الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم الأغذية

تحديد المؤشرات التكنولوجية في تصنيع سجق متخمر عالي الجودة من لحم الدجاج والبقر

Creation of the Technical Parameters for Processing High Quality Fermented Sausages from Chicken and Cow Meat

اطروحة اعدت لنيل درجة الدكتوراه / علوم الأغذية /

تقديم المهندس
شادي مصطفى الأحمد

الأستاذ المشرف
أ.د. عبد الحكيم عزيزية
كلية الزراعة / جامعة دمشق

تصـــريــح

قدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في علوم الأغذية بكلية الزراعة في جامعة دمشق والتي تحمل عنوان / تحديد المؤشرات التكنولوجية في تصنيع سجق متخمر عالي الجودة من لحم الدجاج والبقر / وأن هذا البحث لم يسبق أن قبل للحصول على أي شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشح
شادي مصطفى الأحمد

Declaration

This work has been submitted in partial fulfillment of the requirements for degree of PHD in the Department of Food Science at the Faculty of Agricultural, Damascus University, that had the title / Creation of the Technical Parameters for Processing High Quality Fermented Sausages from Chicken and Cow Meat / it is hereby declared that this has not already been accepted for any degree, nor has it been submitted concurrently for any other degree.

Candidate
Shadi Mostapha Al-Ahmad

شـــهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الاطروحة " تحديد المؤشرات التكنولوجية في تصنيع سجق متخمر عالي الجودة من لحم الدجاج والبقر " هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح شادي مصطفى الأحمد بإشراف الأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزية من قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة، جامعة دمشق، وبأن أية مراجع أخرى مذكورة في هذه الاطروحة موثقة بالنص.

المرشح	المشرف الرئيسي
شادي مصطفى الأحمد	أ.د. عبد الحكيم عزيزية

Certification

It is hereby certified that the work described in this thesis: “Creation of the Technical Parameters for Processing High Quality Fermented Sausages from Chicken and Cow Meat” is the result of author's own Shadi Mostapha Al-Ahmad investigation under supervision of Prof. Dr. Abdulhakim Azizieh Department of Food Science, Faculty of Agricultural, Damascus University, any other references mentioned in this work are documented in the text of the treatise.

Candidate	Majora Supervisor
Shadi Mostapha Al-Ahmad	Prof. Dr. Abdulhakim Azizieh

قرار اللجنة

نوقشت اطروحة الدكتوراه للطالب شادي مصطفى الأحمد وهي بعنوان " تحديد المؤشرات التكنولوجية في تصنيع سجق متخمر عالي الجودة من لحم الدجاج والبقر " وذلك في يوم الأربعاء الواقع في 2018/10/3 من قبل لجنة الحكم المؤلفة من:

أ.د. صـالـح أبـو الخـير	الأستاذ في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة – جامعة دمشق
أ.د. محـمد المصــري	الأستاذ في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة – جامعة البعث
أ.د. عبد الحكيم عزيزية	الأستاذ في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة – جامعة دمشق
أ.د. صبــاح يــازجي	الأستاذة في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة – جامعة دمشق
أ.د. أحـمد هـــدال	الأستاذ في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة – جامعة دمشق

كلمة شكر وإهداء

إلى جميع الزملاء أعضاء الهيئة التدريسية والفنية في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة –

جامعة دمشق واخص بالشكر:

الأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزية

الذي قام مشكوراً بالإشراف على هذا البحث وقدم كل الدعم العلمي والمعنوي فكانت

لملاحظاته القيّمة الأثر الكبير في إخراج هذا العمل إلى حيز الوجود .

كما اهدي خلاصة عملي المتواضع

إلى قدوتي ومعلميَّ والدي العزيز وأمي الغالية، وإلى اخوتي الأعزاء وزوجتي وأولادي وإلى السادة

القراء ، مع بطاقة شكر ووفاء آملاً أن أكون قد قدمت عملاً تجدون فيه الفائدة المرجوة

الفهرس

تصـــريـح.....II

شــهادة.....III

قرار اللجنة IV

كلمة شكر V

الفهرس VI

قائمة الجداول IX

قائمة المخططات X

قائمة الأشكال X

قائمة الاختصارات XI

الملخص XII

1- المقدمة 2

2- الدراسة المرجعية 5

2-1- تعريف اللحوم 5

2-2- تصنيع منتجات اللحوم 6

2-3- الخامات المستخدمة في تصنيع منتجات اللحوم 9

2-4- مستحلبات اللحوم.....14

2-5- العوامل المؤثرة في تشكيل واستقرار مستحلبات اللحوم 15

2-5-1- الخواص التكنولوجية لبروتينات اللحم 16

2-5-1-1- قابلية البروتينات للذوبان.....16

2-5-1-2- القدرة الامتصاصية لبروتينات اللحم 17

2-5-1-3- الخواص الاستحلابية لبروتينات اللحم 18

2-5-1-4- الخواص التهلمية لبروتينات اللحم 18

2-5-1-5- العوامل المؤثرة في الخصائص التكنولوجية لبروتينات اللحم.....19

2-5-2- كمية الماء المضاف 21

2-5-3- نوع وكمية الدهن المضاف 22

2-5-3-1- طرائق خفض نسبة الدهن في منتجات اللحوم المصنعة 23
2-5-3-2- تكنولوجيا استبدال الدهن بالزيت النباتي في مستحلبات اللحوم 24
2-5-4- ثوابت عملية الاستحلاب 27
2-5-4-1- درجة الحرارة النهائية للمستحلب 27
2-5-4-2- زمن استغراق عملية الاستحلاب.....28
2-5-4-3- الميزات التقنية لجهاز الاستحلاب المستخدم 29
2-6- تخمير منتجات اللحوم والبادئات المستخدمة في صناعتها.....29
2-7- العوامل المؤثرة في تخمير منتجات اللحوم 33
2-8- تدخين منتجات اللحوم 36
2-9- العوامل المؤثرة في جودة منتجات اللحوم.....37
3-مواد البحث وطرائقه.....41
3-1-المرحلة الأولى: إعداد خلطات من المستحلب البروتيني باستبدال جزء من الدهن الحيواني بالزيت النباتي بعدة نسب للوصول إلى أفضل خلطة من حيث الاستقرار بعد المعاملة الحرارية 41
3-1-1-إعداد خلطات المستحلب البروتيني 41
3-1-2-اختبارات استقرار المستحلب.....42
3-1-3-فاقد الطبخ 43
3-1-4-التحليل الإحصائي.....43
3-2-المرحلة الثانية: اختيار الخلطة المثلى من البهارات المضافة للمنتج.....47
3-3-المرحلة الثالثة: تحديد الخلطة الأنسب من المستحلب البروتيني واللحم المفروم 47
3-4-المرحلة الرابعة: دراسة تأثير التخمير أو الإنضاج في صفات المنتج.....48
3-5-المرحلة الخامسة: دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي وتحديد أفضل طريقة لتخزين المنتج .50
4-النتائج والمناقشة 55
4-1-نتائج المرحلة الأولى: إعداد خلطات من المستحلب البروتيني باستبدال جزء من الدهن الحيواني بالزيت النباتي بعدة نسب للوصول إلى أفضل خلطة من حيث الاستقرار بعد المعاملة الحرارية. 55
4-1-1-نتائج دراسة استقرار المستحلب 55
4-1-2-نتائج اختبار فاقد الطبخ.....65
4-1-3-نتائج تغيير نسبة إضافة الدهن والماء على استقرار المستحلب وفاقد الطبخ.....71
4-1-4-نتائج تأثير بعض الأصماغ الغروية في المستحلبات البروتينية منخفضة الدهن 75

4-1-4-1- نتائج دراسة استقرار المستحلب وفاقد الطبخ.....75
4-1-4-2-نتائج التحليل الكيميائي 77
4-1-4-3-نتائج التقييم الحسي 79
4-2-نتائج المرحلة الثانية: اختيار الخلطة المثلى من البهارات المضافة للمنتج 81
4-3-نتائج المرحلة الثالثة: تحديد الخلطة الأنسب من المستحلب البروتيني واللحم المفروم.....82
4-4-نتائج المرحلة الرابعة: دراسة تأثير التخمير أو الإنضاج في صفات المنتج 83
4-4-1-نتائج دراسة التغيرات الكيميائية والميكروبية أثناء التخمير 83
4-4-2-نتائج التحليل الميكروبي والكيميائي والحسي بعد التدخين 87
4-5-نتائج المرحلة الخامسة: دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي وتحديد أفضل طريقة لتخزين المنتج.....90
5- الاستنتاجات والتوصيات.....95
5-1- الاستنتاجات 95
5-2- التوصيات 96
6-المراجع العلمية 97
6-1-المراجع العربية.....97
6-2-المراجع الاجنبية.....97

قائمة الجداول

جدول (1) خلطات الدهن المستخدمة في تحضير المستحلب البروتيني..... 42
جدول (2) النسبة المئوية للمكونات الداخلة في تحضير المستحلب البروتيني 42
جدول (3) نسب المواد المضافة المستخدمة في صناعة خلطات المستحلب البروتيني 42
جدول (4) خلطات المستحلب البروتيني المحضرة وفق تغيير نسبة إضافة الماء والدهن 44
جدول (5) المكونات المستخدمة في تحضير مستحلبات اللحم منخفضة الدهن مع زيت الزيتون 45
جدول (6) خلطات البهارات المستخدمة في تحضير المنتج غ/1 كغ خلطة 47
جدول (7) خلطات المنتج المكونة من لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج 48
جدول (8) النسب المئوية للمكونات المستخدمة في تحضير خلطات المنتج المنضجة والمتخمرة..... 49
جدول (9) الأوساط والبيئات المستخدمة في التحاليل الميكروبية..... 52
جدول (10) الأجهزة المستخدمة في التصنيع والاختبارات الكيميائية والميكروبية..... 53
جدول (11) نتائج اختبار رقم استقرار المستحلب للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب..... 56
جدول (12) نتائج اختبار فاقد الدهن للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب..... 62
جدول (13) نتائج اختبار فاقد الطبخ للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب 67
جدول (14) الفروق المعنوية لمتوسطات رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ لخلطات المستحلب البروتيني بإهمال عامل الزمن 70
جدول (15) نتائج تغيير نسبة إضافة الدهن والماء على رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ 72
جدول (16) نتائج اختبار الصلابة لخلطات المستحلب البروتيني المحضرة وفق تغيير نسبة إضافة الدهن والماء. 75
جدول (17) نتائج اختبارات المستحلب وفاقد الطبخ للخلطات المحضرة..... 76
جدول (18) نتائج الاختبارات الكيميائية لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة..... 77
جدول (19) نتائج تحليل الأحماض الدهنية لمستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة 78
جدول (20) نتائج اختبار الصلابة لخلطات لمستحلبات اللحوم منخفضة الدهن 81
جدول (21) نتائج اختبار الصلابة لخلطات لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج..... 82
جدول (22) نتائج تغير التركيب الكيميائي في خلطات السجق مع تقدم عملية التخمير 86
جدول (23) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق بعد التدخين 88
جدول (24) نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق بعد عملية التدخين (log cfu/g) 89
جدول (25) نتائج اختبار الصلابة لخلطات السجق المتخمر بعد عملية التدخين..... 90
جدول (26) نتائج التحليل الفيزيوكيميائي لخلطات المنتج النهائي..... 91
جدول (27) نتائج تحليل الأحماض الدهنية لخلطات المنتج النهائي وأنواع الدهون المستخدمة..... 92
جدول (28) نتائج اختبار الـ TBA لخلطات السجق المتخمر أثناء التخزين المبرد 94

قائمة المخططات

مخطط (1) خطوات تحضير المستحلب البروتيني 41
مخطط (2) خطوات تحضير المستحلب البروتيني منخفض الدهن 46
مخطط (3) خطوات تحضير المنتج باستخدام التخمير أو الانضاج..... 48

قائمة الأشكال

شكل (1) تغيرات رقم استقرار المستحلب في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب 57
شكل (2) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم رقم استقرار المستحلب..... 60
شكل (3) تغيرات رقم فاقد الدهن في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب..... 63
شكل (4) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم فاقد الدهن 65
شكل (5) تغيرات رقم فاقد الدهن في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب..... 68
شكل (6) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم فاقد الطبخ..... 69
شكل (7) تأثير تغير نسبة الماء / الدهن في خلطات المستحلب البروتيني..... 73
شكل (8) نتائج التقييم الحسي لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة..... 80
شكل (9) نتائج التقييم الحسي لخلطات البهارات المستخدمة مع المستحلب البروتيني..... 81
شكل (10) نتائج التقييم الحسي لخلطات المستحلب البروتيني واللحم المفروم..... 82
شكل (11) تغيرات النمو الميكروبي في خلطات السجق خلال عملية التخمير أو الانضاج..... 84
شكل (12) تغير التركيب الكيميائي في خلطات السجق مع تقدم عملية التخمير 86
شكل (13) نتائج التقييم الحسي لخلطات السجق المتخمر 89
شكل (14) تغيرات رقم الـ TBA في خلطات المنتج النهائي المخزنة..... 94

قائمة الاختصارات

AOAC	American Official Methods of Analysis
ANOVA	Analysis of Variance
cfu	Colony-forming unit
CHD	Coronary Heart Disease
FAO	Food and Agriculture Organization
GC	Gas Chromatography
GLM	General Linear Model
GDL	Glucone-δ-Lactone
HDL	High Density Lipoprotein
ISO	International Organization for Standardization
LDL	Low Density Lipoprotein
MUFA	Mono Unsaturated Fatty Acids
NHMRC	National Health and Medical Research Council
NPN	Non Protein Nitrogen
ppm	Part per million
PUFA	Poly Unsaturated Fatty Acids
pH	Potential Hydrogen
Lbs	Pound
r	Regression
SFA	Saturated Fatty Acids
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TBA	Thiobarbituric acid
USDA	United States Department of Agriculture
WCRF	World Cancer Research Fund

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مؤشرات تصنيع سجق متخمر عالي الجودة من خلال خمسة مراحل تم في كل مرحلة منها تحضير عدة خلطات وانتخاب أفضل هذه الخلطات ليتم العمل عليها في المرحلة التالية: هدفت المرحلة الأولى إلى تحديد مكونات المستحلب البروتيني الأمثل للحم الدجاج الناتج عن الاستبدال الجزئي للدهن الحيواني بنسبة (0، 10، 30، 50 %) بأربعة أنواع من الزيوت النباتية (دوار الشمس، فول الصويا، جوز الهند والزيتون) كلا على حدا، وتحديد أفضل نسبة ماء/ دهن والتي تعطي أعلى استقرار للمستحلب وأقل فاقد طبخ بالإضافة لدراسة تأثير إضافة صمغ غوار والصمغ العربي في خواص جودة مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن. وهدفت المرحلة الثانية إلى تحديد خلطة البهارات المثلى للتصنيع، والمرحلة الثالثة إلى تحديد النسبة المثلى لخلط مستحلبات اللحوم البروتينية بلحم العجل المفروم، في حين هدفت المرحلة الرابعة إلى دراسة تأثير استخدام التخمير بالبادئ أو الإنضاج التقليدي على التغيرات الميكروبية والكيميائية خلال التخمير أو الإنضاج والصفات الحسية والكيميائية والميكروبية للسجق المتخمر، ودراسة الصفات الفيزيوكيميائية للمنتجات النهائية وتحديد أفضل طريقة تخزين في المرحلة الخامسة.

أُجريت الدراسة في مخابر قسم علوم الأغذية بكلية الزراعة بجامعة دمشق، حُضّرت خلطات المستحلب البروتيني من فخذ وصدر الدجاج واستخدمت إلية الغنم كمصدر للدهن الحيواني، استخدمت اختبارات استقرار المستحلب واختبار فاقد الطبخ في تحديد ثباتية المستحلبات بعد المعاملة الحرارية كما تمت دراسة بعض المؤشرات الكيميائية والحسية للخلطات المصنعة. قُيمت الخلطات المتخمرة ميكروبياً وكيميائياً وحسياً بعد انتهاء عمليتي التخمير والتدخين والتخزين.

بينت نتائج التحليل الاحصائي للمرحلة الأولى أن الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب تراوح بين 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن. كما أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي معنوي بين زيادة نسبة زيوت دوار الشمس وفول الصويا والزيتون المستبدلة وارتفاع قيم رقم استقرار المستحلب (r =0.517 – 0.411 – 0.315)، وارتفاع قيم فاقد الدهن (r =0.478 – 0.482 – 0.333)، وبين زيادة نسبة زيوت دوار الشمس وفول الصويا وارتفاع قيم فاقد الطبخ (r =0.277 – 0.257) على التوالي، بينما

لم يظهر أي ارتباط معنوي مع زيادة نسبة زيت جوز الهند المستبدل لكل من المؤشرات المدروسة. وأظهرت نتائج اختبار توزيع التباين أن زمن عملية الاستحلاب كان له التأثير الأكبر على تغيرات كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بنسبة 65.6 %، 68.4 % و59.5 % على التوالي، وبينت النتائج إمكانية استبدال الدهن الحيواني بنسبة تصل حتى 30 % لزيت دوار الشمس وفول الصويا والزيتون و50 % لزيت جوز الهند دون التأثير على استقرار المستحلب وفاقد الطبخ وذلك ضمن شروط التجربة. كما بينت نتائج التحليل الاحصائي انخفاض جودة المستحلب بانخفاض نسبة الدهن وزيادة نسبة الماء المضاف، وأدت إضافة الصمغ العربي وصمغ غوار إلى تحسين استقرار المستحلب وتقليل فاقد الطبخ مقارنة بالشاهد منخفض نسبة الدهن، كما أعطت نتائج مماثلة لاستقرار المستحلب وفاقد الطبخ مقارنة بالشاهد مرتفع نسبة الدهن، وأعطت الخلطات الحاوية على الأصماغ الغروية تقييماً حسياً مشابهاً للشاهد مرتفع نسبة الدهن وأفضل من الشاهد منخفض نسبة الدهن.

لم تظهر نتائج المرحلة الثانية اختلافات معنوية بين خلطات البهارات المستخدمة وحازت الخلطات التي استخدم الثوم في تحضيرها تفضيلاً أعلى من لجنة التقييم الحسي.

بينت نتائج المرحلة الثالثة زيادة قساوة الخلطات بزيادة نسبة لحم العجل المفروم إلى نسبة المستحلب وكانت الخلطة لحم مفروم: مستحلب بنسبة (70:30) الأكثر تفضيلاً من لجنة التقييم الحسي.

أظهرت نتائج التحليل الميكروبي للمرحلة الرابعة أن إضافة البادئ للسجق أدت إلى منع نمو بكتريا الكوليفورم والخمائر والفطور مقارنة بالخلطة المنضجة تقليدياً. كما بينت نتائج التحليل الكيميائي حدوث انخفاض سريع في pH السجق خلال 48 ساعة من التخمير وبمعدل أقل أثناء الإنضاج، أشارت التغييرات في الآزوت اللابروتينيِ (NPN) إلى حدوث تحلل للبروتين أثناء التخمير والإنضاج. بينت نتائج التقييم الحسي وجود اختلافات هامة بين الخلطات وأعطت الخلطة المتخمرة باستخدام البادئ أفضل القيم، والخلطتان المتخمرة والمنضجة قواماً أكثر نعومة مقارنة بالخلطات الشاهدة. بينت نتائج المرحلة الخامسة أن الاستبدال الجزئي للدهن الحيواني بزيت الزيتون أدى إلى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع وانخفاض نسبة الأحماض الدهنية المشبعة، في حين أدى استخدام زيت جوز الهند إلى نتائج معاكسة، وساهمت طريقة حفظ المنتج تحت تفريغ في تخفيض تزنخ الدهن في خلطات المنتج النهائي، كما أعطت الخلطة المحضرة باستخدام زيت الزيتون أفضل النتائج.

Abstract

The aim of this studying was to define the technical parameters for processing high quality fermented sausages during five stages, in every one many mixture prepared and the best one selected to work it in next stage. The aim of first stage was to define perfect protein's emulsion components by partial replaced of (0, 10, 30 and 50%) from animal fat with four kind of plant oils, and define the best of water / fat rate that gives height emulsion stability and less cooking losses after heat treatment. Consequently, to study the effect of Guar and Arabic gum on quality parameters of low fat meat emulsions. Second stage aimed was to define the best spices mixture for production. Third stage aimed was to define the perfect percentage to mix protein's emulsion with minced beef meat, whereas the aim of forth stage was to study effect of using starter culture fermentation and traditional ripening on microbiological and chemical changes through fermentation or ripening, and sensory, chemical and microbiological characteristics of final product, and study the physico-chemical characteristics of final products and define the best of storage way in the fifth stage.

The studying was made in Department of Food Science laboratories, Faculty of Agriculture, Damascus University. Protein's emulsion mixture manufactured from poultry thigh and breast, and lamb tail as animal fat source. Emulsion stability test and cooking losses used to define emulsion stability after heat treatment. Some of chemical and sensory parameters studied for mixture manufactured. The fermented mixture evaluated the microbial, chemical and sensory parameters after ending of fermentation, smoking and storage.

First stage statistical analyses result showed that the perfect time of emulsion manufacturing was 11 to 15 minutes from fat added point. In addition, significant positive correlation found between increase sunflower, soybean and olive oil replaced and emulsion stability number (r = 0.517- 0.411- 0.315) successively, and fat losses (r = 0.478- 0.482- 0.333) successively, and increase sunflower, soybean replaced and cooking losses (r = 0.277- 0.257) successively, whereas no significant correlation showed between increase coconut oil and all of parameters. Statistical analysis using Distribution of Variance showed effective emulsion stability number, fat losses and cooking losses with time of emulsion manufacturing by 65.6 %, 68.4 % and 59.5 % successively and with type of fat by 30.77 %, 26.43% and 11.12 % successively. As result, we could be replace animal fats with plant oils in protein's meat emulsion manufacturing by 30% for sunflower, soybean and olive oils and 50% for coconut oil without any effective on emulsion stability number and cooking losses at the experiment conditions. Furthermore, Statistical analyses result showed dropping the

emulsion quality by dropped fat rate and increased of water rate added, Guar and Arabic gum added caused to improve emulsion stability and dropped cooking losses comparative with low fat control, and showed similar result for emulsion stability, cooking losses comparative with high fat control. The mixture contained Gum-Hydrate showed similar sensory evaluation for high fat control and best evaluation comparative with low fat control.

The result of second stage showed no significant different between the spices mixtures, the mixture with garlic gained the better evaluation by sensory evaluation members. The third stage results showed increased hardness of mixtures by increased minced beef meat to emulsion percentage, and the mixture with 30/70 minced meat to emulsion gained the best evaluation by sensory evaluation members.

The result of microbial analysis for fourth stage showed that the added of the culture inhibiting in the growth of Enterobacteriaceae, yeasts and molds comparative with traditional maturated mixture. Chemical analysis showed that rapid pH decrease, during the 48 h of fermentation with starter culture and at least rate with traditional maturation, and non-protein nitrogen (NPN) change showed proteolysis occurred during traditional and starter culture fermentation. Sensory evaluation showed significant differences between the mixtures, the F4 mixture gained the best scores, whereas the mixture ripening and fermentation gained soft texture comparative with control mixtures.

While, the result of fifth stage showed that the partial replaced of animal fat with olive oil cussed increased monounsaturated and polyunsaturated fatty acid and dropped in percentage of saturated fatty acid, whereas coconut oil using cussed opposition results. Vacuum storage way contribute with dropped of fat rancidity in final mixtures, and the mixture with olive oil had the pest result.

المقدمة

والدراسة المرجعية

INTRODUCTION

AND

LITERATURE REVIEW

1- المقدمة

تعد اللحوم المصدر الأول للبروتين الحيواني سواءً استهلكت مطبوخة مع الغذاء أو كمنتجات لحم مصنعة، وهي تعد من أهم المواد الغذائية على مائدة الطعام ولا تكاد تخلو وجبة طعام من اللحوم أو منتجاتها التي تستهلك إما طازجة في عمليات الطبخ والشواء مباشرة أو بعد تصنيعها وتحضيرها بأشكال مختلفة كاللحوم المفرومة والمجهزة مثل النقانق والسجق والمرتديلا .. وغيرها. حيث تلعب الدور الأهم في سد حاجة الإنسان من المكونات الغذائية مثل البروتينات الحيوانية ذات القيمة الغذائية والبيولوجية العالية وكذلك الدهون كمصدر للطاقة وبعض الفيتامينات والعناصر المعدنية.

يزداد استهلاك اللحوم في الدول النامية بشكل مستمر، فقد ازداد متوسط استهلاك الفرد السنوي من 10 كيلوغرام في الستينات إلى 26 كيلوغرام في عام 2000 وسيصل إلى 37 كيلوغرام بحلول عام 2030 تبعاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO).

تعد الأبقار والخنازير والأغنام والماعز والدواجن والأسماك المصادر الرئيسة للحوم الأكثر انتشاراً في العالم، ونظراً للتزايد السكاني العالمي والحاجة الملحة إلى توفير حاجات الشعوب من مصادر البروتينات الحيوانية وعلى رأسها اللحوم ونظراً لزيادة وعي المستهلكين للاهتمام بالأغذية التي تلبي الاحتياجات الغذائية وتراعي الجانب الصحي فقد ازداد الطلب حالياً على الأغذية عالية الجودة التي تحقق الهدف المطلوب أو الأغذية الوظيفية التي تعرف على أنها منتجات غذائية تحتوي على كميات مناسبة من المكونات ذات التأثير الإيجابي على الصحة ومحتوى منخفض جداً من الكوليسترول وأكبر من الأحماض الدهنية غير المشبعة بالإضافة إلى امتلاكها صفات حسية مرغوبة التي تعزز أداء وظيفة فيزيولوجية أو حالة صحية معينة والمساعدة المباشرة على الحد من الأمراض وعلاج الكثير منها بالإضافة إلى قيمتها الغذائية العالية ويتم إنتاج الغذاء الوظيفي على أساس المعرفة في العلاقة بين الغذاء الذي يستهلكه الإنسان وصحته.

يصعب تحديد بداية زمان ومكان صناعة اللحوم لاستعمالها في الغذاء، فهي قديمة قدم البشرية ذاتها، وقد انتشرت مصنعات اللحوم بشكل كبير حول العالم بفعل تعدد الطرائق التكنولوجية المستخدمة، واختلاف المعاملات التي تخضع لها. عرفت صناعة اللحوم المفرومة والسجق منذ القرن الخامس

قبل الميلاد وتعددت أنواعها حسب أذواق المستهلكين حيث تختلف من بلد لآخر ومن فئة لأخرى مما أدى إلى التنوع الكبير في هذه المصنعات.

تعتبر عملية تصنيع اللحوم من أهم الصناعات في كثير من دول العالم، وتتضمن الاتجاهات الحديثة في تطوير هذه الصناعة الإكثار من التعبئة المسبقة لأوزان صغيرة من اللحوم، مع وصف طريقة التقطيع والطهي، وزيادة كمية منتجات اللحوم مسبقة التجهيز وإنتاج اللحوم المعلبة مثل: لحم اللانشون، والوجبات الكاملة. يمكن تخزين جميع هذه المنتجات بسهولة وإعدادها بسرعة. كما يباع كثير منها في صورة مغلفة بعد تشفيتها من العظام بحيث تكون جاهزة مباشرة للطهي.

يعد السجق المتخمر أحد منتجات اللحوم الشائعة في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط. يتأثر قبول هذه المنتجات من قبل المستهلك بدرجة كبيرة بالنكهة النهائية التي تتأثر بالعديد من العوامل كجودة اللحم الخام، نوع وسلالة الحيوان، ظروف الإنتاج (تقليدية أو صناعية) والمواد المضافة والتوابل. وقد غدا الإنتاج الحديث للسجق المتخمر مستقلاً عن الظروف والمؤثرات الخارجية مثل درجة الحرارة ورطوبة الهواء وسرعته، والتي أصبح بالإمكان التحكم بها باستخدام حواسيب ملحقة بغرف التخمير والتجفيف والتدخين المتطورة، وقد أدمجت هذه التقنية مع استعمال بادئات بكتيرية محددة، مما ساعد على إنتاج السجق المتخمر بنوعية ثابتة في أي وقت من السنة. إلا انه وبالرغم من ذلك، ما زالت صناعة منتجات السجق المتخمرة تحتاج إلى فن وتقنية عالية.

مبررات وأهداف البحث:

نظراً لما تتمتع به منتجات اللحوم من قيمة غذائية عالية ونتيجةً لندرة وجود دراسات محلية كافية عن صناعات اللحوم المتخمرة وعن المركبات المسؤولة عن تحسين نكهتها. إضافة إلى عدم وجود دراسات محلية عن استخدام مستحلبات الزيوت النباتية في صناعة اللحوم المتخمرة إضافة إلى زيادة المشاكل الصحية الناتجة عن استهلاك منتجات اللحوم والمرتبطة باستخدام الدهون الحيوانية في صناعة منتجات اللحوم والعمل على استبدالها كلياً أو جزئياً بأحد الزيوت النباتية وعدم وجود اية منتجات سورية تعتمد على دمج المستحلبات مع اللحم المفروم واعتماد السوق السورية على استيراد مثل هذه الأنواع من المنتجات وبأسعار مرتفعة، فقد هدف هذا البحث إلى ما يلي:

1. تحديد المكونات المثلى للمستحلب البروتيني الناتج عن بالاستبدال الجزئي للدهن الحيواني بالزيوت النباتية.
2. اختيار الخلطة المثلى من البهارات المضافة للمنتج.
3. تحديد الخلطة الأنسب من المستحلب البروتيني واللحم المفروم باستخدام دراسة الخواص الحسية للمنتج.
4. دراسة تأثير التخمير بالبادئ أو الإنضاج التقليدي في صفات المنتج وتحديد خواصه الميكروبية والفيزيوكيمائية والحسية.
5. دراسة الصفات الفيزيوكيمائية للمنتج النهائي، وإمكانية إطالة فترة حفظه.

2- الدراسة المرجعية

2-1- تعريف اللحوم

اللحوم هي الأنسجة العضلية للحيوانات المخصصة للذبح بالإضافة للأنسجة الدهنية والأعضاء الداخلية للذبيحة القابلة للأكل (اللسان، القلب، الكبد، الكلى، الرئتين، الحجاب الحاجز، المريء، الكرش والأمعاء) ونواتج الذبح العرضية الأخرى (الأنسجة الطرية من الأقدام، الرأس) (العودة وأبو الخير، 1984؛ Heinz و Hautzinger، 2007).

تعد اللحوم مصدر أساسي للبروتينات والدهون، كما تؤمن الأحماض الأمينية الضرورية اللازمة للجسم مثل الفينيل آلانين، المثيونين، ثريونين، لايسين، فالين، تربتوفان، ليوسين وايزوليوسين. بالإضافة إلى كميات جيدة من مغذيات دقيقة مختلفة تعرف micronutrients (NHMRC، 2006). وهي مصدر هام للحديد سهل الامتصاص والزنك والسيلينيوم. كما تحتوي مستويات جيدة من فيتامين B6 وفيتامين B12 وفيتامين D. إضافة لكميات هامة من الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع /اوميغا3/ (WCRF، 2007). تعتبر اللحوم من الأغذية الأساسية لتكوين خلايا الجسم والأنسجة وترميم ما تهدم منها بالإضافة إلى تنشيط الوظائف الهضمية والدموية والدماغية (Bhutta وزملاؤه،1999).

تقسم اللحوم بشكل عام إلى لحوم حمراء ولحوم بيضاء، تمثل اللحوم الحمراء لحوم البقر والجاموس والغنم والغزلان بينما تمثل اللحوم البيضاء لحوم الأسماك والطيور مثل الدجاج والحمام والبط وهي أسهل هضماً من اللحوم الحمراء (العودة وأبو الخير، 1984).

يتكون اللحم بشكل عام من الماء، الدهن، البروتين، المعادن ونسبة بسيطة من الكربوهيدرات. يعد البروتين المكون الأكثر ثمناً والأهم من الناحية الغذائية في اللحم، كما يعد أيضاً المعيار الأول لتحديد نوعية وقيمة اللحوم ومنتجاتها المصنعة (Heinz و Hautzinger، 2007) حيث تتراوح نسبته في اللحوم الطازجة بين 16-22 % (Arihara، 2006).

يعد اللحم الأحمر مصدر أساسي للبروتين الحيواني حيث أن تناول 100 غ منه يومياً يزود الجسم بحوالي 20 غ (Chan وزملاؤه، 1996)، كما يتميز بقيمة حيوية عالية لسهولة هضمه وتمثيله

في الجسم، حيث يحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية وبتركيب متوازن بشكل يساهم في بناء الخلايا وتعويض التالف منها وإنتاج الطاقة اللازمة لسير العمليات الحيوية (Bhutta وزملاؤه، 1999).

2-2- تصنيع منتجات اللحوم

تَمثلَ استهلاك اللحوم لفترات طويلة باللحوم الطازجة، ومع التطور الذي شهدته المجتمعات ظهرت عدة عوامل وأسباب أدت إلى ضرورة حفظ وتصنيع اللحوم وفي مقدمتها سد احتياجات المستهلك المدني (Kauffman، 1993) التي تتمثل بتطور مستوى المعيشة وخاصة في الدول الصناعية حيث اصبحت الحياة أكثر تعقيداً وتعتمد على السرعة، مما جعل العمال والموظفين وغيرهم وخاصة النساء بحاجة إلى غذاء متوازن سهل التداول والاستهلاك، إضافة إلى اعتماد الكثير من المرافق الخدمية الغذائية (مطاعم، فنادق، مصانع، مراكز تعليمية، طائرات ... الخ) على هذه الأنواع من الأغذية التي تناسب ظروفها، بالإضافة إلى ضرورة إجراء بعض المعاملات على بعض أنواع اللحوم المتدنية النوعية واستغلال بعض أجزاء الذبائح منخفضة القيمة التسويقية بهدف تعديلها وتحسين نوعيتها واستخدامها في منتجات مصنعة رخيصة الثمن وذات جودة عالية وتتمتع بشعبية كبيرة مثل مختلف أنواع المرتديلا والسجق وغيرها (Aymerich وزملاؤه، 2003).

تُعرّف منتجات اللحوم على أنها منتجات مصنعة أساساً من اللحم، والتي يحتاج تحضيرها إلى أكثر من عملية التقطيع (Al-maseimi، 2003)، وهي تصنع من اللحوم الطازجة بعد اخضاعها إلى عمليات تحويل وتغيير مختلفة بهدف الحصول على منتجات مرغوبة جاهزة للاستهلاك المباشر، حيث تنتج معظم هذه المصنعات من لحم مفروم وغالباً ما يكون بشكل خليط لعدة أصناف من اللحوم /عدا مصنوعات الفخذ والمتلة/ مع إضافة مواد أخرى مساعدة وإخضاع المنتج لطريقة أو أكثر من طرائق التصنيع المتبعة، وتتغير نسب المكونات الداخلة في هذه الصناعة وفقاً لعدة عوامل أهمها العرض والطلب والسعر والتكنولوجيا المستخدمة. وتشكل هذه المنتجات ما نسبته 25 % من مجموع تجارة اللحوم العالمية (Al-haj Hussein، 2002). تشمل تقنيات معالجة اللحوم مجموعة من الخطوات والإجراءات بدءً من التقطيع والفرم إلى الطبخ للحصول على منتجات جاهزة ومرغوبة. تختلف

مصادر اللحوم المستخدمة في التصنيع باختلاف البلدان ومصادر ثروتها الحيوانية، حيث تلعب الظروف المناخية والتقاليد الغذائية والمعتقدات الدينية والمستوى الاقتصادي ومدى التطور التقني الدور الرئيس في هذا التباين (Heinz و Hautzinger، 2007).

يتضمن تصنيع اللحوم مجموعة من العمليات والإجراءات الخاصة التي تؤدي إلى تغيرات مرغوبة في صفات وخصائص اللحم الطازج من خلال إتباع أسلوب أو أكثر من أساليب التصنيع أو التحويل مثل الفرم والتقطيع والخلط والمزج وتثبيت اللون والاستحلاب والتدليك وبإضافة مواد مساعدة مثل الأملاح والبهارات والتوابل وغيرها ثم الحشو والتعبئة ضمن الأغلفة الطبيعية أوالصناعية وإخضاع المنتج لإحدى طرائق الحفظ باستخدام درجات الحرارة العالية (تعقيم، تدخين، طبخ، شوي، قلي... الخ) أو إلى أكثر من طريقة واحدة وذلك باستخدام طرائق حفظ إضافية مساعدة مثل التخمير، التجفيف، التبريد أو التجميد (Pisula و Dowiercial، 1991 ؛ Heinz و Hautzinger، 2007).

تُمثل عملية فرم اللحم والدهن المرحلة الأولى في تصنيع منتجات اللحوم المفرومة، وتتم هذه العملية بواسطة آلات خاصة تعمل على تجزئة قطع اللحم إلى درجات نعومة مختلفة تتعلق بنوعية المنتج المراد تصنيعه (Feiner، 2006)، حيث تتراوح درجة الفرم من 4-6 ملم عند إنتاج السجق المدخن المجفف ونصف المجفف، و2-3 ملم عند إنتاج السجق المطبوخ، ويتم فرم الدهن بنفس الطريقة إلا أنه يمكن استخدام درجات فرم أقل 5-6 ملم في المنتجات التي تكون فيها قطع الدهن ظاهرة (عزيزية، 1995). تتم عملية التمليح بطرائق مختلفة بعد عملية الفرم، وتختلف كمية الملح المضافة تبعاً لنوع المنتجات المصنعة فتكون 2-2.5 % لأنواع النقانق والسجق والمرتديلا المسلوقة و3-4 % للمرتديلا المدخنة المجففة ونصف المجففة تزداد إلى 4-5 % بعد المعاملات الحرارية بسبب تبخر جزء من الرطوبة أثناء التدخين والتجفيف (Acton وزملاؤه، 1983) و(عزيزية، 1995). يترك اللحم المملح فترة معينة لضمان انتظام توزع الملح بشكل متجانس داخل اللحم المفروم أو على سطح اللحم المملح وداخله (Angus وزملاؤه، 2005)، إضافة إلى إعطاء الفرصة لبروتينات اللحم بالتفاعل التبادلي مع المحلول الملحي وزيادة نسبة البروتينات الذائبة فيه ورفع قدرة اللحم على ربط الماء (Xiong، 1997)، تتراوح هذه المدة عادة بين 6-12 ساعة وتتوقف على سرعة نفاذ الملح وطريقة

إضافته (محلول/مسحوق جاف) ودرجة نعومته (محيو، 1982). يضاف أثناء التمليح كمية قليلة من الفوسفات بحدود 0.3 % لزيادة كمية البروتينات الذائبة ورفع قدرة اللحم على ربط الماء وإكسابه اللزوجة الكافية (Kinpe وزملاؤه، 1988)، كما يضاف نتريت أو نترات الصوديوم بنسبة قليلة جداً 50 - 100 ppm للمحافظة على ثبات لون اللحم المملح (Cassens، 1995).

يتم خلط اللحم والدهن المفروم مع المواد المساعدة داخل جهاز الخلط والاستحلاب مما يؤدي إلى زيادة قدرة اللحم المفروم على ربط الماء ورفع نوعية الناتج وكميته إضافة إلى توزيع المكونات بشكل متساوٍ ضمن المزيج. بعد انتهاء المزج يتم تعبئة الخليط ضمن الأغلفة الطبيعية أو الصناعية عند صناعة النقانق والسجق والمرتديلا أو ضمن عبوات معدنية عند تصنيع معلبات المرتديلا /اللانشون/ (Brennan، 2006). تجفف منتجات اللحوم المعبأة بالأغلفة للحد من نمو الفطريات على سطح هذه المنتجات، تتم هذه العملية في غرف مهواة على درجة حرارة (10 – 20 ْم) ورطوبة هواء نسبية 75 %، وتختلف الفترة اللازمة لهذه العملية باختلاف المنتجات والتي تتراوح من 2 – 3 أيام للسجق المدخن نصف المجفف و25 – 30 يوماً بالنسبة للسجق المدخن المجفف (عزيزية، 1995). بينما تعقم العلب المعدنية على درجة حرارة 121 ْم لمدة 30 دقيقة للقضاء على بكتريا *Clostridium botulinum* المتبوغة التي تفرز توكسين سام في الظروف اللاهوائية (Nelson وزملاؤه، 1983 ؛ Angus وزملاؤه، 2005 ؛ Šimko، 2011). تؤثر المعاملة الحرارية على القيمة الحيوية لبروتينات اللحوم وبشكل خاص الأحماض الأمينية الكبريتية حيث تؤدي عملية التسخين إلى ربط الأحماض الأمينية بالسكريات وفق تفاعل ميلارد مما يؤثر على القيمة الغذائية لهذه المنتجات (Gerber وزملاؤه، 2009).

