تأثير بعض أنواع بكتريا حامض اللاكتيك والبكتريا المرضية في خصائص عجينة الحنطة والشوفان*

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 ٢٠١٩/٥/٢٩)

ملخص البحث: اجريت هذه الدراسة بهدف معاملة دقيق محصولي الحبوب من الحنطة المحلية الناعمة *Triticum aestivum* صنف إباء 99 ومحصول الشوفان *Avena sativa* بكتريا حامض اللاكتيك من النوعين *L. acidophilus* و *L. plantarum* والبكتريا المرضية *E. coli* و *B. cereus* بصورة منفردة أو بشكل مزيج الى الطحين لتحديد تأثيرهما في الخواص الريولوجية والحسية للعجينة المخمرة وكذلك خصائص الجودة الفيزيائية والكيميائية للمخبوزات المخمرة. بينت الدراسة ارتفاع قيم كل من الكلوتين الرطب والجاف ومعامل الكلوتين والأس الهيدروجيني لجميع المعاملات بعد 180 دقيقة من تخمر العجينة، وقد أعطت البكتريا *L. plantarum* أعلى قيمة للكلوتين الرطب والجاف في حين أعطت البكتريا *L. acidophilus* أعلى قيمة لمعامل الكلوتين والحموضة. كما درست قيم ضغط غاز التخمر لعجينة الحنطة والشوفان والمقاسة بجهاز ضغط التخمر وقد اعطت المعاملة بمزيج البكتريا *E.coli* و *L. plantarum* 5.00 psi لعجينة الحنطة بعد مرور 180 دقيقة وهي أعلى قيمة، في حين سجلت المعاملة الضابطة لعجينة الشوفان أعلى قيمة ضغط تخمر 2.75psi بعد مرور 120 دقيقة وتوقف ضغط الغاز عند هذه المدة.

الكلمات المفتاحية: بكتريا حامض اللاكتيك ، البكتريا المرضية ، عجينة طحين الحنطة.

Effect of some types of lactic acid bacteria and pathogenic bacteria in the properties of wheat and oat dough

Abstract: The aim of present study was treating the flour of soft domestic wheat Ibaa 99 and oat crop with the lactic acid bacteria L. acidophilus and L. plantarum and pathogenic bacteria E. coli and B. cereus, separately or in a mixture to flour to determine their effect on the rheological and sensory properties of the fermented dough as well as the physical and chemical quality properties of the dough. Results showed that the values of both wet, dry glutin, glutin index and pH for all treatments after 180 min, of dough fermentation with L. plantarum gave the highest values of wet and dry glutin, while L. acidophilus gave the highest glutin index and pH values. The pressure of the fermentation gas for the wheat and oat dough was also determined which measured by the fermentation pressure meter. The treatment of the mixture of L. plantarum and E. coli gave 5.00 psi which was the highest value for wheat paste after 180 minutes, while the control treatment for oats paste the highest pressure value of 2.75 psi after 120 minutes and gas production ceased at that time.

(*)مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الاول.

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 الناعمة *(Triticum aestivum)* أهم المحاصيل الحبوبية الشتوية من حيث سعة زراعتها وانتشارها والخاصية الفريدة لبعض أصنافها في إنتاج الخبز كما تعد المصدر الرخيص للطاقة والبروتين تليها محاصيل الذرة الصفراء والرز والشوفان.

لاقى الشوفان *(Avena sativa)* في المدة الأخيرة إهتماماً متزايداً نظراً لمحتواه العالي من الألياف الغذائية والعناصر المغذية، وإن الطحين المركب يعد أحد أفضل الوسائل لإدخال طحين أي محصول مع طحين الحنطة لإنتاج الخبز (Hansen وآخرون، ٢٠٠٥).

تعد أنواع بكتريا حامض اللاكتيك من الأنواع الميكروبية واسعة الإنتشار، إذْ إنها توجد غالباً مع المواد التي تكون غنية في محتواها من الكربوهيدرات كالنباتات والأغذية المتخمرة، كما أنها تتميز بأنها من أنواع النبيت الطبيعي الموجود في القناة الهضمية في الإنسان والحيوان (Barinov وآخرون، ٢٠١١؛ Aureli وآخرون، ٢٠١١).

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).

