مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2014) المجلد (30) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 253-268

# أثر استخدام البادئات التجارية في صفات الجودة للسجق المتخمر المدخن نصف المجفف

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

## الملخَص

**هدف البحث إلى تصنيع السجق المتخمر المدخن نصف المجفف من دون بادئ باستخدام ثلاثة أنواع من البادئات، احتوى البادئ الأول على *Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus*، والبادئ الثاني على *Lactococcus lactis, Lactobacillus sakei*، في حين احتوى البادئ الثالث على البكتريا الموجودة في البادئين الأول والثاني. حُلّلت الخلطات ميكروبياً وكيميائياً بعد 0 و14 و28 يوماً وحسياً بعد 0 و7 و14 و21 و28 يوماً من التخزين المبرد بدرجة حرارة 5 °س بهدف دراسة صفات الجودة للسجق باختلاف البادئات واختيار المعاملة المثلى لتحديد أفضل منتج. أظهرت نتائج التحليل الميكروبي سيادة بكتريا حمض اللبن في السجق المتخمر قبل التدخين، ثم انخفضت بعد التدخين وعادت للظهور في الخلطات التي أضيفت إليها بادئات بكتريا حمض اللبن بعد أسبوع من التخزين ثم تناقصت تدريجياً حتى نهاية التخزين، في حين لم تظهر البكتريا الممرضة في الخلطات جميعها. كما بَيّنَ التحليل الكيميائي وجود فرق معنوي في الباهاء (الـ pH ) بين الشاهد والخلطات التي أضيفت إليها بادئات بكتريا حمض اللبن كما انخفضت الرطوبة في الخلطات جميعها مع تقدم التخزين، ترافق ذلك بارتفاع نسب البروتين والدهن والرماد. وأظهر التقييم الحسي للخلطات تفوق السجق المتخمر المصنع باستخدام البادئ الثالث الذي أعطى أفضل الصفات من حيث الطعم والرائحة واللون والقوام والمظهر العام.**

**الكلمات المفتاحية**: سجق متخمر، بادئات ميكروبية، صفات الجودة

[1] طالب ماجستير [2] أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، ص.ب. 30621 ، جامعة دمشق، سورية.

# The effect of commercial starter cultures on quality parameters of smoked fermented semi-dry sausage

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

## Abstract

**This study was conducted at the laboratory of Agriculture College, Damascus University to produce smoked fermented semi-dry sausages using three kinds of commercial starter cultures, First culture contained a *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus xylosus*, the second contained *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus sakei*, while the third one contained *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus xylosus*. All treatments were analyzed for microbial and sensory evaluation after 0, 7, 14, 21, and 28 days and for chemical parameters after 0, 14 and 28 days of cold storage at 5 C in order to choose the optimal treatment to determine the best product. Results of microbial analysis showed the sovereignty of lactic acid bacteria in fermented sausage before smoking and then decreased after smoking and reappeared in commercial starter culture containing lactic acid bacteria after that it was dropped gradually until the end of storage while the pathogenic bacteria did not appear in cultures. Chemical analysis showed significant effect in the pH number between control and treatments that had lactic acid bacteria starters. The sensory evaluation also showed superiority of the fermented sausage using the third starter and gave the best qualities in terms of taste, odor, color, texture and overall appearance.**

**Keywords:** Fermented sausages, Starter cultures, Quality parameters.

[(1)]Msc. Student,[(2)] Professors, Dep. Food Sci., Fac. Agric.. P. O. box. 30 621 Damascus Univ. Syria.

## المقدمة

عرفت صناعة اللحوم المفرومة والناعمة ومنها السجق منذ القرن الخامس قبل الميلاد وهي منتجات مرغوب فيها لدى المستهلك وتتعدد أنواعها بتعدد أذواق المستهلكين. يعدُّ السجق المتخمر أحد منتجات اللحوم الشائعة في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط. يتأثر قبولها من المستهلك بدرجة كبيرة بالنكهة النهائية التي تعتمد على العديد من العوامل كجودة اللحم الخام، ونوع الحيوان وسلالته، وظروف الإنتاج (تقليدية أو صناعية) والمواد المضافة والتوابل.

تتكون الميكروفلورا الطبيعية للسجق من الكائنات الحية الدقيقة المفيدة للتخمر، فضلاً عن الكائنات الحية الدقيقة المسببة للفساد، وقد تتضمن أيضاً بعض الكائنات الحية الدقيقة المسرضة (Lebert وزملاؤه، 2007). تؤدي بكتيريا حمض اللبن (LAB) دوراً مهماً في عملية إنضاج السجق المتخمر الخام إذْ تعدُّ سلالات *Lactobacillus sakei*، *L. curvatus*، *L. plantarum* و *L. pentosus* كثيرة الاستعمال كبادئات في السجق المتخمر الخام الأوروبي (Jessen و1995)، إذْ تقوم بالسيطرة على الميكروفلورا الموجودة طبيعياً في اللحم في أثناء عملية التخمر (Hugas وزملاؤه، 1993).

بقي السجق المتخمر ينتج تقليدياً في بعض مناطق العالم مدة طويلة، حيث تقوم البكتريا الموجودة طبيعياً في اللحم بعملية التخمر، إلا أن المنتج النهائي يمكن أن يأخذ رائحة وطعماً سيئاً (Aymerich وزملاؤه، 2003). وقد بَيّن Talon وزملاؤه (2004) في دراسة لـ 40 عينة من السجق المتخمر تقليدياً أن 12.5 % من هذه العينات ملوثة ببكتريا *L. monocytogenes* وأن 5 % منها تحتوي مستوى أعلى من 2 log/g. 2.5 % من العينات ملوثة ببكتريا *S. aureus* و2.5 % من المنتج النهائي يحتوي مستوى أعلى من 2.7 log/g. ووُجدت البكتريا المسببة للفساد *Pseudomonas* و*Enterobacteria* في معظم العينات وتفاوتت مستوياتها في المنتج النهائي بمعدل 3-4 log/g لكلا النوعين. أمّا بكتريا حمض اللبن فقد وجدت في العينات كلّها وقد زاد تركيزها مع تقدم عملية التخمر حتى وصل إلى 7-8 log/g.

