تأثير بعض المضافات الغذائية في النمو الميكروبي لبعض أنواع البادئات المستخدمة في تصنيع اللحوم المتخمرة

عبد الحكيم عزيزية[1] و صباح يازجي[1] و شادي الأحمد[2]

الملخّص

هدف البحث إلى دراسة أثر التضاد بين ثلاثة أنواع من البادئات التجارية المستخدمة في صناعة اللحوم المتخمرة وتراكيز مختلفة من النتريت وملح الطعام وحمض اللبن والفلفل الأسود كل على حدة لبيان أثرها في تثبيط النمو الميكروبي. احتوى البادئ الأول على خليط بكتيريا *Staphylococcus carnosus* وبكتيريا *Staphylococcus vitulinus*، واحتوى البادئ الثاني على خليط من بكتيريا *Lactococcus lactis* و*Lactobacillus sakei*، في حين احتوى البادئ الثالث على خليط من بكتيريا *Lactococcus lactis* و*Lactobacillus sakei* و*Staphylococcus carnosus* و*Staphylococcus xylosus*. حضرت أربعة تراكيز من كل مضاف غذائي كلٌّ على حدة. قدر تأثير هذه المضافات في النمو الميكروبي بمقارنة التعداد الكلي للبكتيريا بوجود المضاف مع التعدادها بغياب المضاف ذاته. أظهر التحليل الاحصائي باستخدام تحليل التباين واختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 0.05 أن حمض اللبن كان الأكثر تأثيراً في النمو الميكروبي للبادئات، وظهرت الفروق المعنوية بين التراكيز المستخدمة جميعها، في حين لم تؤثر المضافات الأخرى عند 100 ppm للنتريت و1-3 % للملح و0.1-0.4 % للفلفل الأسود، اعتمدت هذه النسب في تحضير منتجات اللحوم المتخمرة.

الكلمات المفتاحية: بادئات، النمو الميكروبي، التضاد الميكروبي، مضافات غذائية، حمض اللبن، سورية.

[1] أستاذ، [2] قائم بالأعمال، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة. ص.ب.30621 جامعة دمشق، سورية.

The effect of some food additives in the microbial growth of some starter cultures used in the manufacturing of fermented meat

Azizieh, A[(1)], S. Yaziji[(1)] and S. Al-ahmad[(2)]

Abstract

The research aimed to study the contrast between three commercial starter cultures used in the manufacturing of fermented meat and different concentrations of nitrite, salt, lactic acid and black pepper all alone on the impact of inhibition of the microbial growth. The first starter culture contained a mixture of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus vitulinus,* and the second one contained *Lactococcus lactis* and *Lactobacillus sakei* while the third one contained *Lactococcus lactis, Lactobacillus sakei, Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus xylosus*. Four concentrations of each additive were individually prepared and the inhibition activity on the microbial growth was estimated by comparing the total microbial counts with and without the addition of the same additive. Analysis of variance and least significant difference (LSD) test at P<0.05 showed that the lactic acid was the most influential on the microbial growth of starter cultures, and significant differences were also detected between the used concentrations of lactic acid, while no significant effect was observed when 100 ppm of nitrite, 1-3% of salt and 0.1-0.4% for black pepper were used. Consequently, the previously mentioned concentrations could be applied in the manufacturing of fermented meats.

Keywords: Starter cultures, Microbial growth, Inhibition, Food additives, Lactic acid.

[(1)]Professor, [(2)] Engineer, Dep. Food Sci., Fac. Agric., P. O. box. 30621, University of Damascus, Syria.

المقدمة

استخدمت عملية التخمير بهدف إطالة مدة حفظ الأغذية وإعطائها نكهات محببة تختلف بتنوع الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن التخمير والمادة الخام المتخمرة، كتخمرات الألبان التي تجري لسكر اللاكتوز باستخدام بادئات أهمها: *Lactobacillus bulgaricus* و*Streptococcus thermophilus*، وتخمرات صناعة المخللات باستخدام بكتيريا *Acitobacter* و*Gluconoacetobacter*، وتخمرات اللحوم التي تجري باستخدام بادئات تجارية تحاكي البكتيريا النافعة الموجودة طبيعياً في اللحم.

أدخلت البادئات التجارية في صناعة اللحوم أول مرة عام 1958 (Rust، 2004)، وأسهم انتشارها في الحصول على منتجات أكثر تجانساً مقارنة بالتخمر التقليدي (Pond وزملاؤه، 2001).

تؤدي البادئات البكتيرية إلى زيادة الحموضة وتعزيز لون المنتج والحد من التزنخ الإنزيمي للدهن وتطوير النكهة والطعم وتحسين قوام المنتج المتخمر (Heinz وHautzinger، 2007). تتغذى البكتريا المستخدمة كبادئات في أثناء عملية تخمير السجق على الكربوهيدرات منتجةً حمض اللبن وكميات قليلة من مواد أخرى تمنع نمو بكتريا الفساد والبكتريا الممرضة (Anon، 2010).

