تأثير إضافة بعض أنواع بكتيريا حامض اللاكتيك والبكتريا المرضية إلى طحين الحنطة والشوفان في اختبارات الخبيز[١]

رياض محمد حمود موفق محمود احمد كركز محمد ثلج

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات/ قسم علوم الأغذية *جامعة تكريت/ كلية الزراعة/قسم علوم الأغذية*

(قدم للنشر في ٢٠١٩/٤/٢٤ ، قبل للنشر في ٢٠١٩/٥/٢١)

ملخص البحث: هدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة بعض أنواع بكتريا حامض اللاكتيك*L. acidophilus* و *L. plantarum* والبكتريا المرضية *E. coli* و *B. cereus* إلى دقيق الحنطة الناعمة والشوفان في الصفات الفيزيائية والحسية للالوف المنتج منها . تم إنتاج الطحين المركب باستبدال جزئي لطحين الحنطة بطحين الشوفان بنسب إستبدال ١٠ و٢٠ و٣٠% وقد استخدم الطحين المركب في تصنيع الخبز المختبري (اللوف) . ادت جميع المعاملات الى زيادة في النفاشية وقد حافظت على معظم الصفات الحسية باستخدام بكتريا حامض اللاكتيك بشكل منفرد في حين انخفضت بعض هذه الصفات باستخدام البكتريا المرضية سواء بمفردها أو ممزوجة مع بكتريا حامض اللاكتيك. وقد إنخفضت معظم هذه المعايير بزيادة نسب الاستبدال.

الكلمات المفتاحية: بكتريا حامض اللاكتيك , البكتريا المرضية , عجينة الحنطة , عجينة الشوفان , الخبيز .

Effect of Adding some Types of Lactic Acid Bacteria and Pathogenic Bacteria to Wheat Flour and Oats in Baking Tests

Abstract: The goal of the present research was to study the addition of lactic acid bacteria *L. acidophilus* and *L. plantarum* and the pathogenic bacteria *E. coli* and *B, cereus* to wheat and oat flour on physical and sensory properties of loaf produced. The combined flour produced by partial replacement of wheat flour by oat flour at 10, 20 and 30%. All treatments resulted in an increase in the larvae and maintained most of the sensory properties when using lactic acid bacteria alone, while some of these traits were decreased using pathogenic bacteria either alone or mixed with lactic acid bacteria. Most of these properties were reduced by increasing replacement rates.

(١) مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الأول.

المقدمة:

يعد الخبز المكون الرئيس والمهم في غذاء الإنسان منذ آلاف السنين, كما تعد الحبوب الدعامة الأساسية في تصنيعه. وتجهز الحبوب الإنسان بما يقرب من ثلاثة أرباع إحتياجاته من الطاقة وأكثر من نصف إحتياجاته من البروتين. وتعد الحنطة *(Triticum aestivum)* أهم المحاصيل الحبوبية من حيث سعة زراعتها وانتشارها والخاصية الفريدة لبعض أصنافها في إنتاج الخبز كما تعد المصدر الرخيص للطاقة والبروتين تليها محاصيل الذرة الصفراء والرز والشوفان.

يعتمد إعداد وجودة الخبز على وجود وفاعلية المكونات الداخلة في تركيبه التي تشمل الطحين والخميرة والملح والماء، فضلاً عن المضافات الأخرى التي يمكن استخدامها لتحسين تركيبة العجينة وقابليتها على التشكل وتحملها للعمليات التصنيعية فضلاً عن تحسين جودة المنتوج من حيث حجم الخبز وتركيب اللب ومدة الصلاحية والنكهة واللون، وأن كل الصفات المشار إليها تتعلق أساساً في خواص كل من الكلوتين والكربوهيدرات والصبغات الموجودة في الطحين (Oort, ٢٠١٠).

يعد الخبز المتخمر الحامضي (Sourdough bread) من أقدم التقانات الإحيائية، إذْ إن المنتج يكون حالة وسط ما بين العجين (Dough) والخبز المعروف من ناحية طريقة الإعداد، يتضمن هذا المنتج في مكوناته من الطحين والماء والمنتجات الأيضية الفعالة من الأنواع الميكروبية المستعملة في تصنيعه. وتهدف عمليات صناعة الخبيز إلى إنتاج عجينة سهلة النفش وتمتلك الصفات المطلوبة لإنتاج الخبز المناسب للمستهلك، وللوصول إلى هذه الغاية ينبغي الحصول على عجينة لها مطاطية كافية كي تتمدد خلال عملية التخمر، كما ينبغي أن تتميز العجينة بمرونتها وامتلاكها القوة في الاحتفاظ بالغازات المنتجة خلال عمليات التخمر، كذلك إن تكون ثابتة في الحفاظ على شكلها ونسجتها خلال عملية الخبز (Oort, ٢٠١٠).