استخدمت البادئات التجارية في تحضير السجق المتخمر أول مرة عام 1958 (Rust، 2004)، وأسهم انتشارها في الحصول على منتجات أكثر تجانساً (Pond وزملاؤه، 2001)، وأماناً ومطابقة للمواصفات والمعايير مقارنة بالتخمر التقليدي (Jessen، 1995؛Incze، 1998).

تؤدي البادئات البكتيرية إلى زيادة الحموضة وتعزيز لون المنتج والحد من التزنخ الأنزيمي للدهن وتطوير النكهة والطعم وتحسين قوام المنتج المتخمر (Heinz و Hautzinger، 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 السجق المتخمر إلى بادئات منتجة لحمض اللبن كتلك التابعة لبكتيريا *Lactobacillus* و*Pediococcus*، وبادئات تثبيت اللون وتشكيل النكهة كبكتيريا عائلة *Micrococcaceae* ومنها *Staphylococcus*، وبادئات تغطية السطح وتضم 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 ).

تعدُّ سلالات *Lactobacillus sakei*، *L. curvatus* من أكثر البادئات استعمالاً في تحضير السجق المتخمر الخام الأوروبي (Jessen، 1995). يُخمّر هذا السجق بدرجة حرارة 18-23 ْم خلال ذلك تقوم هذه السلالات بالسيطرة على البكتيريا الطبيعية الموجودة في اللحم (Hugas وزملاؤه، 1993).

تعدُّ بكتريا *Staphylococcus carnosus* و*S. xylosus* من أكثر البادئات أهمية في تخمير السجق وخاصةً عند إجراء التخمير خلال مدة طويلة وعلى درجة حرارة منخفضة بسبب قدرتها على تأخير التزنخ عند تحلل البيروكسيد، فضلاً عن اختزال النترات لإعطاء اللون وتحسين النكهة بفعل التحلل البروتيني (Verplaetse، 1994)، كما يمكن أن ينتج هذان النوعان ملحاً استرياً ومركبات عطرية مهمة أخرى، كما تتميّز بنشاط مرتفع لإنزيمي الكاتالاز ونترات ريدوكتاز مما يمنع تشكل نكهات رديئة (Montel وزملاؤه، 1998). وبيّنت عدة دراسات أن استعمال *Staphylococcus* بدلاً من بكتريا حمض اللبن يؤدي دوراً مهماً في تطوير الخصائص الحسية (نكهة وقوام ولون) في السجق المتخمر (Mauriello وزملاؤه، 2004 ؛Olesen وزملاؤه، 2004). فضلاً عن أن قدرتها على إنتاج مضادات مكروبية قد تحسن مدة حفظ المنتج وسلامته (Martin وزملاؤه، 2007).

يضيف التدخين نكهة خاصة إلى لسجق المتخمر (Anon، 2010). يدخن السجق بهدف بسترته وإطالة مدة حفظه فضلاً عن منحه نكهة مدخنة وتحسين مظهره، وتعمل بعض مكونات الدخان مثل الفورمألدهيد والكريوسات على تعديل مظهر السطح الخارجي للمنتج بمنحه لوناً مسمراً وإحداث تخثر في اللحم مما يؤثر أيضاً في قوام المنتج المدخن (Marchello و Garden-Robinson ، 1998).

**الأهداف**

هَدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام أنواع مختلفة من البادئات التجارية في تصنيع السجق المتخمر المدخن، وتحديد أفضل معاملة للحصول على أجود منتج من الناحية الميكروبية والكيميائية والحسية للخلطات، وتحديد مدة صلاحية المنتج من خلال تحديد الخواص الميكروبية والكيميائية والحسية للخلطات.

## مواد البحث وطرائقه

### 1- تحضير خلطات السجق المتخمر:

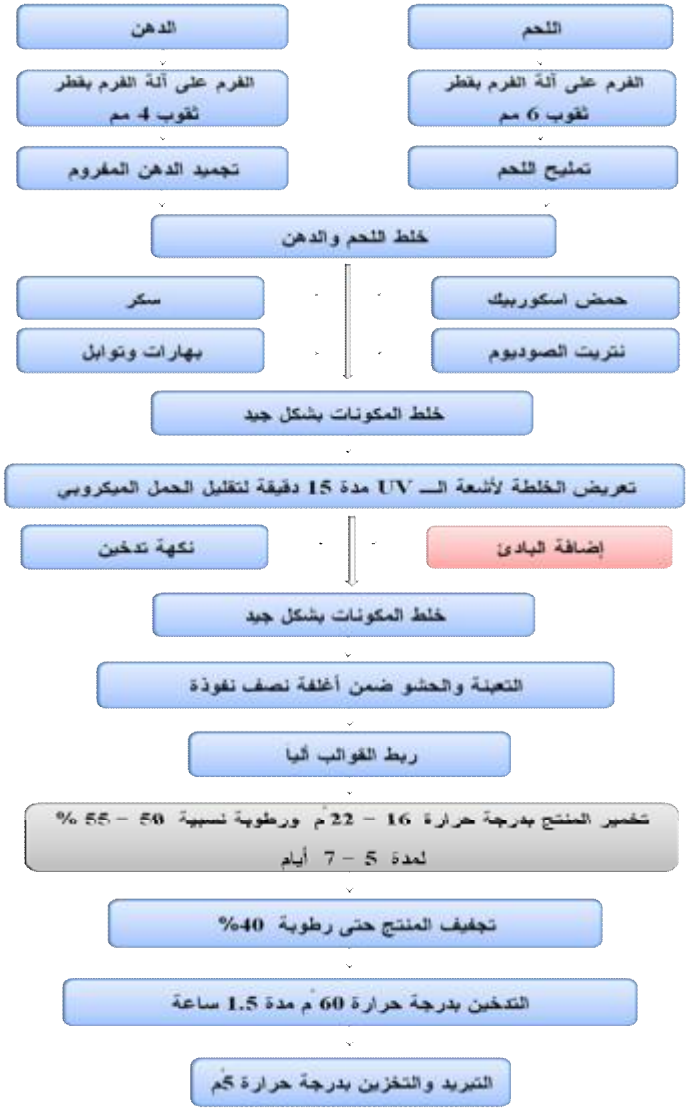
حضرت خلطات السجق المتخمر من لحم العجل ودهن البقر وبإضافة مواد مساعدة وثلاثة أنواع من البادئات، وهي موضّحة بالجدول (1).