تعد منتجات اللحوم المصنعة من الأغذية المرغوبة من قبل المستهلك نظراً لطعمها المميز وارتفاع قيمتها الغذائية وتنوعها الواسع (Kauffman وRutgers، 1991)، في الوقت ذاته يعتبر ارتفاع محتوى الدهن وبالتالي الأحماض الدهنية المشبعة والكوليسترول من أهم سلبيات تلك المنتجات بالإضافة إلى الصوديوم والنتريت المستخدمين في التمليح أثناء عملية التصنيع (Cofrades وزملاؤه، 2008) مما دفع العديد من الباحثين إلى بذل الجهود وإجراء العديد من الأبحاث بهدف تحسين

جودة منتجات اللحوم المصنعة وتحويلها إلى أغذية عالية الجودة أو أغذية وظيفية إن أمكن نظراً لتزايد طلب المستهلكين على الغذاء الجاهز والصحي (Papadina و Bloukas، 1999 ؛ López-López وزملاؤه، 2009) وذلك من خلال تعديل تركيب منتجات اللحم المصنعة وتحسين جودتها أو تبديل بعض مكوناتها أو إيجاد منتجات جديدة تتناسب مع المتطلبات الغذائية المعاصرة وذلك عن طريق استخدام جميع الوسائل التكنولوجية الممكنة (López-López وزملاؤه، 2009) بدءً من اختيار المواد الخام المناسبة سواءً الرئيسية أو المضافة التي تتمتع بالقدرة على تحقيق الأهداف الغذائية والصحية المطلوبة بآن واحد، وصولاً إلى دراسة وتحديد المؤشرات التي تؤدي إلى رفع القيمة الغذائية الصحية لهذه المنتجات من خلال اختصار محتوى بعض المكونات مثل الدهن والكوليسترول والصوديوم (Anandh وزملاؤه، 2005 ؛ Arihara، 2006) والنتريت والنترات (Al-shuibi و Al-Abdullah، 2002) بالإضافة إلى رفع نسبة البروتين وضمان خلوها من مسببات الأمراض.

2-3- الخامات المستخدمة في تصنيع منتجات اللحوم

يستخدم في تصنيع منتجات اللحوم العديد من الخامات التي تدخل بشكل أساسي في عمليات التصنيع مثل اللحم والدهن والبروتينات بشقيها الحيواني والنباتي، إضافة إلى خامات أخرى تدخل بنسب منخفضة حسب أنواعها بهدف تحسين اللون والطعم والرائحة والنكهة والقوام (Feiner،2006).

تستخدم أنواع **لحوم** الدرجة الثانية والثالثة ذات الأسعار الرخيصة والتي يدخل معها بعض الأعضاء والأجهزة الداخلية وجلود الدجاج أو لحم الدجاج البياض بعد انتهاء الموسم، وتشكل نوعية هذه اللحوم تحدياً لدى المنتج في تصنيع منتج نهائي جيد نظراً لمحتواها الجرثومي المرتفع في أغلب الأحيان، فيلجأ البعض لزيادة المواد الحافظة، بينما يلجأ البعض الآخر لمعاملة حرارية مشددة للحصول على منتج نهائي ثابت ومستقر (Gerber وزملاؤه، 2009)، ولا تستعمل لحوم الدرجة الأولى إلا في الأنواع الجيدة من اللحوم المصنعة وتستخدم عادة بشكل طازج في عمليات الطهي والشواء (Šimko، 2011). وجد Claus و Sorheim (2006) أن اللحم في طور ما قبل التيبس الرمي يتميز بقدرة كبيرة على ربط الماء واستخلاص بروتينات المايوفبريل وأن تصنيع اللحم في هذا الطور لم يؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمنتجات اللحوم المستحلبة. كما يستخدم **الدهن** الناتج عن الحيوانات

كخامة أساسية في تصنيع منتجات اللحوم مثل دهون البقر والغنم والدواجن، حيث يلعب دوراً هاماً في عملية الاستحلاب مشكلاً الطور المتبعثر للمستحلب (Mittal و Barbut، 1994)، كما يؤثر بشكل مباشر في طعم وقوام ونكهة وعصيرية ومدة صلاحية منتجات اللحوم المصنعة (Williamson وزملاؤه، 2005)، وقد أجريت العديد من الدراسات بهدف الحد من استخدام دهن الخنزير في منتجات اللحوم نظراً للانتشار الكبير لاستخدام هذا الدهن في منتجات اللحوم في معظم بلدان العالم وذلك تفادياً للأضرار الصحية والمعنوية (تقاليد غذائية، معتقدات دينية ...الخ) التي يسببها استخدام هذا الدهن وذلك عن طريق استبداله إما بزيوت نباتية (Zorba، 2006 ؛ Ozvural و Vural، 2008) أو دهون حيوانية أخرى (سماك، 2013) مثل شحم البقر ودهن إلية الغنم.

يمكن إضافة بروتينات مختلفة في صناعة منتجات اللحوم حسب الهدف منها، فتضاف **البروتينات الحيوانية** مثل مسحوق الحليب المجفف أو البيض لرفع القيمة الغذائية للمنتج النهائي، وقد أشار Mittal و Usborne (1985) عند دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية لبروتين الحليب أنه يتميز بقدرة عالية على الذوبان (70 – 90 %) إضافة لقدرته العالية على تشكيل المستحلبات. كما ترفع كازئينات الصوديوم قدرة المستحلبات على ربط الماء (Irish Dairy Board, Inc، 2005) وتزيد من ثبات مستحلبات الدهون وبالتالي ثبات المنتج وتماسكه (Holt و Roginski، 2001)، لامتلاكها أجزاء محبة للماء وأخرى كارهة للماء مما يزيد قدرتها على تكوين منتجات مستحلبة وهذا ما يزيد أهميتها عند إضافتها للنقانق المتخمرة والمدعمة غذائياً بزيت الزيتون (Muguerza وزملاؤه، 2001). كما يمكن إضافة **البروتينات النباتية** لنفس الهدف إضافة إلى إغناء المنتج النهائي بالعناصر المعدنية الضرورية وبعض أنواع الأحماض الأمينية، كما تضاف كهدف اقتصادي لتوفير تكلفة إضافة اللحم واستبدال جزء منه بمواد نباتية رخيصة الثمن (عزيزية، 2008)، كفول الصويا (Arihara، 2006)، وغلوتين القمح (Xiong وزملاؤه، 2008)، والحمص (سفر وزملاؤه، 1995). انتشرت إضافة بروتين الصويا بنسبة 10 -30 % إلى عجائن اللحوم المفرومة بشكل واسع منذ زمن بعيد في صناعة اللحوم (Mittal و Usborne، 1985)، وذلك لقدرته على تحسين الصفات التصنيعية ورفع القيمة الغذائية لهذه المنتجات (Hoogenkamp، 2007)، إضافة لقدرته العالية على ربط الدهون مع السائل الناتج عن اللحم أثناء عملية تشكيل خلطات اللحوم المصنعة (Lecomte

وزملاؤه، 1993)، ويمكن ان يستخدم لهذا الغرض مسحوق الصويا المنزوع الدسم أو مركز بروتين الصويا أو معزول بروتين الصويا (Mittal وUsborne، 1985). وجد Castro وزملاؤه (2006) أن إضافة بروتين الحليب وبروتين الصويا إلى منتجات اللحوم المصنعة أدت إلى تعزيز القيمة الغذائية والصفات الفيزيائية للمنتج. أوضح سفر وزملاؤه (1995) أن إضافة منقوع مسحوق الحمص بنسبة 15% إلى المرتديلا المصنعة من لحم البقر أدى إلى خفض تكاليف الإنتاج مع المحافظة على القيمة الغذائية والصفات الحسية والذوقية للمرتديلا، وفي دراسة أخرى وُجد أن إضافة 2 % من كازئينات الصوديوم أو 2 % معزول بروتين الصويا أو 3 % مركز بروتين الصويا إلى المرتديلا المدخنة لم يؤثر سلباً في التركيب الكيميائي أو الصفات الحسية بل أدت هذه الإضافة إلى زيادة نسبة البروتين وانخفضت نسبة الدهون مع المحافظة على الصفات النوعية لهذا النوع من المرتديلا (عزيزية، 2008).

يدخل في صناعة اللحوم مجموعة من المواد المساعدة للعملية التصنيعية التي تعمل على تحسين قوام ولون ونكهة المنتجات المصنعة وهي تضم المواد المعدلة للقوام مثل دقيق الحبوب لاحتوائه على النشاء الذي يعمل كمادة رابطة بعد أن تكون حبيباته قد تشربت الماء الساخن، يساعد النشاء على تماسك المنتج والاحتفاظ برطوبته وبالتالي زيادة مردود المنتج النهائي (Keeton، 1994). كما يساعد في تحسين الخصائص الفيزيائية للمنتج خاصة أثناء عملية التصنيع من خلال تخفيض نسبة الماء الحر (Murphy، 2000 ؛ Luallen،2004)، ويستخدم النشاء المستخلص من البطاطا والذرة بشكل عام في مصنعات اللحوم ومنتجات السجق كمادة مالئة ورابطة ومعدلة للقوام وذلك لرخص ثمنه بالمقارنة مع أسعار المنتجات الحيوانية، حيث يلعب دوراً كبيراً في امتصاص الماء وربطه مع اللحم والدهن وبقية المواد المضافة للوصول إلى مستحلب متجانس للخلطات أثناء تصنيع منتجات اللحوم (Li وYeh، 2003)، كما يمكن أن تضاف البطاطا والأرز للهدف ذاته ولإغناء المنتج النهائي بالكربوهيدرات وزيادة ربط المكونات مما يحسن القوام ويساعد على زيادة وزن المنتج (Luallen، 2004)، إلا أن Dexter وزملاؤه (1993) بيّنوا أن للنشاء تأثيراً على النكهة في منتجات اللحوم المفرومة. تضاف بعض الأصماغ والغرويات المائية لتحسين قوام منتجات اللحوم كالكارجينان (Ayadi وزملاؤه، 2009) وصمغ الخرنوب وغوار والصمغ العربي والجينات الصوديوم (Hsu

وChung، 1999) التي تعطي قواماً شبيهاً بالهلام لمنتجات اللحوم مما يساعد على تخفيض نزوح السوائل من خلطة اللحم خلال المعاملة الحرارية، كما يضاف الجيلاتين ومنتجاته لتعزيز القدرة على ربط الماء والثبات الحراري للنقانق المطبوخة من خلال زيادة الاحتفاظ بالماء المضاف في أثناء عملية التصنيع (Ruusunen وPuolanne، 2005). يضاف السكر الذي يساعد على تشكيل اللون الأسمر البني نتيجة عملية الكرملة أثناء المعاملة الحرارية، كما يساهم في تحسين الطعم والنكهة وتتراوح نسبة إضافته بين 0.5 و1 % (Anon، 2010a)، إضافة إلى دوره الهام في صناعة منتجات اللحوم المتخمرة (Anon، 2008). تضاف البهارات والتوابل بهدف تحسين الطعم والنكهة والرائحة المميزة لكل صنف من المنتجات المصنعة، وتستخدم بكميات ونوعيات مختلفة تبعاً للذوق السائد في المنطقة والعادات والتقاليد لكل شعب من الشعوب، وهي تضاف على صورة مسحوق البذور أو مسحوق الثمار أو الأوراق، ومن أهمها الفلفل بنوعيه الأبيض والأسود، الفليفلة الحمراء والخضراء، الثوم والبصل المجفف، القرفة، القرنفل، الهيل، العطرة، بذور الكزبرة، جوزة الطيب، الكمون، الخردل، الزنجبيل، الزعتر البري، أوراق الغار (Brennan، 2006). يمكن أن تؤدي التوابل إلى تنشيط أو تثبيط الكائنات الحية الدقيقة، ولذلك قد تسرع أو تبطئ عملية انخفاض الـ pH (Vej، 2010). كما تساهم هذه المواد مثل الثوم في حفظ مصنعات اللحوم من نمو وتكاثر عوامل الفساد (Feiner، 2006)، وتستخدم حالياً معززات النكهة كمستخلصات الخميرة وغلوتامات أحادية الصوديوم والنيكلوتيدات في صناعة اللحوم حيث تساعد على تنشيط مستقبلات التذوق في الفم وتخفيض نسبة اللحم المستخدم، وقد تبين أن استخدام أي نسبة من غلوتامات أحادية الصوديوم قد زادت من قبول منتجات اللحوم المصنعة وخاصة عند استبدال 50 % من كلور الصوديوم بكلور البوتاسيوم (Pasin وزملاؤه، 1989).

يعمل **ملح الطعام** على تحسين طعم المنتج والمحافظة على رطوبته (Desmond، 2006)، ويلعب دوراً هاماً في إعطاء الطعم والنكهة المرغوبة في الأغذية (Yapar وزملاؤه، 2006)، وهو مسؤول بشكل أساسي عن النكهة وخصائص القوام وبعض الخصائص الوظيفية والقدرة على الاحتفاظ بالماء (Desmond، 2006)، وإذابة بروتينات الليفات العضلية (Hamm، 1986). يستعمل الملح عادة بنسبة 2 - 2.5 % ويعمل التركيز المرتفع من الملح على تثبيط الأحياء الدقيقة (Vej، 2010)، من خلال تشكيل شوارد الكلور السامة وخفض قابلية الأوكسجين للانحلال في الأوساط السائلة

بالإضافة إلى سحب الماء من الغذاء مما يسبب قتل الأحياء الدقيقة المسببة للفساد (Ruusunen وPuolanne، 2005)، ويمكن أن يعمل الملح في بعض الأحيان على تشجيع نمو بعض أنواع البكتريا وذلك عند استخدامه بتراكيز منخفضة (سمينة وسفر، 2004). يجب أن يكون هذا الملح نقي خالي من الشوائب وآثار الحديد والنحاس اللذين يشجعان ظاهرة الأكسدة والتزنخ في المنتجات الغذائية (Angus وزملاؤه،2005).

تستعمل **أملاح النتريت والنترات** كمواد حافظة ومانعة للأكسدة ولإكساب المنتج اللون الأحمر الوردي الثابت، يؤدي النتريت العديد من الوظائف الهامة في مصنعات اللحوم من أهمها تأثيره المضاد للباتولين antibotulinal (Sofos وزملاؤه، 1979). كما يمتلك تأثير مضاد للأكسدة في منتجات اللحوم المطبوخة (Kanner، 1994)، حيث تشكل مع الميوغلوبين صبغة نتروزميوغلوبين ذات اللون الأحمر التي تتحول عند الطهي إلى نتروزهيموكروجين (Ugur وزملاؤه، 1998 ؛ Moller وSkibsted، 2007). يؤثر النتريت في الأحياء الدقيقة من خلال تأثيره في استقلاب الكبريت ومجموعات الألفا أمين للأحماض الأمينية وهو لا يمنع انتاش الأبوغ الميكروبية إنما يعمل على منع تضاعف الأحياء الدقيقة (سمينة وسفر، 2004). يؤثر استعمال مزيج NO_2/NO_3 على الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن التخمر مؤدياً إلى انخفاض pH السجق ببطء أثناء عملية التخمر مما يسبب إطالة فترة التخمر (Vej، 2010)، لذلك لا يستخدم النتريت عند تحضير أنواع السجق سريعة التخمر (Anon، 2010a). يعد النتريت من المركبات الحرجة خلال تصنيع منتجات اللحوم (Nelson وزملاؤه، 1983 ؛ Cassens، 1995)، حيث أشارت الدراسات إلى إمكانية تكون مركب ثنائي إيثيل نتروز أمين والذي يمتلك فعالية مسرطنة في جسم الإنسان نتيجة التفاعل بين النتريت المستخدم كمادة حافظة في مصنعات اللحوم ومركب ثنائي إيثيل أمين الموجود طبيعياً في الجسم (Cassens، 1995؛ Pegg وShahidi، 2000) مما دعا إلى خفض نسب استخدام النتريت والنترات في منتجات اللحوم والتوجه لاستخدام تراكيز منخفضة منها. كما تضاف **الأسكوربات** لتسريع تثبيت اللون والوقاية من تغيرات الـ pH (Gimeno وزملاؤه، 2001)، حيث تستخدم بشكل أملاح صودية تقوم بإرجاع النترات والنتريت إلى أول أكسيد الآزوت وبالتالي زيادة كفاءة تكوين الصبغات اللونية (Price، 1997 ؛ Gimeno وزملاؤه، 2001)، وقد وجد أن إضافة مشتقات فيتامين C بتركيز 1000 ppm قد أدت

إلى إيقاف تشكل النكهات غير المرغوبة في مصنعات اللحوم (St-Angelo، 1990). تضاف **الفوسفات وأملاحها** بمعدل 0.1 % بهدف زيادة كمية الماء المرتبط مع البروتين (Yapar وزملاؤه، 2006)، حيث تعمل على زيادة الشحنات الحرة على سطح بروتين اللحم مما يزيد قدرته على ربط الماء ويقلل الفقد في وزن المنتج عند الطبخ، وخاصة منتجات اللحوم المصنعة التي تحتوي نسبة منخفضة من اللحم (Ruusunen وزملاؤه، 2002)، ومنها أحادي وثنائي وثلاثي فوسفات الصوديوم وحمض بيروفوسفات الصوديوم (Brennan، 2006). كما أنها تلعب دوراً هاماً في تحسين لون اللحم المطبوخ (Kinpe وزملاؤه، 1988).

تستعمل **المواد المانعة للأكسدة** بهدف منع أكسدة الدهون وتزنخها، وتضاف هذه المواد بشكل أساسي إلى المنتجات نصف المصنعة أو غير المعرضة لعملية الطبخ الكامل بمعدل أقصاه 0.006% للحوم المجففة و0.02 % للحوم المفرومة (Balev وزملاؤه، 2005). كما تستخدم **المواد المانعة لنمو فطريات العفن** ومنها سوربات البوتاسيوم بهدف منع نمو فطور العفن على السطح الخارجي للمصنعات اللحمية وبخاصة أنواع المرتديلا المعبأة بأغلفة السلوفان وأنواع السجق والنقانق حيث تعمل على منع نمو الفطور تحت سطوح هذه الأغلفة (عزيزية، 1995).

2-4- مستحلبات اللحوم

الاستحلاب هو العملية التي يمتزج بموجبها اثنان أو أكثر من المواد غير القابلة عادة للامتزاج لتشكيل تركيب ميكروسكوبي منتشر ومتجانس. تتألف معظم المستحلبات الغذائية من طورين أحدهما مائي يمكن أن تذوب فيه بعض الأملاح والسكريات المنحلة و/أو بعض المواد العضوية والغروية المحبة للماء /Hydrophilic/، والآخر دهني يشمل الزيوت والدهون والهيدروكربونات والشموع التي تدعى بالمواد الكارهة للماء /Hydrophobic/ (Brennan، 2006)، يشكل أحدهما معلقاً على شكل حبيبات دقيقة تتراوح أقطارها بين 1 – 5 ميكرون يسمى الطور المنتشر أو المعلق والثاني تنتشر فيه الحبيبات المعلقة يسمى الطور المستمر أو الخارجي (Rao وزملاؤه، 1989). تتضمن المستحلبات عادة إضافة للطورين السابقين مواد تضاف بكميات صغيرة تدعى بعوامل الاستحلاب وهي ضرورية للحصول على مستحلب مستقر حيث تعمل على خفض التوتر السطحي بين الطورين إضافة لتشكيل

غلاف حول جزيئات الطور المنتشر مما يمنعها من الالتقاء وزعزعة استقرار المستحلب (Fellows، 2000 ؛ Robins و Wilde، 2003).

يستخدم مستحلب اللحم والدهن في إنتاج العديد من منتجات اللحوم مثل السجق والمرتديلا والباتيه، ويعتمد إنتاجها على نجاح تشكيل المستحلب واستقراره بعد المعاملة الحرارية حيث يعمل المستحلب الجيد على منع انفصال الدهن والمحافظة على قوام المنتج اثناء الطبخ (Zorba و Kurt، 2006).

تعد مستحلبات اللحوم أنظمة معقدة نسبياً وهي تصنف عادة كمستحلبات زيت بالماء (Robins و Wilde، 2003)، ويمكن أن تتباين تبعاً لطريقة التصنيع لتُشكل تركيباً منتشراً متعدد الأطوار والمكونات (Rao وزملاؤه، 1989). اشارت الدراسات إلى أن البروتينات والفوسفوليبيدات والستيرولات الموجودة طبيعياً في اللحوم تعمل كعوامل استحلاب حيث تمتلك جزء قطبي وآخر غير قطبي، وقد تبين أن إضافة بروتينات اللحم الذوابة بالمحاليل الملحية (ميوزين، أكتين) إلى الطورين المائي والدهني يؤدي إلى تشكيل مستحلب ثابت، حيث تُحتجز حبيبات الدهن المنتشرة ضمن الأغلفة البروتينية المتشكلة من هذه البروتينات (Zorba وزملاؤه، 2005 ؛ Alvarez وزملاؤه، 2007)، وبيّن Swasdee وزملاؤه (1982) أن جميع حبيبات الدهن ضمن هذا المستحلب لا تكون بمقاييس متماثلة (تتراوح ما بين 1 – 50 ميكرون)، كما أنها لا تكون محاطة بشكل متجانس ومتماثل بالأغلفة البروتينية.

2-5- العوامل المؤثرة في تشكيل واستقرار مستحلبات اللحوم

يرتبط تشكيل مستحلبات اللحوم واستقرارها بعدة عوامل مترابطة فيما بينها ويكمل كل منها الآخر أهمها الخواص التكنولوجية لبروتينات اللحم (Zorba و Kurt، 2006) وكمية مكوناته الرئيسية ونوع وكمية المواد المضافة وخاصة الملح (Morrison وزملاؤه، 1971)، ونوع ونوعية اللحم وحالته البيوكيميائية وخاصة قيمة pH والقوة الأيونية (López-López وزملاؤه، 2009)، إضافة إلى نوع الدهن المستخدم وثوابت عملية التصنيع (Saffle، 1968). بالإضافة إلى تركيز البروتين ونسبة حجوم الطورين المائي والدهني وشروط تشكيل المستحلب مثل طريقة التنفيذ ودرجة الحرارة والميزات الفنية لجهاز الاستحلاب (Choi وزملاؤه، 2009).

2-5-1- الخواص التكنولوجية لبروتينات اللحم

تعد بروتينات اللحم عوامل استحلاب طبيعية، يعود ذلك لطبيعة سلسلة الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبها (Alvarez وزملاؤه، 2007). تؤثر الخواص التكنولوجية للبروتينات العضلية على نوعية واستقرار وقبول المنتج النهائي (Xiong، 2000)، وهي تضم ثلاثة مجموعات تشمل بروتينات الساركوبلازما الذوابة في الماء، وبروتينات المايوفبريل (الليفات العضلية) الذوابة في المحاليل الملحية وأهمها الميوزين والأكتين والتي تلعب دوراً هاماً في عملية الاستحلاب، وبروتينات الستروما (بروتينات الأنسجة الضامة) غير الذوابة (Verbeken وزملاؤه، 2005). تتحدد الخواص التكنولوجية للحم بفعل بروتيناته وخاصة بروتينات المايوفبريل التي تتراوح نسبتها بين 55 – 60 % من مجمل بروتينات اللحم ويشكل الميوزين بمفرده حوالي 45 % منها (Alvarez وزملاؤه، 2007؛ Ayadi وزملاؤه، 2009).

أشار Mittal وUsborne (1985) إلى أن صلاحية اللحم لتشكيل مستحلبات ثابتة ومتجانسة في المنتج النهائي تتحدد من خلال مجموعة من الخصائص التكنولوجية من أهمها قابلية ذوبان البروتينات، الخواص الاستحلابية للحم، القدرة على الاحتفاظ بالماء وربط الماء المضاف والاحتفاظ به والقدرة على تشكيل الهلام. تساهم جميع هذه الخصائص في تأمين الربط الجيد لجميع مكونات المستحلب في كامل الحجم والتي لا ينفصل بموجبها الماء والدهن بعد المعاملة الحرارية (سماك، 2013).

2-5-1-1- قابلية البروتينات للذوبان

تقسم البروتينات تبعاً لقابليتها للذوبان إلى بروتينات ذوابة في الماء وبروتينات ذوابة في المحاليل الملحية وبروتينات غير ذوابة، تعد هذه الخاصية ذات أهمية عالية في المحافظة على الترابط الجيد في منتجات اللحوم المستحلبة (Verbeken وزملاؤه، 2005)، حيث تؤدي تغيرات قابلية ذوبان البروتينات إلى تغيرات في خواصها الأخرى (Liu وXiong، 1997).

تبدي بروتينات المايوفبريل العديد من الخواص الوظيفية المسؤولة عن استقرار منتجات اللحوم المستحلبة وربط الماء كالتهلم وتشكيل المستحلبات ولذلك يتم استخلاص هذه البروتينات من الألياف

العضلية في المرحلة الأولى من تصنيع اللحوم من خلال خلط اللحم الطازج مع كمية كافية من الملح تتجاوز 1.5 % تليها عملية السحق والتنعيم مما يسبب انتفاخ هذه البروتينات وانحلالها، ويتعلق ذلك بعدة عوامل كقيمة الـ pH، درجة الحرارة، القوة الأيونية، نموذج الليف، الحالة بعد الذبح، حجم قطع اللحم وزمن الخلط (Xiong، 2000).

اظهرت الدراسات زيادة ذوبان البروتينات عموماً بارتفاع درجة الحرارة إلى حد معين تتعرض بعده البروتينات إلى التخريب وهي تبلغ لمعظم البروتينات 40 ْم، بينما تكون أدنى قابلية لذوبان للبروتينات عند نقطة التعادل الكهربائي والتي تقع في مجال قيمة pH بين 5 – 5.4 (Xiong، 1997؛ Westphalen وزملاؤه، 2005).

2-5-1-2- القدرة الامتصاصية لبروتينات اللحم

يحتوي اللحم على 75 % ماء تقريباً، وتعد القدرة على ربط الماء أحد أهم الخواص التكنولوجية في اللحم والتي تحدد نوعية المنتج النهائي ومردوده أثناء التصنيع وخاصة خلال العمليات الحرارية (Rosenvold و Andersen، 2003)، بالإضافة إلى تأثيرها في خواص المنتج الحسية والريولوجية وتحديد القيمة الاقتصادية للمنتج (Bertram وزملاؤه، 2004). يمكن تعريف القدرة على ربط الماء بأنها قدرة اللحم على الاحتفاظ بشكل كامل أو جزئي بمائه أو الماء المضاف إليه في بعض الحالات كإنتاج مستحلبات اللحوم حتى في ظروف تأثير العوامل الخارجية مثل الضغط والحرارة (Bertram وزملاؤه، 2004)، ويتعلق ذلك بحالة اللحم والمعاملات التكنولوجية التي يتعرض لها (Honikel، 1987)، وتسمى في هذه الحالة بخاصية امتصاص الماء (Rosenvold و Andersen، 2003). بيّن Offer و Trinick (1983) أن بروتينات المايوفبريل هي البروتينات المسؤولة عن ربط الماء في منتجات اللحوم المصنعة، تزداد هذه القدرة بابتعاد الـ pH عن نقطة التعادل الكهربائي لهذه البروتينات والتي تعادل 5.2 تقريباً (Westphalen وزملاؤه، 2005). أكد Mittal و Barbut (1991) وجود علاقة خطية بين قدرة اللحم على امتصاص الماء وقيمة pH اللحم في المجال الذي يتراوح بين 5.5 - 7.1، حيث تؤدي زيادة حموضة اللحم إلى تدني قدرته على ربط الماء، كما تؤثر القوة الأيونية للوسط على قدرة بروتينات اللحم على ربط الماء (Huff-Lonergan و Lonergan، 2005)، وتكون

اعلى ما يمكن ضمن مجال يتراوح بين 0.8 – 1.0 ويتحقق ذلك بإضافة الملح بنسبة 5 - 7% (Puolanne وزملاؤه، 2001).

2-5-1-3- الخواص الاستحلابية لبروتينات اللحم

تتحدد الخواص الاستحلابية اللحم بالقدرة على استحلاب الدهون، وهي كمية الدهن التي يمكنها أن تشكل مستحلباً مع بقية المكونات، بالإضافة إلى ثبات المستحلب الناتج والمتمثل بكمية الماء والدهن التي يمكن أن يحتفظ بها المستحلب في الشروط القياسية (Zorba، 2006).

أشار Zorba و Kurt (2006) و Garcia-Garcia و Totosaus (2008) إلى أن بروتينات اللحم تلعب دور عامل مستحلب طبيعي بفضل وجود مجموعات وظيفية قطبية ولا قطبية حيث تتوجه مجموعاتها القطبية باتجاه الطور المائي، بينما تتوجه المجموعات اللاقطبية نحو الطور الدهني، مما يؤدي إلى تشكيل غلاف بين الطورين يتأثر استقرار هذ الغلاف بثخانته ومرونته ولزوجته، وتعد سهولة تكوين هذا الغلاف حول حبيبات الدهن من أهم العوامل المؤدية إلى تشكيل مستحلب ثابت وناجح (Zorba، 2006). تساهم القوى الكهربائية المتماثلة للبروتينات بزيادة استقرار المستحلب من خلال منع حبيبات الدهن من التجمع من جديد وإبقاءها منتشرة ومتباعدة (Yapar وزملاؤه، 2006)، وبالتالي كلما كانت قيمة الـ pH لهذه البروتينات بعيدة عن نقطة التعادل الكهربائي زاد استقرار المستحلب (Westphalen وزملاؤه، 2005).

2-5-1-4- الخواص التهلمية لبروتينات اللحم

تعد البروتينات من البوليميرات الغذائية القادرة على تشكيل الهلام (Brennan، 2006)، وهي من الظواهر الهامة أثناء المعاملة الحرارية لجميع منتجات اللحوم حيث تساهم في التحام قطع اللحم وتأمين الثبات الكيميائي والفيزيائي للماء والدهن في منتجات اللحوم المستحلبة، كما تساهم في تشكيل القوام والخواص الريولوجية المرغوبة لهذه المنتجات (Clark وزملاؤه، 2001 ؛ Farouk وزملاؤه، 2002)، وتعمل على تحويل مستحلب زيت/ماء من الحالة شبه السائلة إلى شبه الصلبة (Dickinson، 1999)، والتي تتم على درجات حرارة متباينة تبعاً لنوع البروتينات وتغيرات حجم

الليفات العضلية المتشكلة إضافة لعدة عوامل أخرى كالقوة الايونية ودرجة الـ pH ووجود الملح وأملاح الفوسفات (Alvarez وزملاؤه، 2007).

يعتمد تشكيل الهلام على تشكيل بنية فراغية منتظمة ثلاثية الأبعاد من الألياف البروتينية بفعل الروابط الهيدروجينية الحاصلة وكذلك الفعل المحب للماء والفعل الكهربائي (Ishioroshi وزملاؤه، 1999) والتي تستطيع إمساك الماء والعناصر الذائبة فيه مع الدهن ومنع انفصالهما (Liu وXiong، 1997)، وللمحافظة على استقرار المستحلب يجب أن تحاط كل حبيبة دهن بغشاء بروتيني ثخين ولزج (Acton وزملاؤه، 1983)، كما يتطلب تقليص حجم جزيئات الدهن خلال عملية السحق المزيد من البروتين لتغليف جزيئات الدهن (Allais وزملاؤه، 2004).

وجد Allais وزملاؤه (2004) أن بروتينات الميوزين والأكتين المسؤولة الرئيسة عن تشكيل الهلام حيث يدخل الميوزين أثناء المعاملة الحرارية في تفاعلات بروتين – بروتين ويكون عنصراً مسؤولاً عن تشكيل الأغلفة البروتينية، كما وجد Liu وXiong (1997) أن الأكتين يساعد الميوزين في عملية تشكيل والتحام الهلام، وأن هذه البروتينات تشكل هلام غير عكوس يتميز بالقدرة العالية على ربط الماء والخواص المطاطية. يتهلم الميوزين بدرجة حرارة تتراوح ما بين 60 – 70 ْم عند قيمة pH 6 وقوة أيونية M 0.6 وتكفي كمية 0.3 % منه لتشكيل الهلام (Pomeranz، 1991). تزداد قوة تحمل هذا الهلام بوجود الأكتين والتربوميوزين والأجزاء غير الذوابة من المواد البروتينية العضلية وبروتينات الساركوبلازما (Ishioroshi وزملاؤه، 1999).

2-5-1-5- العوامل المؤثرة في الخصائص التكنولوجية لبروتينات اللحم

ترتبط جميع الخصائص التكنولوجية للحم فيما بينها بقوة وتتعلق بعدد كبير من العوامل الداخلية كنوع الحيوان وموقع العضلة وحالة اللحم البيوكيميائية وقوته الأيونية وقيمة pH والتي تتعلق بمدى حدوث التيبس الرمي ونوع ومحتوى النسيج الضام، إضافة إلى مجموعة من العوامل الخارجية كدرجة فرم اللحم والتي تؤثر إيجابياً على كمية البروتينات المستخلصة والذائبة وكبر السطح الخارجي للنسيج العضلي (Acton وزملاؤه، 1983؛ Alvarez وزملاؤه، 2007)، وكذلك سرعة التبريد ودرجة حرارة وزمن التخزين وكمية المواد المضافة في الصناعة (Rawdkuen وزملاؤه، 2004؛ Zorba

وKurt، 2006). كما ترتبط جميع هذه الخصائص التكنولوجية طرداً مع تركيز بروتينات المايوفبريل وكمية المواقع الفعالة على سطحها والتي تساهم في حدوث تفاعلات بروتين – ماء وبروتين – دهن (Yapar وزملاؤه، 2006)، ويمكن أن يتزايد هذا الأثر بتزايد شحنة البروتينات الكهربائية والحد من التفاعل المشترك بين الميوزين والأكتين (Offer وTrinick، 1983 ؛ Zorba وزملاؤه، 2005).

تتأثر خواص اللحوم التكنولوجية بمدى حدوث التيبس الرمي والتبدلات التي تحدث في العضلات بعد ذبح الحيوان، حيث وجد Bernthal وزملاؤه (1989) أن المستحلبات المجهزة من اللحوم قبل حدوث التيبس الرمي تمتلك قدرة استحلابية عالية وقدرة أعلى على امتصاص الماء مقارنة بالمستحلبات المحضرة من نفس اللحم بحالة التيبس الرمي لامتلاكها كمية بروتينات مستخلصة وقيمة pH عالية، إضافة لوجود الميوزين والأكتين في اللحم بصورة حرة (Verbeken وزملاؤه، 2005). كما بيّن Froning وNeelakantan (1971) أن المستحلبات المحضرة من لحوم الدواجن قبل حدوث التيبس تتميز ببنية مطاطية وثبات مرتفع مقارنة بالمستحلبات المحضرة من اللحم المتصلب. وقد أشار كل من Froning وNeelakantan (1971) وMittal وBarbut (1991) إلى أن تعديل قيمة pH اللحم بعد حدوث التيبس الرمي إلى القيمة التي كان عليها قبل حدوثه تؤدي إلى رفع القدرة على استقرار مستحلب هذا اللحم. تؤدي إضافة الملح إلى اللحم سواء قبل أو بعد حدوث التيبس الرمي إلى تحسين الخواص التكنولوجية للحم وبشكل خاص خواصه الاستحلابية وقدرته على ربط الماء وذلك نتيجة زيادة كمية البروتينات الذائبة وارتفاع قيمة pH اللحم وتفكك الأكتومايوزين إلى مايوزين وأكتين حر (Allais وزملاؤه، 2004). كما تؤثر كمية ونوعية النسج الضامة الموجودة في اللحم في خواصه التكنولوجية، فقد تبين وجود علاقة عكسية بين كمية الكولاجين غير الذواب وقدرة اللحم على امتصاص الماء وتشكيل المستحلبات، بعكس التربوكولاجين التي تؤدي زيادته إلى زيادة قدرة اللحم الامتصاصية للماء (Rao وزملاؤه، 1989) في حين وجد Doerscher وزملاؤه (2003) أن إضافة بعض البروتينات مثل الكولاجين بكمية محدودة تؤدي إلى تحسين القدرة على ربط الماء واستقرار المستحلب في منتجات اللحوم.

كما أشارت عدة دراسات إلى أن بعض المواد المضافة المستخدمة في صناعة منتجات اللحوم تعمل على تحسين الخواص التكنولوجية لبروتينات اللحم كالملح والفوسفات (Puolanne وزملاؤه، 2001) والنشاء والأصماغ الغروية (Hsu وChung، 1999) والبروتينات النباتية (Lecomte وزملاؤه، 1993) حيث تعمل على رفع قدرة مستحلبات اللحوم على ربط الماء وحجز الدهن ضمن المستحلب والحد من انفصاله بعد المعاملة الحرارية. إلا أن Allais وزملاؤه (2004) بيّنوا أن القدرة الاستحلابية العالية لبروتينات اللحم تؤدي إلى زيادة استقرار مستحلبات اللحوم المصنعة منها إلا أنها لا تترافق دائماً مع قدرة عالية على استقرار هذه المستحلبات، ولذلك لا يمكن اعتبارها معياراً كافياً لتقييم صلاحية اللحم لإنتاج مستحلبات اللحوم لأن المستحلب لا يشكل المنتج النهائي كونه بحاجة لمعاملة حرارية لاحقة، لذلك تعتبر قدرة المستحلب على حبس الماء والدهن أو الاحتفاظ بهما على درجات الحرارة المستخدمة أثناء المعاملة الحرارية العامل الأهم في التعبير عن استقرار مستحلبات اللحوم.

2-5-2- كمية الماء المضاف

يشكل الماء بنية مستحلبات اللحوم والمنتجات النهائية المصنعة منها، حيث يشكل وسطاً مذيباً لبروتينات اللحم التي تتحرر أثناء عملية الاستحلاب، كما يشكل الطور الخارجي للمستحلب مع المكونات الذائبة فيه ويسهل عملية الحلمهة الحرارية لبروتينات النسيج الضام، ويرفع من القيمة الحسية للمنتج ويؤثر على مردودية المصنعات المستحلبة (Ruiz-Ramirez وزملاؤه، 2005)، وقد اشار Huff-Lonergan وLonergan (2005) الى أن كمية الماء المثالية التي يجب إضافتها تختلف تبعاً لاختلاف نسب المواد الخام المستخدمة في تحضير المستحلب، حيث ترتفع قدرة ربط الماء في المستحلب بازدياد كمية الماء المضاف إلى حد معين يحدث بعده انخفاض في التحام وتماسك مكونات المستحلب، بينما تؤدي إضافة كمية غير كافية من الماء أقل من 16% من وزن اللحم إلى عدم اكتمال عملية الاستحلاب، وبناء عليه بيّن Dolata (1987) وجود مجالاً محدداً لكمية الماء المضاف والذي يتم بموجبه الحصول على مستحلب ثابت، زيادة هذه الكمية أو نقصانها يؤثر سلباً على استقرار المستحلب الناتج (Huff-Lonergan وLonergan، 2005).

2-5-3- نوع وكمية الدهن المضاف

يعد الدهن أحد المكونات الرئيسة في تشكيل المستحلبات حيث يلعب دوراً متمماً ووظيفياً من خلال التفاعل مع مكونات المستحلب وتشكيل وتثبيت المستحلبات وتحسين ربط الماء والحد من انفصاله نتيجة المعاملة الحرارية (Youssef و Barbut، 2009) وتقليص الخسارة في وزن المنتج بعد الطبخ (Yoo وزملاؤه، 2007)، كما يلعب دوراً هاماً في التأثير على الخصائص الريولوجية والهيكلية (Hughes وزملاؤه، 1997)، بالإضافة إلى تأثيره على الطراوة والعصيرية والنكهة في المنتج النهائي (Abiola و Adegbaju، 2001). يتم الحصول على مستحلب ثابت نتيجة اختيار كميات مناسبة من اللحم والدهن والماء، وتتعلق كمية الدهن المضافة والتي يتحقق بموجبها الحصول على مستحلب ثابت بعدة عوامل أهمها نوع الدهن المستخدم وشروط عملية فرم المواد الخام بالإضافة إلى نوع اللحم وحالته البيوكيميائية وكمية المواد الرئيسية والمضافة المكونة للمستحلب (Allais وزملاؤه، 2004).

