
- Asghar, A,., Anjum, FM,., Butt, MS. and Tariq, MW. (2007) **Rheological and Storage Effect of Hydrophillic Gums on the Quality of Frozen Dough Pizza**. Food Science and Technology Research 13(2):96-102.
- Asghar (200)
- ANON.1982-ICC. **Standard International Association for Cereal Chemistry**.
- AOAC, 1991- **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed., Association of Official Analical Chemists, Arlington Virginia, U.S.A.
- Ariunzaya Tsolmonbaatar and others. (2016). **Isolation of baker's yeast mutants with proline accumulation that showed enhanced**

tolerance to baking-associated stresses. International Journal of Food Microbiology.

– AYUB, M., WAHAB, S. AND DURRANI, Y. (2003). **Effect of Water Activity (Aw) Moisture Content and Total Microbial Count on the Overall Quality of Bread.** INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY. Vol. 5, No.(3),274–278.

– Banu, I.;Stoenescu, S.;Ionescu, V.S.andAprodu, I. (2012). **Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality.** Food Technology 36(1) 39–52.

– Bao, Y. and Wang, X. (2011).**Research on Water'S Influences on the Quality of Frozen Dough.** Procedia Environmental Sciences. [Volume 8](#), Pages 313–318.

– Barcenas M. E. and Rosell C. M. (2006). **Different approach for improving the quality and extending the shelf-life of the partially addition.** Journal of Food **baked bread: low temperature and HPMC** Engineering. 72, 92–99.

– Berglund, P., Shelton, D., Freeman, T., (1991). **Frozen bread dough affected by duration of frozen storage and freeze– ultrastructure as thaw cycles.** Cereal Chemistry68 (1), 105e107.

- Bernasconi, M. (2011). **Water activity measurement in long shelf-bakery products.** life www.novatron.com.
- Bloksma, A.H. (1990). **Dough structure, dough rheology, and baking quality,** *Cereal Foods World*, 35 -2, 237–244.
- Buskova A.I. (2004). **Practical Laboratory In Bread and Pastry Technology**–Goyard, 2004.
- Hutkins, R.W. (2006). **Bread fermentation, in Microbiology and Technology of Fermented Foods,** ed. By Blackwell Publishing, 261–299.
- Caballero, P.A. (2006). **Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination.** *Journal of food engineering*. vol 81–42–53.
- Carl.R,1998–Cereal science and technology,American Association of cereal chemists since ,USA.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S. and Webb, C. (2002). **Application of cereals and cereal components in functional foods: a review.** *International journal of food microbiology*, 79(1–2), 131–41.

- Charley H, Weaver CM. (1997). **Foods: A scientific approach**. 3rd ed. New York: Prentice Hall.

- Charls A.S., 1990– .**Hand Book of Breadmaking Technology**, **woodhead puplishing limited**, London & U.S.A .

- Chinachoti P, Kimshin MS, Mari F, Lo L. (1991). **Gelatinization of wheat–starch in the presence of sucrose and sodium–chloride correlation between gelatinization temperature and water mobility as determined O–17 nuclear–magnetic resonance**. Cereal Chem. 68(3):245–248.

- Chiotellis.,(2003). **Measurement of Gas Production and Retention, Food and Bioproducts processing**, Volume 81, 207–219–216.

- Cho IH, Peterson DG. 2010. **Chemistry of bread aroma: a review**. Food Sci Biotechnol 19:575–82

- Christophe., M. (2002). **Recent advances in enzymes in grain. processing**, Acco.

- Clarke, C. H., Farrell, G. (2000). **The efects of recipe formulation on the textural characteristics of microwave–reheated pizza bases**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.80, p.1237–1244,.