تصنف البادئات المستخدمة في صناعة اللحوم المتخمرة إلى بادئات منتجة لحمض اللبن مثل البادئات المكونة من بكتيريا *Lactobacillus* و*Pediococcus*، وبادئات تثبيت اللون وتشكيل النكهة كبكتيريا عائلة *Micrococcaceae* ومنها *Staphylococcus*، وبادئات تغطية السطح التي تضم بعض أنواع الخمائر والفطور وبادئات الحماية الحيوية المنتجة للبكتريوسينات (Anon، 2010؛ Vej، 2010). يجب أن تكون هذه البادئات من أنواع البكتريا نفسها الموجودة طبيعياً في اللحم حتى تستطيع التكيف مع بيئته ومنافسة الأحياء الدقيقة الموجودة فيه والقيام بالنشاط الحيوي بالشكل الأمثل (Leroy وزملاؤه، 2006؛ Lebert وزملاؤه، 2007).

تعدُّ سلالات *Lactobacillus sakei*، *L. curvatus* من أكثر البادئات استعمالاً في تحضير السجق المتخمِّر الخام الأوروبي (Jessen، 1995). إذْ تُخمَّر بدرجة حرارة 18 -23°س، وخلال ذلك تقوم هذه السلالات بالسيطرة على نمو البكتيريا الطبيعية الموجودة في اللحم (Hammes وزملاؤه، 1990؛ Hugas وزملاؤه، 1993).

بيّن Lücke (1994) وVerplaetse (1994) وHammes وKnauf (1994) أن بكتريا *Staphylococcus carnosus* و*S. xylosus* من أكثر البادئات أهمية في تخمير السجق ولاسيَّما عند إجراء التخمير خلال مدة طويلة وعلى درجة حرارة منخفضة بسبب قدرتها

على تأخير التزنخ، فضلاً عن اختزال النترات لإعطاء اللون وتحسين النكهة بفعل التحلل البروتيني.

يعدُّ التمليح من طرائق الحفظ الرخيصة التي تعطي منتجات ذات نوعية وقيمة غذائية معقولة ومدة تخزين طويلة (Berkel وزملاؤه، 2001). يؤدي الملح دوراً مهماً في إعطاء الطعم والنكهة المرغوب فيها في الأغذية (سمينة وسفر، 2004)، ويثبط التركيز المرتفع منه الأحياء الدقيقة من خلال تشكيل شوارد الكلور السامة وخفض قابلية الأوكسجين للانحلال في الأوساط السائلة، فضلاً عن سحب الماء من الغذاء (Vej، 2010). ويمكن أن يعمل الملح -في بعض الأحيان- على تشجيع نمو بعض أنواع البكتريا المحبة للملوحة؛ وذلك عند استخدامه بتراكيز معينة كما في صناعة المخللات (سمينة وسفر، 2004).

يضاف نتريت أو نترات الصوديوم بنسبة قليلة جداً 100 -200 ppm للمحافظة على ثبات لون اللحم المملح، إذْ تعمل كمواد حافظة ومانعة للأكسدة مكسبة المنتج اللون الأحمر الوردي الثابت (عزيزية، 1995). يؤدي النتريت العديد من الوظائف المهمة في مصنعات اللحوم من أهمها تأثيره المضاد للسموم البكتيرية ولاسيَّما السموم البوتولينية المفرزة من بكتريا *Clostridium botulinum* (Sofos وزملاؤه، 1979)، وتثبيط نمو الأحياء الدقيقة الخضرية من خلال تأثيره في استقلاب الكبريت ومجموعات الألفا أمين للأحماض الأمينية، (سمينة وسفر، 2004)، كما يؤثر استعمال مزيج NO_2/NO_3 في الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن التخمر مؤدياً إلى إطالة مدة التخمر (Vej، 2010)، لذلك لا يستخدم النتريت عند تحضير أنواع السجق سريعة التخمر (Anon، 2010).

تضاف البهارات والتوابل بهدف تحسين الطعم والنكهة والرائحة المميزة لكل صنف من المنتجات المصنعة، لذلك بكميات ونوعيات مختلفة تبعاً للذوق السائد في المنطقة وأهمها الفلفل بنوعيه الأبيض والأسود (عزيزية، 1995). يمكن أن تؤدي التوابل إلى تنشيط تثبيط الكائنات الحية الدقيقة أو تثبيطها، ولذلك قد تسرع أو تبطئ عملية انخفاض الـ pH (Vej، 2010). يعمل الفلفل الأبيض على إعطاء الوظائف نفسها التي يؤديها الفلفل الأسود؛ إلا أنَّه يستخدم للتقليل من التأثير اللوني الذي يسببه الفلفل الأسود في المنتج (Frederick، 1990). وله دور مهم في التثبيط الميكروبي ولاسيَّما المستخلصات الزيتية لاحتوائه على الـ piperine، كما يمتلك بعض الخواص المضادة لأكسدة الدهون (Milbourne، 1987).