بينت العديد من الأبحاث أن مجال إضافة الماء والدهن إلى اللحم للحصول على مستحلب ثابت يتعلق بنوع الدهن المستخدم، بالإضافة إلى وجود مجال محدد لكمية الدهن المضاف والذي يتحقق بموجبه أعلى ثبات للمستحلب الناتج (Pietrasik و Duda، 2000 ؛ Allais وزملاؤه، 2004؛ Yoo وزملاؤه، 2007)، والذي يتأثر أيضاً بحجم الحبيبات الدهنية الناتجة عن عملية السحق والتي يجب ألا تتجاوز أقطارها 5 ميكرون (Alvarez وزملاؤه، 2007)، وكذلك بنوع الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب الدهن حيث يتم استحلاب الدهون ذات الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة ودرجة الإشباع العالية بشكل أسهل مقارنة بالدهون ذات الأحماض الدهنية طويلة السلسلة والعدد الكبير من الروابط المضاعفة (Barbut، 2011). يمكن أن تصل نسبة إضافة الدهن في حالة استخدام اللحوم الحمراء حتى 70% من حجم المستحلب (Morrison وزملاؤه، 1971)، وقد أكد Dolata (1987) أن ارتفاع نسبة الدهن المضاف من 20 – 40 % بالنسبة إلى وزن اللحم تؤدي إلى تخفيض كمية النضح الحراري من الماء، كما بيّن Gregg وزملاؤه (1993) أن نسبة الدهن والماء في المنتجات المستحلبة يمكن أن تصل إلى 40% من وزن المستحلب، في حين حددت وزارة الزراعة الأمريكية نسبة إضافة الماء والدهن في حالة إنتاج مصنوعات اللحوم المستحلبة منخفضة الدهن بأقل من 40% من وزن المستحلب (USDA، 1992).

2-5-3-1- طرائق خفض نسبة الدهن في منتجات اللحوم المصنعة

بدأت محاولات تخفيض نسبة الدهن في منتجات الحوم منذ زمن طويل وكانت اولى المحاولات عن طريق استبدال جزء من الدهن بكمية زائدة من الماء، إلا أن إضافة الماء لوحده قد يكون سيئاً على مردود وعصيرية المنتج وتصبح عملية ربط الماء فيه والمحافظة على قوام مشابه للمنتجات الدهنية مشكلة تكنولوجية حقيقية، وهذا ما ظهر في نتائج Claus وزملاؤه (1989) حيث بيّن أن خلطات سجق بولونيا المحضرة باستخدام 5 % دهن و35 % ماء أظهرت خسارةً أعلى ولوناً أسمراً بعد الطبخ وقواماً أكثر تماسكاً بالمقارنة بالشاهد (30 % دهن و10 % ماء). كما أظهر سجق لحم الخنزير الحاوي على 25 % دهن و13 % ماء خسارة طبخ أعلى من السجق المحضر باستخدام 35 % دهن و13 % ماء (Ahmed وزملاؤه، 1990). من جهة أخرى سعت عدة أبحاث إلى استخدام مكونات غير لحمية مختلفة بشكل رئيس (كربوهيدرات، بروتينات) في منتجات اللحوم منخفضة الدهن يمكن أن تساهم في اعطاء إحساس مماثل لمنتجات اللحوم الدهنية. تتضمن الكربوهيدرات المستخدمة النشاء، الغرويات المائية، الدكسترين والمالتودكسترين والتي يمكن أن تحسن قوام المنتج ومردوديته وزيادة الاحتفاظ بالرطوبة وتحسين استقرار المستحلب وتخفيض الكلفة الإجمالية للمنتج (Keeton، 1994؛ Barbut، 2002). عموماً، تستعمل الأصماغ في صناعة المواد الغذائية بهدف تنظيم اللزوجة، تشكيل الهلام، تثبيت المستحلبات والتحكم بالبلورة. من أبرز هذه المواد صمغ الكزانتان والكارجينان وصمغ الخرنوب والتي يمكن أن تستخدم في الحد من خسارة الماء في مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن (Hsu وChung ، 1999 ؛ Candogan وKolsarici، 2003)، حيث يُحسن استبدال الدهن بالماء في منتجات اللحوم منخفضة الدهن خصائص المنتج الحسية (Ahmed وزملاؤه، 1990) إلا أن ذلك يسبب زيادة في خسارة المنتج خلال الطبخ وإعطاء قوام أكثر انكماشاً مما يستلزم استعمال بعض المضافات الغذائية ذات القدرة العالية على ربط الماء لتعديل قوام المنتج مثل بروتين الصويا (Utrilla وزملاؤه، 2014) الغرويات والأصماغ الغذائية (Hsu وChung ، 1999 ؛ Candogan وKolsarici، 2003).

قام Candogan و Kolsarici (2003) بدراسة تأثير إضافة الكارجينان بتركيز 0.3 ، 0.5، 0.7 % على خصائص سجق فرانكفورتر منخفض الدهن بالمقارنة مع شاهد منخفض الدهن (أقل من 3.0 %) وشاهد مرتفع الدهن (17 %) وتبيّن زيادة مردود المنتج واستقرار المستحلب بزيادة تركيز الكارجينان من 0.3 % إلى 0.7 % كما ازدادت القدرة على ربط الماء في الخلطات بالمقارنة مع الشاهد منخفض الدهن في حين كانت أقل مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن، كما تبيّن انخفاض مستوى الكولسترول بنسبة 50 – 59 % في سجق الفرانكفورتر منخفض الدهن مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن. كما درس Hsu و Chung (1999) تأثير إضافة 13 نوع من الأصماغ الغروية بنسبة 1% على استقرار مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن حيث تبيّن أن استبدال الماء بالدهن في مستحلبات اللحوم قد أعطت فاقد طبخ أعلى وقطر أقل للمنتجات وقوام وصفات حسية أدنى مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن (20% دهن) في حين ساهمت إضافة الأصماغ الغروية بتحسين قوام وصفات المنتج النهائي وقللت فاقد الطبخ مقارنة بالشاهد منخفض الدهن (20% ماء) وأعطت الخلطات المحضرة بإضافة الكارجينان، وصمغ الخرنوب، وصمغ Curdlan وألجينات الصوديوم أفضل النتائج.

2-5-3-2- تكنولوجيا استبدال الدهن بالزيت النباتي في مستحلبات اللحوم

درس العديد من الباحثين إمكانية استعمال الزيوت النباتية المختلفة في منتجات اللحوم كبدائل للدهون الحيوانية (Bloukas وزملاؤه، 1997 ؛ Pappa وزملاؤه، 2000 ؛ Tan وزملاؤه،2001 ؛ Severini وزملاؤه، 2003). تحتوي بعض الزيوت النباتية كميات كبيرة من الأحماض الدهنية وحيدة ومتعددة عدم الاشباع MUFA و PUFA، إضافة لخلوها من الكولسترول. يمكن أن تساعد MUFA و PUFA على تخفيض مستوى الكولسترول منخفض الكثافة LDL، إضافة لذلك يمكن للمستويات المرتفعة من PUFA أن تزيد مستوى الكولسترول عالي الكثافة HDL (Mozaffarian وزملاؤه، 2005).

يعد الاهتمام في تحسين القيمة الغذائية والصحية لمنتجات اللحوم من خلال زيادة نسبة الأحماض الدهنية وحيدة عدم الاشباع (MUFA) ذو أهمية واسعة في الصناعات الحديثة لمنتجات اللحوم (Manna وزملاؤه، 2002)، يمكن استعمال الزيوت النباتية كبديل جزئي للدهن في مستحلبات

اللحوم، حيث قام عدد من الباحثين بدراسة إمكانية استبدال الدهون الحيوانية في صناعة السجق بالزيوت النباتية وتقييم خصائص المنتج النهائي (Bloukas وزملاؤه، 1997 ؛ Muguerza وزملاؤه، 2001 ؛ Muguerza وزملاؤه، 2002 ؛ Muguerza وزملاؤه، 2003 ؛ Severini وزملاؤه، 2003). إلا أنه ومن الناحية التكنولوجية قد لا يحدث ارتباط للزيت النباتي عالي المحتوى من الأحماض الدهنية غير المشبعة – الذي يكون سائلاً في درجة حرارة الغرفة – مع المنتج اللحمي (Bloukas و Paneras، 1993؛ Warnants وزملاؤه، 1998 ؛ Pappa وزملاؤه، 2000)، وللتخلص من هذه المشكلة يمكن إجراء إشباع جزئي للزيت النباتي مما يرفع درجة انصهاره (Tavella وزملاؤه، 2000) أو إجراء استحلاب للزيت في مكونات المنتج اللحمي (Ansorena و Astiasaran، 2004)، وقد بيّنت عدة دراسات أن الزيت النباتي المهدرج جزئياً يمكن أن يحسن الخصائص التغذوية للمنتج من خلال تخفيض السعرات الحرارية ومحتوى الكولسترول دون التأثير على قبول المنتج (Rodriguez، 2001)، كسجق فرانكفورتر (Vural و Javidipour، 2002) والسلامي التركي (Javidipour و Vural ، 2002).

في دراسة قام بها Ansorena و Astiasaran (2004) حضر فيها سجق متخمر جاف باستبدال دهن الخنزير بزيت الزيتون وتخزينه مدة 2–5 أشهر باستخدام طرق تخزين مختلفة (ظروف هوائية، شرائح تحت تفريغ، وقطع تحت تفريغ) وجد أن إضافة زيت الزيتون بوجود مضادات الأكسدة كان أكثر فعالية في الحد من أكسدة الدهن في المنتج مقارنة بالحفظ تحت تفريغ خلال التخزين. كما لوحظ زيادة حمض الاوليك والمحافظة على الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع بعد 5 أشهر من التخزين بدرجة حرارة 4 ْم بفعل استخدام مضادات الأكسدة التي أضيفت لزيت الزيتون المستخدم مع المنتج، أدى ذلك إلى زيادة نسبة MUFA+PUFA/SFA في السجق المضاف إليه زيت الزيتون إلى 1.90–1.98 غ/100 غ أحماض دهنية، والمضاف إليه الزيت ومضادات الاكسدة إلى 2.02–2.16 غ/100 غ مقارنة مع الشاهد 1.72 غ/100 غ، كما تبيّن أن تخزين السجق كقطع تحت تفريغ كان أفضل طريقة لتخفيض تشكل مركبات أكسدة الدهون.

كما تمت دراسة تأثير استبدال دهن الخنزير بزيت الزيتون البكر على الخصائص الحسية والكيميائية للسلامي بنسبة 0، 33.5، 50 و66.5 % حيث لوحظ أن الاستبدال الجزئي للدهن بالزيت

لم يؤثر معنوياً على الخصائص الحسية والكيميائية للمنتج باستثناء تأثيره على النشاط المائي والقوام. كما أن إضافة زيت الزيتون الغني بالأحماض الدهنية وحيدة عدم الاشباع لم يسبب انخفاض في فترة حفظ المنتج. ولم تظهر اختلافات شكلية واضحة بين العينات التي أضيف إليها زيت الزيتون والعينات التي لم يضف إليها الزيت وكانت أفضل العينات التي تم فيها استبدال 33.5 % من الدهن بالزيت حيث كانت مماثلة للمنتج التقليدي إضافة لامتلاكها خصائص صحية (Severini وزملاؤه، 2003).

قام Hsu و Yu (2002) بمقارنة 11 نوع من الزيوت النباتية كبدائل عن دهن الخنزير في مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن، وتبين أن الخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية أعطت قيم أقل لرقم حمض الثيوباربتيوريك (TBA) وقواماً مماثلاً للشاهد منخفض الدهن، وأن زيوت جوز الهند والنخيل والزيتون والصويا وزيت الصويا المهدرج بدائل جيدة ومناسبة لصناعة مستحلبات اللحوم. كما أوجد Ambrosiadis وزملاؤه (1996) أن زيوت دوار الشمس والذرة والقطن والنخيل أعطت استقراراً جيداً المستحلب عند استخدامها عوضاً عن الدهن الحيواني في منتج الفرانكفورتر البقري إلا أنها أظهرت تأثيراً على طعم ورائحة المنتج النهائي.

استخدم شمو (2011) خليط من دهن إلية الغنم مع زيت جوز الهند في تحضير مستحلب بروتيني من لحم النعام، وقد وجد أن استخدام هذا الخليط سبب ارتفاعاً في قيم رقم استقرار المستحلب مقارنة بالخلطة المحضرة باستخدام إلية الغنم فقط.

تساهم عملية استبدال الدهون الحيوانية بالزيوت النباتية بتحقيق عدة منافع تغذوية منها تحسين مظهر الدهن في المنتج وزيادة MUFA و PUFA وتخفيض محتوى الكولسترول، وظهر ذلك عند استبدال 25 % من الدهن بزيت الزيتون في منتج chorizo de Pamplona حيث ازدادت نسبة الـ MUFA من 14.07 غ/ 100 غ في الشاهد إلى 16.26 غ/ 100 غ في المنتج المعدل، بينما ازدادت نسبة الـ PUFA من 3.68 غ/ 100 غ إلى 4.87 غ/ 100 غ (Muguerza وزملاؤه، 2002). ترتبط MUFA وبشكل رئيس PUFA عكسياً مع حدوث مرض القلب التاجي CHD، بينما ترتبط الأحماض الدهنية المشبعة (SFA) ايجابياً مع حدوث هذا المرض (Hu وزملاؤه، 1997 ؛ Kris-Ehterton و Yu، 1997).

2-5-4- ثوابت عملية الاستحلاب

2-5-4-1- درجة الحرارة النهائية للمستحلب

يتطلب تشكيل مستحلبات اللحوم الجيدة التحكم بمدة وسرعة جهاز السحق بالإضافة إلى درجة حرارة المستحلب لمنع انفصال الماء والدهن والانخفاض اللاحق في نوعية المنتج النهائي. ترتفع درجة حرارة المستحلب مع تقدم عملية الاستحلاب يترافق ذلك بارتفاع في استقرار المستحلب حتى يصل لأعلى قيمة ثم يبدأ بعدها بالتناقص التدريجي إلى القيمة التي يصبح بموجبها المستحلب غير مستقر بسبب تخرب الأغلفة البروتينية المحيطة بحبيبات الدهن (Alvarez وزملاؤه، 2007؛ Nieto وزملاؤه، 2009)، حيث تفقد البروتينات القابلة للذوبان في المحاليل الملحية خواصها بعد التعرض للحرارة (Xiong، 1997 ؛ Alvarez وزملاؤه، 2007) مما يسبب عدم استقرار المستحلب لذلك يجب أن تتم عملية الفرم والسحق إلى قيمة معينة للثوابت الزمنية والحرارية والتي بموجبها يتميز الاستقرار بقيمته القصوى (Puolanne وزملاؤه، 2001 ؛ Doerscher وزملاؤه، 2003).

يستخدم المختصون غالباً خبرتهم لتقرير الحالة المثالية لخليط المستحلب وتقرير لحظة ايقاف عملية الاستحلاب وتحديد درجة الحرارة الحرجة والتي يجب أن تكون برأيهم ما بين 13 – 22°م (Allais وزملاؤه، 2004)، يختلف ذلك تبعاً لمصدر اللحم ونوع الدهن المستخدم وكميات المواد الداخلة في تركيب المستحلب (سماك، 2013).

حدد Schut (1978) و Ackerman وزملاؤه (1979) مجال درجات الحرارة النهائية للحصول على مستحلبات مستقرة مجهزة من لحم البقر وباستخدام دهن الخنزير ما بين 13 – 18°م، بينما يتراوح في حالة المستحلبات المحضرة من خليط لحم البقر والخنزير مع دهن الخنزير ما بين 15 – 22°م، حيث لوحظ انخفاضاً في استقرار المستحلبات ابتداءً من درجة الحرارة التي تبلغ 23°م، بينما حدد Acton وزملاؤه (1983) درجة الحرارة النهائية للمستحلب المحضر من لحم البقر والخنزير والتي تبلغ 16°م كحد أقصى ولا تتجاوز 12°م لمستحلبات لحوم الدواجن.

يؤثر نوع الدهن المستخدم على درجة الحرارة النهائية والتي تتراوح في حالة استخدام دهن الخنزير وذلك حسب دراسات عدة باحثين بين 15 – 18°م (Skrabka – Blotnicka، 1991 ؛

Puolanne وزملاؤه، 2001)، وبين 10 – 12 ْم في حالة استخدام دهن الدجاج (Acton وزملاؤه، 1983). وبين 19 – 23 ْم عند استخدام دهن البقر (Townsend وزملاؤه، 1971)، و13.9 ْم في حالة استخدام دهن الغنم مع الفروج (Sammak، 1994)، وبين 10 – 22 ْم في حالة استخدام الزيوت النباتية (Hsu و Yu، 2002 ؛ Choi وزملاؤه، 2009 ؛ Utrilla وزملاؤه، 2014).

2-5-4-2- زمن استغراق عملية الاستحلاب

يعرف Brown و Toledo (1975) الزمن المثالي لعملية الاستحلاب على أنه الزمن الذي يتميز بموجبه المستحلب بأعلى استقرار أي أعلى ربط للماء والدهن الذي يضمن الحصول على مردود وجودة نوعية عالية للمنتج النهائي.

تلعب عدة عوامل دوراً هاماً في التأثير على الزمن المثالي لعملية الاستحلاب من أهمها نوع ونوعية المواد الخام المستخدمة وكمية الدهن والماء المضاف ودرجة حرارة اللحم المفروم قبل إضافة الدهن إضافة لدرجة حرارة مكان تنفيذ عملية الاستحلاب وكذلك درجة الحرارة النهائية الحرجة للمستحلب والذي يجب عدم تجاوزها (Wajdzik، 1989؛ Barbut، 2011). بيّنت عدة دراسات وجود ارتباط بين الزمن المثالي لعملية الاستحلاب ودرجة الحرارة النهائية للمستحلب وأن ارتفاع استقرار المستحلبات يرتبط بانخفاض درجة الحرارة النهائية للمستحلب والاحتفاظ بدرجة حرارة منخفضة أثناء استمرار العملية مما يسمح بتمديد الزمن وبالتالي تحسين القدرة على ربط كل من الماء والدهن (Puolanne وزملاؤه، 2001 ؛ Ambrosiadis وزملاؤه، 2004)، وقد بيّن Ambrosiadis وزملاؤه (2004) أن درجة حرارة المستحلب قبل إضافة الدهن يجب أن لا تتجاوز 2 ْم، بينما يجب أن تبلغ درجة حرارته المثالية صفر ْم، وأكد Hargus وزملاؤه (1970) أن استقرار المستحلب يرتفع في حالة تنفيذ العملية في جو بارد أو مبرد ذو درجة حرارة لا تتجاوز 15 ْم. كما تؤثر كمية الدهن المضافة للمستحلب على الزمن المثالي لعملية الاستحلاب حيث يتراوح بين 10 – 15 دقيقة في حالة إضافة 20% من الدهن وما بين 7 - 10 دقائق في حالة إضافة 40% في المستحلبات المجهزة من لحم ودهن الخنزير وذلك بفعل ارتفاع درجة الحرارة وازدياد كمية الماء المفصول بشكل أسرع في المستحلب الذي أضيف إليه الدهن

بنسبة 20% مقارنة مع المستحلب الذي أضيف إليه الدهن بنسبة 40% (Wajdzik، 1989). في حين يتناقص الزمن المثالي لعملية الاستحلاب بازدياد كمية الماء المضاف.

تزداد مع مرور زمن عملية الاستحلاب أيضاً درجة فرم مكونات المستحلب وترتفع بنفس الوقت القدرة على ربط الماء المضاف إلى درجة فرم معينة (Cofrades وزملاؤه، 1997 ؛ Puolanne وزملاؤه، 2001)، ويعد الفرم الشديد أحد أسباب انخفاض القدرة على ربط الماء (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004)، كما يعتبر عاملاً مساعداً على تشكيل حبيبات كبيرة من الدهن والتي تنفصل بسهولة أثناء التعريض للحرارة (Jones و Mandigo، 1982 ؛ Ambrosiadis وزملاؤه، 2004).

2-5-4-3- الميزات التقنية لجهاز الاستحلاب المستخدم

يؤثر شكل وعدد السكاكين في جهاز الاستحلاب وكذلك سرعة دوران الحوض ومحور السكاكين والضغط المسيطر داخل الجهاز على الزمن المثالي لعملية الاستحلاب ودرجة الحرارة النهائية للمستحلب وبالتالي على استقرار المستحلب (Dolata، 1987). وقد أكد Honikel (1987) و Allais وزملاؤه (2004) أن العدد الأكبر من السكاكين على نفس سرعة الدوران يؤدي إلى فرم وتجانس أفضل، لكن يؤدي بدوره إلى ارتفاع سريع في درجة حرارة المستحلب وبالتالي اختصار زمن استغراق عملية الاستحلاب.

2-6- تخمير منتجات اللحوم والبادئات المستخدمة في صناعتها

ترتبط العديد من العمليات والتفاعلات التي تحدث خلال عملية تصنيع اللحوم ومنتجاتها بالأحياء الدقيقة (Feiner، 2006). تتكون الحمولة الميكروبية الطبيعية للسجق من الكائنات الحية الدقيقة المفيدة للتخمير وإعطاء النكهة (بكتيريا حمض اللبن، بكتريا كروية موجبة الغرام)، والكائنات الحية الدقيقة المسببة للفساد التي يمكن أن تسبب تغييرات سلبية في شكل ورائحة ونكهة وتماسك المنتج النهائي بسبب نشاطها الاستقلابي، وقد تتضمن أيضاً بعض الكائنات الحية الدقيقة المسببة للمرض (Lebert وزملاؤه، 2007). تلعب بكتيريا حمض اللبن دوراً هاماً في عملية إنضاج السجق المتخمر الخام، تعد سلالات *Lactobacillus sakei* ، *L. curvatus* ، *L. plantarum* و *L. pentosus* الأكثر استعمالاً كبادئات في السجق المتخمر الخام الأوروبي (Jessen، 1995)، حيث تمثل بكتريا

حمض اللبن جزءً هاماً من الحمولة الميكروبية الطبيعية للسجق المتخمر بالإضافة إلى بكتريا *Pediococcus spp.* و *Leuconostoc spp.* (Papamanoli وزملاؤه، 2002 ؛ Aymerich وزملاؤه، 2003)، كما يمكن أن تساهم أنواع أخرى من البكتريا في عملية التخمير مثل *L. alimentarius*، *L. farciminis*، *L. hilgardii* و *Carnobacterium spp.* (Collins وزملاؤه، 1993؛ Holzapfel، 1998).

يعد السجق التقليدي أحد أهم المنتجات في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط (Aymerich وزملاؤه، 2003). ظلَّ السجق المتخمر ينتج تقليدياً في بعض مناطق العالم لمدة طويلة، حيث تستعمل بكتريا اللحم عموماً في تخمير السجق بدرجة حرارة 18-23 ْم، خلال ذلك تقوم سلالات *L. sakei* و *L. curvatus* بالسيطرة على الحمولة الميكروبية الموجودة طبيعياً في اللحم (Hammes وزملاؤه، 1990 ؛ Hugas وزملاؤه، 1993)، إلا أن المنتج النهائي يمكن أن يأخذ رائحة وطعم سيئ.

يتميز التخمر التلقائي للسجق باشتراك أنواع كثيرة من الأحياء الدقيقة أهمها بكتيريا حمض اللبن والخمائر والفطور (Buckenhüskes، 1993). يعتمد الإنضاج التقليدي على الحمولة الميكروبية الطبيعية للحم والتي تختلف تبعاً لاختلاف أجزاء الذبيحة. تتميز كل منطقة بأنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة المفيدة لتخمير وإعطاء نكهة السجق، إلا أن ظهور بعض العيوب الصحية قد تقوض ثقة المستهلك بهذا النوع من المنتجات. أظهرت بعض الدراسات التي أجريت على منتجات اللحوم التقليدية أن هذه العيوب الصحية يمكن أن تؤدي إلى خسارة 25 % من المنتج في الأسواق، وقد تبين من دراسة اجريت لـ 40 عينة من السجق المنضج تقليدياً أن 12.5 % من العينات كانت ملوثة ببكتريا *Listeria monocytogenes* و5 % من المنتج النهائي يحتوي مستوى أعلى من 2 log cfu/g، 2.5 % من العينات ملوثة ببكتريا *Staphylococcus aureus* و 2.5 % من المنتج النهائي يحتوي مستوى أعلى من 2.7 log cfu/g، ووجدت البكتريا المسببة للفساد *Pseudomonas* و *Enterobacteria* في معظم العينات وتفاوتت مستوياتها في المنتج النهائي بمعدل 3-4 log cfu/g لكلا النوعين. أما بالنسبة لبكتريا حمض اللبن فقد وجدت في كل العينات وقد زاد تركيزها مع تقدم عملية التخمر حتى وصل إلى 7-8 log cfu/g (Talon وزملاؤه، 2004). في حين أدت عملية

استخدام البادئات الميكروبية إلى منع نمو بكتريا الكوليفورم والخمائر والفطور في السجق المتخمر نصف المجفف المحضر باستخدام ثلاث أنواع من البادئات مقارنة بالسجق التقليدي (Al-ahmad، 2015).

ظهرت البادئات التجارية النقية في الخمسينات، وتحولت صناعة السجق المتخمر من الطريقة التقليدية إلى استخدام البادئات بهدف التحكم بعملية التخمير وخاصة عند الإنتاج على نطاق واسع بهدف الوصول إلى منتجات آمنة ومطابقة للمواصفات والمعايير النوعية المطلوب الحصول عليها (Jessen، 1995 ؛ Incze، 1998). يجب أن تكون هذه البادئات من نفس أنواع البكتريا الموجودة طبيعياً في اللحم حتى تستطيع هذه البادئات التكيف مع بيئة اللحم ومنافسة الأحياء الدقيقة الموجودة فيه والقيام بالنشاط الاستقلابي بالشكل الأمثل (Leroy وزملاؤه، 2006). تؤدي النشاطات الاستقلابية لمزارع البادئ البكتيرية إلى إحداث مجموعة من التغييرات المرغوبة التي تعطي الخصائص المطلوبة للسجق المتخمر (Erkkila، 2001)، وبشكل أساسي إنتاج حمض اللبن الذي يخفض pH السجق المتخمر (Bover-Cid وزملاؤه، 2000)، تعزيز لون المنتج (الوسط الحمضي يحفز تفاعلات التمليح)، الحد من التزنخ الإنزيمي للدهن، تطوير نكهة وطعم المنتج وأخيراً تحسين قوام المنتج المتخمر عن طريق دعم تشكيل هلام البروتين في مزيج السجق (Heinz و Hautzinger، 2007).

يمكن أن تصنف البادئات المستخدمة في صناعة السجق المتخمر إلى بادئات منتجة لحمض اللبن تتضمن هذه البكتريا الأنواع التابعة لجنس *Lactobacillus* وجنس *Pediococcus*، بادئات تثبيت اللون وتشكيل النكهة وهي تتضمن الأنواع التابعة لعائلة *Micrococcaceae* وبشكل خاص الأنواع التابعة لجنس *Staphylococcus*، بادئات تغطية السطح (خمائر وفطور) وبادئات الحماية الحيوية (منتجة للبكتريوسينات). تمتلك بعض البادئات المنتجة لحمض اللبن مثل *Pediococcus* مضادات ميكروبية خاصة لها تأثير فعال في تثبيط بكتريا *Staphylococcus aureus* و *Salmonella* و *Clostridium botulinum* وميكروبات أخرى ومنها الخمائر (Anon، 2010a).

ترتبط عملية التخمر بأنواع من بكتريا *Staphylococcus* أو *Micrococcus* التي تعتبر مسؤولة بشكل رئيس عن تطوير النكهة في السجق المتخمر الجاف، وذلك من خلال نشاطها المحلل

للبروتين (Martuscelli وزملاؤه، 2000). بيّن Montel وزملاؤه (1998) أهمية بكتريا *Microstaphylococcus* وبكتيريا حمض اللبن في تطوير النكهة في السجق المتخمر وأن بكتريا *Staphylococcus xylosus* وبكتريا *Staphylococcus carnosus* يمكن أن ينتجا ملح استري ومركبات عطرية هامة أخرى، بالإضافة إلى ذلك تتميز بكتريا *Staphylococcus* بنشاط مرتفع لإنزيمي الكاتالاز ونترات ريدوكتاز مما يمنع تشكل نكهات رديئة، كما يمكن أن تساهم بكتريا *Microstaphylococcus* في استقرار اللون أثناء عملية التخمير.

بالرغم من أن معظم الأنواع التابعة لجنس *Staphylococcus* هي بكتريا ممرضة فقد وجد Rosenstein وزملاؤه (2009) أن مورثات بكتريا *Staphylococcus carnosus* تتميز بمحتوى أعلى من الغوانين والسيتوزين كما أنها لا تمتلك أي عناصر ناقلة للسموم كالبلاسميدات مما يجعلها ضمن مجموعة منفصلة عن الأنواع الممرضة، واعتبرت وفقاً للعديد من الدول الأوربية كـ Food grade، وهي من أكثر البادئات أهمية في تخمير السجق وبخاصةً عند إجراء التخمير خلال مدة طويلة وعلى درجة حرارة منخفضة بسبب قدرتها على تأخير التزنخ من خلال تحليل بيروكسيد الهيدروجين المنتج من قبل بكتريا *Lactobacillus* التي تستعمل عادة مع بكتريا *Staphylococcus* كبادئات (Barriere وزملاؤه، 2001)، إضافة إلى اختزال النترات إلى نتريت والذي يدخل بتفاعل مع صبغة المايوغلوبين لإنتاج مركب نتروزمايوغلوبين المسؤول عن اللون الأحمر المثالي للسجق المتخمر، كما تعمل على تحويل النتريت المتبقي إلى أمونيا مما يقلل تركيز النتريت غير المرتبط في المنتج (Neubauer وزملاؤه، 1999)، بالإضافة الى تحسين النكهة بفعل التحلل البروتيني (Hammes وKnauf، 1994 ؛ Verplaetse، 1994).

يستخدم مزيج سلالات مختلفة تكون نشطة في مجال واسع من درجات الحرارة والرطوبة خلال مراحل التخمير والتجفيف مما يساعد على الحصول على منتجات بأفضل الصفات (Brennan، 2006)، كاستخدام مزيج بنسبة متساوية من *Lactobacillus* و *Staphylococcus* في السجق المنتج بقطر (35-70 ملم) مما يساعد في إعطاء منتج ذو نكهة وقوام وطعم نموذجي. بينما يستخدم مزيج يحوي نسبة أقل من *Lactobacillus* وأعلى من *Staphylococcus* في السجق المتخمر بقطر

(70-100 ملم) هذه المنتجات تحتاج وقت أطول لنمو البكتريا وانخفاض رطوبتها (Heinz و Hautzinger، 2007). بيّنت عدة دراسات أن استعمال *Staphylococcus* مع أو بدلاً من بكتريا حمض اللبن يلعب دوراً هاماً في تطوير الخصائص الحسية (نكهة، قوام، لون) في السجق المتخمر (Mauriello وزملاؤه، 2004 ؛ Olesen وزملاؤه، 2004 ؛ Tjener وزملاؤه، 2004). إضافة إلى أن قدرتها على إنتاج مضادات ميكروبية قد يحسن مدة حفظ وسلامة المنتج (Simonova وزملاؤه، 2006 ؛ Martin وزملاؤه، 2007). بسبب أهمية التحلل الدهني الميكروبي في السجق المتخمر يجب اختيار بادئات ميكروبية جيدة لتفادي أي تغير غير مرغوب في النكهة، وهذا يؤدي للحصول على الخصائص المطلوبة والمثالية للسجق المصنع (Martuscelli وزملاؤه، 2000).

تؤثر الكائنات الحية الدقيقة التي تضاف كبادئات أثناء تخمير السجق في نوعية وجودة المنتج النهائي، حيث تمتلك فعالية جيدة في اختزال النترات وتحليل الدهون إضافة لقدرتها على استهلاك الاوكسجين مما يعطي تأثيرات جيدة على اللون والنكهة (Geisen وزملاؤه، 1992)، بالإضافة إلى تقليل الروائح غير المرغوبة وضمان الجودة الحسية للسجق المتخمر (Hugas و Monfort، 1997).

بيّن Vural (1998) من خلال دراسته لثلاث أنواع من البادئات المستخدمة في تخمير السجق التركي نصف المجفف تضمنت *Pediococcus acidilactici* و *Staphylococcus xylosus* + *P. pentosaceus* و *Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus* أنه تم الحصول على أفضل النتائج باستخدام بادئ *Pediococcus acidilactici* لأنه يخفض الـ pH بشكل ملحوظ ويعمل على تحسين وتطوير خصائص السجق، وأن البكتريا المستخدمة كبادئات تتغذى أثناء عملية تخمير السجق على الكربوهيدرات منتجةً حمض لبن وكميات بسيطة من مواد أخرى، وهذا لا يؤدي إلى إعطاء منتج جذاب فقط بل يعمل أيضاً على منع نمو بكتريا الفساد والبكتريا الممرضة.

2-7- العوامل المؤثرة في تخمير منتجات اللحوم

تعتمد التغييرات التي تحدث خلال عملية تخمير السجق على جملة من التفاعلات المتبادلة بين اللحم والدهن إضافة إلى النمو الميكروبي والتفاعلات الفيزيوكيميائية والعمليات البيوكيمائية (Chizzolini وزملاؤه، 1998)، كما تتأثر عملية تخمير السجق إضافة إلى نوع البادئات المستخدمة

بمجموعة كبيرة من العوامل كحجم جزيئات اللحم والدهن وقطر الأغلفة ودرجة تحميل غرف التخمير (Brennan، 2006)، بالإضافة لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية أثناء عملية التخمير والتجفيف (Mukherjee وزملاؤه، 2006) والنشاط المائي وتركيز الملح المستخدم ونسبة السكريات المضافة ونوعها (Hammes وزملاؤه، 1990) ومستوى التلقيح بالبادئات (Geisen وزملاؤه، 1992) ودرجة الـ pH الأولية للمنتجات قبل البدء بالتخمير (Incze، 1998) وتركيز النتريت المستخدم (Neubauer وزملاؤه، 1999) والتوابل المضافة (Galgano وزملاؤه، 2003).

تتخمر المنتجات المصنعة من لحوم الأبقار بشكل أبطأ من المنتجات المصنعة من لحم الخنزير أو خليط لحم البقر والخنزير وذلك كون لحم الخنزير يحتوي أعداد أعلى من بكتريا حمض اللبن كما انه يمتلك درجة pH أقل (Brennan، 2006). كما تلعب نسبة الدهن الموجودة في المنتج دوراً في عملية التخمير فكلما قلت نسبة الدهن زادت رطوبة المنتج وبالتالي ازداد نشاطه المائي مما يزيد نشاط بكتريا حمض اللبن مقارنة بالمنتجات ذات نسبة الدهن المرتفعة التي تتخمر ببطء (Molly وزملاؤه، 1996)، كما تسبب زيادة نسبة اللحم زيادة نسبة الغليكوجين المتاحة لبكتريا حمض اللبن مما يقلل زمن التخمر (Brennan، 2006).

تؤثر الدهون في العديد من الخصائص المميزة لمنتجات اللحوم المتخمرة خاصة القيمة الغذائية والخصائص الحسية وبشكل رئيسي النكهة (Gandemer وزملاؤه، 1999). تلعب الدهون دوراً رئيسياً أثناء معالجة السجق المتخمر، حيث تتغير مع تقدم عمليتي التحلل الدهني والأكسدة في أثناء التخمر مما يعمل على تكوين أحماض دهنية حرة تساهم في تحسين نكهة منتجات اللحوم (Hernández وزملاؤه، 1999).

تعد مساهمة البكتيريا في التحلل الدهني للسجق المتخمر ضعيفة لأن الظروف المتوفرة بعيدة عن الظروف المثالية لعمل الليباز الميكروبي (Molly وزملاؤه، 1996). أدت إضافة بادئات محللة وغير محللة للدهون والتحكم بمحتوى glucone-δ-lactone (GDL) ومزيج المضاد الحيوي في السجق المتخمر إلى زيادة أنواع وكمية الأحماض الدهنية الحرة، إلا أن النتائج لم تكن معنوية ($p>0.05$) على مستوى الأحماض الدهنية الحرة بين المعاملات المختلفة مما يشير إلى أن هذا التحلل

الدهني قد تم غالباً بفعل إنزيمات اللحم الذاتية (Kenneally وزملاؤه، 1998). لا يبدو أن لإضافة مزارع البادئ أو التوابل المختلفة تأثير في التحلل الدهني في السجق المتخمر (Molly وزملاؤه، 1996 ؛ Galgano وزملاؤه، 2003 ؛ Zanardi وزملاؤه، 2004 ؛ Balev وزملاؤه، 2005). تعتبر المساهمة الميكروبية في التحلل الدهني في السجق المتخمر محدودة، ويتفاوت ذلك تبعاً لظروف الإنتاج المختلفة (Molly وزملاؤه، 1996 ؛ Hierro وزملاؤه،1997). يعزز استخدام غلوكون دلتا لاكتون (GDL) نمو البادئات الميكروبية المطلوبة ويخفض قيمة الـ pH ويؤدي إلى التشكيل السريع لهلام البروتين (Kenneally وزملاؤه، 1998).

يكون التعداد الميكروبي من بكتيريا حمض اللبن في السجق المنضج طبيعياً بدون إضافة بادئ مساوٍ أو يقل عن 4.5 log cfu/g في بداية التخمير (Montel وزملاؤه، 1993 ؛ Papamanoli وزملاؤه، 2003 ؛ Mauriello وزملاؤه، 2004 ؛ Chevallier وزملاؤه، 2006 ؛ Drosinos وزملاؤه، 2007). أوضح Smith و Palumb (1983) و Geisen وزملاؤه (1992) أن إضافة تراكيز مرتفعة (7.0– 9.0 log cfu/g) من الكائنات الحية الدقيقة المرغوبة سيمنع نمو الأنواع غير المرغوبة وبالتالي منع أو تخفيض عيوب التخمر، ويمكن أن يفشل التخمير عند الاعتماد على بكتيريا حمض اللبن الطبيعية لارتفاع التنافس بين الأحياء الدقيقة.

يجب تأمين الظروف والشروط المناسبة لبكتريا البادئ عند إدخال السجق إلى غرف التخمير ومن أهمها درجة الحرارة المناسبة والتي تختلف تبعاً لنوع البادئ المضاف وسرعة عملية التخمير، وقد قام Mukherjee وزملاؤه (2006) بدراسة تأثير ثلاث مستويات من درجة حرارة التخمير 25، 30، 35 ْم ومستويين من درجة حرارة التجفيف 10، 15 ْم في صفات السجق المتخمر المدخن الجاف المصنع من لحم الماعز باستخدام مزيج من البادئات يضم *Lactobacillus casei* و *L. plantarum* و *Pediococcus pentosaceus* وقد تم الحصول على أفضل الصفات الحسية عند التخمير بدرجة حرارة 30 ْم تليها عملية تجفيف بدرجة حرارة 10 ْم، وتبيّن أن تركيز خلايا بكتريا حمض اللبن ازداد من 6.4 إلى 6.92 – 9.26 log cfu/g خلال فترة التخمير ثم انخفض إلى 6.19 – 7.23 log cfu/g في نهاية فترة التجفيف.

يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التخمير تبعاً لسرعته وهي التخمير البطيء الذي يتم عند درجة حرارة 16-20 ْم والتخمير متوسط السرعة الذي يتم عند درجة حرارة 20-25 ْم والتخمير السريع الذي يتم عند درجة حرارة 26-30 ْم. كذلك تلعب الرطوبة دوراً هاماً في عملية التخمير حيث يحتوي اللحم على 75 % ماء، وأخيراً الأوكسجين وهو موجود في الهواء الذي يساعد على منع نمو البكتريا اللاهوائية إلا انه لا يمنع نمو البكتريا الهوائية المسببة للفساد، لذلك يجب تعديل الظروف الخاصة بعملية التخمير كدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء لتلائم الوضع في غرف التخمير (Heinz و Hautzinger، 2007).