- Collar C, Armero E, Mart?ez J. (1998). **Lipid binding of formula bread doughs relationships with dough and bread technological performance.** Z Lebensm Unters Forsch A (1998) 207:110–121.
- Coppola, S.; Pepe, O.; Maureiello, G. (1998). **Effect of leavening microflora on pizza dough properties.** Journal of Applied Microbiology, v. 85, p. 891–897. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.1998.00570.x>.
- Dharma Saikia and Nandan Sit (2014). **Effect of Using Sourdough and Frozen Dough for Preparation of Breads on Quality, Shelf Life and Staling.** American Journal of Food Technology. Volume 9 (4): 223–230.
- El-Hady EA, ElSamahy SK, Seibel W, Brummer JM. (1996). **Changes in gas production and retention in non-prefermented frozen wheat doughs.** Cereal Chem. 73(4):472–477.
- Elke K. A. and Fabio D. B. (2008). **Gluten-free cereal products and beverage.** Elsevier Inc., UK, 445.
- El-Zainy .A.R.M, El-Zamzamy .F.M and Mostafa. M.Y.A, (2012). **Manufacture and Evaluation of Four Novel Wheat Fermented Milks Beverages.** International Journal of Dairy Science, 7: 84–94.

- Gabriela, CG and Daniela, V. (2010). **The influence of different forms of bakery yeast *Saccharomyces cerevisiae* type strain on the concentration of individual sugars and their utilization during fermentation.** Romanian Biotechnological Letters. Vol.15, No.4.

- Gajderowicz, L. J, (1979). **Progress in the refrigerated dough industry.** Cereal Foods World, 24, 44–45.

- Gallagher E., McCarthy D. F., Gormley T. R., Schober T. J., Arendt E. K., Halina Gambus, Marek Sikora and Rfal Ziobro (2007). **The effect of composition of Hydrocolloids on Properation of Hydrocolloids of gluten-free bread.** ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 6, 61–74.

- Gelinas P, Deaudelin I, Grenier M. (1995). Frozen dough: **Effect of dough shape, water content, and sheeting–molding conditions.** Cereal Foods World 40(3):124–126.

- Giannou, V. and Constantina, T. (2006). **Quality and Safety of Frozen Bakery Products.** National Technical University of Athens, Athens, Greece.

- Gil MJ, Callejo MJ, Rodriguez G. (1997). **Effect of water content and storage time on white pan bread quality:** Instrumental evaluation. *Z Lebensm Unters Forsch A* 205:268–273.

- Guarda A., Rosell C. M., Benedito C. and Galotto M. J. (2004). **Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents.** *Food Hydrocolloids*. 18, 241–247.

- Hoseney, R.C. 1998. **Principal of Cereal Science and Technology 2nd Edition.** American Association of Cereal Chemist Inc., St. Paul, Minnesota, USA.

- Hui, Y. H. (2006). **Bakery Products Science and Technology.** Blackwell Publishing. UK.

- Hug–Iten S., Conde–Petit B. and Echer F. (2001). **Structural bread and bread model systems: influence properties of starch in of an antistaling α –amylase.** *Cereal Chemistry*. 78, 4, 421–428.

- Hutkins, R. W. (2006). **Fermented vegetables.** *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, 223–259.

- Inam., A.K.M. Roy., D.C Dr. Md. Shams–Ud–Din and Mahmud., R. (2009). **A Study On The Effect Of Ingredients On Quality And**

Acceptability Of Pizza. Bangladesh Research Publications Journal.

Volume: 2, Issue: 2, Page: 543–551.

– Inoue, Y., and Bushuk, W. (1992). **Studies on frozen dough. II.**

Flour quality requirements for bread production from frozen dough.

Cereal Chem. 69:423–428.

– Inoue Y, Bushuk W. (1996). **Effects of freezing, frozen storage, and thawing on dough and baked goods.** In: Jeremiah LE, editor.

Freezing effects on food quality. New York: Marcel Dekker, Inc. p 367–400.