تتميز أنواع بكتريا حامض اللاكتيك والخميرة المستعملة في تخمير العجين المستعمل في صناعة المخبوزات في قابليتها على إنتاج مواد فعالة متنوعة ذات أهمية في تحسين صفات الخبز الناتج, إذْ إن المنتجات الأيضية من أنواع بكتريا حامض اللاكتيك تسبب في إطالة مدة الحفظ وتحسين الصفات التصنيعية وكذلك التغذوية (Hammes و Ganzle, ١٩٩٨)، فضلاً عن الوظائف الصحية التي تضيفها إلى المنتج (De Angelis وآخرون, ٢٠١٠).

مواد البحث وطرائقه:

تم الحصول على الحنطة النقية المصدقة من شركة ما بين النهرين فرع كركوك وهي صنف إباء 99 التي تتميز بانها من الاصناف الناعمة (*Triticum aestivum* L.)، تم اعداد الحبوب من خلال التنظيف والتنقية من الاتربة والشوائب بعدها حفظت باكياس ورقية نظيفة ومعقمة في الثلاجة. أما الشوفان فقد تم الحصول عليه من الأسواق المحلية على شكل رقائق حبوبية مصنعة من شركة هيرمان (Herman) الاماراتية.

حسبت كمية الماء اللازم إضافتها إلى صنف الحنطة بعد معرفة رطوبتها الاولية ,لترطيبها للوصول إلى رطوبة 16% وحسب ما بينه Kent-jones و Amos (1967) .

طحنت بمطحنة كهربائية من نوع Mounlinex المانية المنشأ, جمع الطحين الناتج ذا نسبة استخلاص 100% ومرر من خلال منخل 8XXX للحصول على درجة واحدة من الطحين والنخالة ذي درجة حبيبات ناعمة قطرها اقل من 180 مايكرون.

طحنت رقائق الشوفان بدون ترطيب واستعمل في طحنها بنفس الآليات المستعملة في طحن عينات حبوب الحنطة.

تم الحصول على كل من النوع *Lb. acidophilus* و *Lb. plantarum* من مختبرات قسم علوم الاغذية في كلية الزراعة / جامعة تكريت، تم تنشيطها من خلال نقل المستعمرات من المزرعة البكتيرية المتحصل عليها وتنميتها في وسط MRS السائل (شركة Oxioid، انكلترا) والمعقم بالمؤصدة (شركة Simmerstat الايطالية) ثم حضن عند حرارة 37م° لمدة 24 ساعة تحت الظروف اللاهوائية وكررت هذه الخطوة ثلاث مرات لغرض التنشيط، جففت بعدها المستعمرات للنوعين البكتيري بشكل مزارع للعمل اليومي وكمزارع خزين.

تم الحصول على العزلتين *E. coli* و*B. cereus* بشكل نقي من مركز ميديا الطبي في أربيل, نشطت المستعمرات البكتيرية من نوع من خلال تنميتها على الوسط الزرعي MaConky agar (شركة Oxioid، انكلترا) المعقم بالمؤصدة, أما المستعمرات من النوع البكتيري *B. cereus* فقد تمت تنميتها على الوسط الزرعي Nutrient agar (شركة Hi media، الهند) المعقم بالمؤصدة. حضنت عند حرارة 37م° لمدة 24 ساعة، المستعمرات الناتجة من النوعين تم حفظها كمزارع للعمل اليومي وكمزارع للخزين.

إعداد الخبز المختبري (اللوف): استخدمت طريقة المرحلة الواحدة (Straigh dough method) وفق الطريقة المذكورة في AACC (2000) والمرقمة (10-10) .

لقد كانت معاملات الخبيز تعتمد على استبدال طحين الحنطة قيد الدراسة بطحين الشوفان وبالنسب (10 , 20 , 30) % .

جري التقييم الحسي للصفات الخارجية والداخلية للخبز المصنع طبقاً لنظام التقييم الخاص بالمعهد الأمريكي (AIB) American Institute of Baking (Dalby وHill, 1960) .

حللت النتائج احصائيا باستخدام التصميم العشوائي الكامل في تجربة عاملية CRD واستخدم اختبار دنكن للمقارنة بين المتوسطات عند مستوى 0.05 , باستخدام نظام SAS للتحليل الاحصائي (2001) .

النتائج والمناقشة:

التأثير في الحجم النوعي (النفاشية) للوف.

تبين النتائج في الجدول (١) قيم أوزان اللوف المختبري المنتج من الطحين الكامل والمستبدل بطحين الشوفان بنسب استبدال ١٠ و٢٠ و٣٠% والمعامل بأنواع من بكتريا حامض اللاكتيك والبكتريا المرضية. تبين النتائج حصول تذبذب في وزن اللوف في بعض المعاملات، إذْ حصل إنخفاض معنوي ($p<0.05$) في وزن اللوف في بعض المعاملات مقارنة مع أوزانها في العينة الضابطة غير المعاملة كما أنه قد حصل زيادة معنوية في بعضها الآخر، كما لوحظ إرتفاع قليل في أوزان البعض الآخر. بلغ أقصى إرتفاع للوزن في المعاملة التي استخدمت فيها بكتريا *L .plantarum* وكانت عند ١٣٤.٢ غم في عينات الطحين ١٠٠% وأقل وزن في المعاملة التي كانت في مزيج من بكتريا *E. coli* و *L. plantarum* وقد بلغت ١٢٩.٨ غم مقارنة بالعينة الضابطة.