2-8- تدخين منتجات اللحوم

تعني عملية التدخين تعريض السطح اللحمي للدخان الذي ينتج عن عملية الاحتراق البطيء للأخشاب (عزيزية، 1995). وهو أحد أقدم التقنيات المستخدمة في حفظ اللحوم ومنتجاتها وذلك بفعل تغلغل المكونات الطيارة الناتجة من الاحتراق الحراري للخشب داخلها (Toth، 1983). أصبح التدخين لاحقاً طريقة للحصول على منتجات ذات نكهة ومظهر مميز، وأضحت الرائحة "المدخنة" واللون والنكهة مرتبطة بالجودة المرغوبة في بعض منتجات اللحوم، بالإضافة للفعل المضاد الميكروبي الذي يؤديه الدخان أثناء هذه المعالجة، مما يؤدي الى انخفاض المحتوى الميكروبي في المنتجات المدخنة في نهاية عملية التدخين (Girard، 1992).

يمكن استخدام أو عدم استخدام التدخين في صناعة السجق المتخمر، يضيف التدخين نكهة خاصة، كما له بعض التأثيرات المُقاومة للبكتريا وخاصة على سطح المنتج مما يمنع نمو الفطور على سطح السجق المتخمر (Anon، a2010). يحدد نوع الخشب المستخدم في عملية التدخين تركيب الدخان وخصائص وصفات المنتج المدخن (Girard، 1992؛ Boyle، 1995). يُولد احتراق الأخشاب الطرية أو أخشاب الأشجار الراتنجية دخاناً يتضمن الفينولات بشكل رئيسي بالإضافة إلى مركبات أخرى كالكيتونات والأحماض العضوية والكحول الايتيلي والراتنج والتي تعطي المنتج رائحة ثقيلة وطعم مر لذلك فهي لا تستخدم في عمليات التدخين، بينما يعطي دخان أخشاب الأشجار متساقطة الأوراق كالزان والبلوط والحور مركبات تساهم في منح المنتج المدخن رائحة عطرة بشكل

معتدل (Girard،1992 ؛ Boyle، 1995). تتأثر كمية الدخان التي يتعرض لها سطح منتج اللحم بكثافة الدخان، والرطوبة النسبية وحركة الهواء داخل المدخن وكمية القطران في الدخان (Girard، 1992؛ Boyle، 1995). يُدخن السجق بهدف بسترته وإطالة فترة حفظه بالإضافة إلى منحه نكهة مدخنة تشبه رائحة التفاح بالإضافة إلى تحسين مظهره، وتعمل بعض مكونات الدخان مثل الفورمألدهيد والكريوسات على تعديل مظهر السطح الخارجي للمنتج بمنحه لوناً نحاسياً مسمراً وإحداث تخثر في ألياف عضلة اللحم أَو أغلفتها الطبيعية مما يؤثر أيضاً على قوام المنتج المدخن (Marchello و Garden-Robinson، 1998).

تجري عملية التدخين بالنسبة للسجق المطبوخ بشكل مترافق مع عملية الشي أما بالنسبة للسجق المدخن نصف المجفف فتجري عملية التدخين على درجة حرارة (35-55 ْم) لمدة 12-24 ساعة، وعند درجة حرارة (18-22 ْم) لمدة 2-3 أيام بالنسبة للسجق المدخن المجفف (عزيزية، 1995). يطبق التدخين البارد بحرارة أقل من 22 ْم بعد مرحلة التخمير. يجب أن تتماثل درجة حرارة التدخين والتخمير والتجفيف مع الظروف التقليدية في صناعة السجق. يعتمد اللون بشكل رئيسي على طول مدة التدخين، حيث يتغير اللون من الأسمر الخفيف إلى الأسمر الداكن. يعمل التدخين الطويل على إخفاء نكهة التوابل والبهارات المضافة كما قد يؤدي إلى إعطاء الطعم المر غير المرغوب (Anon، b2010).

2-9- العوامل المؤثرة في جودة منتجات اللحوم

ترتبط مؤشرات جودة منتجات اللحوم بالقيمة الغذائية والصحية والسلامة الميكروبيولوجية إضافة للقيمة الحسية والريولوجية. تتحدد القيمة الغذائية والصحية للحوم ومنتجاتها بكمية البروتين وتركيبه من الأحماض الأمينية وتعد بروتينات المايوفبريل الأهم كمياً ونوعياً حيث أنها تملك قيمة غذائية وبيولوجية عالية (Feiner، 2006)، كما يلعب محتوى النسيج الضام دوراً كبيراً في القيمة الغذائية لمنتجات اللحوم، حيث يؤثر ارتفاع محتواه في المنتجات سلبياً على هذه القيمة ويؤدي إلى انخفاضها، تتكون الأنسجة الضامة من الكولاجين الذي يملك قيمة بيولوجية منخفضة لخلوه من الحمض الاميني التربتوفان، كما تحوي الايلاستين غير القابل للهضم (Heinz و Hautzinger، 2007).

تتحدد القيمة الغذائية أيضاً بكمية الدهن وتركيبه من الأحماض الدهنية حيث يلعب نوع الدهن دوراً هاماً في تقييم نوعية منتجات اللحوم من خلال محتواه من الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة، كما تتحدد أيضاً بمحتوى الفيتامينات والأملاح المعدنية ودرجة تمثيل هذه المكونات في الجسم (Cofrades وزملاؤه، 2008).

تتأثر الصفات الحسية والريولوجية لمنتجات اللحوم بعدة عوامل أهمها نوع وكمية المواد الخام الرئيسة المستخدمة وخواصها التكنولوجية ونوع وكمية المواد المساعدة وآلية سير العملية التصنيعية وكذلك درجة حرارة وزمن المعاملة الحرارية النهائية (Honikel، 1987). يعتبر اللون أحد المؤشرات النوعية الرئيسة لمصنعات اللحوم ويعبر عن حسن سير العملية التكنولوجية ويتعلق بعدة عوامل أهمها محتوى الصبغات في العضلات (Brennan، 2006) ودرجة كفاءة التمليح النتريتي (Sofos وزملاؤه، 1979 ؛ Al-shuibi و Al- Abdullah، 2002) وثوابت عملية تجهيز المستحلب (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004) إضافة لاستخدام بعض المواد المساعدة مثل البولي فوسفات وحمض الأسكوربيك (Kinpe وزملاؤه، 1988 ؛ Ruusunen وزملاؤه، 2002). كما يتأثر اللون بازدياد نسبة النسيج الضام في اللحم الأحمر الذي يؤدي لإعطاء المنتج اللون الفاتح (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004). وفي دراسة حول تأثير خفض نسبة الدهن في الخصائص الحسية للمرتديلا والسجق وجد أن تخفيض نسبة الدهن أدى إلى جعل اللون أكثر دكانة (Cáceres وزملاؤه، 2008).

تزداد صلابة منتجات اللحوم المستحلبة بارتفاع محتوى البروتين نتيجة لتخثر بروتينات المايوفبريل بارتفاع درجة الحرارة، كما يتأثر قوام منتجات اللحوم المصنعة بشكل كبير بالخواص التكنولوجية لبروتينات اللحم مثل القدرة على ربط الماء والاحتفاظ به والقدرة على تشكيل الهلام والخواص الاستحلابية (Clark وزملاؤه، 2001 ؛ Farouk وزملاؤه، 2002)، كما تتعلق بنسبة النسيج الضام في اللحم (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004). وجد Puolonne وزملاؤه (2001) أن تصنيع اللحم في طور ما قبل التيبس الرمي لم يؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لاستحلاب النقانق، حيث أن اللحم في هذا الطور يتميز بقدرة كبيرة على ربط الماء واستخلاص بروتينات المايوفبريل (Claus و Sorheim، 2006). كما تؤثر ثوابت عملية الاستحلاب مثل درجة الحرارة النهائية للمستحلب في

المجال الذي يتراوح ما بين 7.2 – 29.4 ْم وسرعة دوران محور السكاكين (1500، 2500 و5000 دورة/دقيقة) على الخواص الحسية والفيزيائية للمنتجات المستحلبة حيث تنخفض كمية الجيوب الهوائية في المنتج مع ارتفاع درجة الحرارة النهائية في المجال المدروس لدرجات الحرارة (Townsend وزملاؤه، 1971). قام Gregg وزملاؤه (1993) بدراسة على منتجات النقانق توصلوا أن المجموع الكلي للماء والدهن يجب أن يصل إلى 40 %، وعند إنقاص كمية الدهن يجب زيادة كمية الماء حتى الوصول إلى هذه النسبة، حيث أن تخفيض نسبة الدهن في منتجات اللحوم المصنعة يجعلها تتجه نحو القساوة والجفاف وبالتالي انخفاض قدرتها على ربط الماء (Claus وزملاؤه ، 1989)، وقد عمل العديد من الباحثين على إنقاص نسبة الدهن دون زيادة المحتوى المائي في المنتج مما جعله أكثر قساوة ومطاطية وأقل عصيرية وذلك قبل معرفة ضرورة أن يكون المحتوى الكلي للماء والدهن 40% (Wajdzik، 1989). يرتبط طعم ورائحة مصنعات اللحوم بعدة عوامل أهمها مصدر اللحم ونوعيته وكمية المواد الطيارة والذوابة في الماء الموجودة في المنتج أو التي تنشأ فيه نتيجة المعاملة الحرارية، ونوع وكمية الدهن المضاف والإضافات الأخرى عدا اللحم والدهن مثل البهارات ومحسنات النكهة (Heinz و Hautzinger، 2007).

مواد البحث وطرائقه

MATERIALS AND METHODS

3-مواد البحث وطرائقه

تم إجراء البحث من خلال 5 مراحل اعتمدت فيها كل مرحلة على نتائج المرحلة السابقة:

3-1-المرحلة الأولى: إعداد خلطات من المستحلب البروتيني باستبدال جزء من الدهن الحيواني بالزيت النباتي بعدة نسب للوصول إلى أفضل خلطة من حيث الاستقرار بعد المعاملة الحرارية

3-1-1-إعداد خلطات المستحلب البروتيني

قسمت هذه المرحلة إلى جزئين: في **الجزء الأول** أُعدت 13 خلطة من المستحلب البروتيني للحم الدجاج من خلال تغيير نسب إضافة الدهن الحيواني والزيت النباتي بهدف الحصول على الخلطة التي تحقق أعلى استقرار للمستحلب وأقل فاقد طبخ بعد المعاملة الحرارية.

تم الحصول على لحم الدجاج الطازج (صدر + فخذ) وإلية الغنم من السوق المحلية لمدينة دمشق. أُزيل الجلد والعظام والأنسجة الرابطة الواضحة المرتبطة باللحم، ثم فُرم اللحم والإلية كلا على حدا باستخدام فرامة مجهزة بقرص فرم أقطار ثقوبه 4 مم وعبئت بأكياس من البولي ايتلين وحفظت بالتجميد لحين الاستخدام.

مخطط (1) خطوات تحضير المستحلب البروتيني

خلطت الكميات المطلوبة من اللحم (890 غ صدر و 1780غ فخذ) والماء المثلج (800غ) ضمن جهاز سحق سعة حوضه 30 ليتر يدور بسرعة 12، 24 دورة/دقيقة مزود بثلاث سكاكين معقوفة تدور بسرعة 1500، 3000 دورة/دقيقة وذلك لمدة دقيقتين بالسرعة البطيئة، ثم أضيفت خلطة الدهن (530 غ تبعاً لنوع الخلطة المستخدمة والمبينة بالجدول (1)) وخلطت ضمن الجهاز لمدة 25 دقيقة إضافية (17 دقيقة منها بالسرعة البطيئة والـ 8 دقائق الأخيرة بالسرعة الثانية) بهدف تحديد الزمن الأمثل للاستحلاب الذي يعطي أقل رقم استقرار للمستحلب وأقل فاقد دهن وفاقد طبخ. حُضرت جميع هذه الخلطات ضمن جوٍ لا تزيد درجة حرارته على 15 ْم ولا تتجاوز فيه درجة الحرارة النهائية للمستحلب 17 ْم.

استخدمت أربعة أنواع من الزيوت النباتية (دوار الشمس، فول الصويا، جوز الهند والزيتون) تم الحصول عليها من السوق المحلية لمدينة دمشق لاستبدال 0، 10، 30، 50 % من الدهن الحيواني المستخدم في صناعة المستحلبات البروتينية. تبين الجداول (1)، (2) و(3) المكونات المستخدمة في تحضير المستحلب البروتيني، كما يبين المخطط (1) الخطوات المتبعة خلال عملية التحضير.

استخدمت اختبارات استقرار المستحلب واختبار فاقد الطبخ في تحديد ثباتية المستحلب بعد المعاملة الحرارية والزمن المثالي لعملية الاستحلاب وذلك بأخذ عينات من المستحلب بعد 3، 5، 7، 9، 11، 13، 15، 17، 19، 21، 23، 25 دقيقة من إضافة الدهن إلى جهاز السحق.

جدول (1) خلطات الدهن المستخدمة في تحضير المستحلب البروتيني

نوع الزيت		–	زيت دوار الشمس			زيت الصويا			زيت جوز الهند			زيت زيتون		
رقم الخلطة		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
خلطة الدهن	نسبة الإلية	100	90	70	50	90	70	50	90	70	50	90	70	50
	نسبة الزيت	0	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50

جدول (2) النسبة المئوية للمكونات الداخلة في تحضير المستحلب البروتيني

المكونات	% لمكونات المستحلب
لحم دجاج ($\frac{1}{3}$ صدر، $\frac{2}{3}$ فخذ)	66.67
خلطة الدهن (20%من اللحم)	13.33
ماء (30%من اللحم)	20

جدول (3) نسب المواد المضافة المستخدمة في صناعة خلطات المستحلب البروتيني

ملح الطعام	نتريت الصوديوم	حمض الاسكوربيك	فوسفات الصوديوم	صبغة الكوشنيل
% 1.5	ppm 100	ppm 100	% 0.1	% 0.005

3-1-2-اختبارات استقرار المستحلب

أُجري الاختبار بوضع 25 غ من المستحلب المتجانس ضمن أنابيب جهاز التثفيل ووضعها في حمام مائي على درجة حرارة 75 ْم لمدة 30 دقيقة، ثم التثفيل بسرعة دوران 4500 دورة/دقيقة

لمدة 20 دقيقة وقراءة حجم السوائل المنفصلة، وتحديد استقرار المستحلب من خلال مؤشري رقم استقرار المستحلب وفاقد الدهن بالاعتماد على العلاقات التالية (Choi وزملاؤه، 2009):

$$\text{رقم استقرار المستحلب } \% = \frac{\text{حجم طبقة الماء (مل)} + \text{حجم طبقة الدهن (مل)}}{\text{وزن المستحلب (غ)}} \times 100$$

$$\text{فاقد الدهن } \% = \frac{\text{حجم طبقة الدهن (مل)}}{\text{وزن المستحلب (غ)}} \times 100$$

3-1-3-فاقد الطبخ

أُجري الاختبار بوضع 25 غ من المستحلب المتجانس ضمن أنابيب بلاستيكية ووضعها في حمام مائي على درجة حرارة 75 ْم لمدة 30 دقيقة حتى وصول درجة حرارتها الداخلية إلى 70 ْم ثم بردت الأنابيب في حمام مائي بارد حرارته 15-20 ْم فرغت المستحلبات المطبوخة ضمن صحون بلاستيكية ووضعت في البراد بدرجة حرارة 4 ْم مدة 24 ساعة ووزنت وحسب فاقد الطبخ من العلاقة التالية (Banon وزملاؤه، 2008):

$$\text{فاقد الطبخ } \% = \frac{\text{وزن المستحلب قبل الطبخ (غ)} - \text{وزن المستحلب بعد الطبخ (غ)}}{\text{وزن المستحلب (غ)}} \times 100$$

4-1-3-التحليل الإحصائي

أُجري التحليل الإحصائي لكل خلطة من الخلطات وفق اختبار General Linear Model (GLM) بتصميم قطاعات عشوائية كاملة تبعه اختبار Tukey عند $P< 0.05$ لتحديد الزمن الأمثل لكل خلطة على حده والخلطة ضمن كل زمن التي تعطي أعلى استقرار للمستحلب وأقل فاقد طبخ، قيست معاملات الارتباط Correlation Coefficients لتحديد تأثير زيادة نسبة استبدال الدهن بالزيت في كل من مؤشرات استقرار المستحلب وفاقد الطبخ. كما أُجري اختبار تحليل التباين كتجربة عاملية بتصميم قطاعات عشوائية كاملة باستخدام تحليل GLM تبعه اختبار Tukey عند $P< 0.05$ لتحديد الزمن الأمثل والخلطة التي تعطي أعلى استقرار للمستحلب وأقل فاقد طبخ. كما أُجري اختبار توزيع التباين Distribution of Variance لتحديد الأهمية النسبية للمتغيرات المدروسة على مؤشرات استقرار المستحلب وفاقد الطبخ. تم إجراء ثلاث مكررات لكل اختبار

وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري وأُجريت جميع هذه الاختبارات باستخدام برنامج SPSS 16.

بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي تم استكمال **الجزء الثاني** من هذه المرحلة من خلال شقيين:

أ- **الشق الاول:** أُختيرت فيه الخلطة التي أعطت أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بالزيت دون التأثير على كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني) ودُرس عليها تأثير تغيير نسبة إضافة (ماء / دهن) على ثباتية المستحلب بعد المعاملة الحرارية وفق النسب الموضحة بالجدول (4) وحددت أفضل نسبة من الماء/الدهن بالاعتماد على استقرار المستحلب وفاقد الطبخ.

جدول (4) خلطات المستحلب البروتيني المحضرة وفق تغيير نسبة إضافة الماء والدهن

الخلطة	الخلطة S1	الخلطة S2	الخلطة S3
نسبة الماء / الدهن	20 / 30	15 / 35	10 / 40

حضرت الخلطات وفق المخطط (1) السابق، أجريت اختبارات استقرار المستحلب واختبار فاقد الطبخ كما هو مبين سابقاً كل دقيقتين خلال 17 دقيقة بعد إضافة الدهن إلى جهاز السحق (حُدد الزمن بناءً على نتائج التحليل الإحصائي للجزء الأول من هذه المرحلة) لتحديد الزمن الأمثل للاستحلاب والخلطة التي تعطي أفضل استقرار للمستحلب بعد المعاملة الحرارية.

عُبئ جزء من المستحلب ضمن أغلفة صناعية بقطر 35 مم بعد 11 دقيقة من إضافة الدهن إلى جهاز السحق وعُرضت لمعاملة حرارية تمثلت بالسلق لمدة 15 دقيقة، وأُجري تقييم قوام الخلطات باستخدام مقياس صلابة يدوي (Penetrometer) قطر اسطوانته 1 سم بهدف دراسة تأثير تغيير نسبة ماء / دهن على صلابة الخلطات المصنعة.

أُجري التحليل الإحصائي للخلطات وفق تحليل General Linear Model كتجربة عاملية بتصميم قطاعات عشوائية كاملة تبعه اختبار Tukey عند $P< 0.05$ لتحديد الفروق بين المعاملات، كما أُجريت دراسة معاملات الارتباط بين نسبة الماء / دهن والمؤشرات المدروسة. تم إجراء ثلاث مكررات لكل متغير وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري وأُجريت جميع

هذه الاختبارات باستخدام برنامج SPSS 16. وأُعتمدت الخلطة الأفضل الناتجة عن هذه المرحلة لمتابعة العمل في المرحلة الثانية.

ب- الشق الثاني: أُختيرت الخلطة التي أعطت أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بزيت الزيتون دون التأثير أو مع تأثير بسيط في كل من رقم استقرار المستحلب وفاقد الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني) وذلك لدراسة تأثير بعض المثبتات الغروية في مؤشرات جودة مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن.

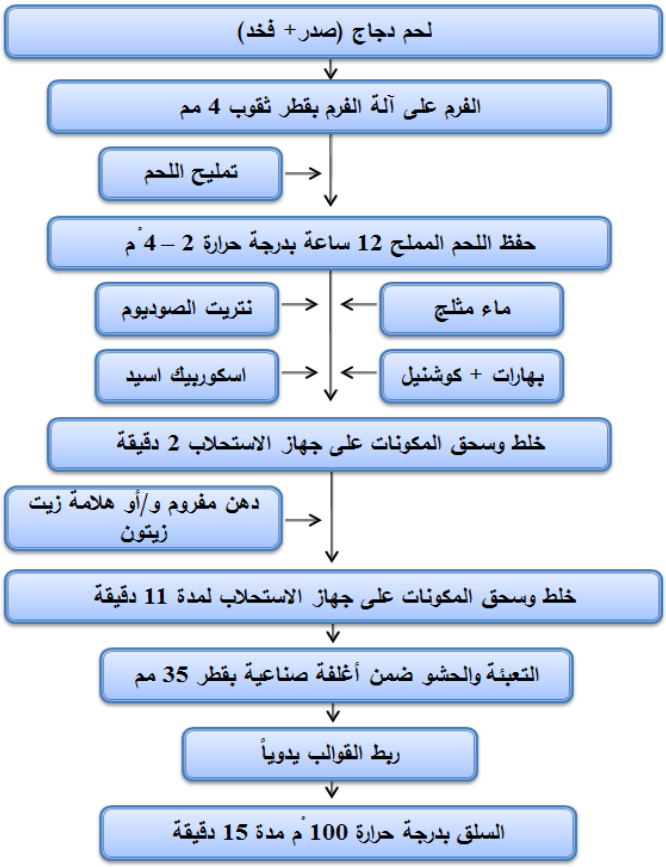
أُستخدم نوعين من المثبتات الغروية تضمنت صمغ غوار (Guar gum) والصمغ العربي (Arabic gum)، تم اعتماد طريقة إضافة زيت الزيتون إلى الخلطات حسب (Utrilla وزملاؤه، 2014) وذلك عن طريق تحضير هلامة من الماء والزيت والصمغ بنسبة (1:8:10) وتخزينها بالتبريد لحين الاستعمال. في حين حضرت الكمية المتبقية من الماء على هيئة ثلج لتلافي ارتفاع الحرارة خلال عملية الاستحلاب. يبين الجدول (5) النسب الاجمالية للمكونات المستخدمة في تحضير مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن مع زيت الزيتون.

جدول (5) المكونات المستخدمة في تحضير مستحلبات اللحم منخفضة الدهن مع زيت الزيتون*

	رمز الخلطة	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
% من المكونات الاساسية	لحم	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
	دهن	13.3	6.6	6.6	3.3	3.3	3.3	3.3
	زيت زيتون	-	6.6	-	3.3	3.3	3.3	3.3
	ماء/ثلج	20	20	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7
% من كامل الخلطة	صمغ غوار	-	-	-	-	0.8	-	0.4
	صمغ عربي	-	-	-	-	-	0.8	0.4
	ملح	2	2	2	2	2	2	2
	فوسفات	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	نتريت	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	اسكوربيك	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	بهارات	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	كوشنيل	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

* حيث تمثل الخلطتين الأولى والثانية شاهدين مرتفعي نسبة الدهن (الأولى تحتوي دهن حيواني فقط والثانية دهن حيواني وزيت زيتون بنسبة 1:1) والخلطة الثالثة شاهد منخفض نسبة الدهن (دهن حيواني فقط) والخلطة الرابعة شاهد منخفض نسبة الدهن (دهن حيواني وزيت زيتون بنسبة 1:1).

خلطت الكميات المطلوبة من اللحم والماء المثلج ضمن جهاز السحق لمدة دقيقتين بالسرعة البطيئة ثم أُضيفت بقية المكونات تلتها إضافة الدهن مع أو بدون الهلامة تبعاً لنوع الخلطة ومزجت ضمن الجهاز لمدة 11 دقيقة اضافية (الدقيقتين الاخيرتين بالسرعة الثانية للجهاز) للحصول على المستحلب. ثم عبئت المستحلبات ضمن أغلفة صناعية بقطر 35 مم وعرضت لمعاملة حرارية، ويوضح المخطط (2) مراحل تصنيع الخلطات.



مخطط (2) خطوات تحضير المستحلب البروتيني منخفض الدهن

أُجريت اختبارات استقرار المستحلب وفق (Choi وزملاؤه، 2009) واختبار فاقد الطبخ حسب (Muguerza وزملاؤه، 2002). كما تم تحليل الخلطات كيميائياً لتحديد نسبة كل من الرطوبة والرماد والبروتين والدهن وقياس رقم الـ pH والأحماض الدهنية وفقاً لـ (AOAC، 2000). كما قُيمت الصفات الحسية للخلطات والتي تتضمن (اللون – الطعم – الرائحة – القوام – والمظهر) بواسطة لجنة تذوق وذلك باستخدام طريقة Hedonic Scale حيث أعطيت كل صفة 5 درجات (Lawless و Heymann، 1999). أجريت هذه الاختبارات للمنتجات النهائية بعد انتهاء عملية التصنيع. كما تم تقييم قوام الخلطات باستخدام مقياس الصلابة (Penetrometer).

أُجري التحليل الإحصائي للخلطات وفق تحليل General Linear Model تبعه اختبار Tukey عند $P< 0.05$ لتحديد الفروق بين المعاملات، تم إجراء ثلاث مكررات لكل متغير وسجلت

النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري وأُجريت جميع هذه الاختبارات باستخدام برنامج SPSS 16.

3-2-المرحلة الثانية: اختيار الخلطة المثلى من البهارات المضافة للمنتج

في هذه المرحلة تم إعادة تحضير المستحلب البروتيني الأفضل الذي تم الحصول عليه في المرحلة الأولى بشقها الأول باستخدام 5 خلطات من البهارات لتحديد الخلطة الانسب من البهارات المضافة بالاعتماد على المواصفات الحسية للمنتج وذلك كما هو موضح بالجدول (6). في نهاية هذه المرحلة أُختيرت أفضل خلطة من البهارات وبالتالي حُدد أفضل منتج من خلال مؤشرات (الطعم، اللون، الرائحة، القوام، القبول العام).

جدول (6) خلطات البهارات المستخدمة في تحضير المنتج غ/1 كغ خلطة

الخلطة / البهارات	P1	P2	P3	P4	P5
فلفل أسود	-	2.00	-	-	-
فلفل أبيض	3.00	1.00	2.50	3.00	2.50
زنجبيل	0.50	-	-	-	-
هيل	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
جوزة الطيب	0.50	-	1.00	1.00	1.00
ثوم مجفف	-	1.00	1.00	0.50	0.20
كزبرة	-	-	0.50	0.20	0.50
قرنفل	-	-	-	-	0.50
المجموع	**4.5**	**4.5**	**5.5**	**5.2**	**5.2**

3-3-المرحلة الثالثة: تحديد الخلطة الأنسب من المستحلب البروتيني واللحم المفروم

تم خلال هذه المرحلة إعداد ثلاث خلطات من المنتج باستخدام المستحلب البروتيني للحم الدجاج الأفضل الذي تم الحصول عليه في المرحلة السابقة مع لحم العجل المفروم عالي الجودة (لحم 90) كما هو موضح بالجدول (7). أُعتمد التقييم الحسي للمنتج من خلال تحديد الطعم والرائحة والقوام والمظهر العام واللون باستخدام طريقة Hedonic Scale حيث أُعطيت 5 درجات لكل صفة (Lawless و Heymann، 1999). كما قُيم قوام المنتجات المصنعة باستخدام جهاز (Penetrometer) لدراسة تأثير نسبة اللحم المفروم للمستحلب على صلابة الخلطات.

جدول (7) خلطات المنتج المكونة من لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج

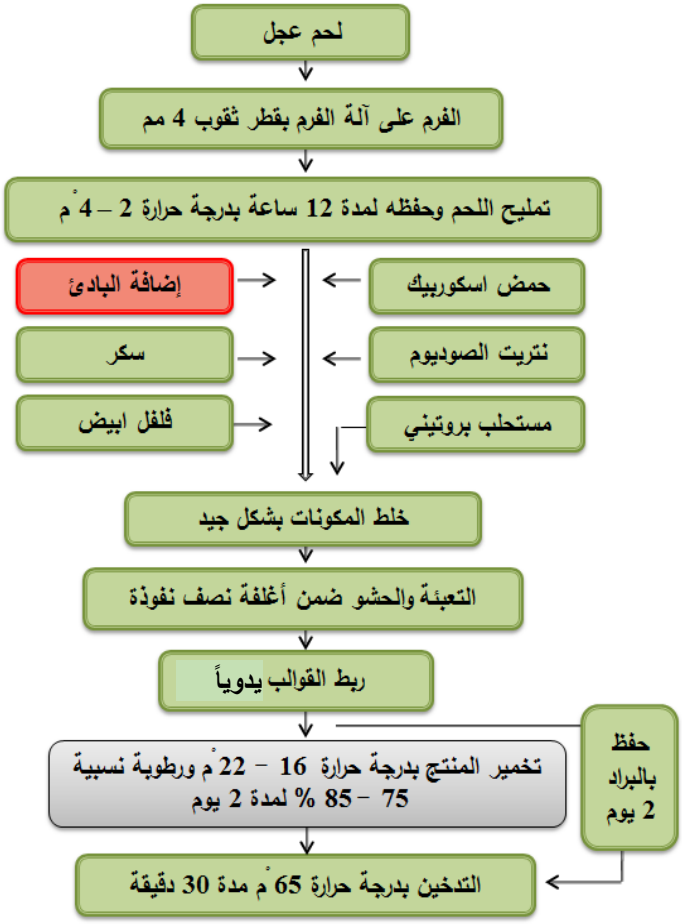
المكونات	M1	M2	M3
المستحلب البروتيني %	70	60	50
لحم عجل مفروم %	30	40	50

3-4-المرحلة الرابعة: دراسة تأثير التخمير أو الإنضاج في صفات المنتج.

في هذه المرحلة تم دراسة أثر التخمير باستخدام البادئات أو الإنضاج التقليدي على التغيرات الميكروبية والكيميائية خلال التخمير والصفات الحسية للمنتج النهائي.

أجريت هذه المرحلة باستخدام أحد أنواع البادئات التجارية المستخدمة في صناعة منتجات اللحوم المتخمرة /BFL-F05/ تم استيراده من شركة Chr. Hansen الدنمركية، يحتوي هذا البادئ على خليط من بكتيريا *Lactobacillus sakei* وسلالتين من *Staphylococcus carnosus ssp.* ، يتميز هذا البادئ بإحداث تخمير سريع وإعطاء نكهة ولون وقوام جيد للمنتجات المتخمرة.

صُنعت خلال هذه المرحلة أربع خلطات بإجراء فرم للحم عجل من الدرجة 90 (لا تتجاوز نسبة الدهن فيه 10 %) وتمليحه وحفظه لمدة 12 -24 ساعة تقريباً ثم مزجه يدوياً مع المواد المضافة كما هو مبين بالمخطط (8) ثم مزجه يدوياً لمدة 10 دقائق مع المستحلب البروتيني (الذي أعطى أفضل النتائج وفق تحليل نتائج المرحلة الثالثة) للحصول على تجانس جيد للخليط، قسم المزيج إلى أربعة أجزاء لقحت الخلطتين F3



مخطط (3) خطوات تحضير المنتج باستخدام التخمير أو الانضاج

و F4 بالبادئ فيما لم يتم إضافة أية بادئات للخلطتين F1 و F2. عبئت الخلطات بأغلفة طبيعية من أمعاء العجول بقطر 30–40 مم، ثم تم تخمير المنتج (مع بادئ للخلطة F4) وإنضاجه (بدون بادئ للخلطة F2) بدرجة حرارة 16–22 ْم ورطوبة نسبية 75–85% مدة يومين في حين حفظت الخلطات F1 و F3 في البراد على درجة حرارة 4 ْم لمدة يومين تلتها عملية تدخين لجميع الخلطات المحضرة ويبين المخطط (3) مراحل تحضير المنتج، كما يبين الجدول (8) نسب المكونات الداخلة في تحضير هذه الخلطات. وبناءً عليه تم الحصول على أربعة خلطات اثنتان منها بدون بادئ (F1 بدون إنضاج، F2 مع إنضاج)، واثنتان مع بادئ (F3 بدون تخمير، F4 مع تخمير). تم الحصول على جميع المكونات المستخدمة في تحضير الخلطات من السوق المحلية لمدينة دمشق.

جدول (8) النسب المئوية للمكونات المستخدمة في تحضير خلطات المنتج المنضجة والمتخمرة

رمز الخلطة	F1	F2	F3	F4
لحم عجل مفروم	27.5	27.5	27.5	27.5
ملح	1.5	1.5	1.5	1.5
فلفل أبيض	0.5	0.5	0.5	0.5
اسكوربيك	0.05	0.05	0.05	0.05
نتريت	0.01	0.01	0.01	0.01
المجموع	29.5	29.5	29.5	29.5
مستحلب بروتيني	69.5	69.5	69.5	69.5
سكر دكستروز	1	1	1	1
معاملة الخلطة	بدون إنضاج	مع إنضاج	بادئ بدون تخمير	بادئ مع تخمير

أُجريت التحاليل الميكروبية والكيميائية مرة كل 12 ساعة خلال عملية التخمير لدراسة تأثير الإنضاج والتخمير على تطور المنتجات، شخصت البكتيريا من خلال مجموعة من الاختبارات الميكروبية تضمنت: العد الكلي على بيئة Plate Count Agar (ISO 4833، 2003)، تعداد بكتريا حمض اللبن على بيئة M17 (ISO 15214، 1998)، بكتريا الكوليفورم على بيئة Violet Red Bile Glucose Agar (ISO 4831، 2006)، وأخيراً تعداد الخمائر والفطور على بيئة Dichloran Rose Bengal Agar (ISO 6611، 2004). شملت التحاليل الكيميائية تقدير نسبة كل من الرطوبة وقياس رقم الـ pH وفقاً لـ (AOAC، 2000)، وتقدير الآزوت اللابروتيني /رقم الـ NPN/ الذي يشير إلى درجة التحلل البروتيني في المنتج وفقاً لـ (Roseiro

وزملاؤه، 2010)، ورقم الـ TBA /حمض ثيوباربتيوريك/ الذي يشير إلى درجة التحلل الدهني وفقاً لـ (Cheah و Abu-Hasim، 2000).

قُيمت الصفات الحسية للخلطات بعد عملية التدخين والتي تضمنت (اللون – الطعم – الرائحة – القوام – والقبول العام) بواسطة لجنة تذوق وذلك باستخدام طريقة Hedonic Scale حيث أعطيت كل صفة 5 درجات (Lawless و Heymann، 1999)، وتم تقييم قوام المنتجات المصنعة باستخدام جهاز (Penetrometer) لدراسة تأثير عملية الانضاج والتخمير على قوام الخلطات المصنعة. كما أُجري تحليل ميكروبي شمل العد الكلي للبكتريا الهوائية، بكتريا حمض اللبن، بكتريا الكوليفورم، بكتريا *Salmonella spp.* (ISO 6579، 2002)، بكتريا *Staphylococcus aureus* (ISO 6888-1، 2003)، بكتريا *Clostridium spp.* (ISO 7937، 2004)، بكتريا *Pseudomonas spp.* (Jeppesen، 1995)، الخمائر والفطور. كما حللت الخلطات كيميائياً لتقدير النسبة المئوية للرطوبة، البروتين، الدهن، الرماد، قياس رقم الـ pH للمنتج، الآزوت اللابروتيني ورقم الـ TBA كما هو مبين سابقاً أثناء تحليل الخلطات خلال عملية التخمير.

3-5-المرحلة الخامسة: دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي وتحديد أفضل طريقة لحفظ المنتج

بالاعتماد على نتائج المراحل الأربعة السابقة حُضرت خلال هذه المرحلة ثلاث خلطات من السجق المتخمر (B1، B2، B3) من خلال دمج مستحلبات اللحوم البروتينية مع اللحم المفروم. تم اعتماد المستحلب الناتج وفق طريقة تحضير الخلطة 1 من المرحلة الأولى والذي احتوى على الدهن الحيواني فقط في تحضير الخلطة B1 كخلطة شاهد، والمستحلب الناتج وفق طريقة تحضير الخلطة S1 من المرحلة الأولى بشقها الأول والذي أعطى أفضل النتائج بناءً على تحليل نتائج هذه المرحلة والذي تم فيه استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت جوز الهند دون تغيير نسبة ماء/دهن وذلك في تحضير الخلطة B2، واستخدم المستحلب الناتج وفق طريقة تحضير الخلطة A5 من المرحلة الأولى بشقها الثاني والذي حُضر باستبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت الزيتون وتخفيض نسبة الدهن الكلية الى 50 % مع استخدام صمغ غوار وذلك لتحضير الخلطة B3. تم اعتماد خلطة البهارات المستخدمة في تحضير الخلطة P3 من المرحلة الثانية، واختيار نسبة دمج المستحلب البروتيني مع اللحم المفروم وفق طريقة تحضير الخلطة M1 من المرحلة

الثالثة (30 % لحم عجل مع 70 % مستحلب)، وحضرت جميع الخلطات وفق طريقة تحضير الخلطة F4 من المرحلة الرابعة والمبينة بالمخطط (3) السابق.

دُرست في هذه المرحلة الصفات الفيزيوكيميائية للخلطات بعد التصنيع إضافة لدراسة تأثير طريقة حفظ الخلطات الثلاث المحضرة من خلال تعبئتها بأكياس من البولي ايتلين وحفظها بأربع طرق (رولات كاملة مغلفة بدون تفريغ، رولات كاملة مع تعبئة تحت تفريغ، شرائح مغلفة بدون تفريغ، شرائح مع تعبئة تحت تفريغ) ضمن البراد بدرجة حرارة لا تتجاوز 4 ْم.

شملت التحاليل الكيميائية النسبة المئوية للرطوبة، البروتين، الدهن، الرماد، قياس رقم الـ pH للمنتج، الآزوت اللابروتيني، الأحماض الدهنية وفقاً لـ (AOAC، 2000)، ومردود وانكماش الخلطات بعد التصنيع وفقاً لـ (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004) بعد التصنيع مباشرة. تمت دراسة تغيرات رقم الـ TBA خلال التخزين وذلك مرة كل 10 أيام خلال 3 أشهر من تخزين المنتج وفقاً لـ (Cheah و Abu-Hasim، 2000).

تم التحليل الإحصائي للخلطات في هذه المرحلة كتجربة عاملية بواقع 3 خلطات و4 طرق للتخزين جري اختبارها خلال 6 فترة من فترات التخزين المبرد بـ 3 مكررات لكل اختبار، تم تحليل التباين لكل اختبار باستخدام برنامج SPSS 16 وتحديد الفروق المعنوية باستخدام اختبار Tukey عند مستوى ثقة ($P< 0.05$) لتحديد أفضل المعاملات.

يبين الجدول (9) البيئات والأوساط المستخدمة في إجراء التحاليل الميكروبية التي تم اجراءها خلال البحث، كما يبين الجدول (10) الأجهزة المستخدمة في تصنيع الخلطات المختلفة المنفذة خلال مراحل البحث إضافة للأجهزة والأدوات المستخدمة أثناء تنفيذ الاختبارات الكيميائية والميكروبية.