كما أن لهذه البكتريا القابلية على إنتاج الإنزيمات المحللة لمركبات الفايتات ذات القابلية على الإرتباط مع أكثر أنواع المعادن أهمية كالحديد وكذلك البروتين مسببة في تقليل تركيزه في الخبيز الناتج (Požrl وآخرون، ٢٠٠٩).

مواد البحث وطرائقه:

تم الحصول على كل من النوع *Lb. acidophilus* و*Lb. plantarum* من مختبرات مركز تجميع المزارع في جامعة عمان (الأردن) بهيئة كبسولات مجففة، تم تنشيطها بنقل جزء من المزرعة البكتيرية المجففة الى وسط MRS (DeMan Rogosa Sharpe) 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 *E. coli* 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.

تم تقدير الرطوبة، البروتين، الرماد، الالياف والدهن كما جاء في AACC (2000) والمرقمة (44–01)، (46–10)، (08–01)، (32– 10) و (30–25) ، كما تم تقدير نسبة الكلوتين الرطب والجاف ومعامل الكلوتين حسب AACC (2000) والمرقمة (38 –10) ، وقدر الأس الهيدروجيني حسب الطريقة المذكورة من قبل (Egan وآخرون، 1988)، وتم تقدير ضغط التخمر وفق الطريقة الموصوفة في AACC(2000) والمرقمة (22–11) .

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

النتائج والمناقشة:

قياس نسبة الرطوبة:

تبين النتائج في الجدول (١) أن قيمة الرطوبة في حبوب الحنطة قد بلغت ٧.٠٠% وهي نسبة منخفضة، وقد يعود السبب في ذلك إلى الظروف البيئية والخزنية فضلاً عن درجة صلابة الحبوب لذا يلزم إضافة كمية من الماء لرفع نسبة الرطوبة في الحبوب إذْ إن عملية الترطيب تهدف إلى تحسين صفات الحبوب الفيزيائية لضمان تطرية مكونات السويداء وتقوية طبقات النخالة وجعلها أكثر مرونة للحصول على أفضل فصل للنخالة عن مكونات السويداء أثناء عملية الطحن وبالتالي تحسين القيمة الغذائية للخبز في الطحين الناتج (Knac و Knac،٢٠٠٤). أما بالنسبة للرطوبة في طحين الحنطة فقد بينت النتائج إرتفاع نسبة الرطوبة فيه عما كانت عليه في حبوب الحنطة وبلغت نسبتها ٨.٧٠%. أما نسبة الرطوبة في

طحين الشوفان فقد بلغت ٨.٠٠%. ويعزى إرتفاع نسبة الرطوبة في طحين الحنطة إلى عملية الترطيب التي أجريت على الحبوب لغرض طحنها وهذه العملية ضرورية لتسهيل فصل أغلفة النخالة أثناء عملية الطحن وإزالتها أثناء عملية النخل، كما أن الترطيب يؤدي إلى خفض القوة اللازمة للطحن (Henry وKettewell، ١٩٩٦). ويبين الجدول أيضاً النسب المئوية للبروتين في الحنطة وطحينها اللتان كانتا ١٤.٩٧ و١٢.٦٦%، على التوالي، وهي نسب تزيد على النسب الملائمة لصناعة اللوف التي هي ١٢% للحنطة والطحين (Pomeranz، ١٩٧١). أما بالنسبة لطحين الشوفان فقد كانت نسبة البروتين فيه ١٠.٥١% وهي أقل من نسبة ١٢% لذلك تم خلط نسب معينة منه مع طحين الحنطة في صناعة اللوف وكانت نسبة الخلط ١٠ و٢٠ و٣٠%. وتعد نسبة البروتين مؤشراً لنوعية الطحين وجودته، إذْ غالباً ما ينتج عن الطحين ذي المحتوى البروتيني العالي خبزاً ذا نوعية جيدة لأنه يعد العامل الأكثر أهمية في انجاز عملية الخبيز (MacRitchie، ١٩٨٤).

قياس نسبة الرماد:

ويلاحظ من النتائج في الجدول (١) حصول إرتفاع نسبة الرماد في صنف الحنطة إباء ٩٩ إذ بلغت ١.٦٨%، في حين إنخفضت نسبته في طحين الحنطة إلى ١.٢٨%، في حين بلغت نسبته في طحين الشوفان ١.٥٠%. وقد كانت على العموم نسبة الرماد أكثر مما في المعدل. ويدل المحتوى العالي من الرماد في الطحين على توفر العناصر المعدنية وهو مؤشر جيد لمتابعة كفاءة عملية الطحن (فضل، ٢٠٠٠)، إذ يعد قياس الرماد في الطحين عاملاً مهماً في تحديد جودة الطحين وكفاءة الطحن.