الأهـداف

نظراً إلى أهمية نشاط البادئات في صناعة اللحوم المتخمرة ودورها المهم في تطوير الخصائص الحسية للمنتج ولعدم توافر دراسات عن التضاد الميكروبي للبادئات مع المضافات الغذائية المستخدمة في صناعة اللحوم هدفت الدراسة إلى الآتي:

1. دراسة تأثير تراكيز مختلفة من الملح والنتريت والبهارات وحمض اللبن في البادئات الميكروبية المستخدمة في تخمير السجق كل على حدة.
2. تحديد النسبة المناسبة من المضافات التي تحقق أفضل نشاط تخمري في عملية التصنيع.

مواد البحث وطرائقه

البادئات:

أجري البحث باستخدام ثلاثة أنواع من البادئات التجارية المستخدمة في صناعة السجق المتخمر جرى استيرادها من شركة Danisco الدنمركية، احتوى البادئ الأول على خليط من بكتريا *Staphylococcus carnosus, Staphylococcus vitulinus*، والبادئ الثاني على خليط من بكتيريا*Lactococcus lactis, Lactobacillus sakei*، في حين احتوى البادئ الثالث على خليط من بكتيريا *Lactococcus lactis, Lactobacillus sakei, Staphylococcus carnosus Staphylococcus xylosus*. تمثل البادئات المستخدمة الأنواع الأكثر انتشاراً في تصنيع منتجات اللحوم المتخمرة، ومن ثمَّ يمكن من خلال هذه الدراسة أخذ صورة واضحة عن تأثر أشهر البادئات المستخدمة في هذا المجال بأهم المضافات الغذائية المستخدمة.

المواد المضافة:

شملت المواد المضافة كلاً من نتريت الصوديوم وملح الطعام والفلفل الأسود التي تم الحصول عليها من السوق المحلية لمدينة دمشق، أما حمض اللبن (ماركة Scharlau اسباني) بنقاوة 95-99 % فقد تم الحصول عليه من السوق المتخصصة بالمواد المخبرية.

تحضير المواد المضافة:

حضرت أربع عبوات تحتوي كل منها على 100 مل من بيئة العد الكلي (PCA) وأضيف إليها 5، 10، 15، 20 ملغ من نتريت الصوديوم على التوالي للحصول على بيئات تحتوي أربعة تراكيز من النتريت 50، 100، 150، 200 ppm، وهي تمثل النسب المسموح إضافتها إلى منتجات اللحوم تبعاً للمواصفة القياسية السورية، ثم عقمت هذه المحاليل بالاوتوغلاف على درجة حرارة 121ْم مدة 15 دقيقة.

كما حضرت أربعة عبوات أخرى تحتوي كل منها على 100 مل من بيئة PCA المضاف اليها 1، 2، 3، 4 غ من كلور الصوديوم على التوالي للحصول على بيئات تحتوي أربعة تراكيز ملحية بتركيز 1، 2، 3، 4 % على التوالي، ثم عقمت هذه المحاليل بالاوتوغلاف بحرارة 121ْم مدة 15 دقيقة.

عُقِّم مسحوق الفلفل الأسود بوضعه في عبوة زجاجية بالاوتوغلاف بحرارة 121°س مدة 15 دقيقة، وحفظ إلى حين إجراء تجربة التضاد الميكروبي. وهذه الخطوة ضرورية

لمنع ظهور نموات ميكروبية غير عائدة للبادئات ناتجة عن الفلفل مع أنّها قد تؤثر في نشاطه وفعاليته المضادة للميكروبات، إذْ تشير الدراسات إلى أنَّ الغرام من الفلفل الأسود يمكن أن يحتوي على 10^8 خلية ميكروبية (Brennan، 2006).

كما حضرت أربعة محاليل من حمض اللبن ذات pH يعادل 4.6، 4.8، 5.0، 5.2 بتخفيف حمض اللبن المركز باستخدام ماء مقطر معقم، وحفظت هذه المحاليل إلى حين إجراء تجربة التضاد الميكروبي. علماً بأن التراكيز المستخدمة جميعها حضرت بناء على كمية استخدامها الحقيقة في التصنيع مع أخذ قيم أعلى وأخرى أدنى لغايات المقارنة العلمية. في حين اعتُمدت تراكيز الحمض بناء على قدرتها على خفض الرقم الهيدروجيني الذي يعدُّ أحد أهم محددات نمو هذه البادئات.