هناك علاقة قوية بين الصفات الريولوجية للعجينة وبين صفات الخبز الناتج. لذلك فإن المعاملات المختلفة التي تجرى لتحسين هذه الصفات سوف تنعكس ايجابياً على صفات وجودة الخبز، إن صفة الحجم النوعي (النفاشية)، فضلاً عن الصفات الحسية، تعد من أهم معايير جودة اللوف، وأن هناك علاقة طردية بين قيمة هذه الصفة وبين جودة اللوف. ويتم حساب قيمة هذه الصفة من خلال قياس كل من حجم ووزن اللوف الناتج (Camargo، ١٩٨٧) .

إن إرتفاع أوزان معاملات الخبز الكامل يعود إلى ما يحتويه من الألياف التي بطبيعتها الكيميائية، تحتفظ بجزء من الماء، فضلاً عن وجود البنتوزانات التي تسبب في ارتفاع قيمتها في الخبز الكامل.

وقد كان هذا الارتفاع والانخفاض في الوزن ملفتا للنظر لكون أوزان قطع العجينة المستخدمة في تصنيع اللوف كانت متساوية.

ويمكن تفسير هذه النتيجة من ملاحظة الارتفاع المعنوي في حجم قطع اللوف نتيجة المعاملات البكتيرية المختلفة، وهذا يعني زيادة نفاشية العجينة وبالتالي زيادة المسامات والخلايا الغازية المتكونة التي بدورها تؤدي إلى زيادة المساحة السطحية المعرضة للتسخين في الفرن مما يزيد من تبخر الماء منها. ونتيجة لهذا التداخل الحاصل بين إنخفاض الوزن وزيادة الحجم فقد أدت جميع المعاملات إلى إرتفاع في الحجم النوعي للوف مقارنة بالعينة الضابطة، وقد بلغت أعلى قيمة للحجم النوعي في معاملة بكتريا حامض اللاكتيك *L. plantarum* وكانت ٢.٤٥ سم^{٣}/غم مقارنة بالعينة الضابطة التي بلغت ٢.٢٦ سم^{٣}/غم. ويعتقد بأن تكوين الأواصر ثنائية الكبريت بفعل بيروكسيد الهيدروجين هي المسؤولة عن زيادة قوة العجينة وتحسين قدرتها على الاحتفاظ بالغاز وبالتالي زيادة نفاشية المنتوج (Gujral وRosell، 2004a). إن زيادة حجم الخبز المختبري تعود إلى مجموعة عوامل أهمها توفر السكريات المتخمرة ونشاط إنزيمات الأميليزات وقوة الكلوتين فضلاً عن تأثير أنواع البكتريا المستعملة في الدارسة (Radomir، ١٩٩٩).

الجدول (1): تأثير المعاملات البكتيرية المختلفة على الصفات الفيزيائية للوف المنتج من عجينة طحين الحنطة والشوفان .

ت	العينات	الوزن (غم)				الحجم (سم3)				الحجم النوعي (سم3/ غم)			
		طحين حنطة % 100	طحين حنطة % 90	طحين حنطة % 80	طحين حنطة % 70	طحين حنطة % 100	طحين حنطة % 90	طحين حنطة % 80	طحين حنطة % 70	طحين حنطة % 100	طحين حنطة % 90	طحين حنطة % 80	طحين حنطة % 70
1	Control	132.7^{b}	126.1^{b}	125.54^{b}	125.3^{c}	300^{f}	228^{d}	220^{f}	175^{e}	2.26^{a}	1.80^{a}	1.75^{a}	1.39^{a}
2	*L.acidophilus*	131.6^{b}	129.5^{a}	126.80^{b}	123.6^{d}	310^{d}	240^{c}	225^{e}	190^{b}	2.35^{a}	1.85^{a}	1.77^{a}	1.53^{a}
3	*L. plantarum*	134.2^{a}	125.3^{b}	123.65^{c}	128.3^{a}	330^{a}	295^{a}	230^{d}	202^{a}	2.45^{a}	2.35^{a}	1.86^{a}	1.57^{a}
4	*E. coli*	133.7^{a}	127.1^{b}	125.84^{b}	127.7^{a}	315^{c}	231^{d}	227^{d}	188^{b}	2.35^{a}	1.81^{a}	1.80^{a}	1.47^{a}
5	*L.acidophilus + E. coli*	132.7^{b}	124.6^{b}	127.50^{b}	126.0^{b}	305^{e}	240^{c}	235^{c}	182^{d}	2.29^{a}	1.92^{a}	1.84^{a}	1.44^{a}
6	*L. plantarum + E. coli*	129.8^{c}	126.9^{b}	126.14^{b}	124.5^{c}	318^{b}	242^{c}	234^{d}	192^{b}	2.44^{a}	1.90^{a}	1.85^{a}	1.54^{a}
7	*Bacillus. Cereus*	131.9^{b}	126.2^{b}	124.27^{c}	126.1^{b}	305^{e}	230^{d}	225^{e}	184^{c}	2.31^{a}	1.82^{a}	1.81^{a}	1.45^{a}
8	*L. acidophilus + B. cereus*	133.2^{a}	126.7^{b}	126.08^{b}	123.1^{d}	318^{b}	250^{b}	233^{d}	192^{b}	2.38^{a}	1.97^{a}	1.84^{a}	1.56^{a}
9	*L. plantarum + B. cereus*	132.0^{b}	130.3^{a}	132.36^{a}	126.0^{b}	302^{e}	247^{b}	242^{b}	190^{b}	2.28^{a}	1.89^{a}	1.82^{a}	1.50^{a}