قياس نسبة الألياف:

كما تبين النتائج في الجدول نفسه إرتفاع محتوى بذور الحنطة الكاملة من الألياف الخام إذْ بلغت ٣.١٦% مقارنة بطحين الحنطة الذي انخفضت نسبته إلى ١.٤٥%، ويعزى سبب ذلك إلى إرتفاع محتوى البذور من الألياف التي تتركز في غلاف البذرة التي أدت بدورها إلى إرتفاع كمية الألياف الخام في عينات البذور الكاملة، في حين انخفضت في طحين الحنطة بسبب إزالة أغلفة الحبوب أثناء عملية الطحن وهذا يتفق مع ما ذكره كل من Muehlbauer وTullu (١٩٩٧) من أن نسبة الألياف الخام في الحبوب الكاملة أعلى مقارنة مما هو موجود من الألياف الخام في طحين الحنطة.

الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحبوب وطحين الحنطة وطحين الشوفان.

ت	العينة Sample	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الرماد (%)	الألياف (%)	الدهن (%)
1	حنطة إباء 99	7.00	14.97	1.68	3.16	2.35
2	طحين الحنطة	8.70	12.66	1.28	1.45	1.90
3	طحين الشوفان	8.00	10.51	1.50	2.62	5.49

*القيم معدل ثلاث مكررات

أما في طحين الشوفان فقد بلغت نسبة الألياف ٢.٦٢% وهي أعلى مما هو عليه في طحين الحنطة وذلك بسبب محتواه من الألياف التي توجد نسبة عالية منها في البيتا- كلوكان (β-glucan) الموجود في الشوفان (Liu، ٢٠١٠).

قياس نسبة الدهن:

بينت النتائج إنخفاض نسبة الدهن في طحين الحنطة الى 1.90% مقارنة مع ما موجود في حبوب الحنطة الكاملة التي كانت عند 2.35%، وان ذلك يرجع إلى إزالة الجنين والقشور الخارجية الغنية به خلال عمليتي الطحن والنخل التي أدت بدورها إلى إزالة كمية من الدهن وخاصة عند إنخفاض نسبة الاستخلاص (Henry و Kettlewell، 1996). أما نسبة الدهن في طحين الشوفان فكانت مرتفعة إذ بلغت ٥.٤٩%. يحتوي دقيق الشوفان على نسب عالية من الدهون والأحماض الدهنية الحرة مقارنة بالقمح والدقيق وهذا يجعل دقيق الشوفان أقل إستقراراً من دقيق القمح (Ekstrand وآخرون، ١٩٩٣).

تأثير فاعلية اضافة انواع بكتيرية مختلفة في قيم الكلوتين الرطب والجاف ومعامل الكلوتين:

يوضح الجدول (٢) نتائج فاعلية بكتريا حامض اللاكتيك وأنواع البكتريا المرضية في قيم كل من الكلوتين الرطب والجاف ومعامل الكلوتين عند إضافتها إلى مخاليط الطحين. بينت

النتائج وجود فروقات معنوية ($p<0.05$) بين المعاملات في الدراسة، إذْ إن قيمة الكلوتين الرطب في نهاية الساعة الأولى من المعاملة التي أضيف إليها بكتريا *L. plantarum* قد سجلت أعلى زيادة معنوية بلغت ٤١.٣٠% مقارنة مع قيمتها في العينة الضابطة (بدون اضافة معاملة) التي كانت ٣٥.٥١%، في حين سجلت المعاملة التي أضيف إليها نوع البكتريا *L. acidophilus* أقل قيمة من الكلوتين الرطب وكانت ٣٢.٦٢%. وبعد انتهاء الساعة الثالثة استمرت زيادة نسبة الكلوتين على نفس الوتيرة وقد تفوقت معاملة بكتريا *L. plantarum* بأعلى زيادة معنوية إذ بلغت ٤٣.٧٤% في حين لم تكن هناك فروق معنوية في معاملة بكتريا *E. coli* التي كانت نسبة الكلوتين الرطب فيها ٣٩.٩٦% مقارنة بالعينة الضابطة التي كانت ٤٠.٧٢%، وقد كان لإضافة مزيج البكتريا المرضية مع بكتيريا حامض اللاكتيك تأثيراً ملحوظاً في خفض نسبة الكلوتين الرطب التي وصلت إلى ٣٧.٢٣ و٣٨.٣٧ و٣٧.٠٠ و٣٦.٠٥% للمعاملات ٥ و ٦ و ٨ و ٩ ، على التوالي.