جدول (9) الأوساط والبيئات المستخدمة في التحاليل الميكروبية

الوسط أو البيئة	الغاية منه	الشركة
Buffered Peptone Water	الوسط المستخدم لتمديد عينات الزرع	LAB
Selenite Cystine Broth A + B	الوسط المغذي لبكتريا *Salmonella*	OXOID
M-17	البيئة المستخدمة للكشف عن بكتريا حمض اللبن	Fluka
Plant count agar	البيئة المستخدمة للعد الكلي للبكتريا الهوائية	OXOID
Baird Parker Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن *Staphylococcus*	OXOID
Cetrimide Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن *Pseudomonas*	TITAN
Violet Red Bail Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن بكتريا الكوليفورم	BIOLIFE
Dichloran Rose Bengal Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن الخمائر والفطور	OXOID
Tryptose Sulphite Cycloserine Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن *Clostridium*	OXOID
Xylose Lysine Desoxycholate Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن *Salmonella*	Scharlau
Hekton Enteric Agar	البيئة المستخدمة للكشف عن *Salmonella*	Scharlau
Brilliant Green Bile Broth	البيئة الكشف التأكيدي للكوليفورم و *E. coli*	HIMEDIA
Perfringens (TSC) Selective supplements	إضافة خاصة ببيئة TSC	LAB
Chloramphenicol Selective supplements	إضافة خاصة ببيئة DRBC	LAB
Egg Yolk telluride	إضافة خاصة ببيئة Bp	LAB

جدول (10) الأجهزة المستخدمة في التصنيع والاختبارات الكيميائية والميكروبية

نوع الجهاز	الموديل	الشركة المصنعة	
جهاز سحق وتنعيم اللحوم	AS 30	RAMON	اسبانيا
جهاز حشو	-	TRE SPADE	ايطاليا
فرامة لحم	TE 22	OMEGA	ايطاليا
غرفة إنضاج وتخمير	-	الأتاسي	سوريا
جهاز تدخين	-	-	سوريا
سخان كهربائي بمحرك مغناطيسي	MSH-20A	DAIHAN	كوريا
مثفلة انابيب	centrifuge 351	MPW	بولندا
ميزان حساس (0.01غ)	GE 412	SARTORIUS	ألمانيا
ميزان حساس (0.0001غ)	AB 204-S/pH	METTLER TOLEDO	سويسرا
هزازة أنابيب	V-1	BIOSAN	ألمانيا
جهاز خلط ميكانيكي	78860	INTERSCIENCE	ألمانيا
حمام مائي	3047	KOTTERMANN	ألمانيا
غرفة عزل ميكروبي	-	H. JANAT	سوريا
اوتوغلاف	LAC-5040S	LABTECH	كوريا
حاضنة 25–37–41,5 م°	INC/50/SS/F/DLG/DD/A	GENLAB	بريطانيا
مايكرويف	MS3946SQW	LG	سوريا
براد	TN1507	الحافظ	سوريا
PH METER	5310	JENWAY	بريطانيا
جهاز تغليف تحت تفريغ	29/ 08201 01	KOMET	ألمانيا
فرن تجفيف	91107	MEMMENT	ألمانيا
فرن ترميد	EHP-12	WISE THERM	كوريا
جهاز ميكروكلداهل	4002627	PRO-NITRO M	اسبانيا
جهاز سوكسلت هنكل	2091/7	GLASSCO	بريطانيا
جهاز سبكترفوتومتر	722-2000	CONOFACTOR	الصين
جهاز كراماتوغرافيا غازية GC	GC-17A	SHIMADZO	اليابان
جهاز تقطير	230/50	GENRISTO	بريطانيا
مقياس صلابة Penetrometer	FT 327	Mc CORMICK	ايطاليا

النتائج والمناقشة

RESULTS AND DISCUSSION

4-النتائج والمناقشة

4-1-نتائج المرحلة الأولى: إعداد خلطات من المستحلب البروتيني باستبدال جزء من الدهن الحيواني بالزيت النباتي بعدة نسب للوصول إلى أفضل خلطة من حيث الاستقرار بعد المعاملة الحرارية.

4-1-1-نتائج دراسة استقرار المستحلب

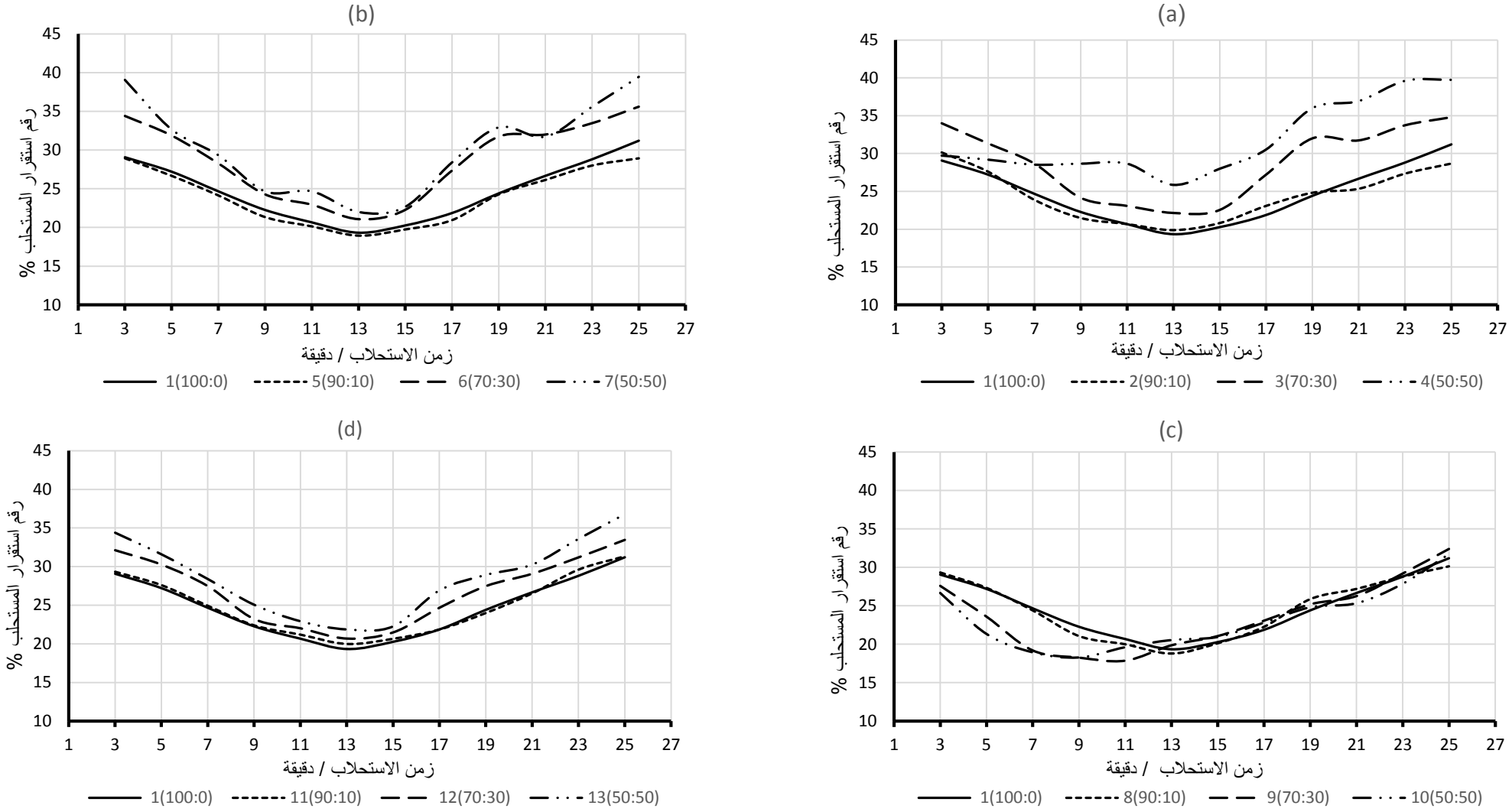
يبين الجدول (11) نتائج اختبار رقم استقرار المستحلبات البروتينية المحضرة باستخدام الزيوت النباتية المختلفة خلال عملية الاستحلاب. يلاحظ من خلال الجدول تناقص رقم استقرار المستحلب في جميع الخلطات مع تقدم عملية الاستحلاب حتى الوصول إلى الزمن المثالي ثم يعود للارتفاع بفعل الارتفاع التدريجي لدرجة حرارة المستحلب الذي يسبب تخرب الاغلفة البروتينية المحيطة بحبيبات الدهن وفقدان خواصها الاستحلابية (Alvarez وزملاؤه، 2007؛ Nieto وزملاؤه، 2009).

يلاحظ من الجدول أن الخلطة 1 (الشاهد) المحضرة باستخدام الدهن الحيواني فقط قد أعطت أفضل رقم استقرار للمستحلب (رقم استقرار منخفض) ضمن زمن يتراوح بين 9 – 17 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن الى جهاز السحق حيث لم تظهر فروق معنوية في قيم رقم استقرار المستحلب ضمن هذه الفترة وذلك عند مستوى ثقة 95 %، وأعطت الخلطات 2، 5، 7، 8 و11 نتائج مشابهة لقيم رقم استقرار المستحلب في الخلطة 1 حيث أعطت أفضل رقم استقرار للمستحلب ضمن الزمن ذاته، في حين أعطت الخلطات 3، 6 و12 أفضل رقم استقرار للمستحلب ضمن زمن يتراوح بين 9 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن وأعطت الخلطات 4، 9، 10 و13 أفضل رقم استقرار للمستحلب ضمن زمن يتراوح بين 3 – 17 دقيقة، 7 – 15 دقيقة، 5 – 15 دقيقة و11 – 15 دقيقة على التوالي بدءً من لحظة إضافة الدهن ولم تظهر فروق معنوية بين القيم ضمن هذه الفترات لكل خلطة وذلك عند مستوى ثقة 95 %. في حين أظهرت نتائج اختبار General Linear Model واختبار Tukey ان الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب يتراوح بين 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن ولم تظهر فروق معنوية بين القيم ضمن هذه الفترة لجميع الخلطات المحضرة وذلك عند مستوى ثقة 95 %. ويتوافق ذلك مع ما أوجده Wajdzik (1989) الذي بيّن أن الزمن المثالي لعملية الاستحلاب يتراوح ما بين 10 – 15 دقيقة

جدول (11) نتائج اختبار رقم استقرار المستحلب % للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب

رقم الخلطة نسبة (دهن:زيت)		زمـــــــــــن الاســـــــــتحلاب (دقـيـقـــــة)												GLM
		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	
1 (0:100)	شاهد	AB de 1.01±29.07	BC cd 1.06±27.20	BC bc 1.01±24.67	BC ab 0.83±22.27	ABC a 0.46±20.67	A a 0.83±19.33	A a 1.22±20.27	AB ab 1.29±21.87	A bc 0.40±24.40	AB cd 0.83±26.67	AB de 2.43±28.80	ABC e 0.80±31.20	24.70 B 3.90±
2 (10:90)	مع زيت دوار الشمس	AB e 1.80±30.13	BC de 0.69±27.60	B bc 0.61±23.87	AB ab 0.46±21.47	ABC ab 0.61±20.67	A a 1.01±19.87	A ab 2.12±20.80	AB abc 0.61±23.07	AB cd 1.44±24.80	A cd 0.83±25.33	A de 1.89±27.33	A e 1.01±28.67	24.47 AB 3.48±
3 (30:70)		BC e 2.00±34.00	C cde 3.06±31.33	D cd 1.01±28.67	BC ab 1.22±23.07	BC ab 0.61±24.13	A a 1.01±22.13	A a 2.95±22.53	CD bc 0.69±27.20	CD de 2.12±32.00	C de 0.46±31.73	CD e 0.83±33.73	CDE e 1.20±34.80	28.78 D 4.86±
4 (50:50)		AB ab 5.99±29.73	BC ab 4.18±29.20	D ab 1.22±28.53	D ab 3.06±28.67	D ab 2.34±28.67	B a 2.01±25.87	B a 1.60±28.00	E abc 2.27±30.53	E bcd 0.80±36.00	D cd 2.66±36.93	E d 0.69±39.60	F d 1.01±39.73	31.79 F 5.24±
5 (10:90)	مع زيت فول الصويا	AB d 1.22±28.93	ABC cd 1.40±26.67	BC bc 0.61±24.13	AB ab 0.23±21.33	ABC a 0.46±20.13	A a 0.61±18.93	A a 1.67±19.73	A a 1.29±20.93	A bc 1.80±24.27	AB cd 0.23±26.13	AB d 2.00±28.00	A d 1.29±28.93	24.01 AB 3.75±
6 (30:70)		BC e 1.60±34.40	C de 2.20±31.87	D cd 2.20±28.27	BC abc 1.01±24.27	BC ab 3.11±22.93	A a 1.01±21.07	A a 2.84±22.27	CD bcd 1.15±27.33	CD de 2.31±31.73	C de 0.80±32.00	CD e 0.61±33.47	DE e 0.69±35.60	28.77 D 5.19±
7 (50:50)		C e 2.72±39.07	C cd 4.16±32.67	D bcd 2.31±29.33	BC ab 1.15±24.67	C ab 3.06±24.67	A a 2.00±22.00	A a 2.01±22.67	DE abc 1.06±28.40	DE cd 3.00±32.93	C cd 0.46±31.73	D de 1.44±35.60	F e 3.23±39.47	30.27 E 6.19±
8 (10:90)	مع زيت جوز الهند	AB de 0.61±29.33	BC cde 0.61±27.33	BC bc 1.44±24.40	AB a 1.01±21.07	ABC a 0.40±20.00	A a 0.40±18.80	A a 1.80±20.13	AB ab 1.80±22.27	AB cd 1.40±25.87	AB cde 1.06±27.20	AB de 1.74±28.80	AB e 2.01±30.13	24.01 AB 3.75±
9 (30:70)		AB ef 2.00±27.60	AB cd 1.06±23.60	A a 1.39±19.20	A a 1.22±18.27	A a 1.67±17.87	A ab 1.40±19.87	A abc 1.22±21.07	AB bcd 1.40±23.07	AB de 1.06±25.20	AB def 1.40±26.27	AB f 0.80±29.20	ABCD g 1.44±32.40	28.77 AB 5.19±
10 (50:50)		A d 3.33±26.67	A ab 1.29±21.33	A a 0.61±18.93	A a 1.22±18.26	AB ab 0.40±19.60	A ab 0.61±20.53	A ab 1.01±20.93	AB bc 1.06±22.80	AB cd 0.40±24.80	A cd 0.83±25.33	AB d 0.61±27.87	ABCD e 1.62±31.73	30.27 A 6.19±
11 (10:90)	مع زيت الزيتون	AB fg 1.22±29.33	BC ef 0.69±27.60	BC cd 0.83±24.93	BC ab 0.80±22.40	ABC a 1.06±21.20	A a 1.05±20.00	A a 0.61±20.67	AB ab 0.61±21.87	A bc 0.80±24.00	AB de 1.40±26.53	AB fg 0.69±29.60	ABC g 0.83±31.33	24.96 B 3.84±
12 (30:70)		AB ef 1.40±32.13	C de 1.22±30.26	CD c 1.01±27.47	BC ab 1.06±23.20	ABC ab 1.20±22.00	A a 1.22±20.67	A a 1.28±21.47	BC b 0.84±24.67	AB c 0.61±27.47	BC cd 1.01±29.07	BC def 1.06±31.20	BCDE f 0.61±33.47	26.92 C 4.40±
13 (50:50)		BC gh 1.06±34.40	C fg 1.60±31.60	D de 1.06±28.40	C dc 1.40±25.07	BC ab 1.40±22.93	A a 0.83±21.87	A ab 1.40±22.27	CD cd 1.15±26.93	BC def 1.01±28.93	C ef 0.61±30.27	CD g 0.80±33.60	EF h 1.83±36.80	28.59 D 4.92±
GLM		e 3.92±31.14	d 3.70±28.33	c 3.53±25.44	b 2.94±22.70	ab 2.70±21.88	a 2.07±20.84	ab 2.53±21.75	c 3.14±24.69	d 4.12±27.88	d 3.52±28.86	e 3.74±31.29	f 3.78±33.41	

يشير اختلاف الأحرف c،b،a.. ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن)، بينما يشير اختلاف الأحرف C،B،A.. ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات) عند $p<0.05$.



شكل (1) تغيرات رقم استقرار المستحلب في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب

(a) الشاهد مع خلطات زيت دوار الشمس، (b) الشاهد مع خلطات زيت فول الصويا، (c) الشاهد مع خلطات زيت جوز الهند، (d)الشاهد مع خلطات زيت الزيتون

حيث (100:0) 1 تعني (نسبة الزيت: نسبة الدهن) رقم الخلطة

في حالة إضافة 20% من الدهن للمستحلب. بينما أوجد سماك (2013) أن المستحلبات المحضرة من لحم الدجاج وإلية الغنم تميزت بثبات مثالي بعد 5 – 9 دقائق من لحظة إضافة الدهن في حالة إضافة 30 % من الدهن، في حين بلغت في حالة إضافة 25 % من الدهن 5 – 7 دقائق بعد إضافة الدهن.

من جهة أخرى تبين نتائج دراسة قيم استقرار المستحلب تبعاً لنوع الزيت النباتي المضاف مقارنة مع الخلطة 1 ارتفاع قيم رقم استقرار المستحلب (انخفاض جودة المستحلب الناتج) بارتفاع نسبة زيت دوار الشمس المستخدم في تحضير المستحلب البروتيني، واظهرت نتائج التحليل الإحصائي (اختبار Tukey) عدم وجود فرق معنوي بين قيم رقم استقرار المستحلب للخلطات 2 و3 ضمن زمن 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن مقارنة بالشاهد فيما ارتفعت هذه الأرقام في الخلطة 4 وأعطت فروقاً معنوية مع الخلطات 1، 2 و3 ضمن الفترة ذاتها (الشكل 1–a). وقد ذكر Ambrosiadis وزملاؤه (1996) أن استبدال دهن الخنزير بزيت دوار الشمس أعطى رقم استقرار جيد للمستحلب، بينما وجد Park وزملاؤه (1989) أن استبدال الدهن الحيواني بزيت دوار الشمس أثر على رقم استقرار المستحلبات منخفضة الدهن. وأظهرت دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط إيجابي جيد بين زيادة نسبة زيت دوار الشمس المستبدل وارتفاع رقم استقرار المستحلب (r =0.517). وعليه فان استبدال الدهن الحيواني بزيت دوار الشمس في تحضير المستحلب البروتيني ممكن حتى 30 % ضمن شروط التجربة.

اشارت نتائج الخلطات المحضرة باستخدام زيت فول الصويا إلى وجود ارتفاع معنوي في أرقام استقرار المستحلب بزيادة نسبة زيت فول الصويا المستبدل عند بداية ونهاية عملية الاستحلاب بينما لم تظهر فروق معنوية ضمن زمن 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن في الخلطات 5، 6 و7 مقارنة بالشاهد (الشكل 1–b). وهذا يتوافق مع (Ambrosiadis وزملاؤه، 1996؛ Muguerza وزملاؤه، 2003). وبينت نتائج دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط إيجابي جيد بين زيادة نسبة زيت فول الصويا المستبدل وارتفاع رقم استقرار المستحلب (r =0.411) إلا أنه كان اخفض بالمقارنة مع ارتباط زيت دوار الشمس.

فيما أعطت الخلطات المحضرة باستخدام زيت جوز الهند قيم أفضل لرقم استقرار المستحلب مقارنة بالشاهد ضمن زمن 7 – 9 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن وخاصة في

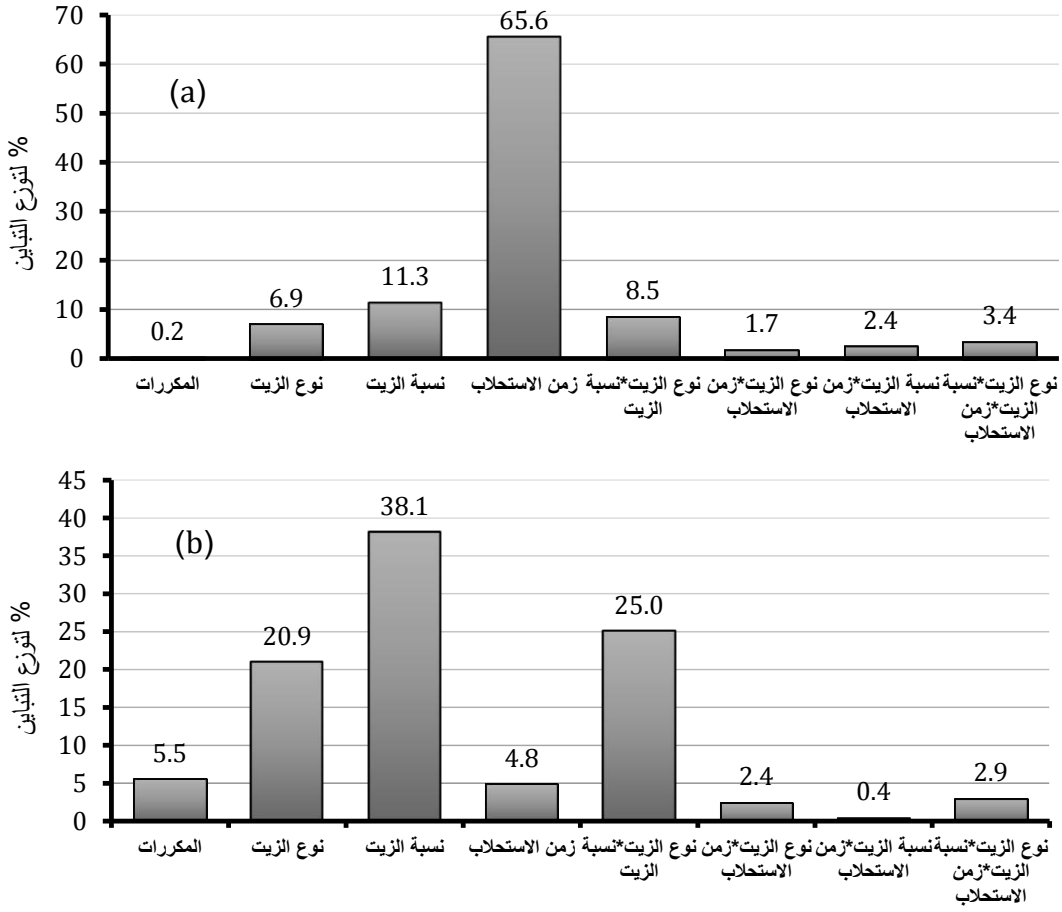
الخلطات 9 و10 المحضرة باستبدال 30 و50 % من الدهن الحيواني على التوالي، وأعطت جميع الخلطات أرقاماً مماثلة لرقم استقرار الشاهد ضمن زمن يتراوح بين 11 – 25 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 1–c) وهذا يختلف مع نتائج شمو (2011) الذي بيّن وجود ارتفاع في رقم استقرار المستحلب البروتيني للحم النعام عند استخدام خليط من إلية الغنم وزيت جوز الهند مقارنة باستخدام الإلية فقط، واظهرت نتائج دراسة معاملات الارتباط عدم وجود أي ارتباط معنوي بين زيادة نسبة زيت جوز الهند المستبدل وارتفاع رقم استقرار المستحلب (r =-0.159).

بينت نتائج الخلطات المحضرة باستخدام زيت الزيتون عدم وجود فرق معنوي بين قيم رقم استقرار المستحلب للخلطات 11، 12 و13 ضمن زمن 9 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن مقارنة بالشاهد (الشكل 1–d). وهذا يوافق ما اوجده Severini وزملاؤه (2003) حيث لاحظوا ان الاستبدال الجزئي للدهن بالزيت لم يؤثر معنوياً على الخصائص التكنولوجية للمنتج باستثناء تأثيره على النشاط المائي والقوام، ولم تظهر اختلافات شكلية واضحة بين العينات التي اضيف اليها زيت الزيتون والعينات التي لم يضف اليها الزيت. اظهرت دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط إيجابي ضعيف بين زيادة نسبة زيت الزيتون المستبدل وارتفاع رقم استقرار المستحلب (r =0.315).

أظهرت نتائج اختبار General Linear Model واختبار Tukey عدم وجود فرق معنوي بين الخلطات 2، 5، 8، 9 و10 وذلك عند مستوى ثقة 95 %، ووجد فرق معنوي بسيط بين الخلطتين 1 و11 والخلطات السابقة بينما أعطت الخلطتين 4 و7 اسوأ النتائج بالنسبة لقيم رقم استقرار المستحلب. وقد أشار Youssef وBarbut (2010) إلى ضرورة الانتباه لبعض المشاكل التكنولوجية التي يمكن أن تحدث عند استبدال الدهن الحيواني بالزيت النباتي كارتفاع رقم استقرار المستحلب وقد ظهر ذلك بشكل واضح عند استعمال زيتي دوار الشمس وزيت فول الصويا فيما لم يظهر واضحاً عند استخدام زيت جوز الهند وزيت الزيتون.

اظهرت نتائج اختبار توزع التباين لتحديد الأهمية النسبية للمتغيرات المدروسة المتضمنة زمن عملية الاستحلاب ونوع الزيت ونسبته وتفاعلات هذه المتغيرات مع بعضها إضافة لمكررات التجربة على رقم استقرار المستحلب تأثر هذه القيم بشكل كبير بزمن عملية الاستحلاب (الشكل 2–a) بنسبة 65.6 % وبمعنى آخر فإن 65.6 % من الاختلافات في قيم رقم استقرار المستحلبات

عائدة لاختلاف زمن عملية الاستحلاب. كما تأثرت بنسبة الزيت المستخدم، تفاعل نوع الزيت ونسبته المستخدمة في تحضير خلطات المستحلبات البروتينية ونوع الزيت المستخدم بنسبة 11.3، 8.5 و6.9 % على التوالي والتي شكلت التأثير الأكبر عند اجراء هذا الاختبار عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب (عند إهمال تأثير عامل الزمن لسهولة التحكم به عند التصنيع) ويظهر ذلك واضحاً من خلال (الشكل 2–b) الذي يبين تأثر قيم رقم استقرار المستحلب بنسبة 38.1 % بنسبة الزيت المستخدم، 25.0 % بنوع الزيت ونسبته و20.9 % بنوع الزيت المستخدم في تحضير خلطات المستحلب البروتيني عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب.



شكل (2) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم رقم استقرار المستحلب

(a) لكامل التجربة، (b) عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب

يتوافق ذلك مع عدة دراسات بينت أن ارتفاع قدرة المستحلبات البروتينية على ربط الماء المضاف تزداد مع مرور زمن عملية الاستحلاب (Cofrades وزملاؤه، 1997 ؛ Puolanne وزملاؤه، 2001) وأن الفرم الشديد أحد أسباب انخفاض القدرة على ربط الماء (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004)، كما يعتبر عاملاً مساعداً على تشكيل حبيبات كبيرة من الدهن تنفصل بسهولة

أثناء التعرض للحرارة (Jones و Mandigo، 1982 ؛ Ambrosiadis وزملاؤه، 2004)، وأن الحصول على مستحلب ثابت يتعلق بنوع الدهن المستخدم وشروط عملية فرم المواد الخام وكمية المواد الرئيسية والمضافة المكونة للمستحلب (Allais وزملاؤه، 2004).

يبين الجدول (12) نتائج اختبار فاقد الدهن للمستحلبات البروتينية المحضرة باستخدام الزيوت النباتية حيث يلاحظ حدوث انخفاض تدريجي لفاقد الدهن في جميع الخلطات مع تقدم عملية الاستحلاب حتى الوصول إلى الزمن المثالي لعملية الاستحلاب ثم يعود للازدياد بفعل الارتفاع التدريجي في درجة حرارة المستحلب الذي يسبب تخرب الأغلفة البروتينية المحيطة بحبيبات الدهن وفقدان خواصها الاستحلابية مما يسمح بتحرير حبيبات الدهن من المستحلب (Alvarez وزملاؤه، 2007؛ Nieto وزملاؤه، 2009).

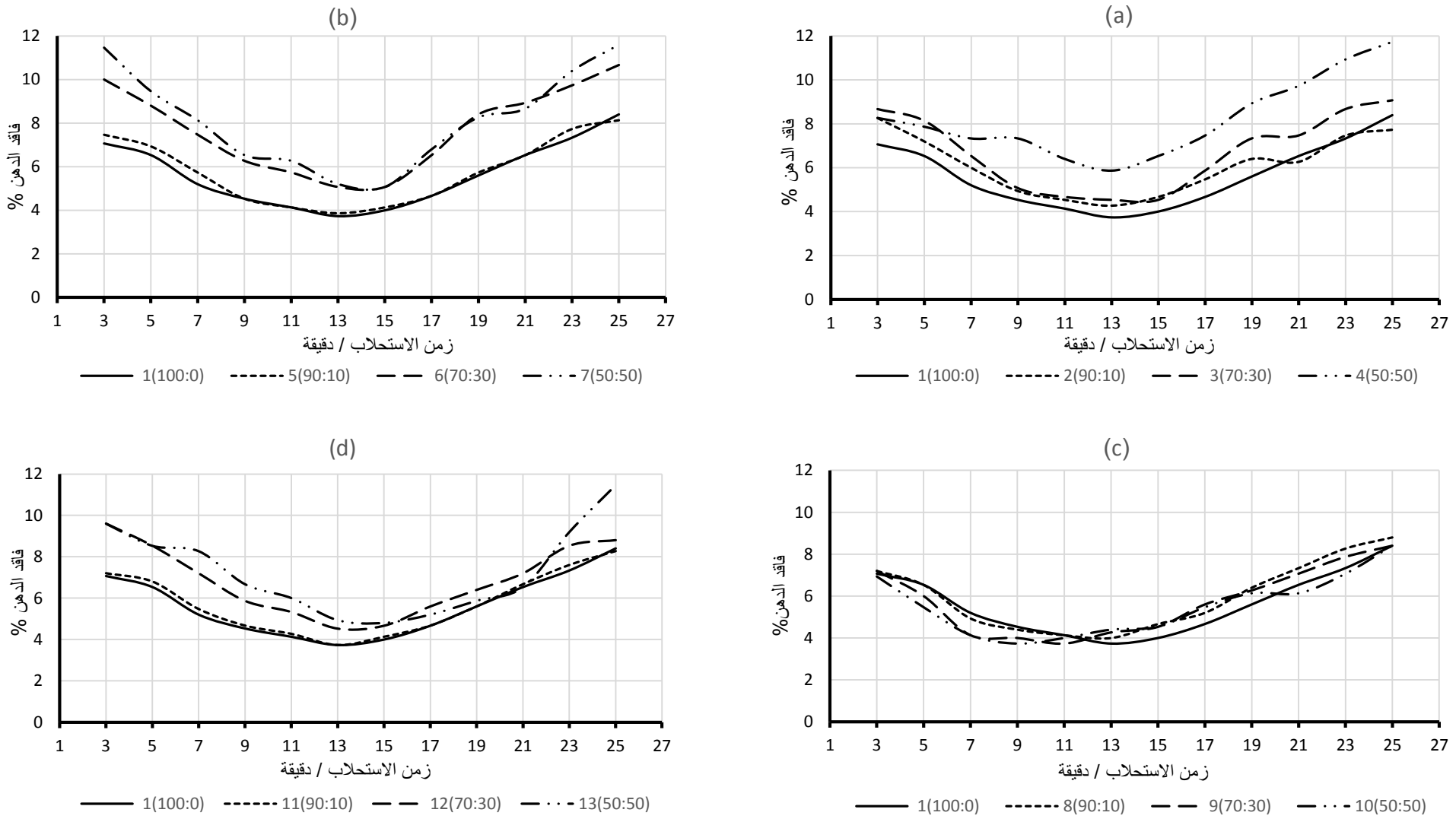
يلاحظ من الجدول أن تغيرات فاقد الدهن قد سلكت مساراً مشابهاً لتغيرات رقم استقرار المستحلب المدروس سابقاً، وقد أعطت الخلطات 4، 8، 9 و10 أقل فاقد دهن ضمن زمن يتراوح بين 7 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن حيث لم تظهر فروق معنوية بين القيم ضمن هذه الفترة لكل خلطة وذلك عند مستوى ثقة 95 %. وأعطت الخلطات 1، 2، 3 و6 أقل فاقد دهن ضمن زمن يتراوح بين 9 – 15 دقيقة، وبزمن يتراوح بين 9 – 17 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن للخلطات 5 و7، في حين أعطت الخلطات 11، 12 و13 أقل فاقد دهن ضمن 11 – 15 دقيقة، 11 – 17 دقيقة و9 – 21 دقيقة على التوالي بدءً من لحظة إضافة الدهن، وأظهرت نتائج اختبار General Linear Model واختبار Tukey أن الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب والذي يعطي أقل فاقد دهن يتراوح بين 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن ولم تظهر فروق معنوية بين القيم ضمن هذه الفترات لجميع الخلطات وذلك عند مستوى ثقة 95 % ويتوافق ذلك مع ما أوجده (Wajdzik، 1989).

من جهة أخرى تبين نتائج دراسة قيم فاقد الدهن تبعاً لنوع الزيت النباتي ضمن الزمن المثالي لعملية الاستحلاب /11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن/ زيادة قيم فاقد الدهن بازدياد نسبة الدهن المستبدل بالزيت في حالة زيت دوار الشمس مع مقارنة مع الخلطة 1 (الشكل 3-a)، وزيادة قيم فاقد الدهن بازدياد نسبة الدهن المستبدل بالزيت في حالة زيت الصويا مع مقارنة مع الخلطة 1 ضمن زمن يتراوح بين 9 – 13 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن.

جدول (12) نتائج اختبار فاقد الدهن % للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب

GLM	زمـــــــــن الاســـــــــتحلاب (دقـيـقـــــة)												رقم الخلطة نسبة (دهن:زيت)	
	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3		
5.64 AB 1.49±	A f 0.00±8.40	AB e 0.83±7.33	AB e 0.23±6.53	A d 0.00±5.60	A bc 0.23±4.67	A ab 0.40±4.00	A a 0.23±3.73	A ab 0.23±4.13	ABC abc 0.23±4.53	BC cd 0.40±5.20	AB e 0.23±6.53	A e 0.23±7.07	1 (0:100)	شاهد
6.10 B 1.36±	A g 0.46±7.73	AB fg 0.46±7.47	AB de 0.61±6.27	AB def 0.40±6.40	AB bcd 0.23±5.47	A ab 0.46±4.67	AB a 0.23±4.27	AB ab 0.23±4.53	C abc 0.23±4.93	CD cd 0.00±6.00	ABCD efg 0.40±7.20	AB g 0.83±8.27	2 (10:90)	مع زيت دوار الشمس
6.71 C 1.73±	A f 0.23±9.07	BCD f 0.23±8.67	B de 0.23±7.47	BC de 0.61±7.33	BC bc 0.23±5.87	A a 0.46±4.53	ABC a 0.23±4.53	AB a 0.23±4.67	C ab 0.23±5.07	DE cd 0.23±6.53	BCDE ef 0.83±8.13	AB f 0.83±8.67	3 (30:70)	
8.20 F 1.83±	B g 0.23±11.73	F fg 0.23±10.93	C ef 0.61±9.73	D de 0.23±8.93	E bcd 0.23±7.47	B ab 0.46±6.53	D a 0.23±5.87	C ab 0.69±6.40	F abc 0.61±7.33	EFG abc 0.23±7.33	BCDE bcd 0.92±7.87	AB cd 1.22±8.27	4 (50:50)	
5.80 AB 1.52±	A e 0.61±8.13	AB de 0.46±7.73	AB bc 0.23±6.53	A b 0.61±5.73	A a 0.23±4.67	A a 0.23±4.13	A a 0.23±3.87	A a 0.23±4.13	ABC a 0.23±4.53	BCD b 0.23±5.73	ABC cd 0.46±6.93	A de 0.23±7.47	5 (10:90)	مع زيت فول الصويا
7.72 E 1.95±	B g 0.23±10.67	DEF fg 0.23±9.73	C ef 0.23±8.93	CD de 0.69±8.40	CD bc 0.46±6.53	A a 0.61±5.07	BCD a 0.23±5.07	C ab 0.61±5.73	DE ab 0.23±6.27	EFG cd 0.46±7.47	DE ef 0.80±8.80	BC fg 0.40±10.00	6 (30:70)	
8.16 F 2.26±	B g 0.80±11.60	EF ef 0.40±10.40	C d 0.23±8.67	CD cd 0.46±8.27	DE abc 0.00±6.80	A a 0.46±5.07	CD a 0.40±5.20	C a 0.83±6.27	DE ab 0.23±6.53	FG bcd 0.61±8.13	E de 1.29±9.47	C g 0.92±11.47	7 (50:50)	
5.99 AB 1.65±	A e 0.80±8.80	ABC de 0.46±8.27	AB cd 0.61±7.33	AB c 0.00±6.40	AB b 0.40±5.20	A ab 0.61±4.67	A a 0.00±4.00	A ab 0.23±4.13	ABC ab 0.40±4.40	AB ab 0.23±4.93	AB c 0.23±6.53	A cd 0.40±7.20	8 (10:90)	مع زيت جوز الهند
5.76 AB 1.62±	A g 0.40±8.40	ABC ef 0.23±7.87	AB cde 0.61±7.07	AB bcd 0.46±6.27	AB b 0.40±5.60	A a 0.61±4.53	AB a 0.46±4.27	A a 0.46±3.73	AB a 0.40±4.00	A a 0.23±4.13	A bc 0.40±6.00	A de 0.40±7.20	9 (30:70)	
5.53 A 1.46±	A e 0.80±8.40	A d 0.23±7.07	A cd 0.23±6.13	AB cd 0.23±6.13	AB bc 0.46±5.47	A ab 0.46±4.53	ABC ab 0.40±4.40	A a 0.00±4.00	A a 0.23±3.73	A a 0.23±4.13	A bc 0.46±5.47	A d 0.92±6.93	10 (50:50)	
5.75 AB 1.49±	A e 0.46±8.27	AB ef 0.40±7.60	AB d 0.23±6.67	A c 0.40±5.60	A b 0.23±4.67	A ab 0.23±4.13	A a 0.23±3.73	AB ab 0.23±4.27	BC b 0.23±4.67	BC c 0.23±5.47	ABC d 0.40±6.80	A de 0.40±7.20	11 (10:90)	مع زيت الزيتون
6.86 CD 1.71±	A e 0.69±8.80	ABCD e 0.46±8.53	AB d 0.40±7.20	AB cd 0.40±6.40	AB abc 0.40±5.60	A ab 0.61±4.67	ABC a 0.23±4.53	BC abc 0.23±5.33	D bc 0.23±5.87	EF d 0.40±7.20	CDE e 0.61±8.53	B e 0.69±9.60	12 (30:70)	
7.26 D 2.15±	B d 0.83±11.47	CDE c 1.20±9.20	AB ab 0.61±6.53	A a 0.92±5.87	AB a 0.40±5.20	A a 0.80±4.80	BC a 0.61±4.93	C a 0.40±6.00	EF ab 0.23±6.67	G bc 0.83±8.27	CDE c 0.61±8.53	B c 0.80±9.60	13 (50:50)	
	h 1.50±9.34	g 1.27±8.52	f 1.15±7.31	e 1.18±6.72	c 0.88±5.63	a 0.75±4.72	a 0.67±4.49	ab 0.98±4.87	bc 1.13±5.27	d 1.41±6.19	f 1.29±7.44	g 1.50±8.38	GLM	

يشير اختلاف الأحرف c،b،a... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن)، ويشير اختلاف الأحرف C،B،A... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات) عند $p<0.05$.



شكل (3) تغيرات رقم فاقد الدهن في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب

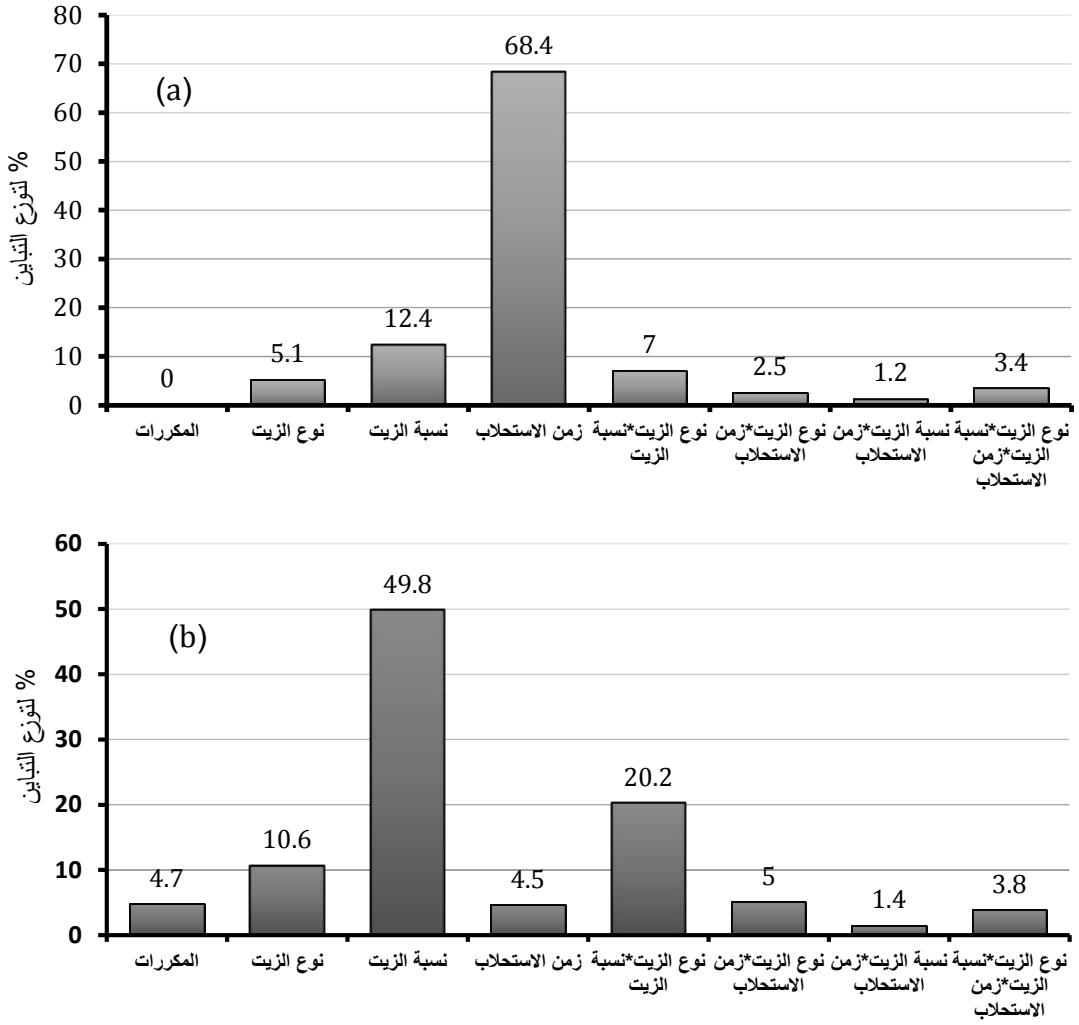
(a) الشاهد مع خلطات زيت دوار الشمس، (b) الشاهد مع خلطات زيت فول الصويا، (c) الشاهد مع خلطات زيت جوز الهند، (d) الشاهد مع خلطات زيت الزيتون

حيث (100:0) 1 تعني (نسبة الزيت: نسبة الدهن) رقم الخلطة

في حين لم تظهر أي اختلافات معنوية عند الزمن 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 3–b)، وأعطت الخلطات المحضرة باستخدام زيت جوز الهند نتائج مشابهة لفاقد الدهن في الخلطة 1 (الشكل 3–c)، كما ازداد فاقد الدهن بازدياد نسبة زيت الزيتون المستبدلة بالدهن ضمن زمن يتراوح بين 9 – 13 دقيقة ولم تظهر فروق معنوية ضمن زمن يتراوح بين 15 – 21 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 3–d). أظهرت دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط إيجابي جيد بين زيادة نسبة زيت دوار الشمس وزيت الصويا المستبدل وارتفاع قيم فاقد الدهن (r =0.478) و(r =0.482) على التوالي، وارتباط ايجابي ضعيف بين زيادة نسبة زيت الزيتون المستبدل وارتفاع قيم فاقد الدهن (r =0.333). في حين لم يظهر ارتباط معنوي بين زيادة نسبة زيت جوز الهند المستبدل وارتفاع قيم فاقد الدهن (r =-0.050).