**الجدول (1) المواد المستخدمة في صناعة السجق المتخمر المدخن.**

| | الخلطة (1) | الخلطة (2) | الخلطة (3) | الخلطة (4) |
|---|---|---|---|---|
| لحم عجل | 1250 غ | 1250 غ | 1250 غ | 1250 غ |
| دهن بقر | 375 غ | 375 غ | 375 غ | 375 غ |
| حمض الاسكوربيك | 100 ppm | 100 ppm | 100 ppm | 100 ppm |
| نتريت الصوديوم | 100 ppm | 100 ppm | 100 ppm | 100 ppm |
| ملح الطعام | 22.5 غ | 22.5 غ | 22.5 غ | 22.5 غ |
| توابل (فلفل أسود) | 4 غ | 4 غ | 4 غ | 4 غ |
| نكهة تدخين | 1.5 غ | 1.5 غ | 1.5 غ | 1.5 غ |
| سكر (دكستروز) | 15 غ | 15 غ | 15 غ | 15 غ |
| البادئ | من دون بادئ | بادئ 1 | بادئ 2 | بادئ 3 |

### 2- البادئات المستخدمة في صناعة السجق المتخمر:

أجري البحث باستخدام ثلاثة أنواع من البادئات المستخدمة في صناعة السجق المتخمر جرى استيرادها من شركة Danisco الدنمركية، احتوى البادئ الأول على خليط من بكتريا *Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus*، 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 أهم الأنواع المستخدمة في تصنيع السجق المتخمر، ومن ثمَّ يمكن من خلال هذه الدراسة أخذ صورة واضحة عن تأثير بادئات السجق المتخمر في الخصائص الميكروبية والحسية للسجق المتخمر المدخن. من ناحية أخرى يمثل لحم البقر ودهنه المادة الخام الأكثر استخداماً في تحضير منتجات اللحوم المفرومة وتصنيعها في القطر العربي السوري. أمَّا المواد المضافة التي تضم النتريت والملح والفلفل الأسود فقد تم الحصول عليها من السوق المحلية، وبعد تحضير الخلطات عُبّئت المنتجات في أغلفة صناعية نصف نفوذة وتركت في غرف التخمير بدرجة حرارة 16-22 ْم مدة 7 أيام تلتها عملية التدخين بدرجة حرارة 60 مدة 1.5 ساعة، ثم نقلت الخلطات إلى غرف التخزين المبرد بدرجة حرارة 5 ْم، والمخطط (1) يوضّح طريقة العمل.




**المخطط (1) مراحل صناعة السجق المتخمر المدخن**

### 3- التحاليل الميكروبية:

أجريت الاختبارات الميكروبية لخلطات السجق بعد التخمير وقبل عملية التدخين ولعينات السجق مرة كل سبعة أيام حتى نهاية مدة التخزين. شخصت البكتيريا من خلال

مجموعة كبيرة من الاختبارات الميكروبية تضمنت هذه الاختبارات بكتريا حمض اللبن بالتحضين في ظروف هوائية ولاهوائية (ISO 15214, 1998) واختبار بكتيريا الكوليفورم وبكتريا *E. coli* (ISO 4831, 2006)، واختبار بكتريا *Clostridium perfringens* (ISO 7937, 2004)، واختبار بكتيريا *Pseudomonas spp.* (Jeppesen، 1995). وإختبار بكتريا *Staphylococcus aureus* (ISO 6888-1, 2003)، واختبار بكتيريا *Listeria monocytogenes* (ISO 11290-1, 2004)، واختبار بكتيريا *Salmonella* (ISO 6579, 2002) واختبار الخمائر والفطور (ISO 6611-2004) باستخدام بيئات مختلفة بحسب مخططات التحليل المختلفة من إنتاج شركات Oxoid الأمريكية وLAB الإنجليزية وScharlau الاسبانية وTitan وBiolife وHimedia وFluka الهندية.

**4- التحاليل الكيميائية:**

شملت هذه التحاليل تقدير نسبة كل من الرطوبة والرماد والبروتين والدهن والكربوهيدرات وقياس رقم الـpH للسجق المتخمر، وذلك وفقاً لـ AOAC (2000) بواقع مرة كل 14 يوماً.

**5- التقييم الحسي:**

قُيّمت الصفات الحسية التي تتضمن (اللون والطعم والرائحة والقوام والفحص الظاهري) بواسطة لجنة تذوق؛ وذلك باستخدام طريقة Hedonic Scale حيث أعطيت كل صفة 5 درجات (5 = ممتاز، 4 = جيد جداً، 3 = جيد، 2 = وسط، 1 = مقبول) (Lawless و Heymann, 1999). جرت هذه الاختبارات لعينات السجق مرة كل سبعة أيام حتى نهاية مدة التخزين المبرد التي حددها للصفات الحسية والميكروبية للعينات.

**6- التحليل الإحصائي:**

حُلّلت الخلطات المدروسة إحصائياً اعتماداً على تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع أربع معاملات جرى اختبارها خلال أربع مدد تخزين بثلاثة مكررات لكل اختبار، وأُجري تحليل التباين لكل اختبار باستخدام برنامج SPSS 16 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) لتحديد أفضل المعاملات (Sheridan و Lyndall، 2001 ).