أدت بعض المعاملات البكتيرية التي أجريت لطحين الحنطة إلى زيادة نسبة الكلوتين الجاف وقد كان بعضها معنوياً، فقد تفوقت معاملة إضافة بكتريا *L. plantarum* معنوياً وكانت نسبة الكلوتين الجاف ١٣.٧٦% بعد الساعة الأولى مقارنة بالعينة الضابطة التي كانت ١١.٨٣%، كذلك تفوقت معاملتي إضافة البكتريا *E. coli* والبكتريا *L. plantarum + E. coli* التي كانت نسبة الكلوتين الجاف فيهما ١٢.٣٨، ١٢.٨٨%، على التوالي، في حين لم تسجل باقي المعاملات فروقاً معنوية بالمقارنة مع العينة الضابطة، أما معاملة إضافة بكتريا *B. cereus* فقد سجلت أقل فرق معنوي وكانت ١١.٠٢%. وبعد مرور ثلاث ساعات استمرت زيادة نسبة الكلوتين الجاف وبنفس الوتيرة فقد تفوقت المعاملة التي أضيفت فيها بكتريا *L. plantarum* معنوياً بأعلى زيادة وكانت ١٤.٦٧%، لكن لم يستمر على نفس الوتيرة للمعاملة L. plantarum + E. coli إذ انخفض تركيز الكلوتين فيما بعد، في حين كان أقل فرق معنوي في المعاملة التي أضيفت فيها بكتريا *B. cereus* التي بلغت ١١.٥٩% مقارنة بالعينة الضابطة التي كانت ١٣.٥٠%.

إن نسبة الكلوتين تعكس ما يحتويه الطحين من بروتين، كما أن خصائصه اللزجة المرنة تعكس نوعية ذلك البروتين (Khatkar، ٢٠٠٥)، إذْ كانت ٧٠ و ٦٥ و ٧٠ % للمعاملات ٤ و٥ و٧، على التوالي، وكان أقل فرق معنوي لمعاملة إضافة مزيج البكتريا *L. plantarum + B. cereus* (المعاملة ٩) التي كانت قيمة

معامل الكلوتين فيها ٦٢%، وقد استمرت الزيادة في معامل الكلوتين بعد مرور ثلاث ساعات وبنفس الوتيرة وكان أعلى قيمة للمعاملة (٢) التي أضيفت فيها البكتريا *L. acidophilus* وكانت ٨٦% وأقلها في المعاملة (٩) التي أضيف فيها مزيج البكتريا *L. plantarum + B. cereus* التي كانت ٦٦%، إن هذا الارتفاع في مؤشر الكلوتين نتيجة بعض المعاملات البكتيرية قد أدى إلى بلوغ قيمته إلى المدى المطلوب لهذه الصفة وهي ٦٠-٩٠% التي تجعل الطحين صالحاً لصناعة اللوف الجيد (Leman وآخرون، ٢٠٠٩).

الجدول (2) تأثير المعاملة ببكتريا حامض اللاكتيك في قيم الكلوتين الرطب والجاف ومعامل الكلوتين في عجينة الحنطة.

ت	العينات	كلوتين رطب (%)			كلوتين جاف (%)			معامل الكلوتين(%)		
		المدة (دقيقة)			المدة (دقيقة)			المدة (دقيقة)		
		60	120	180	60	120	180	60	120	180
1	العينة الضابطة (control)	35.51^{b}	37.76^{b}	40.72^{b}	11.83^{c}	12.58^{b}	13.50^{b}	72^{b}	75^{c}	77^{c}
2	*L. acidophilus*	32.62^{c}	33.53^{d}	37.00^{c}	11.24^{c}	11.56^{c}	12.75^{b}	79^{a}	82^{a}	86^{a}
3	*L. plantarum*	41.30^{a}	42.42^{a}	43.74^{a}	13.76^{a}	14.11^{a}	14.67^{a}	72^{b}	76^{b}	78^{c}
4	*E. coli*	36.73^{b}	37.71^{b}	39.96^{b}	12.38^{b}	12.36^{b}	12.30^{c}	70^{c}	74^{c}	75^{d}
5	*L. acidophilus* + *E. coli*	34.18^{b}	35.45^{c}	37.23^{c}	11.37^{c}	11.69^{c}	12.41^{c}	65^{d}	66^{d}	70^{d}
6	*L. plantarum* + *E. coli*	36.29^{b}	37.24^{b}	38.37^{c}	12.88^{b}	12.42^{b}	12.75^{b}	78^{a}	81^{a}	85^{a}