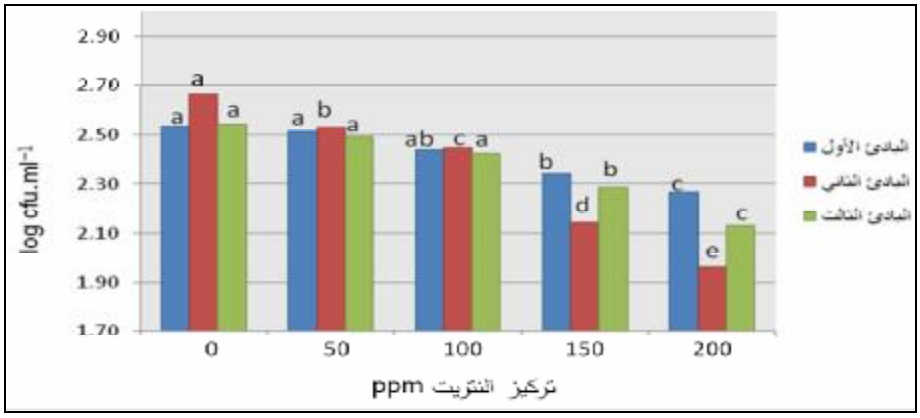
اختبار التضاد الميكروبي: اعتمدت طريقة التعداد الكلي لكل من البادئات مع إضافة المواد المدروسة أو من دونها إذْ يعبّر الانخفاض في التعداد الكلي للبادئ المعين عند إضافة إحدى المضافات الغذائية المدروسة عن مقدار تثبيط نمو البادئ من قبل هذا المضاف. أجريت في البداية عملية تنشيط لجزء بسيط مأخوذ برأس سكين معقم من كل بادئ ضمن أنبوب يحتوي 9 مل من بيئة Brain Hart Infusion broth (BHI broth) وحضن في درجة حرارة الغرفة مدة 15 دقيقة، ثم حضرت عدة تخفيفات من البادئ الأم باستخدام أنابيب يحتوي كل منها على 9 مل من بيئة (BHI broth)، ومن ثم زرعت على بيئة Plate count agar، وحضنت على درجة حرارة 37°س مدة 48 ساعة، وأُعيدت التجربة غير مرة حتى تم الوصول إلى التخفيف المناسب القابل للعدّ على الأطباق. حضرت عدة أنابيب من التخفيف المناسب وأخذ 1 مل منه إلى 9 أطباق بتري فارغة (1 مل/ طبق). أضيف إلى كلّ طبق من الأطباق الأربعة الأولى بيئة Plate count agar (PCA) تحتوي على نتريت الصوديوم بتركيز 50 و100 و150 و200 ppm على التوالي. أضيف إلى الأطباق 5 إلى 8 بيئة (PCA) تحتوي على الملح بتركيز 0.5 و1.0 و1.5 و2.0 % على التوالي. وأضيف إلى الطبق 9 بيئة (PCA) دون أي إضافات كشاهد. كما أضيف إلى أربعة أنابيب من التخفيف المناسب مسحوق فلفل أسود معقم بنسبة 0.1 و0.2 و0.3 و0.4 % على التوالي، أخذ 1 مل من كل أنبوب إلى طبق بتري فارغ. وأضيف إلى أربعة أنابيب أخرى حمض لبن حتى الوصول إلى pH يعادل 5.2 و5.0 و4.8 و4.6 في الأنابيب الأربعة على التوالي، ثم أُضيفت بيئة (PCA) إلى الأطباق. طبقت الدراسة باستخدام ثلاثة مكررات لكل بادئ مع كل تركيز من المواد المدروسة. لعدّ بكتيريا البادئ حضنت الأطباق في درجة حرارة 37°س مدة 48 ساعة (Theivendran وزملاؤه، 2006).

التحليل الاحصائي: قُرئت النتائج وعُدّت الأحياء الدقيقة بعمل ثلاثة مكررات لكل تجربة. وحُلّلتِ النتائج باستخدام تحليل التباين (ANOVA) للمعاملات وحُسبت قيمة أقل

فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 0.05 باستخدام برنامج SPSS الإصدار 16، كما حُلّلت كتجربة عاملية بتصميم متداخل Nested Design بالاعتماد على نموذج General Linear Model على مستوى ثقة ($p<0.05$) بواقع ثلاث بادئات وأربع مواد مضافة وخمسة تراكيز لكل مضاف لتحديد المضاف الأكثر تأثيراً في البادئات المستخدمة في تخمير السجق (Sheridan و Lyndall، 2001).

النتائج والمناقشة

نتائج التضاد بين النتريت والبادئات الميكروبية: يبيّن الشكل (1) نتائج التضاد في نمو البادئات الميكروبية ضمن التراكيز المستخدمة من نتريت الصوديوم. حيث أظهرت النتائج وجود تناسب طردي بين التثبيط الميكروبي لكل البادئات وزيادة تركيز النتريت، حيث انخفضت أعداد بكتريا البادئات 1، 2، 3 من 2.54، 2.66، 2.55 $\log cfu.ml^{-1}$ على التوالي في الشاهد الذي لا يحتوي على النتريت إلى 2.26، 1.96، 2.13 $\log cfu.ml^{-1}$ على التوالي في الأطباق التي احتوت على 200 ppm من النتريت وهذه النتيجة طبيعية نظراً لفعل النتريت كمادة حافظة، وظهر هذا التثبيط بشكل واضح في البادئ الثاني بانخفاض في العدد الميكروبي** وصل إلى 2.57 $\log cfu.ml^{-1}$ وهذا يتوافق مع (Scannell وزملاؤه، 2001) تلاه البادئ الثالث بانخفاض 2.34 $\log cfu.ml^{-1}$ ثم الأول بانخفاض 2.20 $\log cfu.ml^{-1}$ عند 200 ppm من النتريت المضاف، وهذا يدلُّ على أن البادئات التي تحتوي على بكتريا حمض اللبن تأثرت بشكل أكبر مقارنة ببكتريا *Staphylococcus spp.* المدروسة.