أظهرت نتائج اختبار General Linear Model واختبار Tukey عدم وجود فرق معنوي بين الخلطات 1، 5، 8، 9، 10 و11 عند مستوى ثقة 95 %. ووجد فرق معنوي بسيط بين الخلطة 2 والخلطات السابقة بينما أعطت الخلطات 4، 6 و7 اسوأ النتائج بالنسبة لقيم فاقد الدهن وهذا يتوافق مع ما أشار إليه (Youssef و Barbut، 2010).

أعطت نتائج اختبار توزع التباين لتحديد الأهمية النسبية للمتغيرات المدروسة على فاقد الدهن المبينة بالشكل (4) نتائج مماثلة لنتائج توزع التباين على رقم استقرار المستحلب حيث تأثرت قيم فاقد الدهن بنسبة 68.4 % بزمن عملية الاستحلاب وبنسبة 12.4 % بنسبة الزيت المستخدم في تحضير خلطات المستحلب البروتيني (الشكل 4–a)، وكان لنسبة الزيت المستخدم التأثير الأكبر على تغيرات فاقد الدهن عند إجراء الاختبار عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب (الشكل 4–b) حيث بلغت نسبة تأثيره 49.8 % من مجمل التباين، وهذا يتوافق مع عدة دراسات بينت أن ربط الدهن في المستحلبات البروتينية تزداد مع مرور زمن عملية الاستحلاب ثم تنخفض مع زيادة الزمن عن حد معين بسبب تشكل حبيبات دهنية كبيرة سهلة الانفصال بعد التعرض للمعاملات الحرارية (Puolanne وزملاؤه، 2001 ؛ Ambrosiadis وزملاؤه، 2004 ؛ Nieto وزملاؤه، 2009).



شكل (4) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم فاقد الدهن

(a) لكامل التجربة، (b) عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب

4-1-2-نتائج اختبار فاقد الطبخ

يبين الجدول (13) نتائج اختبار فاقد الطبخ للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية باختلاف زمن عملية الاستحلاب والذي يظهر من خلاله تناقص فاقد الطبخ بازدياد زمن عملية الاستحلاب حتى حد معين يعود بعده فاقد الطبخ للازدياد حيث يعتبر الفرم الشديد أحد أسباب انخفاض القدرة على ربط الماء (Ambrosiadis وزملاؤه، 2004)، هذا يتوافق مع ما ذكره (Cofrades وزملاؤه، 1997 ؛ Puolanne وزملاؤه،2001 ؛ Alvarez وزملاؤه، 2007 ؛ Nieto وزملاؤه، 2009). يلاحظ من الجدول أن الخلطات 1، 4 و7 قد أعطت أقل فاقد طبخ عند تحضيرها ضمن زمن يتراوح بين 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن، وأعطت الخلطات 8، 9 و10 أقل فاقد طبخ عند زمن يتراوح بين 7 – 13 دقيقة، في حين أعطت الخلطات

2، 5، 11 و12 أقل فاقد طبخ عند زمن 9 – 15 دقيقة وأعطت الخلطات 3 و6 أقل فاقد طبخ ضمن زمن يتراوح بين 7 – 17 دقيقة والخلطة 13 ضمن زمن يتراوح بين 9 – 17 دقيقة حيث لم تظهر فروق معنوية بين قيم فاقد الطبخ ضمن هذه الفترات لكل خلطة وذلك عند مستوى ثقة 95 %. كما بينت نتائج اختبار General Linear Model واختبار Tukey أن الزمن الأمثل والذي أعطى أقل فاقد طبخ بعد المعاملة الحرارية يتراوح بين 9 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن ولم تظهر فروق معنوية بين القيم ضمن هذه الفترات لجميع الخلطات وذلك عند مستوى ثقة 95 % ويتوافق ذلك مع (Wajdzik، 1989).

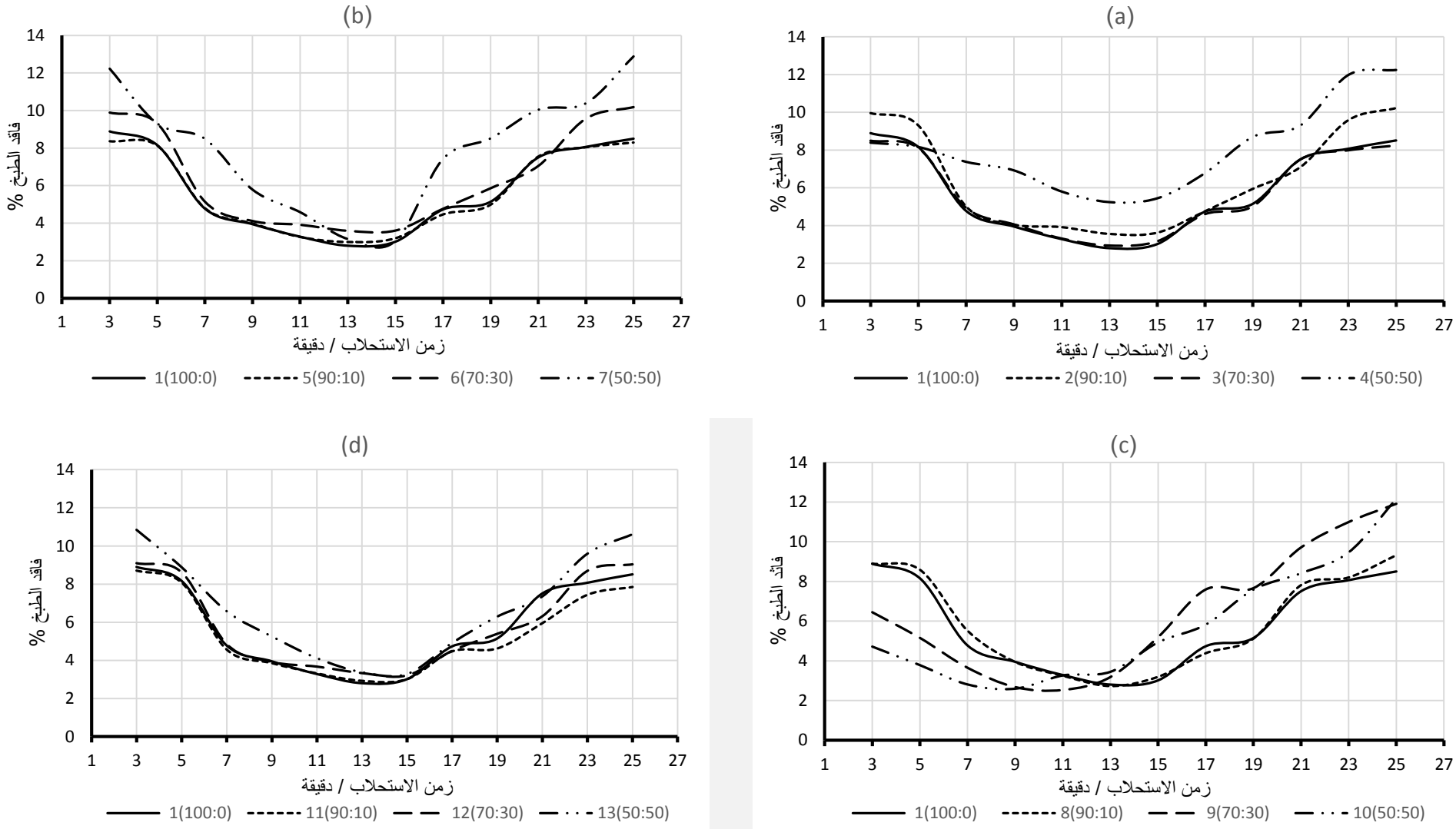
تبين نتائج دراسة قيم فاقد الطبخ تبعاً لنسبة الزيت النباتي المستبدل بالدهن الحيواني مقارنة مع الخلطة 1 ارتفاع قيم فاقد الطبخ بارتفاع نسبة زيت دوار الشمس المستخدم في تحضير المستحلب البروتيني، وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي (اختبار Tukey) عدم وجود فرق معنوي بين قيم فاقد الطبخ للخلطات 2 و3 ضمن زمن 9 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن مقارنة بالشاهد فيما ارتفعت هذه الأرقام في الخلطة 4 وأعطت فروقاً معنوية مع الخلطات 1، 2 و3 ضمن الفترة ذاتها (الشكل 5–a). كما أشارت نتائج الخلطات المحضرة باستخدام زيت فول الصويا وجود ارتفاع معنوي في ارقام فاقد الطبخ بزيادة نسبة زيت فول الصويا المستبدل ضمن زمن 11 – 15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 5–b)، فيما لم تظهر أيه فروق معنوية بالنسبة لفاقد الطبخ بين الخلطات المحضرة باستخدام زيت جوز الهند والشاهد ضمن زمن 9 – 13 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 5–c). والخلطات المحضرة باستخدام زيت الزيتون والشاهد ضمن زمن 9 – 21 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن (الشكل 5–d).

اظهرت دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط إيجابي ضعيف بين زيادة نسبة زيتي دوار الشمس وفول الصويا المستبدلين وارتفاع قيم فاقد الطبخ (r =0.277) و(r =0.257) على التوالي، فيما لم يظهر أي ارتباط معنوي بين زيادة نسبة زيت جوز الهند وزيت الزيتون المستبدل وارتفاع قيم فاقد الطبخ (r =-0.010) (r =0.113) على التوالي وهذا يتوافق مع نتائج (Hsu و Yu، 2002).

جدول (13) نتائج اختبار فاقد الطبخ % للخلطات المحضرة باستخدام الزيوت النباتية خلال عملية الاستحلاب

GLM	زمـــــــــن الاســـــــــتحلاب (دقـيـقـــة)												رقم الخلطة نسبة (دهن:زيت)	
	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3		
5.74 AB 2.28±	A f 0.13±8.51	AB ef 0.14±8.07	ABCD e 0.49±7.51	A d 0.23±5.15	A cd 0.34±4.73	A a 0.49±3.01	A a 0.41±2.80	AB ab 0.30±3.28	AB bc 0.63±3.95	B cd 0.16±4.77	C ef 0.26±8.16	C f 0.36±8.89	1 (0:100)	شاهد
5.69 BC 2.18±	A c 0.43±8.24	AB c 0.27±7.99	ABCD c 0.49±7.51	A b 0.36±5.01	A b 0.48±4.60	A a 0.48±3.16	A a 0.30±2.93	AB a 0.67±3.31	AB ab 0.73±4.05	B b 0.34±4.93	C c 0.39±8.11	C c 0.55±8.49	2 (10:90)	مع زيت دوار الشمس
6.42 AB 2.67±	B d 0.81±10.23	BCD d 0.55±9.59	ABC c 0.88±7.11	A bc 0.58±5.95	A ab 1.18±4.76	AB a 0.43±3.63	A a 0.39±3.56	AB a 0.80±3.92	AB ab 0.73±4.05	B ab 0.48±5.01	C d 0.59±9.31	CD d 1.01±9.96	3 (30:70)	
8.03 D 2.25±	D e 0.43±12.24	E e 0.41±11.97	CDE d 0.39±9.31	C cd 0.31±8.69	AB b 0.31±6.77	C a 0.22±5.44	B a 0.20±5.24	C a 0.32±5.80	E b 0.39±6.92	C b 0.39±7.37	C c 0.26±8.16	C c 0.29±8.39	4 (50:50)	
5.67 AB 2.18±	A c 0.31±8.29	AB c 0.33±8.04	ABCD c 0.58±7.55	A b 0.36±4.99	A b 0.28±4.47	A a 0.44±3.20	A a 0.41±3.00	AB a 0.61±3.27	AB ab 0.64±3.99	B b 0.12±4.80	C c 0.46±8.12	C c 0.33±8.36	5 (10:90)	مع زيت فول الصويا
6.42 BC 2.64±	B d 0.83±10.19	BCD d 0.52±9.57	ABC c 0.90±7.05	A bc 0.58±5.87	A ab 1.35±4.77	AB a 0.36±3.61	A a 0.33±3.60	AB ab 0.71±3.92	AB ab 0.64±4.12	B ab 0.23±5.15	C d 0.56±9.31	CD d 1.24±9.89	6 (30:70)	
7.99 D 3.29±	D g 1.39±12.88	CD efg 1.61±10.39	E def 1.79±10.04	C de 0.43±8.52	B cd 1.06±7.43	A a 0.34±3.05	A a 0.30±3.16	BC ab 0.26±4.59	CD bc 0.38±5.79	D de 0.43±8.49	C de 0.99±9.31	E fg 1.00±12.23	7 (50:50)	
5.91 AB 2.45±	AB e 0.26±9.32	AB de 0.21±8.20	ABCDE de 1.04±7.81	A d 0.30±5.12	A c 0.20±4.39	A bc 0.44±3.20	A ab 0.16±2.73	AB a 0.61±3.25	AB ab 0.66±3.95	B ab 0.36±5.52	C c 0.34±8.59	C de 0.26±8.89	8 (10:90)	مع زيت جوز الهند
6.40 BC 3.19±	CD f 0.22±11.92	DE ef 0.32±11.00	DE e 0.14±9.72	BC d 0.22±7.67	B d 2.05±7.60	C bc 0.21±5.20	A a 0.27±3.19	A a 0.20±2.53	A a 0.22±2.68	A ab 0.30±3.65	B bc 0.24±5.16	B cd 0.23±6.45	9 (30:70)	
5.75 AB 2.91±	D g 0.33±12.16	BCD f 0.66±9.47	BCDE e 0.48±8.41	BC e 0.48±7.59	AB d 0.31±5.83	BC c 0.51±4.93	A ab 0.22±3.45	AB ab 0.35±3.27	A a 0.16±2.60	A a 0.15±2.81	A b 0.16±3.79	A c 0.25±4.72	10 (50:50)	
5.40 A 2.08±	A de 0.37±7.85	A d 0.63±7.44	A c 0.58±5.95	A b 0.23±4.62	A b 0.14±4.47	A a 0.38±3.01	A a 0.32±2.92	AB a 0.59±3.31	AB ab 0.27±3.85	B b 0.30±4.56	C de 0.42±8.08	C e 0.36±8.71	11 (10:90)	مع زيت الزيتون
5.89 AB 2.32±	AB f 0.26±9.03	ABC f 0.53±8.69	AB e 0.52±6.31	A de 0.27±5.39	A bcd 0.74±4.50	A a 0.23±3.21	A a 0.22±3.33	AB ab 0.49±3.67	AB abc 0.42±3.92	B cd 0.19±4.85	C f 0.24±8.61	C f 0.33±9.09	12 (30:70)	
6.75 C 2.72±	BC f 0.68±10.61	BCD f 0.63±9.59	ABC de 1.18±7.35	AB bcd 1.70±6.29	A abc 0.59±4.91	A a 0.97±3.28	A a 0.37±3.37	B ab 0.48±4.11	BC abcd 0.58±5.25	C cd 0.86±6.57	C ef 0.50±8.88	DE f 0.64±10.84	13 (50:50)	
	g 1.81±10.40	f 1.44±9.43	e 1.28±8.20	d 1.49±6.45	c 1.44±5.53	ab 1.04±3.84	a 0.79±3.37	ab 0.99±3.71	b 1.32±4.21	c 1.60±5.25	e 1.83±7.80	f 2.02±8.63	GLM	

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن)، ويشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات) عند $p<0.05$.



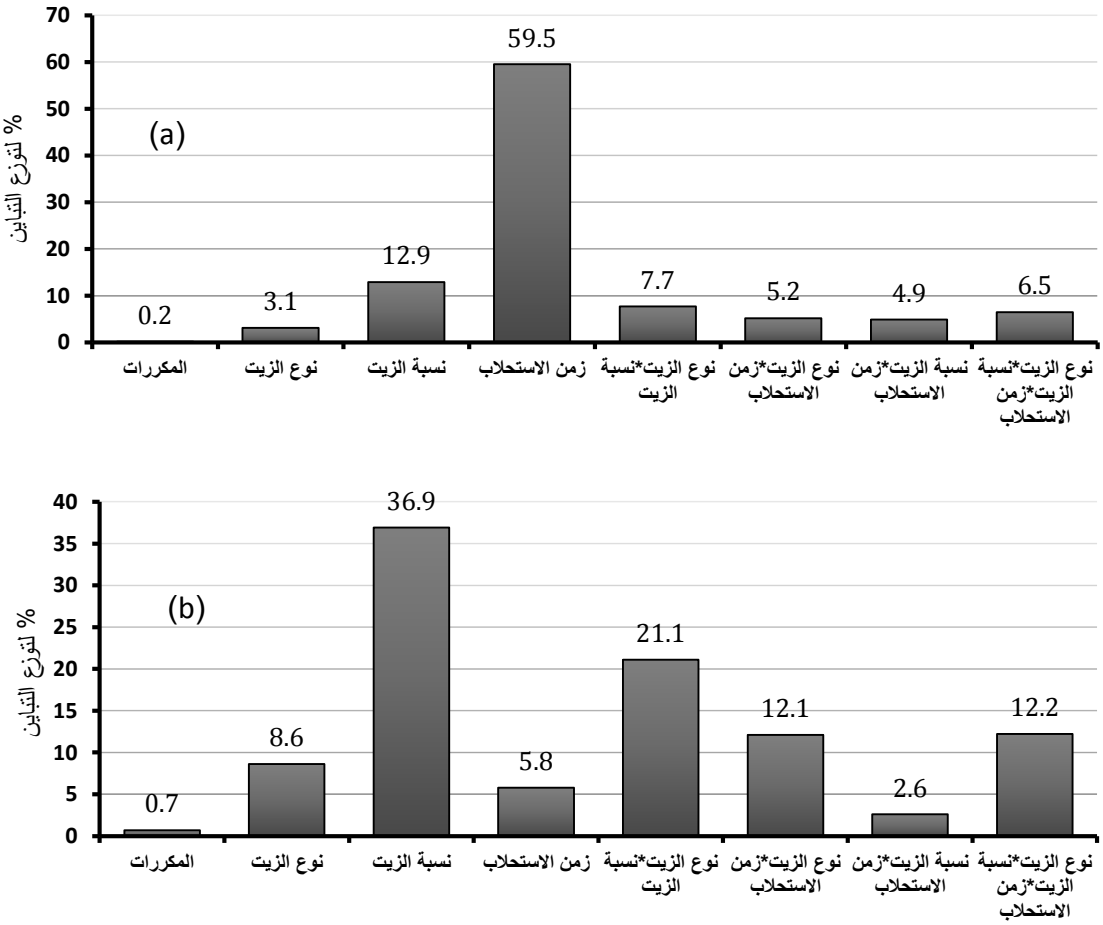
شكل (5) تغيرات رقم فاقد الدهن في خلطات المستحلب البروتيني مع تقدم عملية الاستحلاب

(a) الشاهد مع خلطات زيت دوار الشمس، (b) الشاهد مع خلطات زيت فول الصويا، (c) الشاهد مع خلطات زيت جوز الهند، (d) الشاهد مع خلطات زيت الزيتون

حيث (100:0) 1 تعني (نسبة الزيت: نسبة الدهن) رقم الخلطة

بينت نتائج اختبار GLM واختبار Tukey عدم وجود فرق معنوي بين الخلطات 1، 3، 5، 8، 9، 10، 11 و12 وذلك عند مستوى ثقة 95 % بالنسبة لفاقد الطبخ فيما أعطت الخلطة 4 (المحضرة باستبدال 50% من الدهن بزيت دوار الشمس) والخلطة 7 (المحضرة باستبدال 50% من الدهن بزيت فول الصويا) اسوأ النتائج بالنسبة لفاقد الطبخ وذلك كما هو مبين بالجدول (13).

بينت نتائج اختبار توزع التباين أن 59.5 % من الاختلافات في قيم رقم فاقد الطبخ عائدة لاختلاف زمن عملية الاستحلاب (الشكل 6–a). في حين شكلت نسبة الزيت المستخدم التأثير الأكبر على تغيرات فاقد الطبخ عند اجراء هذا الاختبار عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب (الشكل 6–b) بنسبة وصلت إلى 36.9 % من مجمل التباين وذلك ضمن شروط التجربة المحضرة. يتوافق ذلك مع (Cofrades وزملاؤه،1997 ؛ Puolanne وزملاؤه، 2001 ؛ Ambrosiadis وزملاؤه، 2004).



شكل (6) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في قيم فاقد الطبخ

(a) لكامل التجربة، (b) عند الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب

يلاحظ من خلال دراسة نتائج اختبار توزع التباين على كل من رقم استقرار المستحلب (الشكل 2)، فاقد الدهن (الشكل 4) وفاقد الطبخ (الشكل 6) أن زمن عملية الاستحلاب كان له التأثير الأكبر على توزع التباين لكل من العوامل السابقة المدروسة، وبناءً عليه فقد تم دراسة تحليل التباين لهذه العوامل باستخدام اختبار GLM مع إلغاء تأثير عامل الزمن تبعه اختبار Tukey لتحديد مدى تأثير تغير نوع الزيت المستخدم ونسبته في تحضير خلطات المستحلب البروتيني على العوامل السابقة، وتظهر هذه النتائج في الجدول (14) والذي يبين الفروق المعنوية لمتوسطات رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بإهمال عامل الزمن.

جدول (14) الفروق المعنوية لمتوسطات رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ لخلطات المستحلب البروتيني بإهمال عامل الزمن

الخلطات	رقم استقرار المستحلب	فاقد الدهن	فاقد الطبخ
1	A 3.90 ± 24.70	A 1.49 ± 5.64	AB 2.28 ± 5.74
2	AB 3.48 ± 24.47	AB 1.36 ± 6.10	AB 2.17 ± 5.69
3	BC 4.86 ± 28.78	ABC 1.73 ± 6.71	ABC 2.67 ± 6.42
4	D 5.24 ± 31.79	E 1.83 ± 8.20	D 2.25 ± 8.03
5	A 3.75 ± 24.01	AB 1.52 ± 5.80	AB 2.18 ± 5.67
6	BC 5.19 ± 28.77	CDE 1.95 ± 7.72	ABC 2.64 ± 6.42
7	CD 6.19 ± 30.27	DE 2.26 ± 8.16	CD 3.29 ± 7.99
8	A 4.07 ± 24.61	AB 1.65 ± 5.99	AB 2.45 ± 5.91
9	A 4.64 ± 23.63	AB 1.62 ± 5.76	BCD 3.19 ± 6.40
10	A 4.13 ± 23.23	A 1.46 ± 5.53	ABCD 2.96 ± 5.75
11	A 3.84 ± 24.96	AB 1.49 ± 5.76	A 2.08 ± 5.40
12	AB 4.40 ± 26.92	ABC 1.71 ± 6.86	AB 2.32 ± 5.89
13	BC 4.92 ± 28.59	BCD 2.15 ± 7.26	ABCD 2.72 ± 6.75

يشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات) عند $p<0.05$.

يظهر من خلال الجدول أن الخلطات 1، 2، 5، 8، 10، 11 و12 أعطت أفضل النتائج بالنسبة لاختبارات رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ ولم تظهر اختلافات معنوية بين هذه الخلطات بالنسبة للعوامل المدروسة، وأعطت الخلطات 3، 9 و13 نتائج متقاربة مع الخلطات السابقة بالرغم من وجود اختلافات معنوية بسيطة بينها، في حين كانت الخلطات 4 و7 أسوأ الخلطات وهي

الخلطات المحضرة باستبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت دوار الشمس وزيت فول الصويا على التوالي.

بالاعتماد على نتائج هذه المرحلة تم اعتماد الخلطة 10 (الناتجة عن استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت جوز الهند) كونها الخلطة التي أعطت أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بالزيت دون التأثير على كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني) وذلك لدراسة تغيير نسبة إضافة الدهن والماء على استقرار المستحلب وفاقد الطبخ. في حين تم اعتماد الخلطة 13 (الناتجة عن استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت الزيتون) كونها الخلطة التي أعطت أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بزيت الزيتون مع تأثير بسيط على كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني) وذلك لدراسة تأثير بعض الأصماغ الغروية في مؤشرات جودة المستحلبات البروتينية منخفضة الدهن.

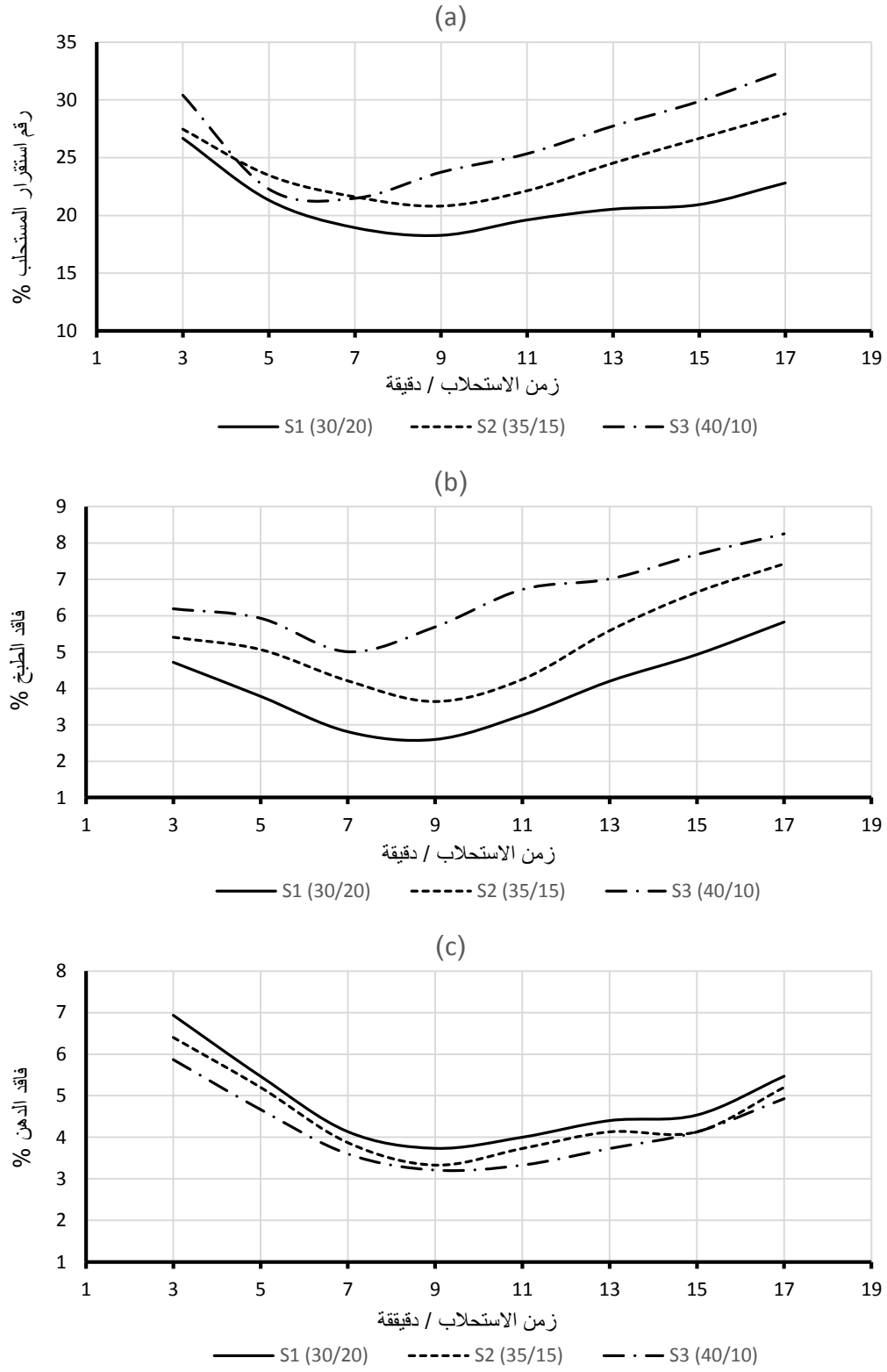
4-1-3-نتائج تغيير نسبة إضافة الدهن والماء على استقرار المستحلب وفاقد الطبخ

يبين الجدول (15) والشكل (7) نتائج تغيير نسبة إضافة الماء والدهن على مؤشرات استقرار المستحلب وفاقد الطبخ مع تقدم عملية الاستحلاب. أشارت النتائج إلى تناقص الزمن الأمثل لعملية الاستحلاب بازدياد نسبة ماء/ دهن في الخلطات حيث انخفض الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب من 5-15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة الدهن في الخلطة S1 التي بلغت فيها نسبة ماء/ دهن 20/30 إلى 5-13 دقيقة و5-11 دقيقة في الخلطتين S2 (15/35) و S3 (10/40) على التوالي، كما ارتفعت قيم رقم استقرار المستحلب بزيادة نسبة ماء/ دهن المضافة للخلطات (الشكل 7-a) وهذا يتوافق مع Dolata (1987) الذي بيّن وجود مجال محدد لكمية الماء المضاف الذي يتم بموجبه الحصول على مستحلب ثابت، زيادة هذه الكمية أو نقصانها يؤثر سلباً على استقرار المستحلب الناتج، حيث ترتفع قدرة ربط الماء في المستحلب بازدياد كمية الماء المضاف إلى حد معين يحدث بعده انخفاض في التحام وتماسك مكونات المستحلب (Huff-Lonergan و Lonergan، 2005). تشير نتائج تحليل GLM أن الخلطة S1 (20/30) أعطت أدنى رقم استحلاب 21.13 % تلتها الخلطة S2 (15/35) برقم استحلاب يعادل 24.43 % ثم الخلطة S3 (10/40) برقم استحلاب يعادل 26.67 %.

جدول (15) نتائج تغيير نسبة إضافة الدهن والماء على رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ

	رمز العينة نسبة (ماء/دهن)	الـــــــزمـــــــــن (دقـيـقـــة)								GLM
		3	5	7	9	11	13	15	17	
رقم استقرار المستحلب	S1 (20/30)	c 3.33 ± 26.67 A	ab 1.29 ± 21.31 A	ab 0.61 ± 18.93 A	a 1.22 ± 18.27 A	ab 0.40 ± 19.60 A	ab 0.61 ± 20.53 A	ab 1.01 ± 20.93 A	b 1.06 ± 22.80 A	**2.82 ± 21.13** **A**
	S2 (15/35)	bc 1.40 ± 27.47 A	ab 1.40 ± 23.47 A	a 1.74 ± 21.60 A	a 1.83 ± 20.80 AB	a 1.89 ± 22.13 AB	ab 1.80 ± 24.53 B	bc 1.40 ± 26.67 B	c 1.44 ± 28.80 B	**3.13 ± 24.43** **B**
	S3 (10/40)	d 1.74 ± 30.40 A	a 1.40 ± 22.27 A	a 1.97 ± 21.47 A	ab 1.80 ± 23.73 B	abc 1.80 ± 25.33 B	bcd 1.22 ± 27.73 C	cd 2.05 ± 29.87 B	d 2.57 ± 32.53 B	**4.20 ± 26.67** **C**
	GLM	d **2.63 ± 28.18**	ab **1.50 ± 22.36**	a **1.88 ± 2.67**	a **2.76 ± 20.93**	ab **2.82 ± 22.36**	bc **3.32 ± 24.27**	cd **4.14 ± 25.82**	d **4.53 ± 28.04**	
فاقد الطبخ	S1 (20/30)	de 0.25 ± 4.72 A	bc 0.16 ± 3.79 A	a 0.15 ± 2.81 A	a 0.16 ± 2.60 A	ab 0.35 ± 3.27 A	cd 0.14 ± 4.20 A	e 0.51 ± 4.93 A	f 0.31 ± 5.83 A	**1.09 ± 4.02** **A**
	S2 (15/35)	c 0.37 ± 5.41 AB	bc 0.24 ± 5.07 B	ab 0.36 ± 4.21 B	a 0.21 ± 3.64 B	ab 0.46 ± 4.25 B	c 0.48 ± 5.59 B	d 0.29 ± 6.65 B	d 0.43 ± 7.43 B	**1.26 ± 5.28** **B**
	S3 (10/40)	bcd 0.51 ± 6.19 B	abc 0.45 ± 5.93 C	a 0.37 ± 5.01 C	ab 0.36 ± 5.69 C	cd 0.18 ± 6.72 C	de 0.21 ± 7.01 C	ef 0.51 ± 7.68 C	f 0.28 ± 8.25 C	**1.07 ± 6.56** **C**
	GLM	cd **0.72 ± 5.44**	bc **0.97 ± 4.93**	a **1.00 ± 4.01**	a **0.38 ± 3.98**	b **1.57 ± 4.75**	d **1.25 ± 5.60**	e **1.26 ± 6.42**	f **1.11 ± 7.17**	
فاقد الدهن	S1 (20/30)	c 0.92 ± 6.93 A	b 0.46 ± 5.47 A	a 0.23 ± 4.13 A	a 0.23 ± 3.73 A	a 0.00 ± 4.00 B	ab 0.40 ± 4.40 A	ab 0.46 ± 4.53 A	b 0.46 ± 5.47 A	**1.09 ± 4.83** **C**
	S2 (15/35)	c 0.69 ± 6.40 A	b 0.40 ± 5.20 A	a 0.23 ± 3.87 A	a 0.23 ± 3.33 A	a 0.23 ± 3.73 AB	ab 0.46 ± 4.13 A	ab 0.46 ± 4.13 A	b 0.40 ± 5.20 A	**1.03 ± 4.50** **B**
	S3 (10/40)	d 0.83 ± 5.87 A	bcd 0.46 ± 4.67 A	ab 0.40 ± 3.60 A	a 0.40 ± 3.21 A	a 0.23 ± 3.33 A	abc 0.46 ± 3.73 A	abc 0.23 ± 4.13 A	cd 0.61 ± 4.93 A	**0.97 ± 4.18** **A**
	GLM	e **0.85 ± 6.40**	d **0.52 ± 5.11**	abc **0.35 ± 3.87**	a **0.35 ± 3.42**	ab **0.33 ± 3.69**	bc **0.48 ± 4.09**	c **0.40 ± 4.27**	d **0.49 ± 5.20**	

يشير اختلاف الأحرف c،b،a... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن)، ويشير اختلاف الأحرف C،B،A... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات) عند $p<0.05$.



شكل (7) تأثير تغير نسبة الماء / الدهن في خلطات المستحلب البروتيني
على: (a) تغيرات رقم استقرار المستحلب، (b) تغيرات فاقد الطبخ، (c) تغيرات فاقد الدهن
حيث S1 (30/20) تعني (دهن/ماء) رمز الخلطة

كما تشير النتائج إلى زيادة قيم فاقد الطبخ بزيادة نسبة ماء/ دهن في الخلطات ضمن زمن الاستحلاب نفسه (الشكل 7–b)، وتبين النتائج أن الخلطات أعطت أقل فاقد طبخ ضمن زمن يتراوح بين 7–11 دقيقة بالنسبة للخلطتين S1 و S2 وضمن زمن يتراوح بين 5–9 دقائق بالنسبة للخلطة S3، وتشير نتائج تحليل GLM أن الخلطة S1 أعطت فاقد طبخ أقل 4.02 % مقارنة مع الخلطتين S2 و S3 التي أعطت فاقد طبخ يعادل 5.28 % و 6.56 % على التوالي، وأن الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب والذي يترافق بأقل فاقد طبخ يتراوح بين 7–9 دقائق بدءً من لحظة إضافة الدهن وهذا يتوافق مع نتائج Yoo وزملاؤه (2007) و Youssef و Barbut (2009) التي بينت دور الدهن في تشكيل وتثبيت المستحلبات وتحسين ربط الماء والحد من انفصاله نتيجة المعاملة الحرارية وتقليص الخسارة في وزن المنتج بعد الطبخ. في حين اختلفت مع نتائج Wajdzik (1989) الذي أشار إلى أن كمية الدهن المضافة للمستحلب تؤثر على الزمن المثالي لعملية الاستحلاب حيث يتراوح بين 10 – 15 دقيقة في حالة إضافة 20% من الدهن وما بين 7 – 10 دقائق في حالة إضافة 40 % في المستحلبات المجهزة من لحم ودهن الخنزير وذلك بفعل ارتفاع درجة الحرارة وازدياد كمية الماء المفصول بشكل أسرع في المستحلب الذي أضيف إليه الدهن بنسبة 20% مقارنة مع المستحلب الذي أضيف إليه الدهن بنسبة 40 %، علماً بأن التغيير شمل كمية الدهن دون تغيير نسبة الماء، حيث وضح Dolata (1987) أن الزمن المثالي لعملية الاستحلاب يتناقص بازدياد كمية الماء المضاف. بينما لم يتأثر فاقد الدهن باختلاف نسبة ماء/ دهن واقتصر تأثرها بزمن عملية الاستحلاب وظهر أقل فاقد للدهن ضمن زمن يتراوح بين 7–15 دقيقة في جميع الخلطات.

تبين نتائج دراسة الارتباط بين نسبة ماء/ دهن المستخدمة في تحضير خلطات المستحلب البروتيني وكل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ وجود ارتباط معنوي إيجابي قوي بين زيادة نسبة ماء/ دهن وكل من رقم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ (r =0.563) و (r =0.683) على التوالي بينما وجد ارتباط معنوي سلبي ضعيف بين نسبة ماء / دهن وفاقد الدهن (r =-0.262) وهذا يتوافق مع نتائج (Claus وزملاؤه، 1989 ؛ Ahmed وزملاؤه، 1990).

يبين الجدول (16) نتائج اختبار الصلابة لخلطات المستحلب البروتيني المحضرة وفق تغيير نسبة ماء/ دهن، حيث يظهر من الجدول وجود فروق معنوية بين الخلطات حيث حدث انكماش للخلطات بازدياد نسبة ماء/ دهن نتيجة لزيادة فاقد الطبخ وأصبح القوام هش وأكثر عرضة للتفتت وانخفضت صلابة الخلطات وهذا يتوافق مع (Claus وزملاؤه، 1989 ؛ Ahmed وزملاؤه، 1990) الذين بيّنوا أن زيادة نسبة الماء مقابل الدهن أدت إلى زيادة في خسارة المنتج خلال الطبخ وإعطاء قوام أكثر انكماشاً للمنتجات المصنعة.