– Janković, T., Kažić, J., Matijašević, M., Ruskaj, A Jurešić, GČ and Blagović, B. (2015). **The Effect of Low Temperature Storage on the**

Lipid Composition of Baker's Yeast. Croatian Journal of Food

Technology, Biotechnology and Nutrition 11 (3–4), 109–114.

– Jayaram, VB, Cuyvers, S, Lagrain, B, Verstrepen, KJ, Delcour, JA,

Courtin, CM. (2013). **Mapping of *Saccharomyces cerevisiae***

metabolites in fermenting wheat straight-dough reveals succinic acid as pH-determining factor. Food Chem 136: 301– 8.

– Kamel BS, Stauffer CE. (1993). **Advances in baking technology**

1ed. ed. London: Blackie Academic & Professional.

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

- Kenny S, Wehrle K, Auty M, Arendt EK. (2001b). **Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough**. Cereal Chem. 78(4):458–463.

- Kocadagli, T., Gokmen, V., (2016). **Multiresponse kinetic modelling of Maillard reaction and caramelisation in a heated glucose/wheat flour system**. Food Chemistry, 211, pp. 892–902.

- Kondakci, T., Zhang, JW., and Zhou, W (2015). **Impact of Flour Protein Content and Freezing Conditions on the Quality of Frozen Dough and Corresponding Steamed Bread**, Food and Bioprocess Technology, Volume 8, Issue 9, pp 1877–1889.

- Kontogiorgos, V., & Goff, H. D. (2006). **Calorimetric and microstructural investigation of frozen hydrated gluten**. Food Biophysics, 1(4), 202–215.

- Kronberg M. F., Nikel P. I., Cerrutti P., Galvagno M. A.

(2008). **Modelling the freezing response of baker's yeast pre-stressed cells: a statistical approach.** Journal of Applied Microbiology, 104, 716–27.

– Limongi. S., Demiate. IM., Simões. D. (2012) .Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 32(4): 701–709, out.–dez.

– Lin, X, Zhang, C-Y, Bai, X-W, Feng, B, Xiao, D-G. (2015a).

Improvement of stress tolerance and leavening ability under multiple baking-associated stress conditions by overexpression of the *SNR84* gene in baker's yeast. Intl J Food Microbiol 197: 15– 21.

– Liu, C., Dong, H. and Hou, H. (2002). **The Production Techniques and Foreground Prospect of Bread with Frozen Dough** [J], Food and Fodder Industry, (2): 39–40.

– Lorenz, K. and Kulp, K. (1995). **Freezing of doughs for the production of bread and rolls in the United States.** P135–153 in ; Frozen and Refrigerated Doughs and Batters. Kulp, K., K. Lorenz and J. Brummer, ed. Am. Assoc. Cereal Chem. St, Paul, Minnesota.

– Maity, T & Saxena, A. (2016): **Use of Hydrocolloids as Cryoprotectant for Frozen Foods**, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: 10.1080/10408398.2016.1182892.

- Marston, P. (1978). Frozen dough for breadmaking. Baker's Dig. 52(5):18.

- Matuda, T., Parra, D., Lugao, A., Tadini, C., 2005. **Influence of vegetable shortening and emulsifiers on the unfrozen water content and textural properties of frozen French bread dough.** LWT–Food Sci. Technol. 38, 275e280.

- Meziani, S., Jasniewski, J., Gaiani, C., Ioannou, I., Muller, J.–M., Ghoul, M., Desobry, S., (2011). **Effects of freezing treatments on viscoelastic and structural behavior of frozen sweet dough.** Journal of Food Engineering 107 (3–4), 358–365.

- Mita T, Ishida E and Matsumoto H (1978), **Physicochemical studies on wheat protein foams. Relationships between bubble size and stability of foams prepared with gluten and gluten components,** J Colloid Interface Sci, 64(1), 143–153.

- Moskowitz, H.R. (2001). **Sensory directionals for PIZZA: A deeper analysis.** Journal of Sensory Studies 16(6):583–600.