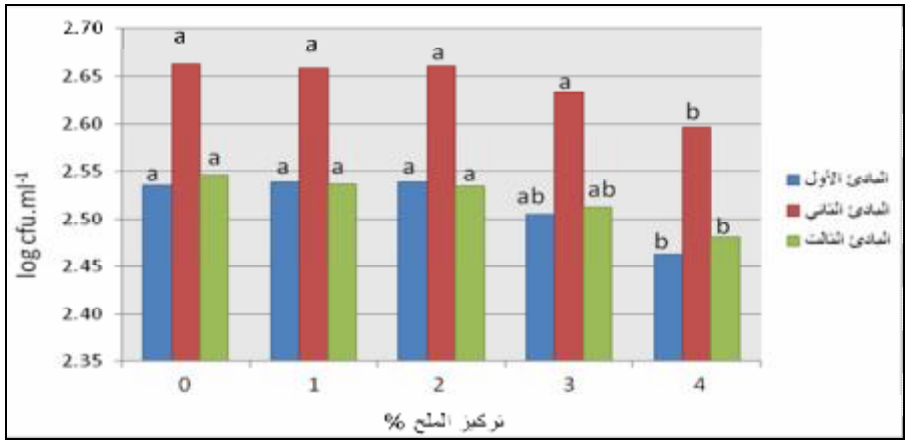


الشكل (1) نتائج التضاد بين تركيز النتريت والبادئات الميكروبية

* العدد يشير إلى لغ (عدد الخلايا النامية في الشاهد – عدد الخلايا النامية عند التركيز المطلوب)

في حين أن التراكيز المنخفضة من النتريت حتى 100 ppm من النتريت لــم تــؤثر معنوياً في تثبيط البادئات 1، 3 إذْ لم يتجاوز الانخفاض في العدد الميكروبــي 1.83، log cfu.ml^{-1} 1.93 على التوالي في حين تأثر البادئ الثاني معنوياً عند التراكيز المنخفــضة بانخفاض وصل الى log cfu.ml^{-1} 2.25 عند 100 ppm و log cfu.ml^{-1} 2.08 عنــد 50 ppm من النتـــــريت المضاف، وهذا يدل على شدة تأثر البادئ الثاني بالنتريــت حتــى بالتراكيز المنخــفضة إلا أنَّه يمكن استخدام هذا البادئ عند هذه التراكيز كونها أقل تأثيراً بالمقارنة بالتراكيز المرتفعة إلا أنه من المهم عند تحديد النسبة الفُضلى لاســتخدامها فــي التصنيع الأخذ بالحسبان تحقيق أهداف استخدام النتريت الأخرى كإعطاء لونٍ مميز للمنتج النهائي. ويمكن استنتاج أن استخدام التراكيز المرتفعة من النتريت سيؤثر سلباً في عمليــة التخمر؛ وهذا يتوافق مع (Vej، 2010) ممَّا سوف يؤدي إلى انخفاض درجة pH السجق ببطء في أثناء عملية التخمر، لذلك يُستخدم غالباً النتريت في السجق بطيء التخمــر، ولا يستخدم في السجق سريع التخمر (Anon، 2010).