## النتائج والمناقشة

**نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق المتخمر قبل التدخين:**

أظهرت نتائج التحليل الميكروبي (الجدول2) للسجق المتخمر قبل التدخين أن بكتيريا حمض اللبن شكلت الميكروفلورا الرئيسة في عينات السجق وأن الخلطتين 3 و4 التي

أضيفت إليها بكتريا حمض اللبن كبادئ أعطت أعلى تعداد ميكروبي لها، وهذا يوافق (Drosinos وزملاؤه، 2005)؛ وذلك بسبب التكيف الجيد لبكتيريا حمض اللبن مع بيئة اللحم وظروف التخمر، وقد وصل تعدادها إلى $2.3\times10^9$ و$4.8\times10^9$ خلية/غ على التوالي في الظروف الهوائية و$5.9\times10^7$ و$3.6\times10^7$ خلية/غ على التوالي في الظروف اللاهوائية، في حين كان يعادل $3.7\times10^6$ خلية/غ في الظروف الهوائية و$3.6\times10^5$ خلية/غ في الظروف اللاهوائية في الخطة 1 التي لم يضف إليها أي بادئ و$3.6\times10^6$ خلية/غ في الظروف الهوائية و$3.8\times10^5$ خلية/غ في الظروف اللاهوائية في الخلطة 2 التي أضيف إليها البادئ الأول.

**الجدول (2) نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق المتخمر قبل التدخين.**

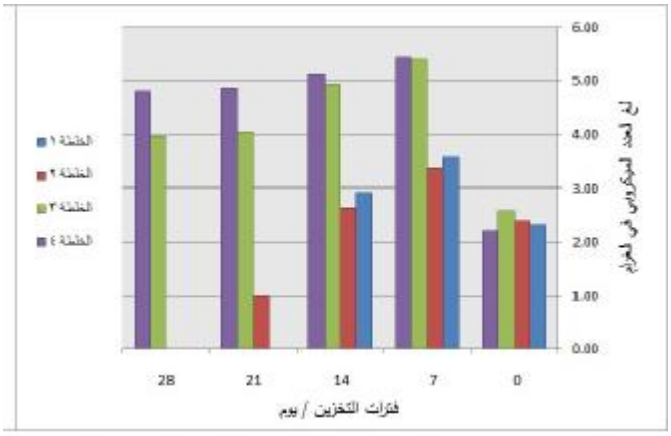
| | | الخلطة 1 (الشاهد) | الخلطة 2 | الخلطة 3 | الخلطة 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| **بكتريا حمض اللبن** | ظروف هوائية | $3.7\times10^6$ | $3.6\times10^6$ | $2.3\times10^9$ | $4.8\times10^9$ |
| | ظروف لاهوائية | $3.6\times10^5$ | $3.8\times10^5$ | $5.9\times10^7$ | $3.6\times10^7$ |
| ***Staphylococcus spp.*** | | $3\times10^1$ | $7.9\times10^4$ | $1\times10^2$ | $6.1\times10^3$ |
| **الخمائر والفطور** | | $1.2\times10^3$ | $2\times10^1$ | $1\times10^1$ | $1\times10^1$ |
| **بكتريا لا هوائية** | | $1.4\times10^3$ | $2.1\times10^3$ | $6.2\times10^3$ | $4.4\times10^3$ |
| **كوليفورم** | | $3.4\times10^3$ | $9.1\times10^2$ | $7.3\times10^2$ | $9.4\times10^2$ |

كما ازدادت أعداد بكتريا *Staphylococcus ssp.* غير الممرضة من $3\times10^1$ و$1\times10^2$ خلية/غ في الخلطتين 1 و3 على التوالي إلى $7.9\times10^4$ و$6.1\times10^3$ خلية/غ في الخلطتين 2 و4 على التوالي التي أضيفت إليها بادئات تحتوي أنواعاً من البكتريا التابعة لجنس *Staphylococcus*، وهذا يوافق Candogan وزملاؤه (2008). بالنسبة إلى مجموعة بكتريا الكوليفورم فقد وصل تعدادها إلى $3.4\times10^3$ خلية/غ في خلطة الشاهد وانخفضت في الخلطات 2 و3 و4 إلى $9.1\times10^2$ و$7.3\times10^2$ و$9.4\times10^2$ خلية/غ على التوالي، كما ظهرت الخمائر والفطور بأعداد منخفضة في الخلطات 2 و3 و4 في حين ارتفعت إلى $1.2\times10^3$ خلية/غ في خلطة الشاهد، وهذا يعود إلى منافسة بكتريا البادئات لها. أخيراً، لم تظهر بكتريا *Pseudomonas spp.* و*E. coli* والبكتريا الممرضة *Staphylococcus aureus* و*Salmonella* و*Closredium perfringens* و*Lesteria monocytogenes* ضمن الخلطات، وتوافقت هذه النتائج مع Malti و Amarouch (2009) ؛ Kalalou و Ahami (2004).

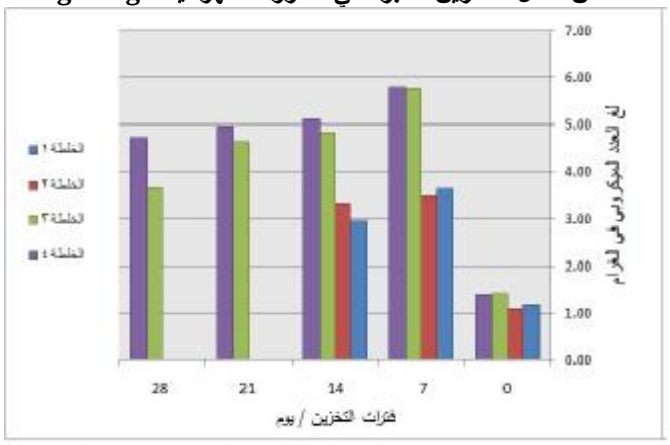
**نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق المتخمر المدخن:**

بيّنت نتائج التحليل الميكروبي للسجق المتخمر المدخن عدم ظهور أشكال الأحياء الدقيقة الممرضة والمسببة للفساد كلها وخاصة *Pseudomonas spp.* و*E. coli* و*Staphylococcus aureus* و*Salmonella* و*Closredium perfringens* و *Lesteria monocytogenes* خلال التخزين المبرد. بينما استطاعت بكتريا حمض اللبن تحمل عملية

التدخين والمحافظة على نموها خلال مراحل التخزين المبرد، ويبيّن المخططان (2) و(3) تغيّرات نمو بكتريا حمض اللبن في السجق المتخمر المدخن خلال مراحل التخزين المبرد في الظروف الهوائية واللاهوائية $\log cfu.g^{-1}$.