ويلاحظ من النتائج في الجداول السابقة حصول إنخفاض معنوي في جميع المعايير سواءً ما يتعلق في الوزن المختبري أو الحجم وكذلك الحجم النوعي مع زيادة مستويات استبدال طحين الحنطة الكامل بطحين الشوفان إذْ كلما ازدادت نسبة الاستبدال كلما سببت في إنخفاض قيم تلك الصفات ولجميع المعاملات التي أجريت. وربما يعزى هذا الانخفاض في الوزن إلى إرتفاع نسبة إمتصاص الماء من قبل طحين الحنطة الممزوج مع طحين الشوفان نظراً لاحتوائه على نسبة عالية من الألياف الغذائية (Lorimer وآخرون، ١٩٩١)،

وقد بلغ أقصى إرتفاع للوزن في طحين الحنطة الكامل (نسبة استبدال ٠%) في المعاملة التي أضيفت فيها بكتريا *L. plantarum* وهو ١٣٤.٢ غم، في حين بلغ أقل وزن في نسبة استبدال ٣٠% في المعاملة التي مزجت فيها بكتريا *B. cereus* و*L. plantarum* وكان ١٢٣.١ غم. يعد تقدير حجم الخبز من عوامل الجودة المهمة وعادة ما يرتبط الحجم بكمية ونوعية الكلوتين ومكونات الطحين الأُخرى (Pomeranz، ١٩٧١).

ويلاحظ من النتائج في الجدول (١) إنخفاض حجم الخبز المختبري المنتج باستبدال طحين الحنطة الكامل بطحين الشوفان وفي كافة نسب الاستبدال، ففي حالة عدم وجود الاستبدال (نسبة استبدال ٠%) كانت أعلى قيمة ٣٣٠ سم^3 للمعاملة إضافة بكتريا *L. plantarum* فيما سجلت أقل قيمة للحجم المختبري عند نسبة استبدال ٣٠% وفي معاملة العينة الضابطة إذْ بلغت ١٧٥ سم^3.

أما نتائج الحجم النوعي فهي تأخذ نفس منحى نتائج الحجم وكان في مدى ٢.٢٦–٢.٤٥ و ١.٨٠–٢.٣٥ و ١.٧٥–١.٨٦ و ١.٣٩–١.٥٧ سم^3/غم لنسب استبدال ٠ و ١٠ و٢٠ و٣٠%، على التوالي. ويستنتج مما سبق إنخفاض حجم الخبز المختبري باستبدال طحين الحنطة الاعتيادية بطحين الشوفان مع كل نسب المدروسة، فضلاً عن تدرج الحجم النوعي (النفاشية) مع تدرج أحجام الخبز المختبري وذلك لكون أوزان قطع الخبز المختبري متقاربة وأن الحجم النوعي عبارة عن حاصل قسمة حجم الخبز المختبري على وزنه.

التقييم الحسي للصفات الخارجية والداخلية للخبز المختبري

ترتبط جودة المنتجات الغذائية عادة بالتقييم الحسي، ويستخدم لهذا الغرض الأشخاص ذوي الخبرة في هذا المجال، ونتيجة التقييم عادة ما تعكس رغبات المستهلكين تجاه المادة الغذائية. وقد اجريت عملية التقييم طبقاً لنظام التقويم الخاص بمعهد التخبيز الأمريكي (American Institute of Baking, AIB). إن الحدود المقترحة عالمياً للصفات الحسية هي جيد جداً (٩٠% فما فوق)، وجيد (٨٠–٩٠%)، ومقبول (٧٠–٨٠%)، وغير مقبول (أقل من ٧٠%) (Camargo، ١٩٨٧). تبين النتائج في الجداول (2 , 3 ,4 و 5) نتائج التقييم الحسي للصفات الخارجية والداخلية للخبز المختبري الكامل والمعامل بأنواع من بكتريا حامض اللاكتيك والبكتريا المرضية.

إن حالة معيار الحجم عبارة عن مقياس لحجم اللوف الناتج وتم الاستدلال عنه في درجات للتعبير عن تقييم هذه الصفة على اعتبار أن أعلى درجة تعطى له هي ١٠. يلاحظ أن أعلى

درجات التقييم كانت للمعاملتين التي استعملت فيها بكتريا *L. plantarum* والمعاملة التي مزجت فيها *L. + B. cereus acidophilus* وكانت ٩ درجات مقارنة بالعينة الضابطة التي أعطيت ٧ درجات، وقد إنخفضت هذه القيم عند استبدال طحين الحنطة بطحين الشوفان وكان أكثر انخفاضاً عند استبدال ٣٠% طحين الشوفان إذْ انخفضت قيمة الحجم فيها إلى ٧ درجات مقارنة بالعينة الضابطة التي انخفضت إلى ٥ درجات. أما في باقي المعاملات فكانت درجة التقييم متقاربة وجميعها إنخفضت مع زيادة نسبة الاستبدال.