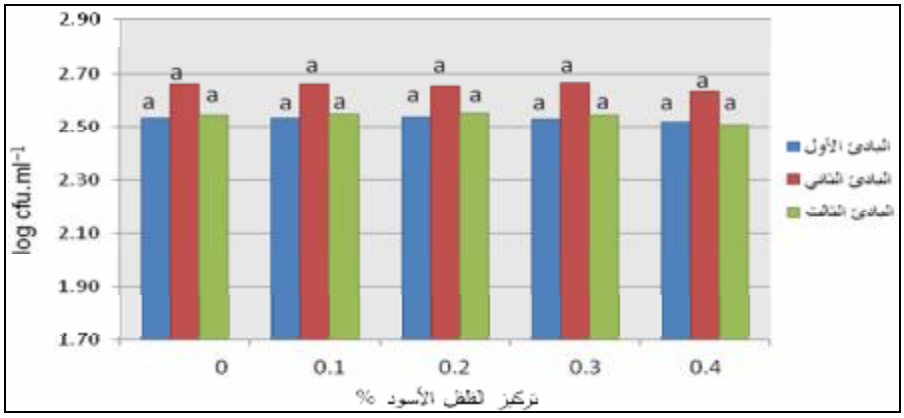
نتائج التضاد بين الملح والبادئات الميكروبية: يبيّن الشكل (2) نتائج التضاد في نمــو البادئات الميكروبية ضمن التراكيز المستخدمة من الملح. حيث تبين عــدم وجــود فــرق معنوي في التعداد الميكروبي لكل البادئات في الشاهد والتعداد الميكروبي البادئــات عنــد التركيزين الأول والثاني والثالث من الملح، وهي ضمن مجال تراكيز الملح المستخدمة في مصنعات اللحوم التي تراوح بين 1.5 - 3 % (Heinz وHautzinger، 2007). ظهر فرق معنوي عند التركيز الرابع وكان تأثر البادئ الثاني عند هذا التركيز أعلى نسبياً بانخفاض وصل إلى log cfu.ml^{-1} 1.81 مقارنة بالبادئين الأول والثالث الذي وصــل الانخفــاض عندهما الى log cfu.ml^{-1} 1.72، 2.70 على التوالي. ويمكن الاستدلال من ذلــك علــى ضرورة الانتباه لمستويات الملح المضافة في صناعة السجق المتخمر والعمل على إبقائها ضمن النسب المسموحة لتفادي إعاقة عمل البادئات في أثناء عملية التخمر. تجدر الإشارة إلى أنَّ التركيز 4 % لا يضاف بشكل مباشر في مصنعات اللحوم إلا أنّ نسبة الملح يمكن أن تصل إلى هذا التركيز في مصنعات الحوم الجافة إلا أنّها لا تــشكل خطــورة علــى البادئات كون عملية التخمير تنتهي قبل البدء بعملية تجفيف المنتج (Brennan، 2006).



الشكل (2) نتائج التضاد بين تركيز الملح والبادئات الميكروبية.

نتائج التضاد بين الفلفل الأسود والبادئات الميكروبية:

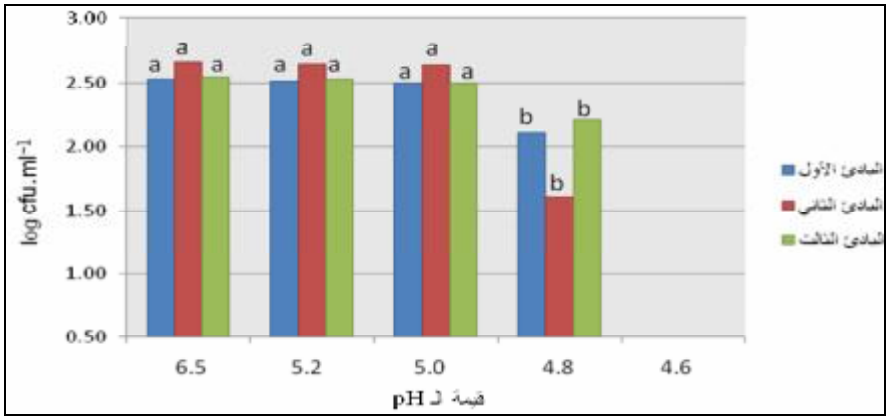
يبيّن الشكل (3) نتائج التضاد في نمو البادئات الميكروبية ضمن التراكيز المستخدمة من الفلفل الأسود. إذْ تبين النتائج عدم وجود فروق معنوية في التعداد الميكروبي لجميع البادئات للشاهد والتعداد الميكروبي البادئات مع التراكيز الأربعة المختبرة من الفلفل الأسود حيث لم يتجاوز انخفاض العدد الميكروبي 1.08، 1.48، 1.48 $\log cfu.ml^{-1}$ للبادئات 1، 2، 3 على التوالي عند التركيز 0.4 % مما يعني عدم وجود أي فعل تثبيطي للفلفل الأسود تجاه هذه البادئات ضمن الشروط المستخدمة في هذه التجربة وإمكانية استخدام أي من هذه التراكيز في صناعة السجق المتخمر دون القلق من أثرها السلبي على عملية التخمر مع ضرورة مراعاة العوامل الأخرى المتعلقة بهذه الإضافة كاللون والنكهة. وتشير الدراسات أن البهارات ومنها الفلفل الأسود قليلة التأثير على التثبيط الميكروبي في العديد من منتجات اللحوم لانخفاض تراكيزها المستخدمة (Brennan، 2006) ولاسيَّما عند استخدامها بشكل مطحون مقارنة باستخدام مستخلصاتها الزيتية (Milbourne، 1987).



الشكل (3) نتائج التضاد بين تركيز الفلفل الأسود والبادئات الميكروبية.