جدول (16) نتائج اختبار الصلابة لخلطات المستحلب البروتيني المحضرة وفق تغيير نسبة إضافة الدهن والماء

الخلطات	S1	S2	S3
الصلابة Lbs	C 0.11 ± 1.09	B 0.07 ± 0.93	A 0.17 ± 0.70

يشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين الخلطات.

من خلال دراسة نتائج هذه المرحلة تبين أن الخلطة S1 ذات نسبة ماء/ دهن (20/30) أعطت أفضل النتائج بالنسبة لرقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ وبناءً عليه فقد تم الاعتماد على هذه الخلطة في تحضير الخلطات في المراحل التالية.

4-1-4-نتائج تأثير بعض الأصماغ الغروية في المستحلبات البروتينية منخفضة الدهن

4-1-4-1- نتائج دراسة استقرار المستحلب وفاقد الطبخ

يبين الجدول (17) نتائج اختبارات استقرار المستحلب وفاقد الطبخ لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المُعدّة باستبدال جزء من الدهن الحيواني بزيت الزيتون بوجود الصمغ العربي وصمغ غوار.

يلاحظ من خلال الجدول ارتفاع قيم رقم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ في خلطات المستحلبات البروتينية منخفضة الدهن التي لم تستخدم فيها الأصماغ الغروية (الخلطتين A3 وA4) بالمقارنة مع الشاهدين مرتفعي الدهن (الخلطتين A1 وA2)، حيث يظهر أن استبدال الدهن بالماء فقط أدى إلى زيادة رقم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ وهذا يتوافق مع (Claus وزملاؤه، 1989 ؛ Ahmed وزملاؤه، 1990)، في حين لم تؤثر عملية الاستبدال الجزئي للدهن بزيت الزيتون في الخلطة A4 مقارنة بالخلطة A3 الحاوية على الدهن الحيواني فقط على كل من فاقد الطبخ ورقم استقرار

المستحلب وهذا يتوافق مع (Choi وزملاؤه، 2009)، إلا أنها أثرت على فاقد الدهن الناتج عن اختبار استقرار المستحلب وهذا عائد لسهولة انفصال زيت الزيتون عن المستحلب مقارنة بالدهن الحيواني.

جدول (17) نتائج اختبارات المستحلب وفاقد الطبخ للخلطات المحضرة

الخلطات	اختبارات استقرار المستحلب		فاقد الطبخ
	فاقد الدهن	رقم استقرار المستحلب	
A1	c 0.83 ± 8.67	a 0.83 ± 19.33	a 0.38 ± 3.13
A2	b 0.40 ± 6.00	b 1.40 ± 22.93	b 0.48 ± 4.11
A3	a 0.23 ± 3.73	c 1.51 ± 30.53	c 0.56 ± 8.41
A4	d 0.61 ± 11.33	c 1.01 ± 32.53	c 0.42 ± 8.41
A5	a 0.23 ± 3.87	a 1.29 ± 19.73	a 0.34 ± 3.41
A6	a 0.40 ± 4.00	a 0.61 ± 20.13	a 0.12 ± 3.64
A7	a 0.24 ± 3.87	a 0.80 ± 20.00	a 0.33 ± 3.28

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند $p<0.05$.

أشارت نتائج تحليل الخلطات A5، A6 وA7 التي استخدمت فيها الأصماغ الغروية (صمغ غوار والصمغ العربي ومزيجهما على التوالي) أن استخدام الصمغ العربي وصمغ غوار قد أدى إلى تحسين رقم استقرار المستحلب وتقليل فاقد الدهن وفاقد الطبخ مقارنة بالخلطتين A3 وA4 (Hsu وChung، 1999 ؛ Candogan وKolsarici، 2003)، كما أعطت نتائج مماثلة لرقم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ في حين أعطت فاقد دهن أقل مقارنة بالخلطتين A1 وA2 وهذا يتوافق مع ما أوجده Hsu وChung (1999) والذي بيّن ان استبدال الماء بالدهن في مستحلبات اللحوم قد أعطت فاقد طبخ أعلى وقطر أقل للمنتجات وقوام وصفات حسية ادنى مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن (20% دهن) في حين ساهمت إضافة الأصماغ الغروية بتحسين قوام وصفات المنتج النهائي وقللت فاقد الطبخ مقارنة بالشاهد منخفض الدهن (20% ماء). بالإضافة لما سبق يمكن أن تعزى الاختلافات في فاقد الطبخ لمجموعة من العوامل كزمن ودرجة حرارة الطبخ، طريقة الطبخ المستخدمة، نوع وكمية المواد المضافة المستخدمة في الخلطات، نوع وكمية الدهن المستخدم، بالإضافة لنوع الأغلفة المستخدمة في التعبئة (Choi وزملاؤه، 2009).

4-1-4-2-نتائج التحليل الكيميائي

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة والمبينة بالجدول (18) وجود اختلافات معنوية في قيم الرطوبة بين الخلطات حيث أعطت الخلطتين A1 و A2 رطوبة أقل وهذا يعود إلى استخدام كمية أقل من الماء أثناء تحضير هذه الخلطات (20 % للخلطتين A1 و A2، 26.7 % لباقي الخلطات) ولم تظهر بينها وبين الخلطتين A3 و A4 فروق معنوية بالرغم من زيادة كمية الماء المستخدمة خلال إعداد هذه الخلطات وهذا يعود لزيادة فاقد الطبخ بسبب زيادة نسبة الماء في المنتج (Hsu و Chung، 1999)، في حين أعطت الخلطات A5، A6 و A7 التي احتوت على صمغ غوار، الصمغ العربي ومزيجهما على التوالي قيم مرتفعة للرطوبة حيث ساهمت هذه المكونات بزيادة الاحتفاظ بالرطوبة وتحسين استقرار المستحلب (Keeton، 1994؛ Barbut، 2002)، ولم تظهر نتائج التحليل الاحصائي وجود اختلافات معنوية بين الخلطات A5، A6 و A7 بالنسبة لقيم الرطوبة وبالتالي لم يؤثر اختلاف نوع المثبت الغروي على نسبة الرطوبة (Hsu و Chung، 1999).

جدول (18) نتائج الاختبارات الكيميائية لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة

الخلطات	الرطوبة	البروتين	الدهن	الرماد	الـ pH
A1	a 1.19 ± 67.50	a 0.23 ± 12.93	c 0.23 ± 12.91	a 0.07 ± 3.61	a 0.03 ± 5.61
A2	a 1.47 ± 67.62	a 0.34 ± 12.87	c 0.29 ± 12.84	a 0.06 ± 3.60	a 0.03 ± 5.59
A3	a 1.04 ± 69.96	b 0.25 ± 13.69	b 0.14 ± 7.64	b 0.08 ± 3.83	a 0.02 ± 5.63
A4	a 1.64 ± 69.66	b 0.33 ± 13.70	a 0.22 ± 6.91	b 0.11 ± 3.88	a 0.03 ± 5.58
A5	b 1.09 ± 72.43	a 0.20 ± 12.98	b 0.11 ± 7.56	a 0.06 ± 3.62	a 0.04 ± 5.62
A6	b 1.12 ± 72.29	a 0.21 ± 13.01	b 0.12 ± 7.62	a 0.06 ± 3.65	a 0.03 ± 5.61
A7	b 1.16 ± 72.52	a 0.22 ± 12.97	b 0.12 ± 7.57	a 0.07 ± 3.62	a 0.03 ± 5.60

يشير اختلاف الأحرف c،b،a... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند $p<0.05$.

كما أظهرت نتائج تحليل الدهن وجود اختلافات معنوية بين الخلطات وهي عائدة بشكل أساسي لاختلاف نسبة الدهن المستخدمة في تحضير الخلطات (13.2 % للخلطتين A1 و A2، 6.6 % لباقي الخلطات) إضافة لاختلاف فاقد الدهن بعد عملية الطبخ كما هو موضح بالجدول (17) والذي يزداد

بوجود الزيت النباتي ويقل بوجود الأصماغ الغروية (Hsu و Chung، 1999؛ Hsu و Yu، 2002)، فيما تعود الاختلافات في قيم البروتين والرماد بين الخلطات إلى اختلافات الرطوبة والدهن، ولم تظهر اختلافات معنوية بين الخلطات بالنسبة لاختبار الحموضة.

يبين الجدول (19) النسب المئوية للأحماض الدهنية في خلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة بالاستبدال الجزئي للدهن الحيواني بزيت الزيتون، يظهر من خلال الجدول أن حمض الاوليك C18:1 شكل النسبة العظمى للأحماض الدهنية في جميع الخلطات حيث تراوحت نسبته بين 46.99 – 61.76 % تلاه حمض البالميتك C16:0 والستياريك C18:0 التي تراوحت نسبتهما في الخلطات بين 14.64 – 20.73 % و 10.60 – 16.95 % على التوالي وهذا يتوافق مع (Muguerza وزملاؤه، 2002 ؛ Utrilla وزملاؤه، 2014).

جدول (19) نتائج تحليل الأحماض الدهنية لمستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة

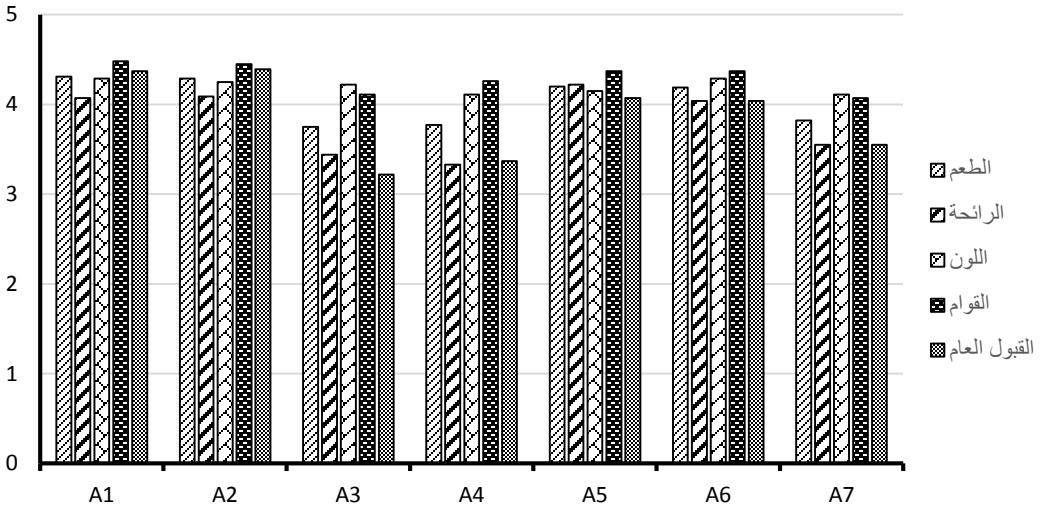
الخلطات / احماض دهنية	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C 12:0	b 0.05± 1.28	a 0.03± 0.91	b 0.03± 1.26	a 0.03± 0.88	a 0.04± 0.86	a 0.02± 0.85	a 0.03± 0.83
C 14:0	b 0.07± 1.47	a 0.04± 0.64	b 0.04± 1.49	a 0.02± 0.61	a 0.03± 0.60	a 0.02± 0.59	a 0.02± 0.57
C 16:0	b 0.74±20.05	a 0.39±14.69	b 0.58±20.73	a 0.36±14.64	a 0.18±14.81	a 0.13±14.78	a 0.26±14.65
C 16:1	b 0.03± 1.03	a 0.02± 0.50	b 0.01± 1.01	a 0.02± 0.51	a 0.04± 0.48	a 0.02± 0.48	a 0.02± 0.46
C 17:0	b 0.12± 3.38	a 0.06± 1.78	b 0.02± 3.35	a 0.06± 1.78	a 0.13± 1.71	a 0.27± 1.84	a 0.19± 1.58
C 17:1	b 0.04± 1.78	a 0.04± 1.24	b 0.03± 1.81	a 0.05± 1.26	a 0.07± 1.23	a 0.05± 1.21	a 0.05± 1.17
C 18:0	b 0.55±16.95	a 0.29±10.91	b 0.54±16.82	a 0.21±10.60	a 0.11±10.74	a 0.18±10.79	a 0.07±10.61
C 18:1	a 1.14±47.56	b 0.66±61.25	a 1.29±46.99	b 0.68±61.56	b 0.44±61.29	b 0.52±61.24	b 0.82±61.76
C 18:2	a 0.08± 4.28	b 0.05± 6.19	a 0.08± 4.29	b 0.08± 6.22	b 0.05± 6.29	b 0.09± 6.24	b 0.13± 6.33
C 18:3	a 0.01± 0.51	b 0.03± 0.75	a 0.01± 0.53	bc 0.01± 0.80	c 0.03± 0.82	c 0.04± 0.81	c 0.02± 0.85
C 20:0	b 0.02± 0.78	a 0.01± 0.48	b 0.01± 0.80	a 0.01± 0.47	a 0.02± 0.48	a 0.02± 0.48	a 0.01± 0.50
C 20:1	b 0.02± 0.48	a 0.02± 0.63	b 0.01± 0.48	a 0.01± 0.64	a 0.02± 0.65	a 0.01± 0.65	a 0.02± 0.66
C 20:2	b 0.01± 0.45	a 0.01± 0.03	b 0.01± 0.44	a 0.01± 0.03	a 0.01± 0.03	a 0.00± 0.03	a 0.00± 0.03
SFA	b 1.27±43.91	a 0.62±29.41	b 1.19±44.45	a 0.55±28.98	a 0.41±29.20	a 0.60±29.33	a 0.58±28.74
MUFA	a 1.17±50.85	b 0.63±63.62	a 1.26±50.29	b 0.62±63.97	b 0.36±63.66	b 0.47±63.59	b 0.73±64.05
PUFA	a 0.10± 5.24	b 0.02± 6.97	a 0.07± 5.26	b 0.07± 7.05	b 0.07±7.14	b 0.13± 7.08	b 0.15± 7.21

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند $p<0.05$.

أشارت النتائج إلى أن إضافة زيت الزيتون إلى خلطات مستحلبات اللحوم قد أدت إلى زيادة نسبة الأحماض الدهنية C18:1 و C18:2 و C18:3 في الخلطات A2، A4، A5، A6 و A7 المحضرة باستبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت الزيتون مقارنة بالخلطتين A1 و A3 المحضرة باستخدام الدهن الحيواني فقط، ويظهر من خلال الجدول ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع في الخلطات الحاوية على زيت الزيتون وانخفاض نسبة الأحماض الدهنية المشبعة مقارنة بالخلطتين A1 (شاهد مرتفع الدهن الحيواني) و A3 (شاهد منخفض الدهن الحيواني)، حيث ارتفعت نسبة الأحماض الدهنية أحادية عدم الإشباع MUFA من 50.85% و 50.29% في الخلطتين A1 و A3 على التوالي إلى 63.62%، 63.97%، 63.66%، 63.59% و 64.05% في الخلطات A2، A4، A5، A6 و A7 على التوالي، كما ارتفعت نسبة الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع PUFA من 5.24% و 5.26% في الخلطتين A1 و A3 على التوالي إلى 6.97%، 7.05%، 7.14%، 7.08% و 7.21% في الخلطات A2، A4، A5، A6 و A7 على التوالي وهذا يتوافق مع (Muguerza وزملاؤه، 2002 ؛ Utrilla وزملاؤه، 2014). في حين لم تؤثر عملية استخدام الأصماغ الغروية على نسب الأحماض الدهنية في الخلطات مقارنة بالشاهدين A2 (شاهد مرتفع الدهن الحيواني وزيت الزيتون) و A4 (شاهد منخفض الدهن الحيواني وزيت الزيتون).

4-1-4-3-نتائج التقييم الحسي:

يبين الشكل (8) نتائج التقييم الحسي لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة والتي يظهر من خلالها بأن جميع الخلطات منخفضة الدهن أعطت تقييماً أقل من الشاهدين مرتفعي الدهن A1 و A2 إلا أن الاختلافات في الخلطات A5 و A6 الحاوية على الاصماغ الغروية (صمغ غوار والصمغ العربي على التوالي) كانت غير معنوية مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن وأفضل من حيث الطعم والقوام والقبول العام مقارنة بالشاهدين منخفضي الدهن A3 و A4. في حين أعطت الخلطة الحاوية على مزيج صمغ غوار والصمغ العربي تقييماً أدنى مقارنة بالخلطات الحاوية على كل منهما بشكل منفرد.



شكل (8) نتائج التقييم الحسي لخلطات مستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة

كما أشارت النتائج إلى أن الطعم والقوام والقبول العام للخلطات ارتبط ارتباطاً إيجابياً معنوياً مع نسبة الدهن في الخلطات (r =0.413)، (r =0.476) و(r =0.344) على التوالي كما أشارت النتائج إلى وجود ارتباط معنوي إيجابي بين القوام وإضافة الأصماغ الغروية (r =0.556) بالمقارنة مع الشاهدين منخفضي الدهن (الخلطتين A3 و A4)، وهذا يتوافق مع ما اوجده Hsu و Chung (1999) الذين بيّنا أن الخلطات الحاوية على صمغ غوار كانت أفضل مقارنة بالشاهد منخفض الدهن إلا أنها كانت دون مستوى الشاهد مرتفع الدهن بسبب لزوجتها العالية. من جهة أُخرى لم تؤثر عملية الاستبدال الجزئي للدهن الحيواني بزيت الزيتون واستخدام الأصماغ الغروية على لون ورائحة المنتجات المصنعة، وهذا يختلف مع Hsu و Chung (1999) الذين بيّنا أن الخلطات الحاوية على صمغ غوار كانت ذات رائحة قوية.

يبين الجدول (20) نتائج اختبار الصلابة لمستحلبات اللحوم منخفضة الدهن المحضرة باستخدام زيت الزيتون والأصماغ الغروية. حيث يظهر من الجدول أن الخلطات المحضرة باستخدام صمغ غوار والصمغ العربي A5 و A6 أعطت نتائج مشابهة لاختبار الصلابة للشاهد مرتفع الدهن A1 الحاوي على الدهن الحيواني فقط، فيما وجد فرق معنوي بسيط بينها وبين الشاهد مرتفع الدهن A2 الحاوي على مزيج من الدهن الحيواني وزيت الزيتون بنسبة 50/50، وكانت نتائجها أفضل مقارنة بالشاهدين منخفضي الدهن A3 و A4. كما يظهر من الجدول أن عملية الاستبدال الجزئي للدهن

الحيواني بزيت الزيتون فقط لم تؤثر على نتائج اختبار الصلابة وذلك عند مقارنة الخلطتين مرتفعتي الدهن A1 /بالدهن الحيواني فقط/ مع A2 /بالدهن الحيواني وزيت الزيتون/، والخلطتين منخفضتي الدهن A3 /بالدهن الحيواني فقط/ مع A4 /بالدهن الحيواني وزيت الزيتون/ وهذا يؤكد أن صلابة الخلطات تأثرت بشكل أكبر بعملية استبدال الدهن بالماء بغض النظر عن نوع الدهن المستخدم وهذا يتوافق مع نتائج (Claus وزملاؤه، 1989 ؛ Hsu وChung، 1999).

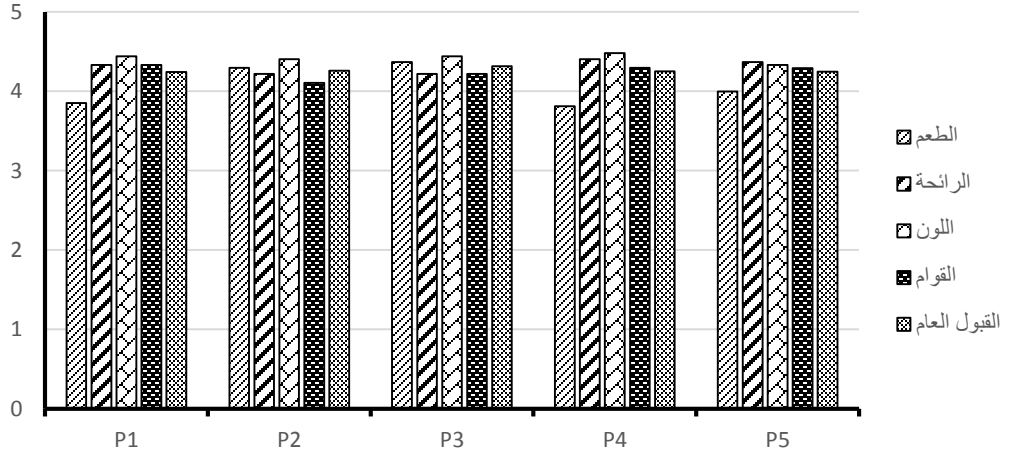
جدول (20) نتائج اختبار الصلابة لخلطات لمستحلبات اللحوم منخفضة الدهن

الخلطات	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
الصلابة Lbs	cd 0.11± 1.08	bc 0.09± 0.98	a 0.10± 0.65	a 0.09± 0.6	d 0.10± 1.21	d 0.08± 1.11	b 0.07± 0.90

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين الخلطات عند $p<0.05$.

4-2-نتائج المرحلة الثانية: اختيار الخلطة المثلى من البهارات المضافة للمنتج

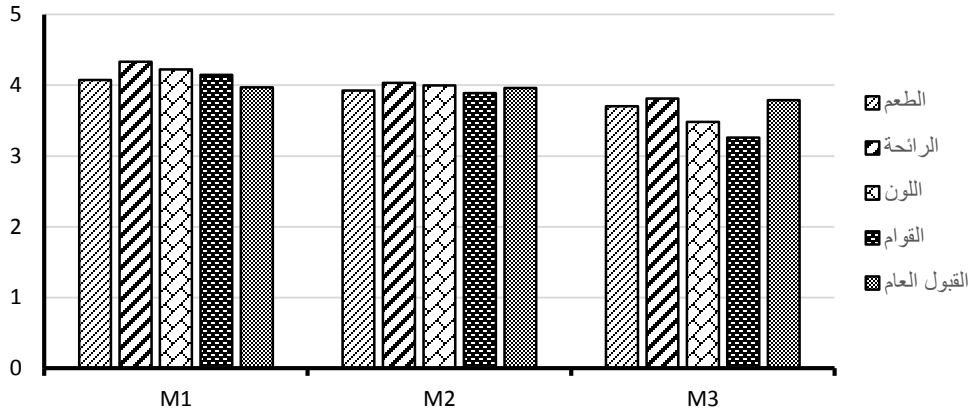
يبين الشكل (9) نتائج التقييم الحسي للمستحلب البروتيني المحضر وفق طريقة تحضير الخلطة S1 (50 % دهن حيواني و50 % زيت جوز الهند) المحضرة في المرحلة الأولى بشقها الأول باستخدام خلطات مختلفة من البهارات. أظهر التحليل الاحصائي لهذه الخلطات عدم وجود فرق معنوي حسي بالنسبة للمؤشرات المدروسة بين الخلطات المحضرة إلا أن الخلطات P2 وP3 التي استخدم مسحوق الثوم في تحضيرها كانت أكثر تفضيلاً من قبل اللجنة من حيث الطعم كما هو موضح بالشكل (9)، وبناءً عليه تم اعتماد إحدى الخلطتين وهي الخلطة P3 لاستكمال المراحل التالية.



شكل (9) نتائج التقييم الحسي لخلطات البهارات المستخدمة مع المستحلب البروتيني

4-3-نتائج المرحلة الثالثة: تحديد الخلطة الأنسب من المستحلب البروتيني واللحم المفروم

يبين الشكل (10) نتائج التقييم الحسي لخلطات لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج بنسبة 70/30، 60/40 و50/50 في الخلطات M1، M2 و M3 على التوالي، حيث يظهر من الشكل عدم وجود فروق واضحة بين الخلطات الثلاث من حيث الطعم والرائحة والقبول العام بينما تأثر القوام واللون بشكل واضح بازدياد نسبة لحم العجل المفروم وانخفاض نسبة المستحلب البروتيني للحم الدجاج ضمن الخلطات حيث ازدادت صلابة الخلطات وشدة اللون الأحمر بازدياد نسبة لحم العجل ضمن الخلطات، حيث أعطت الخلطة M3 المحتوية على أعلى نسبة من اللحم المفروم تقييماً أقل بالنسبة للقوام مقارنة بالخلطتين M1 و M2.



شكل (10) نتائج التقييم الحسي لخلطات المستحلب البروتيني واللحم المفروم

يبين الجدول (21) نتائج اختبار الصلابة لخلطات لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج. حيث يظهر من الجدول زيادة صلابة الخلطات بازدياد نسبة اللحم المفروم في الخلطات حيث ارتفعت قيمة قراءة الجهاز من 1.32 Lbs في حالة استخدام 30 % من لحم العجل المفروم إلى 2.02 Lbs في حالة استخدام 50 % منه.

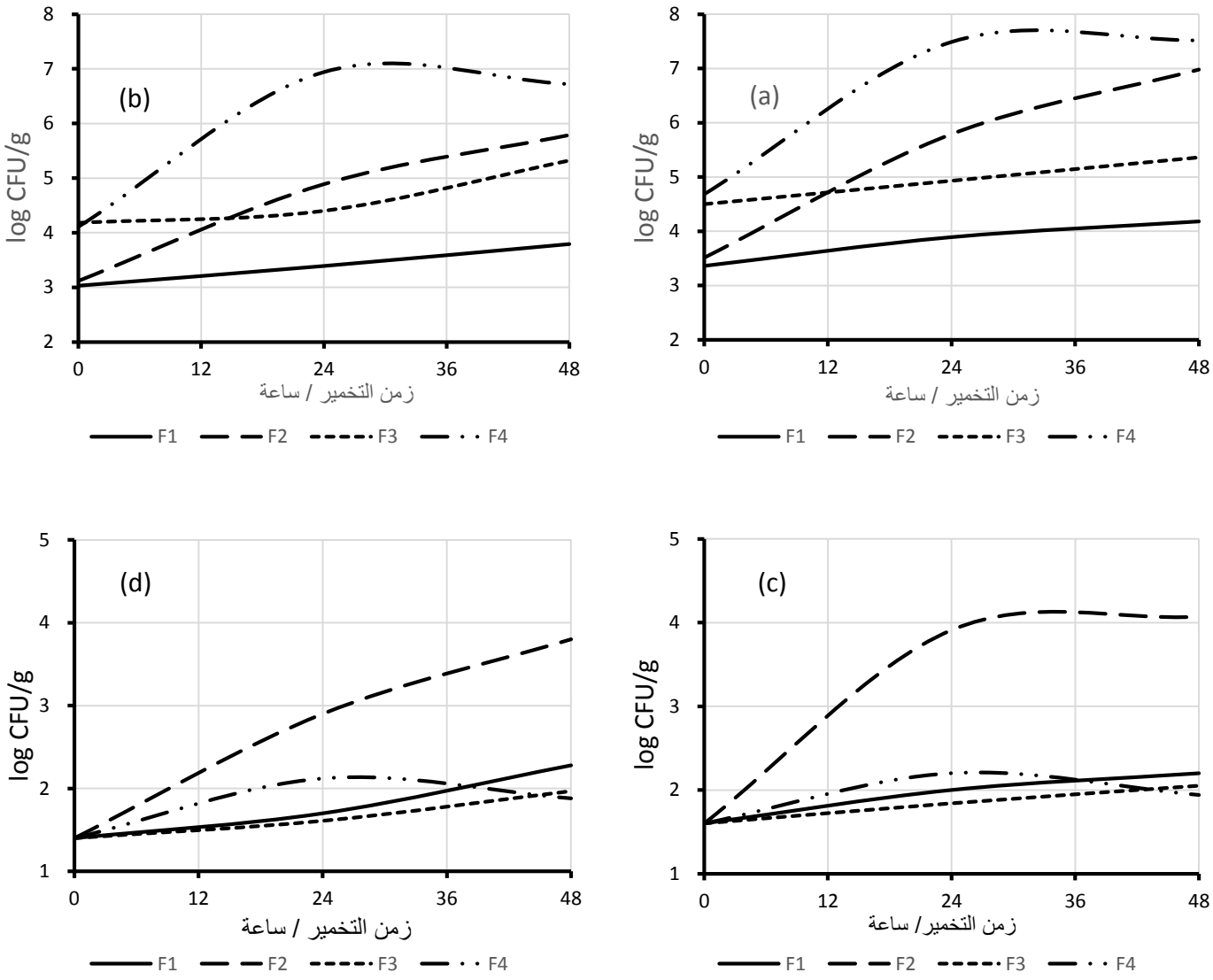
جدول (21) نتائج اختبار الصلابة لخلطات لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج

الخلطات	M1	M2	M3
الصلابة Lbs	A 0.15 ± 1.32	B 0.1 ± 1.67	C 0.08 ± 2.02

4-4-نتائج المرحلة الرابعة: دراسة تأثير التخمير أو الإنضاج في صفات المنتج

4-4-1-نتائج دراسة التغيرات الكيميائية والميكروبية أثناء التخمير

يبين الشكل (11) نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق المحضرة من خليط لحم العجل المفروم والمستحلب البروتيني للحم الدجاج بنسبة 70/30 خلال عملية التخمير والإنضاج حيث يتبين زيادة العدد الكلي للبكتريا الهوائية في جميع الخلطات مقارنة بعددها في بداية عملية التخمير والذي تراوح بين 3.36-4.68 log cfu/g، حيث ازدادت أعدادها بشكل ملحوظ في الخلطة F2 التي تعرضت لعملية إنضاج والخلطة F4 التي خضعت لعملية تخمير وأضيف إليها البادئ التجاري سريع التخمير مقارنة بالخلطات الشاهدة لكل منها F1 (بدون انضاج) و F3 (بدون تخمير) وذلك مع تقدم عمليتي التخمير والإنضاج ووصلت إلى أعلى مستوى بعد 36 ساعة بدأت بعدها بالاستقرار أو حدوث هبوط بسيط وهذا يبيّن أن الحموضة المرتفعة والبكتريوسينات المنتجة بفعل الأحياء الدقية قد تكون ذات أثر سلبي على نمو البكتريا الهوائية في المنتج النهائي (Yin وزملاؤه، 2002)، بينما كان ازديادها بطيئاً جداً في الخلطتين F1 و F3 التي حفظت بجوٍ مبرد (الشكل 11-a). كما ازدادت أعداد بكتريا حمض اللبن في الخلطات F2 و F4 بشكل أعلى بكثير مقارنة بالخلطات F1 و F3 بفعل عمليتي الإنضاج والتخمير وكانت هذه الزيادة أعلى في الخلطة F4 التي لقحت ببادئ تجاري سريع التخمير يحتوي على بكتريا حمض اللبن (الشكل 11-b)، حيث سادت هذه البكتريا وازدادت أعداها أثناء التخمير ووصلت لحدود 7.5 log cfu/g بعد 36 ساعة وهذا يبيّن أن اللحم وسط مناسب لنمو بكتريا حمض اللبن، بينما كانت هذه الزيادة بمعدل أقل في الخلطة F2 المنضجة تقليدياً وازدادت أعدادها بشكل تدريجي أثناء عملية الإنضاج ووصلت في نهاية هذه العملية إلى حدود 5.7 log cfu/g. من جهة اخرى، ازدادت أعداد بكتريا حمض اللبن في الشاهدين F1 و F3 ببطء أكثر كونها بقيت في جوٍ مبرد وكانت أعدادها في الخلطة F3 أعلى من الخلطة F1 كون الخلطة F3 لقحت ببادئ تجاري يحتوي على بكتريا حمض اللبن.



شكل (11) تغيرات النمو الميكروبي في خلطات السجق خلال عملية التخمير أو الانضاج
على: (a) التعداد العام للبكتريا الهوائية، (b) بكتريا حمض اللبن، (c) الكوليفورم، (d) الخمائر والفطور

أعداد بكتريا الكوليفورم في الخلطات كانت بحدود 1.3 – 1.6 log cfu/g في بداية التخمر، بعد 48 ساعة من التخمر لوحظ أن الخلطة F4 التي لقحت بالبادئ قد منعت نمو البكتريا التابعة لمجموعة الكوليفورم مقارنة بالخلطة F2 (الشكل 11–c). هذه النتيجة كانت متوافقة مع (Aryanta وزملاؤه،1991) الذي بيّن أن أعداد البكتريا التابعة لعائلة Enterobacteriaceae نقصت بشكل ملحوظ عند إضافة البادئات التجارية إلى النقانق المتخمرة التركية، حيث أن الهبوط السريع في القيمة الـ pH بالإضافة إلى احتمال إنتاج البكتريوسينات من قبل بكتريا حمض اللبن والخصائص التنافسية

التي تتمتع بها هذه البكتريا قد تكون من أهم العوامل المسؤولة عن تثبيط نمو بكتريا Enterobacteriaceae والبكتريا المسببة للفساد (Fadda وزملاؤه، 2002 ؛ Sakhare و Rao، 2003). وُجد ارتباط معنوي قوي جداً ($r = 0.753$) بين قيمة الـ pH وأعداد بكتريا الكوليفورم وهذا يبيّن الدور الهام لقيم الـ pH في منع نمو تلك البكتيريا. أما فيما يتعلق بالخمائر والفطور فقد ازدادت أعدادها في الخلطة F4 التي لقحت بالبادئ من 1.4 log cfu/g في بداية عملية التخمر إلى مستوى 2.1 log cfu/g خلال 24 ساعة من التخمير ثم انخفضت فيما بعد مع الوقت لتصل لحدود 1.8 log cfu/g في نهاية العملية، بينما استمرت بالارتفاع بالنسبة لخلطة F2 ووصلت لـ 3.8 log cfu/g في المنتج النهائي بعد الانتهاء من عملية الإنضاج (الشكل 11–d)، وهذا يوافق Drosinos وزملاؤه (2007) الذي بيّن ارتفاع تعداد الخمائر في بعض دفعات السجق المنضج تقليدياً مع تقدم عملية التخمير.

بينت نتائج التحليل الكيميائي والمبينة بالجدول (22) وجود فرق معنوي بين الخلطات بعد عملية التخمير والإنضاج بالنسبة للرطوبة ($p < 0.05$)، وذلك نتيجة لعملية تبخر الماء بفعل تأثير الحرارة والهواء خلال هذه العملية (Johansson وزملاؤه، 1994)، حيث انخفضت الرطوبة في الخلطتين F2 و F4 بفعل عمليتي الإنضاج والتخمير من 66.91 و 67.35 % إلى 50.01 و 49.93 % على التوالي ولم تظهر بينها اختلافات معنوية ضمن الفترات المختلفة بينما كان انخفاض الرطوبة أقل في الخلطات F1 و F3 كونها حفظت في جوٍ مبرد ووصلت في نهاية هذه العملية إلى 57.61 و 58.49 % على التوالي مقارنة بـ 67.21 و 67.67 % في بداية العملية ويبين الشكل (12-a) تغيرات الرطوبة في الخلطات أثناء الإنضاج والتخمير.

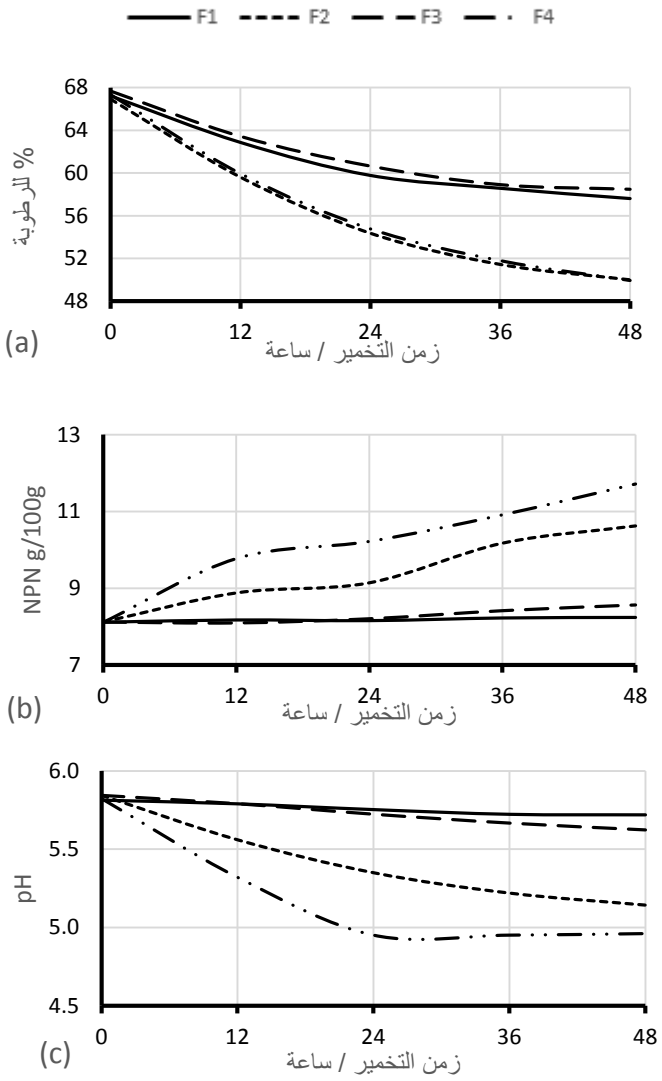
يلاحظ من الجدول (22) والشكل (12-b) أن التخمير والإنضاج أدى إلى حدوث تحلل بروتيني في المنتج ويظهر ذلك من خلال زيادة محتوى الآزوت اللابروتيني ($p <0.05$) في الخلطات F2 و F4 بالمقارنة بالخلطات غير المنضجة والمتخمرة F1 و F3. كانت أعلى زيادة في الخلطة F4 وهذا عائد لاحتواء هذه الخلطة على بكتريا *Staph. carnosus* التي تلعب دوراً هاماً في احداث التحلل البروتيني وقد توافقت هذه النتائج مع نتائج Bover-Cid وزملاؤه (2000) الذي بيّن أن إضافة

جدول (22) نتائج تغير التركيب الكيميائي في خلطات السجق مع تقدم عملية التخمير

المؤشر	الزمن (ساعة)	الخلطات			
		F1	F2	F3	F4
الرطوبة %	0	A c 0.75± 67.21	A d 1.10± 66.91	A d 0.60± 67.67	A d 1.28± 67.35
	12	B b 1.21± 62.86	A c 0.75± 59.61	B c 0.54± 63.44	A c 0.59± 59.94
	24	B a 1.20± 59.77	A b 1.01± 54.37	B b 0.96± 60.66	A b 0.86± 54.77
	36	B a 0.61± 58.57	A a 0.66± 51.45	B ab 0.75± 58.92	A a 1.15± 51.79
	48	B a 1.02± 57.61	A a 0.86± 50.01	B a 1.15± 58.49	A a 0.51± 49.93
NPN g/100g مادة جافة	0	A a 0.20± 8.12	A a 0.25± 8.12	A a 0.16± 8.12	A a 0.27± 8.12
	12	A a 0.25± 8.18	B b 0.22± 8.88	A a 0.16± 8.10	C b 0.19± 9.78
	24	A a 0.31± 8.16	B b 0.12± 9.14	A a 0.15± 8.21	C b 0.17± 10.22
	36	A a 0.12± 8.23	B c 0.13± 10.18	A ab 0.15± 8.42	C c 0.21± 10.92
	48	A a 0.25± 8.24	B d 0.34± 10.63	A b 0.08± 8.57	C d 0.32± 11.72
pH	0	A b 0.04± 5.81	A d 0.04± 5.84	A d 0.04± 5.84	A c 0.03± 5.82
	12	C ab 0.04± 5.79	B c 0.05± 5.56	C cd 0.03± 5.79	A b 0.03± 5.32
	24	C ab 0.03± 5.75	B b 0.04± 5.35	C bc 0.04± 5.72	A a 0.05± 4.95
	36	C a 0.03± 5.72	B a 0.03± 5.22	C ab 0.03± 5.67	A a 0.05± 4.95
	48	D a 0.01± 5.72	B a 0.04± 5.14	C a 0.03± 5.62	A a 0.04± 4.96

يشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الخلطات).

يشير اختلاف الأحرف a،b،c ... ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن) عند $p<0.05$.



شكل (12) تغير التركيب الكيميائي في خلطات السجق مع تقدم عملية التخمير
(a) % للرطوبة، (b) NPN، (c) pH

بادئات من بكتريا حمض اللبن و *Staph. xylosus* أعطت قيم أعلى للـ NPN في السجق المتخمر الجاف. كما لوحظ وجود نشاط قوي للتحلل البروتيني في السجق المتخمر الجاف الملقح ببكتريا *Staph. xylosus*–12 (Bover-Cid و Holzapfel ، 1999). في حين لم تؤثر عملية التخمير والإنضاج على تغيرات رقم الـ TBA في الخلطات (لم تُعرض لعدم أهميتها) ولم تظهر اختلافات معنوية بين الخلطات أو اختلافات معنوية ضمن أزمنة التخمير ضمن كل خلطة وهذا يوافق Molly وزملاؤه (1996) الذي بيّن أن مساهمة البكتيريا في التحلل الدهني للسجق المتخمر ضعيفة لأن الظروف المتوفرة بعيدة عن الظروف المثالية لعمل الليباز الميكروبي.