81^{b}	77^{b}	70^{c}	11.59^{c}	11.28^{c}	11.02^{c}	34.91^{e}	34.44^{c}	32.76^{c}	*Bacillus. Cereus*	7
83^{b}	76^{b}	73^{b}	12.98^{b}	12.78^{b}	11.13^{c}	37.00^{c}	36.15^{bc}	33.40^{c}	*L. acidophilus + B. cereus*	8
66^{e}	65^{d}	62^{e}	12.67^{b}	12.49^{b}	11.91^{c}	36.05^{d}	34.84^{c}	33.07^{c}	*L. plantarum + B. cereus*	9

***القيم معدل مكررين**

****الارقام ضمن العمود الواحد والتي تحمل حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمالية 0.05**

تبين نتائج معامل الكلوتين بوضوح إرتفاع قيمته في الطحين المعامل ببكتريا *L. acidophilus* الذي بلغ ٧٩% مقارنة بباقي المعاملات بعد إنتهاء الساعة الأولى وبالمقارنة بالعينة الضابطة التي كانت ٧٢% وهذا ما يتفق مع ما ذكره (الشمري، ٢٠١٦) بخصوص طحين كامل الاستخلاص، أما المعاملة ببكتريا *L. plantarum* فلم تسجل أي فرق معنوي وقد بلغ معامل الكلوتين فيها ٧٢% وكذلك المعاملة بمزيج من بكتريا *L. acidophilus* و*B. cereus* فقد كان هناك فرقاً معنوياً طفيفاً (٧٣%) فيما انخفضت قيم باقي المعاملات معنوياً إذْ كانت ٧٠ و ٦٥ و ٧٠ % للمعاملات ٤ و٥ و٧، على التوالي.

تشير النتائج في الجدول (3) إلى عدم وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في قيم الأس الهيدروجيني (pH) نتيجة المعاملة بنوعي بكتريا حامض اللاكتيك في عجين الحنطة الكامل

الجدول (3) تأثير المعاملة ببكتريا حامض اللاكتيك في قيم الأس الهيدروجيني (pH) في عجين الحنطة والشوفان