نتائج التضاد بين حمض اللبن والبادئات الميكروبية:

يبيّن الشكل (4) نتائج التضاد بين تراكيز حمض اللبن معبراً عنها كرقم pH والبادئات الميكروبية. حيث تبين عدم وجود فرق معنوي بين العدد الميكروبي للشاهد والعدد الميكروبي للبادئات عند قيمتي الـ pH 5.2 و5.0 حيث انخفضت اعداد بكتريا البادئات 1، 2، 3 من 2.54، 2.66، 2.55 $\log cfu.ml^{-1}$ في انبوب الشاهد الذي لم يضف إليه حمض اللبن إلى 2.50، 2.64، 2.51 $\log cfu.ml^{-1}$ على التوالي في الأنابيب التي ضبطت عند قيمة pH 5.0 وظهرت الفروق المعنوية عند وصول الـ pH إلى القيمة 4.8 والتي حدث بعدها انخفاض واضح في التعداد الميكروبي إلى جميع البادئات وبشكل خاص البادئ الثاني إذْ بلغ انخفاض العدد الميكروبي 2.62 $\log cfu.ml^{-1}$ في حين كان 2.33، 2.27 $\log cfu.ml^{-1}$ للبادئين الثالث والأول على التوالي. في حين لم تظهر أي نموات لبكتريا البادئ عند وصول الـ pH إلى القيمة 4.6 وهذا يبيّن وجود فرق معنوي عالٍ في التعداد الميكروبي

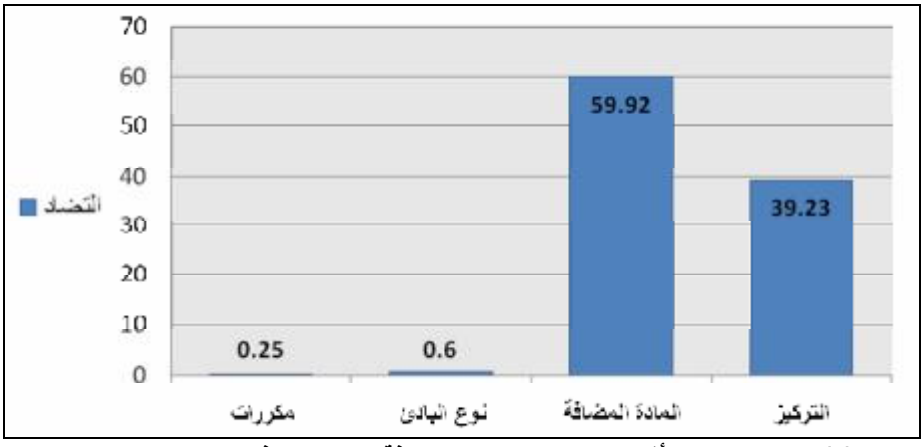


الشكل (4) نتائج التضاد بين قيمة الحموضة والبادئات الميكروبية

لجميع البادئات وهذه القيمة لرقم الحموضة. مما يشير إلى التأثر الكبير للبادئات الميكروبية عند هذه القيمة من الـ pH وهذا يوافق Brennan(2006). يمكن أن نستنتج من ذلك ضرورة تجنب رفع حموضة الخلطة المستخدمة في صناعة اللحوم المتخمرة بفعل إضافة بعض أنواع البهارات والمخللات.

توزع التباين لتأثير البادئات والمواد المضافة وتراكيزها في التضاد الميكروبي لبكتريا البادئ:

أظهرت النتائج (5) أن نسبة تأثير كل من نوع البادئ والمواد المضافة وتراكيزها في التضاد الميكروبي لبكتريا البادئ باستخدام تحليل Nested Design واستخدام اختبار F وتوزع التباين على مستوى ثقة 5% تأثر التضاد الميكروبي للبادئات بنوع المادة المضافة (نتريت، ملح، فلفل أسود، حمض اللبن) بشكل أكبر من تأثره بزيادة تركيز هذه المادة، ويظهر ذلك واضحاً من خلال المخطط (5-4) الذي يبين تأثر التضاد الميكروبي للبادئات بنسبة 59.92 % بنوع المادة المضافة بالمقابل تأثر التضاد الميكروبي للبادئات بنسبة 39.23 % بتركيز هذه المادة، وبمعنى آخر فإن 59.92 % من الاختلافات في التضاد الميكروبي لبكتريا البادئ عائدة لاختلاف نوع المادة المضافة في حين أن 39.23 % من هذه الاختلافات عائدة لزيادة تركيز هذه المواد، في حين لم يؤثر نوع البادئ في تباين التضاد الميكروبي لبكتريا البادئ حيث كان تأثيره محدود وصل إلى 0.6 % فقط.



الشكل (5) توزع التباين لتأثير البادئات والمواد المضافة وتراكيزها في التضاد الميكروبي لبكتريا البادئ.

وتبيّن أن نتائج التضاد الميكروبي أن قيمة الـ pH كانت الأكثر تأثيراً في البادئات الميكروبية وبالتالي فهي الأكثر تأثيراً في عملية التخمر في صناعة السجق المتخمر. في حين كان تأثير الملح والنتريت معنوي إلا أنّه أقل مقارنة بتأثير الحمض في البادئات ويزداد هذا التأثير بزيادة التركيز، ولم يؤثر الفلفل الأسود في النمو الميكروبي للبادئات. وذلك وفقاً لاختبار أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية أقل من 5%. بناءً على ذلك يمكن استخدام النسب الآتية: 100 ppm نتريت الصوديوم، 1-3% ملح، 0.1-0.4 % فلفل أسود في صناعة اللحوم المتخمرة لإعطاء المنتج الصفات الحسية والتكنولوجية المطلوبة دون القلق من تأثيرها في النمو الميكروبي للبادئات.