**المخطط (2) تغيرات نمو بكتريا حمض اللبن في السجق المتخمر المدخن خلال التخزين المبرد في الظروف الهوائية $\log cfu.g^{-1}$**




**المخطط (3) تغيرات نمو بكتريا حمض اللبن في السجق المتخمر المدخن خلال التخزين المبرد في الظروف اللاهوائية $\log cfu.g^{-1}$**

يلاحظ من المخططين السابقين أن عملية التدخين أدَّت إلى انخفاض أعداد بكتريا حمض اللبن مباشرة بعد التدخين إلى ما يقارب $10^2$ في خلطات السجق المتخمر المدخن جميعها، ثم ارتفعت بشكل بسيط في الخلطتين 1 و2 في اليوم السابع للتخزين، ثم انخفضت في اليوم 14، واختفت كلياً بعد 21 يوماً من التخزين، وذلك لأنَّ هذه الخلطات

لم تُضَفْ إليها بادئات تحتوي على بكتريا حمض اللبن اضافة لانخفاض النشاط المائي في الخلطات مع تقدم مراحل التخزين، بينما ارتفعت ارتفاعاً كبيراً ووصلت إلى أعلى مستوى لها في الخلطتين 3 و4 إذْ بلغ $2.6\times10^5$ و$2.8\times10^5$ خلية/غ على التوالي في الظروف الهوائية و$5.8\times10^5$ و$6.2\times10^5$ خلية/غ على التوالي في الظروف اللاهوائية في اليوم السابع من التخزين المبرد، وانخفضت بعد ذلك تدريجياً مع تقدم مراحل التخزين ووصلت في اليوم 28 إلى $9.1\times10^3$ و$6.6\times10^4$ خلية/غ على التوالي في الظروف الهوائية و$4.6\times10^3$ و$5.1\times10^4$ خلية/غ على التوالي في الظروف اللاهوائية؛ ويعود سبب بقائها إلى استخدام بادئات من بكتريا حمض اللبن متحملة للجفاف في الخلطتين 3 و4.

تبيّن نتائج التحليل الميكروبي للسجق المتخمر المدخن التأثير التنافسي الكبير لبكتيريا حمض اللبن في بقية الأحياء الدقيقة التي يمكن أن توجد خلال عملية التخمر (Spyropoulou وزملاؤه، 2001). حافظت البادئات المستخدمة على نشاطها بعد التدخين وخلال مراحل التخزين المبرد ويمكن تفسير الانخفاض التدريجي في أعدادها بفعل انخفاض الرطوبة وارتفاع حموضة المنتج مع تقدم مراحل التخزين.

**نتائج التحليل الكيميائي للسجق المتخمر المدخن:**

تبيّن الجداول (3) و(4) و(5) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق المتخمر المدخن. بعد 0 و14 و28 يوم من التخزين المبرد على التوالي.

أظهرت نتائج الجدول (3) انخفاض رقم الـ pH في خلطات السجق المتخمر المدخن جميعها بفعل النمو الميكروبي وإنتاج الأحماض العضوية خلال عملية التخمير، وبَيّن التحليل الإحصائي وجود اختلافات معنوية بين الخلطات، وقد كان هذا الانخفاض أقل في الخلطة 1 التي لم يضف إليها أي بادئ والخلطة 2 التي احتوت بادئاً غير منتج للحموضة فوصل الـ pH إلى 5.42 و5.34 على التوالي مقابل 4.95 و4.97 في الخلطتين 3 و4 على التوالي، وذلك لأنَّ هذه الخلطات تحتوي بادئات بكتريا حمض اللبن المنتجة للحموضة، وهذا يتوافق مع Rust (2004) وComi وزملاؤه (2005). اختلفت نسبة الرطوبة بين الخلطات فكانت 37.11 % و38.13 % و36.87 % و37.95 % في الخلطات 1 و2 و3 و4 على التوالي. ظهرت اختلافات معنوية في نسبة البروتين بين الخلطات جزء من هذه الاختلافات عائد لاختلاف رطوبة الخلطات والجزء الآخر عائد لقيام البادئات بتحليل بعض البروتينات وإنتاج ببتيدات وأحماض أمينية تسهم في تكوين نكهة السجق، ويظهر ذلك بشكل واضح في الخلطة 2 التي تحتوي بادئاً منتجاً للنكهة، فكانت نسبة البروتين 29.02 % مقابل 29.24 % و30.36 % و29.29 % في الخلطات

1 و3 و4 على التوالي، وقد يعود الانخفاض في نسبة البروتين في الخلطة 1 إلى النشاط الزائد للخمائر والفطور، كما هو مبيّن في التحليل الميكروبي للخلطات.

**الجدول (3) التركيب الكيميائي لخلطات السجق المتخمر المدخن في بداية التخزين المبرد.**

| | الرطوبة | البروتين | الدهن | الرماد | الكربوهيدرات | الـــ pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **خلطة 1** | $37.11 \pm 0.20^{b}$ | $29.24 \pm 0.15^{c}$ | $28.10 \pm 0.05^{a}$ | $4.42 \pm 0.006^{b}$ | $1.13 \pm 0.015^{d}$ | $5.42 \pm 0.03^{b}$ |
| **خلطة 2** | $38.13 \pm 0.08^{c}$ | $29.02 \pm 0.05^{a}$ | $28.18 \pm 0.05^{a}$ | $4.31 \pm 0.011^{a}$ | $0.36 \pm 0.006^{c}$ | $5.34 \pm 0.06^{a}$ |
| **خلطة 3** | $36.87 \pm 0.06^{a}$ | $30.26 \pm 0.05^{d}$ | $28.35 \pm 0.06^{c}$ | $4.32 \pm 0.011^{a}$ | $0.10 \pm 0.006^{b}$ | $4.95 \pm 0.03^{c}$ |
| **خلطة 4** | $37.95 \pm 0.07^{b}$ | $29.29 \pm 0.06^{b}$ | $28.42 \pm 0.02^{b}$ | $4.29 \pm 0.005^{c}$ | $0.05 \pm 0.006^{a}$ | $4.97 \pm 0.02^{c}$ |

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) بين المعاملات.