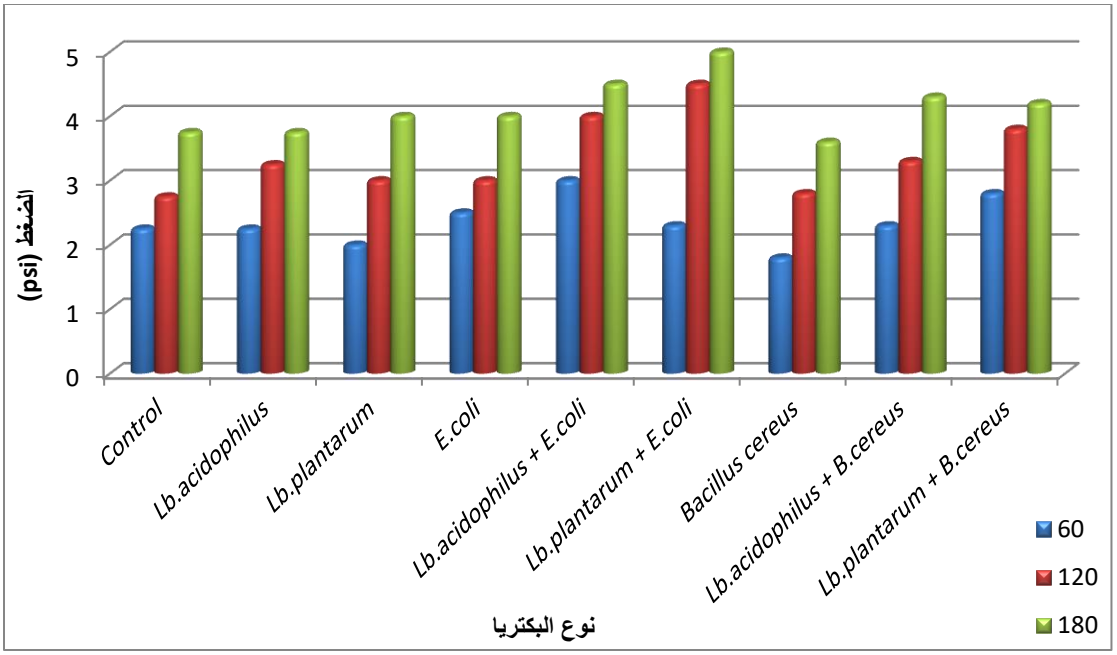
ت	العينات	الحنطة (pH)			الشوفان (pH)		
		الوقت (دقيقة)			الوقت (دقيقة)		
		60	120	180	60	120	180
1	(control)	5.8[a]	5.8[a]	5.5[a]	6.1[a]	6.1[a]	5.6[a]
2	*L. acidophilus*	5.7[a]	5.4[a]	5.1[a]	5.8[a]	5.7[a]	5.2[a]
3	*L. plantarum*	5.7[a]	5.5[a]	5.2[a]	5.7[a]	5.5[a]	5.3[a]
4	*E. coli*	5.9[a]	5.9[a]	5.7[a]	6.2[a]	6.3[a]	6.0[a]
5	*L. acidophilus* + *E. coli*	5.7[a]	5.3[a]	5.2[a]	6.1[a]	5.8[a]	.54[a]
6	*L. plantarum* + *E. coli*	6.3[a]	5.7[a]	5.5[a]	5.9[a]	5.8[a]	5.5[a]
7	*Bacillus. Cereus*	6.0[a]	6.0[a]	5.7[a]	6.2[a]	6.2[a]	5.9[a]
8	*L. acidophilus* + *B. cereus*	5.7[a]	.57[a]	5.4[a]	6.0[a]	6.0[a]	5.5[a]
9	*L. plantarum* + *B. cereus*	5.7[a]	5.6[a]	5.4[a]	6.0[a]	6.0[a]	5.5[a]

*القيم معدل مكررين

**الارقام ضمن العمود الواحد والتي تحمل حروف متشابهة لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمالية 0.05

وعجين الشوفان وكذلك المعامل بنوعي البكتريا المرضية سواء كانت منفردة أم مع نوعي بكتريا حامض اللاكتيك ولجميع المعاملات أثناء فترات التخمر، إذْ كانت في مدى بين ٥.١ – ٦.٣ بالنسبة لطحين الحنطة وبين ٥.٢ –٦.٣ في طحين الشوفان. كما لوحظ من خلال النتائج حصول زيادة في الحموضة المستدل عليها من خلال إنخفاض قيمة الأس الهيدروجيني مع زيادة وقت التخمر. إذْ إن المعاملة بالبكتريا *L. acidophilus* قد أعطت في نهاية فترة التخمر أقل قيمة للأس الهيدروجيني في عجينة الحنطة وقد بلغت ٥.١ وهي أعلى حموضة بين كل المعاملات في طحين الحنطة. كما خفضت البكتريا نفسها الأس الهيدروجيني في عجين الشوفان في نهاية فترة التخمر إلى ٥.٢ وهي أعلى حموضة في عجين الشوفان وهذه النتيجة قد اتفقت مع ما ذكره كل من Soliman وآخرون (٢٠١٥) و Dixit وآخرون (٢٠١٣) عن قدرة هذه البكتريا على تحمل الظروف الحامضية.

يوضح الشكل (1 و 2) نتائج ضغط غاز التخمر في عجينة الحنطة المعاملة بفعل أنواع بكتريا حامض اللاكتيك وخميرة الخبز وكذلك نوعي البكتريا المسببة للتسمم الغذائي *E. coli* و*B. cereus* بعد فترات التخمر لمدة ١٨٠ دقيقة. تبين من النتائج وجود اختلافات معنوية في قدرة أنواع العجين على التخمر بفعل المعاملات أعلاه وقد ازداد ضغط غاز التخمر مع زيادة مدة التخمر من ٦٠ إلى ١٨٠ دقيقة في جميع المعاملات المستعملة في الدراسة.