- Murakami Y., Yokoigawa K., Kawai F., Kawai H. (1996). **Lipid composition of commercial bakers' yeasts having different freeze–**

tolerance in frozen dough. Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 60, 1874–6.

– Nagodawithana, T. & Reed, G. (1993). **Enzymes in food processing, third edition**, Academic press Inc., London. 50: 433–434.

– Newberry, M, Phan-Thien, N, Larroque, O, Tanner, R, Larsen, N. 2002. **Dynamic and elongation rheology of yeasted bread doughs.** Cereal Chem 79: 874– 9.

– Nilufer, D., Boyacioglu, D., Vodovotz, Y., 2008. **Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread.** Journal of Food Science 73 (4), 275–281.

– Inho, B. H. S.; Machado, M. I.; Furlong, E. B (2001). **Propriedades físico-químicas das massas de pizza semiprontas e sua relação com o desenvolvimento de bolores e leveduras.** Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 60, n. 1, p. 35–41.

– Pence, J. W., Standridge, N. N., Lubisich, T. M., Mecham, D. K., Olcott, H. S. (1955). **Studies on the preservation of bread by freezing.** Food Technol., October, 495–499.

- Pence, J. W., Standridge, N. N., Mecham, D. K., Lubisich, T. M., Olcott, H. S. (1956). **Moisture distribution in fresh, frozen, and frozen–defrosted bread.** Food Technol., February, 76–79.

- Pérez-Torrado R, Panadero J, Hernández-López MJ, Prieto JA, Randez-Gil F. 2010. **Global expression studies in baker's yeast reveal target genes for the improvement of industrially-relevant traits:** the cases of *CAF16* and *ORC2*. *Microb Cell Fact* 9: 56– 66.

- Phimolsiripol Y, Cleland D.J, Siripatrawan and Tulyathan (2008). **Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality.** Journal of Food Engineering 84(1).

- Pinho, B. H. S.; Machado, M. I.; Furlong, E. B (2001). **Propriedades físico–químicas das massas de pizza semiprontas e sua relação com o desenvolvimento de bolores e leveduras.** Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 60, n. 1, p. 35–41.

- Rashidi, A Hadinezhad, M Rajabzadeh, N Yarman, M and Nemati, S,(2016) . **Frozen baguette bread dough II. Textural and sensory characteristics of baked product,** Journal of Cereal Science, vol. 70, pp. 9–15.

- Reed, G., and Nagodawithana, T.W. (1991). **Yeast Technology**. Van Nostrand Reinhold. New York. Number (90). P:454.

- Ribotta, P., León, A., and Añon, M. C. (2001). **Effect of Freezing and Frozen Storage of Doughs on Bread Quality**. J. Agric. Food Chem. 49, 913–918.

- Ribotta, P., León, A., and Añon, M. C. (2003). **Effects of Yeast Freezing in Frozen Dough**. Cereal Chem, 80(4):454–458.

- Rosell, C and Gómez, M.,. (2007). **Frozen Dough and Partially Baked Bread**. Food Reviews International 23(3).

- Sablani SS, Baik O–D, Marcotte M. (2002). **Neural networks for predicting thermal conductivity of bakery products**. J. Food Eng. 52:299–304.

- Sahlstrom S, Park W, Shelton DR. (2004). **Factors influencing yeast fermentation and the effect of lmw sugars and yeast fermentation on hearth bread quality**. Cereal Chem. 81(3):328–335.

- Scanlon, M. G.; Zghal, M. C. (2001). **Bread properties and crumb structure**. Food Research International, v. 34, p. 841–864.

- Schiraldi A, Fessas D. (2003). **The role of water in dough formation and bread quality**. In: Cauvain SP, editor. Bread making: Improving quality. New York: CRC Presss.

- Seguchi, M., Nikaidoo, S and Morimoto, N. (2003). **Centrifuged Liquid and Breadmaking Properties of Frozen–and–Thawed Bread Dough**. Cereal Chemistry. Vol:80 (3).264–268.