الصفات الخارجية

يلاحظ عدم تأثر لون القشرة بجميع المعاملات وكانت الفروقات قليلة وهذا قد يفسر بأن تلك المعاملات لم تؤثر في العوامل التي تغير اللون ومنها تطور التفاعلات البنية غير الإنزيمية وهي تفاعلات ميلارد التي تنشأ عن تفاعل السكريات المختزلة والأحماض الأمينية (Corsetti، ٢٠٠٣). تظهر نتائج التقييم الحسي للخبز المختبري وجود فرقاً معنوياً ($p<0.05$) في درجة اللون بين اللوف المصنوع من الطحين الكامل الذي تم فيه استبدال نسبة عالية من الشوفان إذْ أدت إضافة دقيق الشوفان بنسبة ٣٠% إلى انخفاض ملحوظ في درجة لون القشرة. وعند ملاحظة صفات القشرة الأُخرى فقد لوحظ حصول انخفاض بسيط في علامة تقييم طبيعة القشرة إذْ تشير صفة القشرة إلى طبيعة القشرة من حيث تجانس لونها وطريقة تسطحها ووجود الخطوط والتكسرات وغيرها، ومن خلال الجداول والملاحق المشار إليها يلاحظ بأن هذه الصفة قد انخفضت قيمها مع إدخال دقيق الشوفان في خلطة الخبز بمستويات أعلى من ٢٠%.

الجدول (2) نتائج التقييم الحسي للصفات الخارجية والداخلية للخبز المختبري والمنتج من طحين الحنطة الاعتيادية

المعاملة	علامة المحجم	الصفات الخارجية					الصفات الداخلية						المجموع
		لون القشرة	صفة القشرة	صفة التخبز	تماثل الهيئة	خط الانشار	صفة التجبب	لون اللب	رائحة اللب	طعم اللب	المضغ	القوام	
	10	8	3	3	3	3	10	10	10	15	10	15	100
Control	7	7	3	3	2	2	8	8	9	13	8	13	83
L. acidophilus	8	7	2	2	2	2	7	7	8	12	8	13	78
L. plantarum	9	7	2	2	2	2	7	7	8	12	8	13	79
E. coli	8	5	2	2	2	2	6	7	6	11	8	12	71
L. acidophilus + E. coli	8	6	2	2	2	2	7	7	7	12	8	12	75
L. plantarum + E. coli	6	7	2	2	2	2	8	7	7	12	8	12	75
Bacillus. Cereus	8	7	2	2	2	2	8	7	6	11	8	12	75
L. acidophilus + B. cereus	9	7	2	2	2	2	8	7	7	12	8	12	78
L. plantarum + B. cereus	7	6	2	2	2	2	8	7	7	12	8	11	74

أما صفة التخبيز فهي تشير إلى تجانس عملية التخبيز على جوانب قطعة الخبز المختبري التي كانت قيمها متقاربة باختلاف المعاملات، وقد انخفض تقييم هذه الصفة بمستويات استبدال أعلى من ٢٠% لكل المعاملات.

وبالنسبة لصفة تماثل الهيأة فهي تشير إلى الشكل الهندسي لجوانب قطعة الخبز المختبري فقد كانت مقبولة ومقدار درجتها ٢ في كل المعاملات في حين أدى إضافة دقيق الشوفان بنسبة ٣٠% إلى خفض هذه القيمة إلى درجة ١ وهي أقل قيمة. إن جودة الكلوتين هي من أكثر العوامل فاعلية في تماثل الهيأة إذ إن عدم تطور الكلوتين يسبب انكماشا في قشرة الخبز المختبري (Goesaert وآخرون ٢٠٠٥).

لم تتأثر صفة خط القطع والانتشار في جميع المعاملات وكانت قيمتها ٢ وكانت مقبولة حتى مستوى استبدال ٢٠%، إلاّ أنها إنخفضت إلى درجة ١ عند نسبة استبدال ٣٠% . إن هذه الصفة يعبر عنها بالحد الفاصل بين قشرة الخبز المختبري وجسم قطعة الخبز وهو ناتج عن إرتفاع العجين عند حافة القالب أثناء عملية التخبيز. ودلت هذه النتائج عدم تأثر الصفات الخارجية للخبز المختبري عند معاملة العجين بأنواع من بكتريا حامض اللاكتيك على الرغم من تطورها في بعض الصفات، في حين إنخفضت بعض من الصفات عند معاملتها بالبكتريا المرضية، وتعادلت قيمها عند مزجها مع البعض الآخر. إن نتائج تقييم الصفات الخارجية للخبز المختبري للطحين المستبدل بنسب من دقيق الشوفان لم تصل إلى درجة تقييم خبز الحنطة الكامل، وقد إنخفضت قيم هذه الصفات بصورة أقل مما هو في حالة خبز حنطة الخبز وهذا قد اتفق مع ما توصل إليه المانع والعمري (١٩٩٩) في دراستهما على استبدال الحنطة الاعتيادية بنسب من الحنطة الخشنة والتي إنخفضت فيها قيمة هذه الصفات بارتفاع مستوى الاستبدال.