**الجدول (4) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق المتخمر المدخن بعد 14 يوماً من التخزين.**

| | الرطوبة | البروتين | الدهن | الرماد | الكربوهيدرات | الـــ pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **خلطة 1** | $27.29 \pm 0.09^{a}$ | $34.06 \pm 0.02^{a}$ | $33.03 \pm 0.04^{a}$ | $4.80 \pm 0.015^{a}$ | $0.82 \pm 0.005^{c}$ | $5.27 \pm 0.03^{b}$ |
| **خلطة 2** | $27.54 \pm 0.05^{a}$ | $34.26 \pm 0.02^{a}$ | $33.26 \pm 0.03^{a}$ | $4.72 \pm 0.015^{ab}$ | $0.22 \pm 0.005^{b}$ | $5.24 \pm 0.04^{b}$ |
| **خلطة 3** | $27.60 \pm 0.04^{a}$ | $34.32 \pm 0.02^{a}$ | $33.32 \pm 0.01^{a}$ | $4.73 \pm 0.021^{b}$ | $0.06 \pm 0.005^{b}$ | $4.84 \pm 0.03^{a}$ |
| **خلطة 4** | $27.58 \pm 0.05^{a}$ | $34.25 \pm 0.03^{a}$ | $33.34 \pm 0.01^{a}$ | $4.79 \pm 0.015^{a}$ | $0.04 \pm 0.000^{a}$ | $4.81 \pm 0.04^{a}$ |

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) بين المعاملات (الخلطات).

**الجدول (5) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق المتخمر المدخن بعد 28 يوماً من التخزين**

| | الرطوبة | البروتين | الدهن | الرماد | الكربوهيدرات | الـــ pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **خلطة 1** | $23.87 \pm 0.30^{a}$ | $36.03 \pm 0.17^{a}$ | $34.47 \pm 0.12^{a}$ | $4.89 \pm 0.031^{a}$ | $0.74 \pm 0.011^{a}$ | $5.11 \pm 0.01^{b}$ |
| **خلطة 2** | $24.50 \pm 0.40^{a}$ | $36.11 \pm 0.29^{a}$ | $34.43 \pm 0.11^{a}$ | $4.77 \pm 0.011^{a}$ | $0.19 \pm 0.005^{b}$ | $5.12 \pm 0.01^{c}$ |
| **خلطة 3** | $24.52 \pm 0.27a$ | $36.13 \pm 0.18^{a}$ | $34.51 \pm 0.07^{a}$ | $2.81 \pm 0.030^{a}$ | $0.03 \pm 0.011^{b}$ | $4.78 \pm 0.02^{a}$ |
| **خلطة 4** | $24.49 \pm 0.29a$ | $36.16 \pm 0.16^{a}$ | $34.52 \pm 0.14^{a}$ | $4.80 \pm 0.011^{a}$ | $0.03 \pm 0.011^{b}$ | $4.78 \pm 0.03^{a}$ |

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) بين المعاملات (الخلطات) .

لم تظهر اختلافات معنوية في نسبة الدهن بين الخلطات. بينما ظهرت عند تحليل نسبة الرماد إذْ وصلت نسبته في الشاهد إلى 4.42% وانخفضت في الخلطات 2 و3 و4 إلى 4.31% و4.32% و4.29% على التوالي لاستهلاك جزء منها من قبل البادئات، وهذا يوافق (Hugas و Monfort، 1997)، عموماً كانت نسبة الرماد مرتفعة مقارنة باللحم الخام وهذا يعود إلى إضافة الملح والفلفل الأسود إلى خلطة السجق إضافة إلى انخفاض رطوبة المنتج بفعل عملية التجفيف، وهذا ما أكده (Visessanguan وزملاؤه، 2005). أما فيما يخص نسبة الكربوهيدرات فقد ظهرت اختلافات واضحة بين الخلطات فكانت نسبتها 1.13 % في الخلطة 1 التي لم يضف إليها أي بادئ وانخفضت في الخلطات 2 و3 و4 إلى 0.36 % و0.10 % و0.05 % على التوالي نتيجة لاستهلاكها خلال النمو الميكروبي للبادئات؛ وذلك يتوافق مع ما أوجده (Leroy وزملاؤه، 2006).

كما أظهرت نتائج التحليل الكيميائي (الجدولان 4 و5 بعد 14 و28 يوماً من التخزين المبرد للسجق المتخمر استمرار انخفاض رقم الـ pH في خلطات السجق المتخمر المدخن جميعها وبشكل خاص في الخلطتين 3 و4 وقد وصل إلى 4.84 و4.81 على التوالي مقابل 5.27 و5.24 في الخلطتين 1 و2 على التوالي بعد 14 يوماً من التخزين، واستمرت بالانخفاض بعد 28 يوماً من التخزين حتى 4.84 و4.81 في الخلطتين 3 و4 على التوالي مقابل 5.11 و5.24 في الخلطتين 1 و2 على التوالي؛ وذلك بفعل عودة النشاط الميكروبي لبكتريا البادئ وبشكل خاص في الخلطتين 3 و4. كما انخفضت نسبة الرطوبة في الخلطات جميعها بنسبة وصلت حتى 10 % تقريباً بعد 14 يوماً من التخزين فأصبحت 27.29 % و27.54 % و27.60% و 7.58% في الخلطات 1 و2 و3 و4 على التوالي ثم انخفضت بنسبة 3 % تقريباً بعد 28 يوماً من التخزين فأصبحت 23.87 % و24.50% و24.52 % و24.49 %؛ وذلك نتيجة عدم تغليف الخلطات والاكتفاء بعملية حفظها ضمن أغلفتها نصف النفوذة التي استخدمت في عمليتي التخمير والتدخين وفقاً لما بيَّنه (Benito وزملاؤه، 2004). بالمقابل ارتفعت نسبة البروتين والدهن بمقدار 5 % لكل منهما بعد 14 يوماً من التخزين ثم بنسبة 2 % بعد 28 يوم من التخزين بفعل انخفاض الرطوبة ولم تظهر اختلافات معنوية فكانت نسبة البروتين في نهاية فترة التخزين 36.03% و36.11% و36.13% و36.16% في حين وصلت نسبة الدهن إلى 34.47% و34.43% و34.51 % و34.52%. ارتفعت نسبة الرماد بشكل بسيط في الخلطات بفعل جفاف الخلطات إذْ وصلت نسبته في نهاية مدة التخزين في الخلطات 1 و2 و3 و4 إلى 4.89% و4.77% و4.81% و4.80% على التوالي. أمَّا فيما يخص نسبة الكربوهيدرات فقد وصلت نسبتها في الخلطات 1 و2 و3 و4 إلى 0.74% و0.19 % و0.03 % و0.03% في نهاية التخزين المبرد.