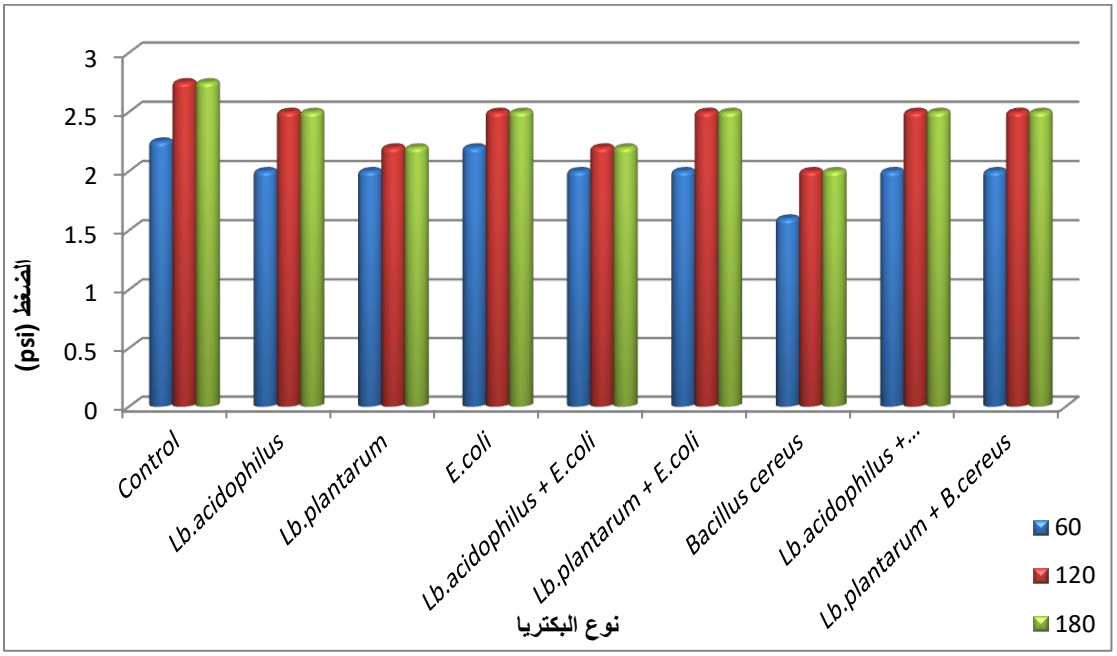


الشكل (١): مستوى ضغط غاز التخمر في عجينة الحنطة

كما أن أقل قيم من ضغط الغاز الناتج عن التخمر كان في حالة معاملة إضافة بكتريا *B. cereus* التي كانت عند ١.٨ psiمقارنة مع قيمة ضغط الغاز في المجموعة الضابطة التي كانت ٢.٢٥ psi . وان زيادة مدة التخمر إلى ١٨٠ دقيقة سبب في زيادة قيم ضغط الغاز وكانت ذات قيم مرتفعة معنوياً في جميع المعاملات التي تراوحت بين ٣.٦ إلى ٥.٠ psi مقارنة مع قيمتها في مجموعة الضابطة التي كانت قيمتها ٣.٧٥ psi .

كما تشير النتائج المتعلقة في بيان قيم قوة الغاز في عجينة الشوفان بعد مدد التخمير المعتمدة في الشكل (٢) أنه لا يوجد فروقات معنوية في قيم ضغط غاز التخمر لعجينة الشوفان ولكل المعاملات، وقد تراوحت قيم قوة الغاز بين ١.٦ إلى ٢.٢٥ psi لجميع عينات المعاملات المستعملة في الدراسة التي لم تختلف معنوياً فيما بينها، وأن قيم قوة الغاز قد ازدادت مع زيادة مدة التخمر إلى ١٢٠ دقيقة إذ تراوحت قيمها بين٢.٠ إلى ٢.٧٥ psi التي لم تختلف أيضاً فيما بينها معنوياً في جميع المعاملات التي أجريت على عجينة الشوفان.

كما أن إنتاج الغاز قد توقف تماما بعد نهاية الساعة الثانية وربما يرجع ذلك إلى توقف نشاط الخميرة في عجينة الشوفان في المدة ١٢٠ دقيقة وهذا يتفق مع ما ذكره Oomah (١٩٨٣). ولم يكن هناك أي تغيير يذكر في مدة التخمر عند ١٨٠ دقيقة.