الصفات الداخلية

الصفات الداخلية هي صفات لب الخبز المختبري، وتبين النتائج الخاصة بذلك في الجداول ٢ و٣ و٤ و٥ أن الصفات الداخلية للخبز المختبري المنتج باستبدال طحين الحنطة الكامل بطحين الشوفان بالنسب ٠ (طحين حنطة كامل) و ١٠ و ٢٠ و ٣٠% في عدم تغير صفة التحبب في بعض المعاملات مقارنة مع المعاملة الضابطة التي كانت عند درجة ٨، في حين انخفضت في باقي المعاملات قليلاً في نسب الاستبدال ١٠ و ٢٠%، أما في نسبة استبدال ٣٠% فقد انخفضت في جميع المعاملات ووصلت قيمة بعضها إلى درجة ٥. والمقصود بصفة التحبب هي الخلايا التي يمكن مشاهدتها على شكل شبكة، وهي ناتجة عن الشبكة الإسفنجية

التي تحمل حبيبات النشأ (Kent –Jones و Amos، ١٩٦٧).

أما صفة القوام (Texture) أو النسجة فهي عادة ما ترتبط بصفة التحبب وبلغت درجتها ١٣ لعينة المقارنة في طحين الحنطة الكامل، التي لم تختلف قيمتها في معاملتي إضافة نوعي بكتريا حامض اللاكتيك (المعاملتين ٢ و٣)، وقد حافظت على هذه القيم في نسب الاستبدال ١٠ و٢٠% من نسب الاستبدال في حين انخفضت إلى درجة ١٠ عند نسبة استبدال ٣٠%. وهذه النتائج قد تتفق مع ما توصل إليه Angioloni وCollar (٢٠١٢) اللذان ذكرا أن إضافة ١٥% من دقيق الشوفان إلى طحين الحنطة تعطي خبزاً ذا نسيج أكثر نعومة مقارنة بطحين لوحده.

الجدول (3) نتائج التقييم الحسي للصفات الداخلية والخارجية للخبز المختبري والمنتج من نسب استبدال 10% طحين الحنطة الاعتيادية بطحين الشوفان

المعاملة	الصفات الخارجية					الصفات الداخلية						المجموع
	الحجم	لون القشرة	صفة القشرة	صفة التخبز	تماثل الهيئة	خط الانشطار	صفة التحبب	لون اللب	رائحة اللب	طعم اللب	المضغ	القوام
	10	8	3	3	3	3	10	10	10	15	10	15	100
Control	7	7	2	3	2	2	8	8	9	13	8	13	82
L. acidophilus	8	7	1	2	2	2	7	7	8	12	8	13	77
L. plantarum	8	7	1	2	2	2	8	7	8	12	8	13	78
E. coli	7	8	1	2	2	2	8	7	8	11	8	12	76
L. acidophilus + E. coli	8	8	1	2	2	2	7	7	8	12	8	12	77
L. plantarum + E. coli	8	8	1	2	2	2	8	7	8	12	8	12	78
Bacillus. Cereus	7	8	1	2	1	1	8	7	7	11	8	12	73
L. acidophilus + B. cereus	8	8	1	2	2	2	8	7	7	12	8	12	77
L. plantarum + B. cereus	8	7	1	2	2	2	8	7	7	12	8	12	76

تتأثر الصفات الداخلية وخصوصاً صفتي تحبب اللب وقوامه بعوامل إنضاج العجين النهائي وانخفاض درجة حرارة العجين فضلاً عن تأثير بعض المواد المضافة لخلطة الخبز المختبري والخبز التجاري المنفوش (سولاقا، ١٩٩٠) . بالنسبة لصفة لون اللب (Crumb color) فقد انخفضت قيمته إلى درجة ٧ في جميع المعاملات بالمقارنة مع عينات التي كانت عند نسبتي استبدال ٠ و١٠% التي بلغت درجة ٨، إلاّ أنه انخفضت الدرجة إلى ٦ مقارنة مع قيمتها في العينة الضابطة التي كانت ٧ عند نسبة استبدال ٢٠%، في حين انخفضت عند نسبة استبدال ٣٠% إلى ٦ وبعضها وصلت إلى ٥ درجات. إن تلون اللب باللون الأصفر مع زيادة نسب الاستبدال بطحين الشوفان هو متوقعاً وهذا التلون يقلل من قيمة درجة التقييم لهذه الصفة. ويتأثر لون اللب بنوع الطحين وبما أن طحين الشوفان يحتوي على نسبة من الرماد والألياف أعلى مما في طحين الحنطة فانه يعطي لون داكن. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Salehifar وShahedi (2007) اللذان أفادا بأن إضافة نسبة ٣٠% من مسحوق دقيق الشوفان إلى طحين الحنطة يتسبب في إكساب المنتجات المخبوزة اللون البني الداكن.