- Shi, K., Yu, H., Jin, J., and Lee, T. **Improvement to baking quality of frozen bread dough by novel zein–based ice nucleations film**, Journal of Cereal Science, vol. 57, pp. 430– 436, 2013.

- Shima J, Takagi H. 2009. **Stress-tolerance of baker's-yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cells: stress-protective molecules and genes involved in stress tolerance**. Biotechnol Appl Biochem 53: 155– 64.

- Silvas–García, M.I., Ramírez-Wong, B., Torres-Chávez, P.I., Carvajal-Millan, E., Barrón-Hoyos, J.M., Bello-Pérez, L.A and Quintero-Ramos, A. (2014). **Effect of freezing rate and storage time on gluten protein solubility, and dough and bread properties**. Journal of Food Process Engineering 37, 237–247.

- Simmons, AL., Smith, KB. and Vodovotz, Y. (2012). **Soy ingredients stabilize bread dough during frozen storage**. Journal of Cereal Science. 56:232_238.

- Singh RP. (1995). **Principles of heat transfer**. In: Kulp K, Lorenz K, Brümmer J, editors. **Frozen and refrigerated doughs and batters**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc. p 193–217.

- Spooner, T.F. (1993). **The Pizza Process**. Baking and Snack. 15(5) 40–43.

- Stauffer, C. E (1990). **Functional additives for bakery foods**. Chapman & Hall. London.

- Steffolani, M. E., Perez, G. T., Ribotta, P. D., Puppo, M. C., & León, A.E. (2011). **Use of Enzymes to Minimize Dough Freezing Damage**. Food and Bioprocess Technology 5(6):1–14.

- Struyf, N., Van der Maelen, E., Hemdane, S., Verspreet, J., Verstrepen, KJ and Courtin, CM . (2017). **Bread Dough and Baker's Yeast: An Uplifting Synergy**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety Vol.16,. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12282>.

- Thewissen BG, Celus I, Brijs K, Delcour JA. (2011). **Foaming properties of wheat gliadin**. J Agric Food Chem. 23;59(4):1370–5 .

- Varriano–Marston, E., Hsu, H., and Mahdi, J. 1980. **Rheological and structural changes in frozen dough**. Baker’s Dig. 54:32–34.

- Vanin, F., Lucas, T., & Trystram, G. (2009). **Crust formation and its role during baking**. Trends in Food Science and Technology, 20(8), pp. 333–343.

- Veraverbeke WS, Delcour JA. (2002). **Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality**. Food Chemistry. 42(3):179–208.

- Vodovotz Y, Ballard C, inventors. (2009). **Compositions and processes for making high soy protein–containing bakery products**. The Ohio State Univ. Research Foundation, assignee 7,592,028. US Patent. 22;:B2.

- Wang, P., Chen, H., Xu, L., Ning, Y., Xu, J., Wu, F., Yang, N., et al. (2014). **Effect of frozen storage on physico–chemistry of wheat gluten proteins: Studies on gluten–, glutenin– and gliadin–rich fractions**. Food Chemistry.

- Wang, P., Tao, H., Wu, F., Yang, N., Chen, F., Jin, Z. and Xu, X. (2014). **Effect of frozen storage on the foaming properties of wheat**

gliadin, Food Chemistry.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.0>.

– Wang, S. H. et al (2005). **Farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para massas de pizza**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 4.

– Wagner, M., Lucas, T., Ray, D., Trystram, G. (2007). **Water transport in bread during baking**. Journal of Food Engineering, 78(4), pp. 1167–1173.

– YI J, (2008). **Improving Frozen Bread Dough Quality Through Processing And Ingredients**. The University of Georgia.

– Zhang W, Gianibelli MC, Ma W, Rampling L, Gale KR (2003). **Identification of SNPs and development of allele-specific markers for γ -gliadin alleles in Triticum aestivum**. Theor Appl Genet 107 130–138.