**نتائج التقييم الحسي للسجق المتخمر المدخن**:

يلاحظ من الجدول (6) أن إضافة البادئات أدت إلى تحسين الصفات الحسية للسجق المتخمر في الخلطات جميعها مقارنة بالخلطة الأولى /الشاهد/ التي أعطت أدنى الصفات من حيث اللون والطعم والرائحة، وقد يعود ذلك إلى اشتراك الخمائر في عملية تخمير السجق، مما أدى إلى إنتاج مركبات ذات طعم ورائحة غير محببة، في حين أعطت الخلطتان 2 و4 لوناً جيداً للسجق لاحتوائها بادئات محسنة للون أدت إلى تعزيز عمل النتريت المضاف، كما أدت إلى إعطاء المنتج رائحة مميزة وظهرت بشكل أوضح في الخلطة 4 التي تحتوي مزيجاً من أربعة أنواع من البكتريا المستخدمة في تخمير السجق. ولم تظهر اختلافات معنوية بين الخلطات فيما يتعلق بالقوام والفحص الظاهري. حافظت الخلطة 4 على أفضل الصفات الحسية ($p < 0.05$) في مراحل التخزين المبرد جميعها من حيث اللون والرائحة والطعم والقوام والقبول العام مقارنة بالخلطات الأخرى.

**الجدول (6) نتائج التقييم الحسي لخلطات السجق المتخمر المدخن:**

| الخلطة | بعد 0 يوم من التخزين | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | اللون | الطعم | الرائحة | القوام | الفحص الظاهري |
| خلطة 1 | 4.15 ± 0.19 ab | 3.45 ± 0.14 a | 3.80 ± 0.19 a | 4.30 ± 0.13 a | 4.35 ± 0.11 a |
| خلطة 2 | 4.50 ± 0.11 ab | 4.25 ± 0.12 b | 4.60 ± 0.11 b | 4.30 ± 0.18 a | 4.60 ± 0.11 a |
| خلطة 3 | 4.40 ± 0.11 ab | 4.60 ± 0.11 c | 4.15 ± 0.18 a | 4.15 ± 0.13 a | 4.50 ± 0.12 a |
| خلطة 4 | 4.65 ± 0.10 bc | 4.75 ± 0.09 c | 4.75 ± 0.12 b | 4.25 ± 0.12 a | 4.60 ± 0.11 a |
| الخلطة | بعد 7 يوم من التخزين | | | | |
| | اللون | الطعم | الرائحة | القوام | الفحص الظاهري |
| خلطة 1 | 3.71 ± 1.05 a | 3.53 ± 0.62 a | 4.00 ± 0.87 a | 4.35 ± 0.61 b | 4.17 ± 0.64 a |
| خلطة 2 | 4.47 ± 0.62 b | 4.17 ± 0.53 b | 4.41 ± 0.62 ab | 4.35 ± 0.19 b | 4.47 ± 0.62 a |
| خلطة 3 | 3.88 ± 0.60 a | 4.41 ± 0.51 bc | 4.06 ± 0.66 a | 3.88 ± 0.78 a | 4.47 ± 0.62 a |
| خلطة 4 | 4.35 ± 0.49 b | 4.64 ± 0.67 c | 4.71 ± 0.59 b | 4.29 ± 0.59 b | 4.58 ± 0.63 a |
| الخلطة | بعد 14 يوم من التخزين | | | | |
| | اللون | الطعم | الرائحة | القوام | الفحص الظاهري |
| خلطة 1 | 3.40 ± 074 a | 3.40 ± 0.74 a | 3.93 ± 0.89 a | 4.40 ± 0.51 a | 4.00 ± 0.65 a |
| خلطة 2 | 4.27 ± 0.46 b | 4.20 ± 0.56 b | 4.27 ± 0.59 ab | 4.27 ± 0.59 a | 4.40 ± 0.74 ab |
| خلطة 3 | 3.74 ± 0.46 a | 4.33 ± 0.49 b | 3.87 ± 0.52 a | 3.80 ± 0.68 b | 4.33 ± 0.73 ab |
| خلطة 4 | 4.53 ± 0.52 b | 4.60 ± 0.51 b | 4.53 ± 0.64 b | 4.27 ± 0.59 a | 4.53 ± 0.74 b |

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) بين المتوسطات.

وبالمقابل تراجعت بعض الصفات الحسية في باقي الخلطات من حيث الطعم في الخلطة 2 والقوام في الخلطة 3 مقارنة بالخلطة 4. في حين حافظت الخلطات التي تحتوي على البادئات على صفاتها الحسية بعد اليوم الرابع عشر وانخفضت صفة الطعم في الخلطات جميعها نتيجة لانخفاض رطوبة المنتج وتحوله من منتج نصف مجفف إلى سجق متخمر جاف، وهو منتج يحضر عادةً بشكل مطبوخ.