الجدول (4) نتائج التقييم الحسي للصفات الداخلية والخارجية للخبز المختبري والمنتج من نسب استبدال 20% طحين الحنطة الاعتيادية بطحين الشوفان

المعاملة	الصفات الخارجية					الصفات الداخلية						المجموع
	الحجم	لون القشرة	صفة القشرة	صفة التخبز	تماثل الهيئة	خط الانشطار	صفة التحبب	لون اللب	رائحة اللب	طعم اللب	المضغ	القوام
	10	8	3	3	3	3	10	10	10	15	10	15	100
Control	5	8	2	2	2	2	8	7	8	12	8	13	77
L. acidophilus	6	8	2	2	2	2	8	6	8	12	8	13	77
L. plantarum	7	8	2	2	2	2	8	6	8	12	8	13	78
E. coli	6	7	1	1	1	2	7	6	7	11	8	12	69
L. acidophilus + E. coli	6	7	1	1	1	1	7	6	8	12	8	11	69
L. plantarum + E. coli	7	8	2	2	2	2	8	6	8	12	8	12	77
Bacillus. Cereus	7	7	1	1	1	1	6	6	7	11	8	11	67
L. acidophilus + B. cereus	7	8	2	2	2	2	8	6	7	12	8	12	76
L. plantarum + B. cereus	7	7	1	2	2	2	8	6	7	12	8	12	74

بالنسبة للنكهة (Flavor) التي يعبر عنها بصفتي الرائحة والطعم للب الخبز المختبري فقد بلغت ٩ و ١٣ ، على التوالي، للوف المنتج من طحين الحنطة الكامل وانخفضت قليلاً في المعاملات التي أضيف فيها بكتريا حامض اللاكتيك وبلغت ٨ و ١٢ درجة، على التوالي، في حين وصلت إلى ٦ و ١١ في معاملات إضافة البكتريا المرضية. وقد كانت نتائج تقييم الرائحة والطعم قريبة في نسب الاستبدال ١٠ و ٢٠% بطحين الشوفان إلاّ أنها إنخفضت كثيراً في نسبة استبدال ٣٠% إذْ بلغت في عينة المقارنة ٧ و ١٠ درجات وانخفضت في بعض المعاملات التي أضيف إليها البكتريا وبصورة خاصة البكتريا المرضية لتصل إلى ٥ و٩ درجات.

إن استعمال نسب استبدال ١٠ و ٢٠% من دقيق الشوفان في طحين الحنطة قد يكون مقبولاً ويحسن من القيمة الغذائية كما يوفر وقت تخزين وحفظ أطول مع نعومة ومذاق مقبولين، إلاّ أن زيادة نسب الاستبدال أكثر من ذلك فقد أدى إلى تدهور الصفات الخارجية والداخلية للخبيز المنتج. وقد وجد Salehifar وShahedi (٢٠٠٧) أن إضافة دقيق الشوفان بنسبتي ٣٠ و ٤٠% قد أثر بصورة سلبية على نسجة الخبز وأنتج نكهة غير مرغوبة مع طعم مر.

الجدول (5) نتائج التقييم الحسي للصفات الداخلية والخارجية للخبز المختبري والمنتج من نسب استبدال 30% طحين الحنطة الاعتيادية بطحين الشوفان

المعاملة	الصفات الخارجية					الصفات الداخلية						المجموع
	الحجم	لون القشرة	صفة القشرة	صفة التخبز	تماثل الهيئة	خط الانتشار	صفة التحبب	لون اللب	رائحة اللب	طعم اللب	المضغ	القوام
	10	8	3	3	3	3	10	10	10	15	10	15	100
Control	5	8	2	2	2	1	7	6	7	10	8	13	71
L. acidophilus	7	8	2	2	2	2	5	6	6	11	7	12	70
L. plantarum	7	7	1	1	1	1	5	6	6	11	7	12	65
E. coli	6	7	1	1	1	1	5	5	5	10	7	10	56
L. acidophilus* + *E. coli	6	7	2	1	1	1	6	5	5	10	7	10	61
L. plantarum* + *E. coli	7	6	1	1	1	1	5	5	6	10	7	10	60
Bacillus. Cereus	7	6	1	1	1	1	5	5	5	9	7	10	58
L. acidophilus* + *B. cereus	7	7	1	1	1	2	6	6	5	9	7	10	62
L. plantarum* + *B. cereus	7	7	2	2	2	2	6	6	5	9	7	10	65

كما ذكر Klava وآخرون (٢٠٠٧) أن نتائج التقييم الحسي قد أظهرت عدم وجود اختلافات في اللون والنكهة والملمس والمسامية لعينات الخبز مع إضافة دقيق الشوفان بنسبة ٢٠% مقارنة بالعينة الضابطة، إلاّ أن طعم اللوف قد انخفض في جميع المعاملات. كما أوضح Ohimain (٢٠١٤) أن نشاط إنزيم اللايبيز قد تأثر بشدة بوجود الماء في العجينة المخمرة التي قد أدت إلى إنتاج الأحماض الدهنية الحرة مما أدى إلى إعطاء نكهة غير مرغوبة.