– Zaritzky, N. (2000). **Factors affecting the stability of frozen foods**. In **Managing Frozen Foods**, ed. C. J. Kennedy, pp. 111–133. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.

- Zaritzky, N. (2006). **Physical–chemical principles in freezing**. In **Handbook of Frozen Food Processing and Packaging**, ed. D. W. Sun, pp. 3–33. Boca Raton, FL: CRC– Taylor & Francis Group.

- Zaritzky, N. (2008). **Frozen storage**. In **Frozen Food Science and Technology**, ed. J. A. Evans, pp. 224–247. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

- Zaritzky, N. (2010). **Chemical and physical deterioration of frozen foods**. Chapter 20. In *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages*, eds. L. Skibsted, J. Risbo and M. Andersen, pp. 561–607. Copenhagen University, Denmark Woodhead Publishing Limited.

- Zaritzky, N. (2016). **Biopolymers Used as Cryoprotectants in Food Freezing**. Cornell University.

- Zhao, L., Li, L., Liu, G. Q., Liu, X. X., & Li, B. (2013). **Effect of freeze–thaw cycles on the molecular weight and size distribution of gluten**. *Food Research International*. 53:409–416.

The Effect of Freezing on the Effectiveness of Fermentation and on the Quality of bakery products

Abstract:

Frozen dough is widely used in the baking industry and it is generally believed that its use will increase in the future, where using it allow making bread in an intermittent method. The purpose of this research is to determine which is the best production of fermented (or non-fermented) frozen dough suitable for making pizza. Thus, the storage of dough by freezing was studied immediately after kneading or after partial or total fermentation. The effect of fermentation in the stored dough and the effect of dough freezing on the quality of the finished product (pizza) were also studied.

Three samples of pizza dough were prepared, the first dough was left to completely ferment while the second one was left to ferment half fermentation and the third one was kept directly by freezing without fermentation. The three samples were frozen and stored at -18°C for three months. Tests were performed every 15 days on the three frozen dough samples after freezing thaw in the incubator at 30°C . After the freezing thaw process was completed, the second and third samples were allowed to ferment to the desired size before baking. The acidity was estimated as a percentage, the percentage of live and dead yeast cells, the measurement of fermentation force (SJA) and the measurement of the rising force were calculated in the three dough samples. The moisture percentage, the hardness, water activity, color measurement and the sensory evaluation of the three samples were calculated after baking at 350°C for 5 min.. The results showed that the dough, which was frozen directly after kneading without fermentation, exhibited better results. With the increase in frozen storage time, It was observed an increase in acidity, dead yeast cells percentage and rising time while the fermentation force was decreased for the three samples of dough, a

decrease in the percentage of moisture and the water activity values and increase in hardness values for the three samples after baking. The statistical results of the sensory properties were presented, there was a gradual decrease in the flavor, taste and softness of pizza from the three frozen dough, with increased storage time. The sensory properties of the pizza produced from semi-fermented and fully fermented dough before freezing showed a significant decrease in their value compared to the pizza produced from a non-fermented frozen dough. In general, L * and b * values were lower, and a * value was higher for pizza crust obtained from frozen dough compared to pizza crust made from non-frozen dough, indicating a decrease in crust brightness with frozen storage.

Keywords: Frozen dough, *Saccharomyces cerevisiae*, freezing thaw , Pizza dough, pizza sensory evaluation

Syrian Arab Republic
AL-Baath University
Faculty of Chemical & Petroleum Engineering
Department of Food Engineering



The Effect of Pizza dough Freezing on the Effectiveness of Fermentation and on the Quality of Baked Products

Thesis accomplished for master's degree in food engineering

Biotechnology

Prepared by:

Eng. Nivin Khonsor

Supervisor:

Dr. Sharif Sadek

Prof. in Food Engineering Department

Faculty of Chemical & Petroleum Engineering, AL-Baath University

1441-2019