الشكل (2): مستوى ضغط غاز التخمر في عجينة الشوفان

إن سبب زيادة معدل التخمر المعبر عنه بقوة الغاز هو بفعل زيادة نشاط الخميرة المسؤولة عن إنتاج إنزيم الأميليز ذو الفعالية في تخمير السكر وإنتاج غاز CO_2 ، إذْ إن كمية الغاز الناتجة تتناسب طردياً مع توفر العوامل المستعملة في إنتاجه ونشاط الخميرة (فهمي، ٢٠٠٢).

المصادر:

الشمري، هاني صبار عايد (2016). إنتاج خبز وظيفي بأضافة بعض انواع المعززات الحيوية ودراسة خواصه النوعية والتغذوية.

فضل، جلال أحمد سعيد (2000). العلاقة بين نوعية بعض أصناف الحنطة العراقية وعوامل الجودة. رسالة دكتوراه مقدمة إلى كلية الزراعة – جامعة بغداد.

فهمي، عدنان شفيق (2002). الخبز (عمود الحياة) والحنطة أساس هذا العمود. مجلة الصناعات الغذائية،العدد 3-4 لسنة 2002 ص .70-72.

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

Aureli P, Capurso L, Castellazzi AM, Clerici M, Giovannini M, Morelli L, Poli A,Pregliasco F, Salvini F, Zuccotti (2011). Probiotics And Health: An Evidence-based Review. Pharmacol. res. 63: 366-376.

Barinov A, Bolotin A, Langella P, Maguin E, Van De Guchte M (2011). Genomics of The Genus Lactobacillus. In: Sonomoto K, Yokota A, editors. Lactic Acid

Bacteria and Bifidobacteria: Current Progress in Advanced Research. Caister Academic Press, Portland, USA.

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.

Dixit.G, Samarth. D, Tale. V, and Bhadekar, R.. (2013). comparative studies on potential probiotic characteristics of lactobacillus acidophilus strains. EurAsian Journal of BioSciences, 7: 1-9

Egan, H.; Kirk, R., and Sawyer, R. (1998). Pearson's Chemical Analysis of Foods 8th ed., Longman Scientific & Technical 591 pp.

Ekstrand, B., Gangby, I.; Akesson, G., Stollman, U.; Lingnert, H. and Dahl. S. (1993). Lipase activity and development of rancidity in oats and oat products related to heat treatment during processing, J. Cereal Sci. 17:247–254.

Hammes WP, and Ganzle MG.(1998). Sourdough breads and related products. In: Woods BJB, ed. Microbiology of Fermented Foods Vol. 1.London: Blackie Academic/Professional; 199-216.

Hansen, A. and Schieberle, P. (2005). Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. Trends Food Sci. Tech. 1-10.

health benefits of flours from different oat lines. Graduate Theses and Dissertations. Paper 11303. Iowa State University.

MacRitchie, F. (1984). Baking quality of wheat flour. Advaces in Food Research 29: 201-277.

Muehlbauer, F. and Tullu, A. (1997). Vicia faba L. center of New crops and plant products. purdue University.

Oomah, B.D. (1983). Baking and Related Properties of Wheat – Oat Composite flours. Cereal Chem. 60(3): 220 – 225.

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

Požrl, T.; Kopjar, M.; Kurent, I.; Hribar, J. Janeš, A. and Simčič, M. (2009). Phytate Degradation during Breadmaking: The

Henry. R. J., and Kettlewell, P.S (1996). Cereal grain quality. 1st ed. London UK. Chapman and Hall.

Khatkar. B. S. (2005). Dynamic rheolgical properties and breadmaking qualities of wheat gluten: effects of urea and dithiothreitol. J. Sci. Food Agric. 85: 337-341.

Knac, E., and Knac, G. (2004). Quality and yield losses due to sunn pest (*Hemiptera*: Scutelleridae) in different wheat types in Turkey. Field Crops Research, 89: 2/3 : 187-195.

Leman, P., Goesaert. H. and J. A. Delcour (2009). Residual amylopectin structures of amylase-treated wheat starch slurries reflect amylose mode of action. Food Hydrocolloids. 23: 153–164.

Liu, Y., (2010). Beta-glucan effects on pasting properties and potential

Influence of Flour Type and Breadmaking Procedures. Czech J. Food Sci., 27: 29–38.

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

Soliman A.H.S, Sharoba A.M, Bahalh.E.M, Soliman A.S. and Radi O.M.M, (2015). Evaluation of lactobacillus acidophilus, lactobacillus casi and lactobacillus plantarum for probiotic characteristics. Meddle East. J. Agric. Res, 5(1): 10-18.