واستنتج بأن عملية التخمير أدَّت إلى سيطرة بكتريا حمض اللبن على الميكروفلورا الموجودة في السجق المتخمر، وأن إضافة البادئات ساعدت في تحسين الصفات الحسية في السجق المتخمر، وأعطت الخلطة 4 أفضل الصفات الحسية بين خلطات السجق المتخمر الأخرى، وحافظت عليها خلال 14 يوماً من التخزين.

ويوصى بضرورة إجراء عملية تغليف للسجق المتخمر بعد التدخين عند الرغبة بحفظ المنتج بشكل سجق متخمر نصف مجفف؛ وذلك للتخفيف من تغيّرات التركيب الكيميائي في المنتج والمحافظة على رطوبته وخصائصه الحسية، واعتماد البادئ الثالث المكون من بكتيريا *Lactococcus lactis, Lactobacillus sakei Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus* في تصنيع السجق المتخمر المدخن لإعطائه أفضل الخصائص الحسية.

# References المراجع

**Anon. 2010. Starter cultures for making fermented sausages. Chr. Hansen starter cultures. Copenhagen, Denmark.**

**AOAC. 2000. Meat and meat products. In: Cunnif P, editor. Official Methods of Analysis of AOAC International. DC., AOAC International, Washington. 16th Ed, 1-23.**

**Aymerich, T., B. Martin, M. Garriga and M. Hugas. 2003. Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and non-pathogenic staphylococci from artisanal low-acid sausages. Applied and Environmental Microbiology, 69: 4583-4594.**

**Benito, M. J., M. Rodriguez, A. Martin, E. Aranda and J. Cordoba. 2004. Effect of the fungal protease EPg222 on the sensory characteristics of dry fermented sausage (salchichon) ripened with commercial starter cultures. Meat Science, 67: 497-505.**

**Candogan, K., S. Kartika, F. B. Wardlaw and J. C. Acton. 2008. Type of bacterial starter culture, aging and fermentation effects on some characteristics of inoculated beef sausages. European Food Research and Technology, 227: 1651-1661.**

**Comi, U., K. R. Iacumin, C. C. Cattaneo and C. Cocolin. 2005. Characterization of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. Meat Science, 69: 381-392.**

**Drosinos, M. M., G. M. Xiraphi and J. M. Gaitis. 2005. Characterization of the microbial flora from a traditional Greek fermented sausage. Meat Science, 69: 307-317.**

**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.**

**Hugas, K. and J. M. Monfort. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. Food Chemistry, 59: 547-554.**

**Incze, K. 1998. Dry fermented sausages. Meat Science, 49: 169-177.**

**ISO4831. 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms - Most probable number technique.**

**ISO6579. 2002. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of Salmonella spp.**

**ISO6611. 2004. Milk and milk products - Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds - Colony-count technique at 25 °C.**

**ISO6887-4. 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination.**

**ISO6888-1. 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species).**

**ISO7937. 2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of Clostridium perfringens - Colony-count technique.**

**ISO11290-1. 2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes.**

**ISO15214. 1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the emumeration of mesophilic lactic acid bacteria - Colony-count technique at 30 °C.**

**Jeppesen, C. 1995. Media for Aeromonas spp., Plesiomonas shigelloides and Pseudomonas spp. from food and environment, Progress in Industrial Microbiology series No. 34. In: Corry, J. E. I., Curtis, G.D.W. and Baird, R.M. Culture Media for Food Microbiology. Amsterdam. 111-127.**

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

**Kalalou, I. and F. Ahami. 2004. Improving the quality of fermented camel sausage by controlling undesirable microorganisms with selected lactic acid bacteria. International Journal of Agriculture Biology, 6: 447-451.**

**Lawless, H. T. and H. Heymann. 1999. The Sensory evaluation of food principle and practice. ANASDN publication, Gaithersburg-Maryland.**

**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.**

**Malti, J. and H. Amarouch. 2009. Microbiological and physicochemical characterization of the natural fermented camel meat sausage. African Journal of Biotechnology, 8: 4199-4206.**

**Marchello, M. and J. Garden-Robinson. 1998. Thermal processing: The Art and practice of sausage making. www.ag.ndsu.nodak.edu/subfood.htm.**

**Martin, A., B. Colin, E. Aranda, M. J. Benito and M. G. Cordoba. 2007. Characterization of Micrococcaceae isolated from Iberian dry-cured sausages. Meat Science, 75, 696-708.**

**Mauriello, G., Casaburi, A., Blaiotta, G. and Villani, F. 2004. Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of Southern Italy. Meat Science, 67: 149-158.**

**Montel, M. C., Masson, F. and Talon, R. 1998. Bacterial Role in Flavour Development. Meat Science, 49, 111-123.**

**Olesen, P. T., A. S. Meyer and L. H. Stahnke. 2004. Generation of flavor compounds in fermented sausages-The influence of curing ingredients, Staphylococcus starter culture and ripening time. Meat Science, 66: 675-687.**

**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,**

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

**Spyropoulou, K. E., N. G. Chorianopoulus, P. N. kandamis and G. J. E. Nychas. 2001. Survival of Escherichia coli O157:H7 during the fermentation of Spanish-style green table olives (conservolea variety) supplemented with different carbon sources. International Journal of Food Microbiology, 66: 3-11.**

**Talon, R., P. Giammarinaro, S. Leroy, S. Corbière Morot-Bizot, S. Bover-Cid and C. Vidal-Carou. 2004. Traditionally fermented meat products: new microbiological aspects. XIV Congreso de Microbiologia de los Alimentos Girona. 19-22 September. 21-23**

**Vej, E. R. 2010. Technical Memorandum. TE XEL Meat Cultures – maturation starters. 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**

**Visessanguan, S. B., C. K. Panya and A. Assavanig, A. 2005. Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham - a Thai fermented pork sausage. Meat Science, 69: 355-362.**



| | | |
|---|---|---|
| **Received** | **2012/04/03** | **إيداع البحث** |
| **Accepted for Publ.** | **2012/07/18** | **قبول البحث للنشر** |