ترتبط صفة المضغ عادة بالقوام وهي قياس لسهولة ومضغ وتحريك لب الخبز في الفم والتصاقه بالأسنان وسهولة بلعه وهي عادة تتحسن بأي عامل يحسن القوام والتحبب. وتساوت درجات التقييم في جميع المعاملات مع عينة المقارنة التي بلغت قيمتها ٨ درجات وفي جميع نسب الاستبدال، في حين إنخفضت القيمة إلى ٧ درجات عند نسبة استبدال ٣٠%. وتتحسن صفة المضغ عادة بتحسن نوعية الكلوتين وبارتفاع نسبة البروتين (العلي، ٢٠٠٣)، كما تتحسن باستعمال بعض المضافات الإنزيمية والمستحلبات وبعض الطرائق التصنيعية (العبدالله، ١٩٨٦) .

المصادر:

سولاقا، امجد بويا. (1990). الخبز والمعجنات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.

العبد الله، بيان ياسين (1986). تاثير بعض مكونات الخلطة وعلميات التصنيع في نوعية الخبز وصفات حفظه. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

العلي، روضة محمود علي (2003). دراسة الخواص الفيزيوكيميائية للكلوبيوتينات الحيوية والمحورة المصنعة من بعض اصناف الحنطة المحلية. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

المانع، حسن عبد العزيز والعمري، محمد بن صالح (1999). تأثير دقيق صنفي قمح طري ودورمي منتجين من المملكة العربية السعودية على جودة خبز القالب. مجلة العربي للبحوث العلمية. 17(1)، ص 19–39.

AACC, (2000). Approved Methods of the American. Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, MN, USA.

Angioloni, A. & Collar, C.(2012). Suitability of Oat, Millet and Sorghum in Breadmaking. In Food and Bioprocess Technology, DOI 10.1007/s11947-012-0786-9.

Camargo, C. R. O., (1987). Trigo avaliacao tecnologica de linhagenens. Bragantia, 46: 81–169. C. F. Steffolani, M. E., M. Salehifar and M. Hashemi (2014). Effects of enzymatic treatment using Response Surface Methodology on the quality of bread flour. Food Chemistry.

Corsetti, A; M. De Angelis, F. Dellaglio, A. Paparella, P.F. Fox, and L. Settanni. (2003). Characterization of sourdough lactic acid bacteria based on genotypic and cell-wall protein analyses. J. Appl. Microbiol.,94:641–654.

Dalby, G. and G. Hill (1960). Quality testing of bakery products. In: Bakery Technology and Engineering. S. A. Matz, (ed.)

Microbiology of Fermented Foods Vol. 1.London: Blackie Academic/Professional; 199-216.

Kent-Jones, D. W., & Amos, A. J. (1967). Modern Cereal Chemistry. 6th ed. Food Trade Press LTD, London.

Klava, D.,D. Karklina, T. Rakcejeva, and I. Zolnere (2007). Application of Oat Products in Wheat Bread Technology. Maisto Chemija ir Technologija. 2007.: 41 (2): 19-25.

Lorimer NL, Zabik ME, Harte JB, Stachiw NC, Uebersax MA (1991). Navy bean flour fractions in composite doughs: Effect of bean grade on rheology parameters and microstructure of wheat dough. Cereal Chem., 68(6): 636-641.

Ohimain E. I. (2014).The Prospects and Challenges of Composite Flour for Bread Production in Nigeria Global Journal of Human-Social Science: H Interdisciplinary; 14 (3): 43:52.

Oort, M. V. (2010). Enzymes in bread making. In: Enzymes in Food AVI Publishing Co. West Port., Conn, USA. 603-630.

De Angelis M, Cassone A, Rizzello CG, Gagliardi F, Minervini F, Calasso M, Di Cagno R, Francavilla R, Gobbetti M. (.2010) Mechanism of degradation of immunogenic gluten epitopes from Triticum turgidum L. var. durum by sourdough lactobacilli and fungal proteases. Applied and Environmental

Microbiology.;76:508-518.

Goesaert, H., K. Brijs, W. S. Veraverbeke, C. M. Courtin, K. Gebruers and J. A. Delcour, (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. Trends in Food Science and Technology. 16: 12–30.

Gujral, H. S., and C. M. Rosell (2004a). Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. J. Cereal Sci. 39: 225-230.

Hammes WP, Ganzle MG.(1998). Sourdough breads and related products. In: Woods BJB, ed.

Technology, second ed. R. J. Whitehurst and M. V. Oort (eds.). Chichester: Wiley-Blackwell. 103-143.

Pomeranz, Y. (1971). Wheat Chemistry and Technology. Published by the American Association of Cereal Chemists. In Corporate. St. Paul. Minnesota.

Radomir Lasztity. (1999). Cereal Chemistry. Akademiai Kiado, Budapest.

Salehifar, M. and M. Shahedi, (2007). Effects of Oat Flour on Dough Rheology, Texture and Organoleptic Properties of Taftoon Bread. J. Agric. Sci. Technol. (2007) Vol. 9: 227-234.

SAS (2001). SAS User's guide: Statistical system, Inc. Cary, NC. USA.