واستنتج أن للنتريت أثر تثبيطي متزايد على البادئات بزيادة التركيز المضاف للخلطة النهائية، ولم يكن للفلفل الأسود وللملح أي أثر تثبيطي عليها ويمكن استخدامه بحرية في صناعة اللحوم المتخمرة، مع مراعاة الصفات الحسية للمنتج. وأنّ رقم الحموضة أكثر العوامل تأثيراً في تثبيط البادئات، وعليه لا بدَّ من تجنب أي عامل يؤدي إلى رفع هذا الرقم في الخلطات النهائية.

ويُقترح بضرورد دراسة دور العوامل البيئية كدرجة الحرارة والرطوبة وغيرها في تثبيط نمو البادئات المختلفة، وأثر استخدام النسب المثالية من المضافات التي لم تثبط النشاط الميكروبي للبادئات على صفات المنتج النهائي وتقبله لدى المستهلك، وأثر عمل خلطات من المضافات المختلفة في تثبيط نمو البادئات.

References المراجع

سمينة، غياث وعادل سفر. 2004. المواد المضافة للأغذية، جامعة دمشق، ص: 114- 117.

عزيزية، عبد الحكيم. 1995. تصنيع منتجات الدواجن، جامعة دمشق، ص: 123- 127.

Anon. 2010. Starter Cultures for Making Fermented Sausages. Chr. Hansen starter cultures Report. Copenhagen, Denmark.

Berkel, B. M. V., B. V. D. Boogaard and C. Heijnen, 2004. Preservation of fish and meat. Digigrafi, Wageningen, Netherlands.

Brennan, J. G. 2006. Food Processing Handbook. Wiley-VCH Verlag, Wokingham, UK.

Frederick, K. R. 1990. Meat Curing. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. ANSI-3994-2.

Hammes, W. P., A. Bantleon and S. Min. 1990. Lactic acid bacteria in meat fermentation. FEMS Microbiol Lett, 87: 165- 174.

Hammes, W. P. and H. J. Knauf. 1994. Starters in the processing of meat products. Meat Science, 36: 155-168.

Heinz, G. and P. Hautzinger. 2007. Meat processing technology: for small- to medium-scale producers. FAO, Bangkok.

Hugas, M., M. Garriga, T. Aymerich and J. M. Monfort. 1993. Biochemical characterization of lactobacilli from dry fermented sausages. International Journal of food Microbiology, 18: 107-113.

Jessen, B. 1995. Starter cultures for meat fermentation. In: Campbell- Platt, G. and Cook, P.E. Fermented meats. Chapman & Hall, New York. 130-159.

Lebert, I., R. Talon and S. Leroy. 2007. Microbial ecosystems of traditional fermented meat products: The importance of indigenous starters. Meat Science, 77: 55-62.

Leroy, F., J. Verluyten. and L. De Vuyst. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. International Journal of Food Microbiology, 106: 270-285.

Lücke, F. K. 1994. Fermented meat products. Food Research International, 27: 299- 307.

Milbourne, K. 1987. The role of natural antioxidant in lipid oxidation. Food Science and Technology, 1: 171–172.

Pond, T. J., D. S.Wood, I. M. Mumin, S. Barbut and M. W. GriYths. 2001. Modeling the survival of Escherichia coli O157:H7 in uncooked semidry fermented sausage. Journal of Food Protection, 64: 759-766.

Rust, R. E. 2004. Dry and semidry sausage technology. Course notes, Iowa State University.

Scannell, A. G. M., C. Hill, R. P. Ross, G. Schwarz and E. K. Arendt. 2001. Effect of nitrite on a bacteriocinogenic Lactococcus lactis transconjugant in fermented sausage. European Food Research and Technology, 213: 48-52.

Sheridan, C. J. and S. G. Lyndall. 2001. SPSS Analysis without Anguish. Australia.

Sofos, J. N., F. F. Busta and C. F. Allen. 1979. Botulism control by nitrite and sorbate in cured meat: A review. Journal of Food Protection, 42: 9.

Theivendran, S., N. S. Hettiarachchy and M. G. Johnson. 2006. Inhibition of Listeria monocytogenes by Nisin Combined with Grape Seed Extract or Green Tea Extract in Soy Protein Film Coated on Turkey Frankfurters. Journal of Food Science, 71: 40-44.

Vej, E. R. 2010. Technical Memorandum. TEXEL Meat Cultures – maturation starters. www.danisco.com, Brabrand, Denmark.

Verplaetse, A. 1994. Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products. Proceedings of the 40th international congress on meat science and technology, The Hague, The Netherlands. 45-65.

Received	**2013/01/29**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2013/07/01**	**قبول البحث للنشر**