من جهة أخرى انخفض رقم الـ pH في الخلطات التي خضعت لعملية الإنضاج والتخمير F2 و F4 مقارنة بالخلطات الأخرى F1 و F3 وذلك بفعل النمو الميكروبي وإنتاج الأحماض العضوية وبشكل خاص حمض اللبن خلال عملية التخمير، كان هذا الانخفاض أقل في الخلطة F2 التي أُنضجت بالطريقة التقليدية بدون بادئ وتتوافق هذه النتائج مع (Rust، 2004 ؛ Comi وزملاؤه، 2005). تبين دراسة معامل الارتباط وجود ارتباط معنوي سلبي هام (r = -0.988) بين أعداد بكتريا حمض اللبن وانخفاض pH السجق أثناء التخمير. وقد بيّن Bloukas وزملاؤه (1997) وجود ارتباط مماثل بين قيم الـ pH وأعداد بكتريا حمض اللبن ويبين الجدول (22) والشكل (c-12) تطور رقم الـ pH في الخلطات مع تقدم عملية التخمير والإنضاج. في حين كان الانخفاض أقل في الخلطات F1 و F3 التي لم تخضع لعملية تخمير وكان الانخفاض في الخلطة F3 أعلى مقارنة بالخلطة F1 وذلك بسبب تلقيحها ببادئ تجاري سريع التخمير يحتوي على بكتريا حمض اللبن إلا أن هذا الانخفاض كان أقل مقارنة بالخلطة F4 الملقحة بنفس البادئ وذلك لتوفر الشروط المناسبة لعمل البادئ وإنتاج الحموضة خلال مراحل تصنيع هذه الخلطة مقارنة بالخلطة F3 التي حفظت بالبراد أثناء تخمير الخلطة F4 وهذا يتوافق مع (Rust، 2004 ؛ Comi وزملاؤه، 2005).

4–4–2–نتائج التحليل الميكروبي والكيميائي والحسي بعد التدخين

يبين الجدول (23) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق بعد إجراء عملية التدخين حيث أدت عملية التدخين إلى انخفاض في رطوبة الخلطات وبلغت 50.79% و43.52% و51.62%

و43.57 % في الخلطات F1، F2، F3 وF4 على التوالي وظهرت اختلافات معنوية بين الخلطات ويعود هذا الاختلاف بشكل أساسي إلى خسارة جزء من رطوبة الخلطات F2 وF4 خلال عمليتي الإنضاج والتخمير السابقة مقارنة بالخلطات F1 وF3 التي حفظت ضمن البراد. ظهرت اختلافات معنوية في نسبة البروتين والدهن والرماد وهي عائدة بشكل أساسي لاختلاف الرطوبة بين الخلطات.

جدول (23) نتائج التحليل الكيميائي لخلطات السجق بعد التدخين

المؤشر / الخلطات	F1	F2	F3	F4
الرطوبة %	B 0.88±50.79	A 1.02±43.52	B 0.90±51.62	A 0.70±43.57
البروتين %	A 0.28±25.63	B 0.27±29.44	A 0.26±25.23	B 0.22±29.41
الدهن %	A 0.64±18.79	B 0.69±21.48	A 0.58±18.45	B 0.43±21.51
الرماد %	A 0.05±4.79	B 0.06±5.56	A 0.06±4.70	B 0.05±5.51
NPN (g100/g مادة جافة)	A 0.26±8.26	B 0.18±11.55	A 0.29±8.57	B 0.18±11.71
TBA (kg/mg عينة)	A 0.03±0.15	A 0.02±0.13	A 0.03±0.14	A 0.03±0.12
pH	D 0.04±5.67	B 0.02±5.10	C 0.05±5.59	A 0.02±4.92

يشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن) عند $p<0.05$

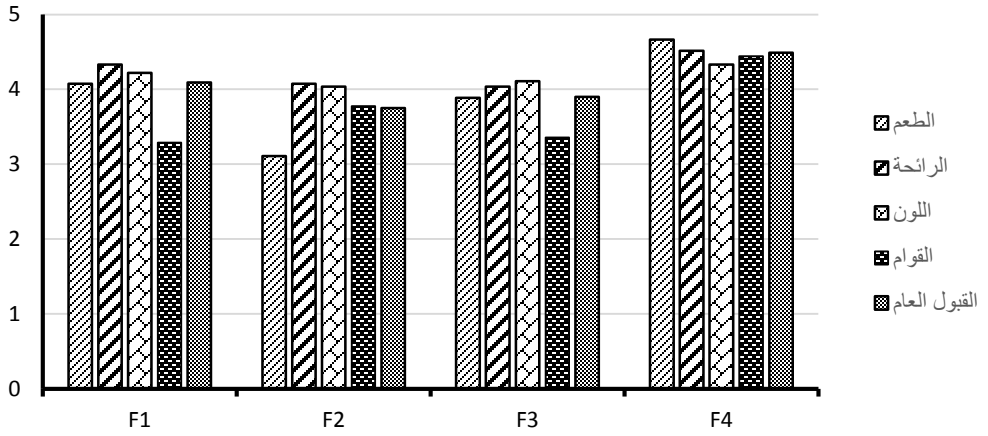
لم تؤثر عملية التدخين على تغيرات أرقام الـ TBA والـ NPN والـ pH في الخلطات بعد التدخين مباشرة ولم تظهر اختلافات معنوية بين الخلطات بالنسبة لرقم الـ TBA وهذا يوافق Molly وزملاؤه (1996) الذي بيّن أن مساهمة البكتيريا في التحلل الدهني للسجق المتخمر ضعيفة لعدم توفر الظروف المناسبة. في حين أن الاختلافات في محتوى الخلطات من الـ NPN والاختلافات في رقم الـ pH كانت عائدة لعمليتي الإنضاج والتخمير.

يبين الجدول (24) نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق بعد عملية التدخين حيث يلاحظ من الجدول انخفاض التعداد العام للبكتريا الهوائية في الخلطات إلى 1.55 – 1.69 log cfu/g مقارنة بعددها في نهاية عملية التخمير، فيما لم تظهر نتائج التحليل الميكروبي أي نمو لبكتريا حمض اللبن وبكتريا الكوليفورم، بكتريا *Salmonella spp.*، بكتريا *Staphylococcus aureus*، بكتريا *Clostridium spp.*، بكتريا *Pseudomonas spp.* والخمائر والفطور بعد إجراء عملية التدخين.

جدول (24) نتائج التحليل الميكروبي لخلطات السجق بعد عملية التدخين (log cfu/g)

المؤشر / الخلطات	F1	F2	F3	F4
العد الكلي للبكتريا الهوائية	1.55	1.67	1.69	1.61

أظهرت نتائج التقييم الحسي للخلطات بعد عملية التدخين أن إضافة البادئ حسنت الخصائص الحسية في الخلطة F4 مقارنة بالخلطة F2 المنضجة تقليدياً والخلطات F1 وF3 غير المنضجة أو المتخمرة، وتفوقت الخلطة F4 بالمظهر والطعم والقوام والنكهة واللون مقارنة بالشاهد غير المتخمر F3 (الشكل 13). كانت الخلطة F2 الأسوأ حيث امتلكت طعماً ورائحةً سيئتين، في حين كانت الخلطات الاخرى مقبولة من الناحية الحسية. على أية حال، لم توجد اختلافات حسية هامة بين الخلطات من حيث المظهر. الخلطات F1 وF3 وF4 أعطت تقييماً معنوياً أعلى بالنسبة للرائحة من الخلطة F2، كما ظهرت فروق معنوية من حيث الطعم بين الخلطة F4 والخلطتين F1 وF3. لذلك كانت الخلطة F4 الأكثر تفضيلاً من قبل أعضاء اللجنة. واظهرت دراسة معاملات الارتباط وجود ارتباط معنوي إيجابي هام بين المظهر والطعم والنكهة (r =0.720، 0.749 و0.942 على التوالي) ومحتوى الخلطات من الـ NPN.



شكل (13) نتائج التقييم الحسي لخلطات السجق المتخمر

يبين الجدول (25) نتائج اختبار الصلابة لخلطات السجق المتخمر بعد عملية التدخين. حيث يظهر من خلال الجدول تحسن طراوة الخلطات بفعل عمليتي الإنضاج والتخمير حيث أعطت الخلطتين F2 وF4 قواماً أفضل (أقل صلابة) مقارنة بالخلطات غير المنضجة أو المتخمرة F1 وF3 وأعطت

نتائج تقارب قيم الصلابة التي أعطتها الخلطات المستحلبة المحضرة بالمرحلة الأولى (الخلطة S1) وهذا يبين تأثير التخمير والإنضاج في تحسين قوام الخلطات المتخمرة.

جدول (25) نتائج اختبار الصلابة لخلطات السجق المتخمر بعد عملية التدخين

الخلطات	F1	F2	F3	F4
الصلابة Lbs	B 0.15 ± 1.38	A 0.07 ± 1.17	B 0.10 ± 1.33	A 0.09 ± 1.12

يشير اختلاف الأحرف A،B،C... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (الزمن) عند $p<0.05$

4-5-نتائج المرحلة الخامسة: دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي وتحديد أفضل طريقة لتخزين المنتج

أظهرت نتائج التحليل الفيزيوكيميائي لخلطات السجق المتخمر النهائي المحضر باستخدام ثلاث أنواع من المستحلبات مع اللحم المفروم والمبينة بالجدول (26) اختلاف نسبة الرطوبة بين الخلطات حيث بلغت 52.82 و52.79 % في الخلطتين B1 المحضرة باستخدام مستحلب بروتيني يحتوي على الدهن الحيواني فقط وB2 المحضرة باستخدام مستحلب بروتيني يحتوي على الدهن الحيواني وزيت جوز الهند بنسبة 1:1 مقابل 59.45 % في الخلطة B3 المحضرة باستخدام مستحلب بروتيني يحتوي على الدهن الحيواني وزيت الزيتون بنسبة 1:1 ويحتوي نصف كمية الدهن المستخدمة في تحضير الخلطتين B1 وB2 وذلك عائد بشكل أساسي إلى ارتفاع محتوى هذه الخلطة من الماء مقارنة بالخلطتين B1 وB2، إضافة إلى استخدام صمغ غوار في تحضير هذه الخلطة والذي ساهم في ربط الماء وقلة خسارة الرطوبة اثناء التخمير. كما يبين الجدول عدم وجود اختلافات معنوية بين الخلطات من حيث البروتين والرماد ورقم الـ pH، وتراوحت نسبة البروتين في الخلطات بين 22.65 و23.22 % ونسبة الرماد بين 5.27 و5.32 %. كما لم تظهر اختلافات معنوية بين مردود وانكماش قطر الخلطات بعد عمليتي التخمير والتدخين بالرغم من ارتفاع نسبة الرطوبة في الخلطة B3 حيث ساهمت عملية إضافة زيت الزيتون والماء وصمغ غوار على شكل هلامة إلى المستحلب المستخدم في تحضير هذه الخلطة بالحد من خسارة المنتج وتحسين مردود وتخفيض انكماش قطر الخلطة بعد عمليتي التخمير والتدخين وأعطت نتائج مماثلة لمردود وانكماش قطر الخلطات الأخرى بالرغم من تحضيرها بنسبة ماء مرتفعة ونسبة دهن منخفضة مقارنة بالخلطات B1 وB2 وهذا يتوافق مع نتائج

(Utrilla وزملاؤه ،2014). بلغت نسبة الرطوبة / نسبة البروتين في خلطات المنتج النهائي 2.28، 2.27 و 2.62 في الخلطات B1، B2 و B3 على التوالي، وتراوحت جميع هذه القيم بين 2.25 و 3.00 وبالتالي فإن جميع الخلطات المحضرة تقع ضمن تصنيف السجق المتخمر نصف المجفف وذلك تبعاً لتصنيف Acton و Dick (1976). وتراوحت قيم الـ pH في الخلطات بين 4.94–4.96 وتوافقت هذه القيم مع نتائج العديد من الأبحاث.

جدول (26) نتائج التحليل الفيزيوكيميائي لخلطات المنتج النهائي

الخلطات / المؤشر	B1	B2	B3
الرطوبة %	52.82 ±2.12 a	52.79 ±1.87 a	59.45 ±1.13 b
البروتين %	23.20 ±0.96 a	23.22 ±0.90 a	22.65 ±0.47 a
الرطوبة / البروتين	2.28 ±0.18 a	2.27 ±0.16 a	2.62 ±0.10 b
الدهن %	18.13 ±0.76 b	18.01 ±0.96 b	11.89 ±0.14 a
الرماد %	5.32 ±0.28 a	5.29 ±0.32 a	5.27 ±0.24 a
pH	4.94 ±0.02 a	4.96 ±0.01 a	4.96 ±0.02 a
المردود %	74.67 ±2.04 a	74.05 ±2.62 a	76.35 ±0.74 a
انكماش القطر %	20.41 ±2.14 a	21.64 ±5.15 a	20.19 ±3.18 a

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين الخلطات عند $p<0.05$.

يبين الجدول (27) نتائج تحليل الأحماض الدهنية في خلطات المنتج النهائي حيث يظهر من خلال الجدول أن استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت الزيتون وتخفيض نسبة الدهن بمقدار 50 % (الخلطة B3) قد أدت إلى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع وانخفاض نسبة الأحماض الدهنية المشبعة مقارنة بالخلطة المحضرة باستخدام الدهن الحيواني فقط (الخلطة B1)، حيث ارتفعت نسبة الأحماض الدهنية أحادية عدم الإشباع MUFA من 50.94% في الخلطة B1 إلى 63.98 % في الخلطة B3، كما ارتفعت نسبة الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع PUFA من 5.25 % إلى 7.21% وهذا يتوافق مع (Muguerza وزملاؤه، 2002 ؛ Utrilla وزملاؤه، 2014). بالمقابل أدى استخدام زيت جوز الهند إلى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية المشبعة في الخلطة B2 إلى 53.23 % مقارنة بالخلطة B1 والتي بلغت نسبة الأحماض الدهنية المشبعة فيها 43.81%

وظهرت أنوع جديدة من الأحماض الدهنية المشبعة في هذه الخلطة كالحمضين C 8:0 و C10:0 وذلك لعدم وجود هذين الحمضين في دهن الإلية وزيت الزيتون، وازدادت نسب بعضها كالحمضين C 12:0 و C14:0 وهذا يعود بشكل أساسي لوجودها بنسب مرتفعة في زيت جوز الهند مقارنة بدهن الإلية وزيت الزيتون هذا ما بيّنته نتائج التحليل الكيميائي للأحماض الدهنية في أنواع الدهون المستخدمة (جدول 27) وهذا يتوافق مع نتائج العديد من الأبحاث (Ambrosiadis وزملاؤه، 1996 ؛ Hsu و Yu، 2002)، بالمقابل انخفضت نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع مقارنة بالخلطتين B1 و B3، حيث انخفضت نسبة الأحماض الدهنية أحادية عدم الإشباع MUFA من 50.94 % و 63.98 % في الخلطتين B1 و B3 إلى 42.91 % في الخلطة B2، كما انخفضت نسبة الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع PUFA من 5.25 % و 7.21 % في الخلطتين B1 و B3 إلى 3.85 % في الخلطة B2 وهذا يتوافق مع (Muguerza وزملاؤه، 2002 ؛ Utrilla وزملاؤه، 2014).

جدول (27) نتائج تحليل الأحماض الدهنية لخلطات المنتج النهائي وأنواع الدهون المستخدمة

الخلطات / احماض دهنية	B1	B2	B3	الإلية	جوز الهند	الزيتون
C 8:0	a 0	b 0.2± 1.20	a 0	0	1.68	0
C 10:0	a 0	b0.25± 0.86	a 0	0	2.28	0
C 12:0	a 0.05± 1.28	c 0.31± 8.26	a 0.03± 0.85	1.28	29.44	0
C 14:0	a 0.06± 1.48	b 1.04± 7.43	a 0.04± 0.62	1.47	19.34	0
C 16:0	b 0.75± 19.99	b 1.32± 17.96	a 0.58± 14.65	20.05	16.91	9.82
C 16:1	b 0.03± 1.04	a 0.08± 0.58	a 0.01± 0.47	1.03	0	0.42
C 17:0	c 0.12± 3.36	b 0.16± 2.30	a 0.02± 1.56	3.38	0	0
C 17:1	b 0.04± 1.79	a 0.17± 1.18	a 0.03± 1.18	1.78	0	0
C 18:0	c 0.55± 16.94	b 0.73± 15.04	a 0.54± 10.61	16.95	7.04	3.09
C 18:1	b 1.14± 47.64	a 1.59± 41.14	c 1.29± 61.65	47.56	18.86	80.68
C 18:2	b 0.08± 4.28	a 0.11± 3.84	c 0.08± 6.32	4.28	4.45	4.84
C 18:3	b 0.01± 0.51	a 0.01± 0.01	c 0.01± 0.85	0.51	0	0.46
C 20:0	c 0.02± 0.76	a 0.04± 0.18	b 0.01± 0.51	0.78	0	0.38
C 20:1	b 0.02± 0.47	a 0.02± 0.02	c 0.01± 0.68	0.48	0	0.18
C 20:2	c 0.01± 0.46	a 0	b 0.01± 0.04	0.45	0	0.13
SFA	b 1.32± 43.81	c 1.71± 53.23	a 1.20± 28.81	43.91	76.69	13.29
MUFA	b 1.24± 50.94	a 1.80± 42.91	c 1.26± 63.98	50.85	18.86	81.28
PUFA	b 0.09± 5.25	a 0.10± 3.85	c 0.07± 7.21	5.24	4.45	5.43

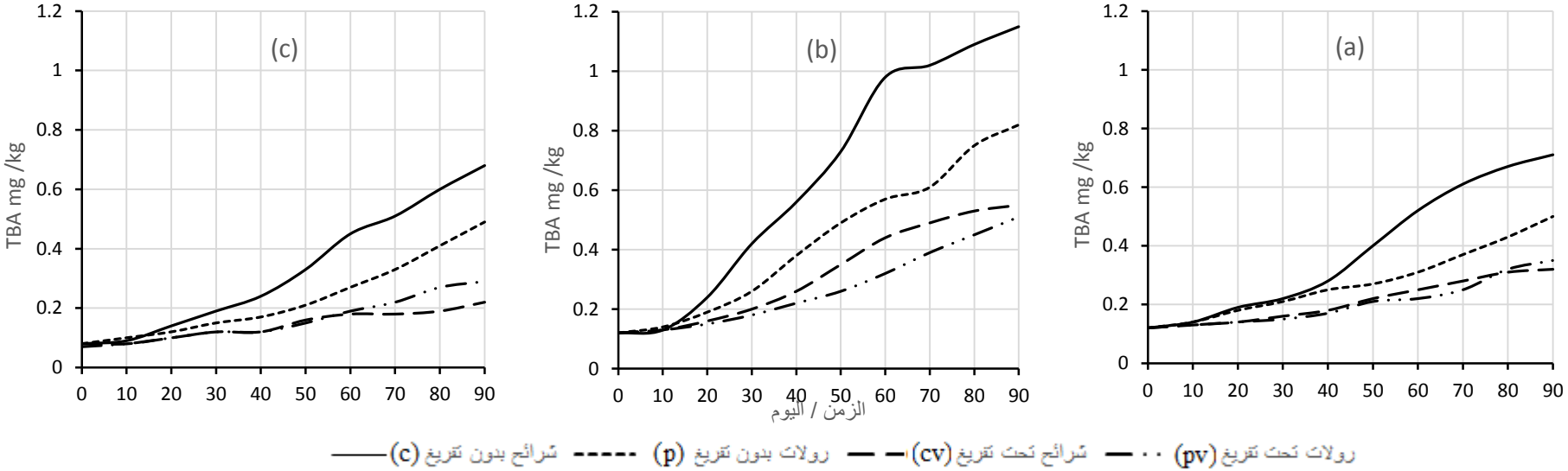
يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين الخلطات عند $p<0.05$.

يبين الجدول (28) والشكل (14) نتائج اختبار رقم الـ TBA لخلطات المنتج النهائي أثناء التخزين بطرق مختلفة (c) شرائح بدون تفريغ، (p) قطع كاملة بدون تفريغ، (cv) شرائح تحت تفريغ، (pv) قطع كاملة تحت تفريغ. حيث يظهر من خلال الجدول أن رقم الـ TBA تراوح في بداية التخزين (قبل التغليف) بين 0.07 – 0.12 مغ/كغ عينة ولم تظهر فروق معنوية بين هذه الخلطات بالرغم من اختلاف نوع الدهن المستخدم في هذه الخلطات. وظهرت الفروق المعنوية بين الخلطات مع زيادة مدة التخزين حيث ارتفعت قيم رقم الـ TBA في الخلطات المخزنة بدون تفريغ بشكل أكبر مقارنة بالخلطات المخزنة تحت تفريغ وكانت هذه القيم أعلى في حالة التخزين بشكل شرائح مقارنة بالتخزين بشكل قطع وقد يعود ذلك إلى زيادة سطح المنتج المعرض للهواء وبالتالي للأكسدة مقارنة بطريقة التخزين بشكل قطع. كما يلاحظ أن ارتفاع رقم الـ TBA في الخلطة المحضرة باستخدام زيت جوز الهند B2 (الشكل 14–b) كان أكبر مقارنة بالخلطتين B1 و B3 وهذا قد يعود إلى أن الدهن الحيواني أكثر ثباتاً بالمقارنة مع الزيوت النباتية بالنسبة للخلطة B1 (الشكل 14–a) وهذا يوافق (Bloukas وزملاؤه، 1997) وقد يعود لانخفاض نسبة الدهن في الخلطة B3 بالإضافة إلى إمكانية احتواء زيت الزيتون على بعض أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية التي قد تؤخر أكسدة الدهن (الشكل 14–c) وهذا يوافق Ansorena و Astiasaran (2004) الذين بيّنا أن خلطات السلامي المتخمرة المحضرة باستخدام 7.5 و 10 % من زيت الزيتون أعطت قيم TBA أقل من الشاهد بعد 30 يوم من التخزين المبرد. من جهة أخرى لم تظهر فروق معنوية واضحة بين طريقة التخزين تحت تفريغ سواء أكانت بشكل قطع أو بشكل شرائح وذلك ضمن كل خلطة، فيما ظهرت فروق معنوية بسيطة بين الخلطات ضمن هذه الطرق وأعطت الخلطتين B1 و B3 قيماً أقل مقارنة بالخلطة B2. بشكل عام تظهر نكهة التزنخ الدهني حسياً عندما تبلغ قيمة رقم الـ TBA 5 مغ/كغ عينة (Bornez وزملاؤه، 2009) يجب ألا يتجاوز هذا الرقم القيم 0.7 – 2 مغ/كغ عينة لمنتجات اللحوم (Bernabéu و Tendero ، 2005)، وقد كانت معظم النتائج أقل بالمقارنة مع القيم السابقة باستثناء الخلطة B2 المخزنة بشكل شرائح بدون تفريغ وذلك بعد مضي 50 يوماً من التخزين حيث بلغت 0.73 مغ/كغ ووصلت إلى 1.15 مغ/كغ في نهاية فترة التخزين، والخلطة B2 المخزنة بشكل قطع بدون تفريغ بعد مضي 80 يوماً من التخزين حيث بلغت 0.75 مغ/كغ ووصلت إلى 0.82 مغ/كغ في نهاية فترة التخزين.

جدول (28) نتائج اختبار الـ TBA مع / كغ لخلطات السجق المتخمر أثناء التخزين المبرد

B3				B2				B1				الخلطة
B3-pv	B3-cv	B3-p	B3-c	B2-pv	B2-cv	B2-p	B2-c	B1-pv	B1-cv	B1-p	B1-c	الزمن / يوم
a 0.02±0.07	a 0.02±0.08	a 0.01±0.08	a 0.01±0.08	a 0.02±0.12	a 0.01±0.12	a 0.03±0.12	a 0.03±0.12	a 0.02±0.12	a 0.03±0.12	a 0.02±0.12	a 0.02±0.12	0
a 0.01±0.08	a 0.02±0.08	a 0.01±0.10	a 0.02±0.09	a 0.01±0.13	a 0.03±0.13	a 0.04±0.14	a 0.04±0.13	a 0.02±0.13	a 0.01±0.13	a 0.01±0.14	a 0.01±0.14	10
a 0.02±0.10	a 0.01±0.10	ab 0.03±0.12	ab 0.01±0.14	ab 0.03±0.15	ab 0.02±0.16	bc 0.05±0.19	c 0.04±0.24	ab 0.04±0.14	ab 0.02±0.14	abc0.01±0.18	bc 0.02±0.19	20
a 0.03±0.12	a 0.02±0.12	ab 0.02±0.15	abc0.03±0.19	abc0.03±0.18	abc0.04±0.20	c 0.03±0.26	d 0.04±0.42	ab 0.03±0.15	ab 0.03±0.16	abc0.04±0.21	bc 0.02±0.22	30
a 0.02±0.12	a 0.03±0.12	ab 0.01±0.17	b 0.03±0.24	ab 0.05±0.22	b 0.05±0.26	c 0.07±0.38	d 0.04±0.56	ab 0.06±0.17	ab 0.02±0.18	b 0.02±0.25	b 0.04±0.28	40
a 0.02±0.15	a 0.02±0.16	ab 0.03±0.21	bcd0.02±0.33	abc0.07±0.26	cd 0.04±0.35	e 0.07±0.49	f 0.06±0.73	ab 0.04±0.21	abc0.05±0.22	abc0.06±0.27	de 0.07±0.40	50
a 0.04±0.19	a 0.04±0.18	a 0.04±0.27	cd 0.04±0.45	abc0.06±0.32	bcd0.04±0.44	d 0.09±0.57	e 0.08±0.98	a 0.06±0.22	a 0.04±0.25	ab 0.04±0.31	d 0.05±0.52	60
ab 0.02±0.22	a 0.02±0.18	abc0.03±0.33	de 0.06±0.51	bcd0.08±0.39	cde0.06±0.49	e 0.09±0.61	f 0.06±1.02	ab 0.08±0.25	abc0.06±0.28	bcd0.03±0.37	e 0.11±0.61	70
ab 0.05±0.27	a 0.03±0.19	abcd0.05±0.41	def0.04±0.60	bcde0.09±0.45	cdef0.07±0.53	f 0.14±0.75	g 0.18±1.09	abc0.08±0.32	ab 0.06±0.31	bed0.07±0.43	ef 0.08±0.67	80
ab 0.03±0.29	a 0.02±0.22	c 0.04±0.49	d 0.05±0.68	c 0.07±0.51	c 0.06±0.55	e 0.16±0.82	f 0.13±1.15	b 0.09±0.35	abc0.05±0.32	c 0.06±0.50	de 0.08±0.71	90

يشير اختلاف الأحرف a،b،c... ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية بين الخلطات عند $p<0.05$.



شكل (14) تغيرات رقم الـ TBA في خلطات المنتج النهائي المخزنة بطرق مختلفة (a) في الخلطة B1، (b) في الخلطة B2، (c) في الخلطة B3

5- الاستنتاجات والتوصيات

5-1- الاستنتاجات

1- تأثرت قيم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ بكل من زمن الاستحلاب ونسبة ونوع الزيت المستخدم في تحضير خلطات المستحلبات البروتينية وكان لعامل الزمن التأثير الأكبر.

2- بلغ الزمن المثالي لعملية الاستحلاب في الخلطات المحضرة 11-15 دقيقة بدءً من لحظة إضافة خلطة الدهن إلى جهاز السحق.

3- أعطت الخلطة 10 الناتجة عن استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت جوز الهند أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بالزيت دون التأثير على كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني) كما أعطت الخلطة 13 الناتجة عن استبدال 50 % من الدهن الحيواني بزيت الزيتون أعلى نسبة استبدال للدهن الحيواني بزيت الزيتون مع تأثير بسيط على كل من رقم استقرار المستحلب وفاقدي الدهن والطبخ بالمقارنة مع الخلطة 1 (100% دهن حيواني).

4- أدت زيادة نسبة ماء/ دهن إلى انخفاض جودة المستحلبات البروتينية وزيادة فاقد الطبخ وتناقص الزمن الأمثل لإجراء عملية الاستحلاب. في حين حَسّن استخدام الصمغ العربي وصمغ غوار رقم استقرار المستحلب وقلل فاقدي الدهن الطبخ مقارنة بالشاهد منخفض الدهن، وأعطت نتائج مماثلة لرقم استقرار المستحلب وفاقد الطبخ، وفاقد دهن أقل مقارنة بالشاهد مرتفع الدهن.

5- أدت إضافة البادئ إلى تثبيط نمو بكتريا الكوليفورم والخمائر والفطور، وحدوث انخفاض سريع في pH السجق أثناء التخمير مقارنة بالإنضاج التقليدي. وساهمت عملية التدخين في تخفيض الحمولة لميكروبية للمنتج النهائي وتحسين مظهره.

6- أعطت خلطات المنتج النهائي نتائج مماثلة لمردود وانكماش القطر، وصنفت ضمن السجق المتخمر نصف المجفف تبعاً لنسبة الرطوبة / نسبة البروتين.

7- أدى استخدام زيت الزيتون في الاستبدال الجزئي للدهن إلى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع وانخفاض نسبة الأحماض الدهنية المشبعة، في حين أدى

استخدام زيت جوز الهند إلى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية المشبعة وانخفاض نسبة الأحماض الدهنية أحادية ومتعددة عدم الإشباع.

8- بناءً على ما سبق يمكن تخفيض محتوى الدهن واستبدال جزء من الدهن الحيواني بزيت الزيتون في صناعة منتجات اللحوم المستحلبة عالية الجودة واستخدامها في تحضير السجق المتخمر دون التأثير على المؤشرات التكنولوجية والصفات الحسية ومدة حفظ المنتج.

9- بلغت النسب المثلى لتحضير المستحلب البروتيني عالي الجودة للحم الدجاج 66.7 % لحم (صدر، فخذ) 13.3 % دهن و20 % ماء، بينما انخفضت نسبة الدهن إلى 6.6 % وارتفعت نسبة الماء إلى 26.5 % في المستحلب البروتيني عالي الجودة منخفض نسبة الدهن.

10- بلغت النسب المثالية للبهارات المستخدمة: 2 غ فلفل أبيض، 1 غ ثوم مجفف، 1 غ جوزة الطيب، 0.5 غ هيل و0.5 غ كزبرة لكل 1 كغ خلطة.

11- يمكن تحضير منتج متخمر عالي الجودة من دمج مستحلبات الدجاج عالية الجودة بنسبة 70 % مع لحم العجل المفروم بنسبة 30 % وتخميرها باستخدام بادئ سريع التخمير بدرجة حرارة 16-22 ْم ورطوبة نسبية 85 % لمدة 24 ساعة ثم تدخينها لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة 60 ْم ثم تغليفها تحت تفريغ وتخزينها في البراد بدرجة حرارة 4 ْم لمدة لا تقل عن 3 أشهر.

5-2- التوصيات

1- العمل على دراسة امكانية الاستبدال الكامل للدهون الحيوانية بالزيوت النباتية في منتجات اللحوم المستحلبة.

2- وضع مواصفة قياسية سورية خاصة بمنتجات اللحوم المستحلبة، والمستحلبة منخفضة الدهن، والمتخمرة.

3- متابعة العمل على أنواع جديدة من السجق المتخمر لتدعيم السوق المحلية بهذه المنتجات.

4- دراسة استخدام بادئات أخرى في تصنيع السجق المتخمر ودراسة دور العوامل البيئية كدرجة الحرارة والرطوبة وغيرها في تثبيط نمو هذه البادئات.

5- انتخاب بادئات ميكروبية محلية لاستخدامها في تحضير السجق المتخمر.

6-المراجع العلمية

6-1-المراجع العربية

العودة، كرم؛ وأبو الخير، صالح. 1984. اللحم وتصنيع اللحوم. منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة. دمشق، سوريا.

سفر، عادل؛ عزيزية، عبد الحكيم؛ وحامد، فاتن. 1995. تأثير إضافة مسحوق الحمص في إعداد وتحضير المرتديلا المصنوعة من لحم البقر. *مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية*، **12**، 31-43.

سماك، عبد الرحمن. 2013. تقييم مؤشرات تحديد الزمن الأمثل ودرجة الحرارة النهائية الحرجة لعملية تشكيل مستحلبات اللحوم. *مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية*، **29**، 217-232.

سمينة، غياث ؛ سفر، عادل احمد. 2004. المواد المضافة للأغذية. منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة. دمشق، سوريا.

شمو، أيمن. 2011. دراسة المؤشرات التكنولوجية لتصنيع غذاء عالي الجودة من لحم النعام. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة دمشق.

عزيزية، عبد الحكيم. 1995. *تصنيع منتجات الدواجن*. منشورات جامعة دمشق. دمشق، سوريا.

عزيزية، عبد الحكيم 2008. دراسة الصفات النوعية للمرتديلا المدخنة المحضرة بإضافة منتجات بروتين الصويا وكازئينات الصوديوم. *مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية*، **24**، 179-190.

محيو، عادل. 1982. *تكنولوجيا اللحوم، الجزء العملي*. منشورات جامعة حلب. حلب، سوريا.

6-2-المراجع الاجنبية

Abiola, S. S. and Adegbaju, S. W. 2001. Effect of substituting pork backfat with rind on quality characteristics of pork sausage. *Meat Science*, **58**, 409-412.

Ackerman, S. A., Miller, A. J. and Swift, C. E. 1979. A phase testing method for rapidly determining the stability of sausage emulsions. *Journal of Food Science*, **44**, 174.

Acton, J. C. and Dick, R. L. 1976. Composition of some commercial dry sausages. *Journal of Food Science*, **41**, 971-972.

Acton, J. C., Ziegler, G. R. and Burge, D. L. 1983. Functionality of muscle constituents in the processing of comminuted meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **18**, 99-121.

Ahmed, P. O., Miller, M. F., Lyon, C. E., Vaughters, H. M. and Reagan, J. O. 1990. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. *Journal of Food Science*, **55**, 625-628.

Al-ahmad, S. 2015. The effect of starter cultures on the physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of semi-dried sausages. *International Journal of ChemTech Research*, **7**, 2020-2028.

Al-haj Hussein, I. H. 2002. Studying the replacement of meat fat with olive oil and its effect on mortadella properties. *Arab Journal of Food and Nutrition*, **11**, 73.

Allais, I., Viaud, C., Pierre, A. and Dufour, E. 2004. A rapid method based on front-face fluorescence spectroscopy for the monitoring of the texture of meat emulsions and frankfurters. *Meat Science*, **67**, 219-229.

Al-maseimi, O. D. 2003. The effect of grilling and frying on the chemical, sensory and microbial properties of frozen frankfurter and kebab. *Arab Journal of Food and Nutrition*, **11**, 88.

Al-shuibi, A. M. and Al-abdullah, B. M. 2002. Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella. *Meat Science*, **62**, 473- 478.

Alvarez, A., Castillo, M., Payne, F. A., Garrido, M. D., Bañón, S. and Xiong, Y. L. 2007. Prediction of meat emulsion stability using reflection photometry. *Journal of Food Engineering*, **82**, 310 - 315.

Ambrosiadis, J., Soultos, N., Abrahim, A. and Bloukas, J. G. 2004. Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Science*, **66**, 279-287.

Ambrosiadis, J., Vareltzis, K. P. and Georgakis, S. A. 1996. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. *International Journal of Food Science and Technology*, **31**, 189-194.

Anandh, M. A., Lakshmanan, V., Mendiratta, S. K., Anjaneyulu, A. S. R. and Bisht, G. S. 2005. Development and quality characteristics of extruded tripe snack food from puffalo rumen meat and corn flour. *Journal of Food Science and Technology*, **42**, 263-267.

Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C., Ridder, C. and Kilcast, D. 2005. Salt in processed foods, Collaborative Research Project. Leatherhead Food International.

Anon. 2008. Fermented sausages. *Chr. Hansen starter cultures*. www.wedlinydomowe.com/sausage-types/fermented-sausage.htm.

Anon. 2010a. Starter cultures for making fermented sausages. *Chr. Hansen starter cultures*. www.wedlinydomowe.com/sausage-types/fermented-sausage/cultures.htm.

Anon. 2010b. Smoked Sausages. *Chr. Hansen starter cultures*. www.wedlinydomowe.com/sausage-types/smoked-sausage.htm

Ansorena, D. and Astiasaran, I. 2004. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*, **67**, 237-244.

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.

Arihara, K. 2006. Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, **74**, 219-229.

Aryanta, R. W., Fleet, G. H. and Buckle, K. A. 1991. The occurrence and growth of microorganisms during the fermentation of fish sausage. *International Journal of Food Microbiology*, **13**:143–155

Ayadi, M. A., Kechaou, A., Makni, I. and Attia, H. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, **93**, 278 - 283.

Aymerich, T., Martin, B., Garriga, M. and Hugas, M. 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.

Balev, D., Vulkova, T., Dragoev, S., Zlatanov, M. and Bahtchevanska, S. 2005. A comparative study on the effect of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation in dry-fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, **40**, 977-983.

Banon, S., Diaz, P., Nieto, G., Castillo, M. and Alvarez, D. 2008. Modelling the yield and texture of comminuted pork products using color and temperature. Effect of fat/lean ratio and starch. *Meat Science*, **80**, 649–655.

Barbut, S. 2002. *Poultry Products Processing.* CRC Press, New York.

Barbut, S. 2011. Reducing fats in processed meat products. In: Kerry, J. P. and Kerry, J. F. *Processed meats: Improving safety, nutrition and quality.* Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. 346-366.

Barriere, C., Leroy-Setrin, S. and Talon, R. 2001. Characterization of catalase and superoxide dismutase in *Staphylococcus carnosus* 833 strain. *Journal of Applied Microbiology*, **91**, 514-519.

Bernabéu, R. and Tendero, A. 2005. Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. *Meat Science*, **71**, 464-470.

Bernthal, P. H., Booren, A. M. and Gray, J. I. 1989. Effect of sodium chloride concentration on pH, water-holding capacity and extractable protein of prerigor and postrigor ground beef. *Meat Science*, **25**, 143-154.

Bertram, H. C., Kristensen, M. and Andersen, H. J. 2004. Functionality of myofibrillar proteins as affected by pH, ionic strength and heat treatment - a low-field NMR study. *Meat Science*, **68**, 249-256.

Bhutta, Z., Sadler, M., Strain, J. and Caballero, B. 1999. Protein: digestibility and availability. In: Sadler, M., Strain, J. and Caballero, B. *Encyclopedia of Human Nutrition.* Academic Press, San Diego. 1646-1656.

Bloukas, J. G. and Paneras, E. D. 1993. Substituting olive oil for pork for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, **58**, 705-709.

Bloukas, J. G., Paneras, E. D. and Fournitzis, G. C. 1997. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, **45**, 133-144.

Bornez, R., Linares, M. B. and Vergara, H. 2009. Microbial quality and lipid oxidation of Manchega breed suckling lamb meat: Effect of stunning method and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, **83**, 383-389.

Bover-Cid, M., Izquierdo-Pulido, M. and Vidal-Carou, M. C. 2000. Mixed starter cultures to control biogenic amine production in dry fermented sausages. *Journal of Food Protection*, **63**, 1556-1562.

Bover-Cid, S. and Holzapfel, W. H. 1999. Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **53**, 33-41.

Boyle, E. 1995. Smoked Meats. www.oznet.ksu.edu/meatscience/column/smoked2.htm.

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

Brown, D. and Toledo, R. 1975. Relationship between chopping temperatures and fat and water binding in comminuted meat batters. *Journal of Food Science*, **40**, 1061-1066.

Buckenhüskes, H. J. 1993. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiology Reviews*, **12**, 253-272.

Cáceres, E., García, M. L. and Selgas, M. D. 2008. Effect of pre-emulsified fish oil - as source of PUFA n-3 - on microstructure and sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage. *Meat Science*, **80**, 183-193.

Candogan, K. and Kolsarici, N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science,* **64,** 199-206.

Cassens, R. G. 1995. Use of sodium nitrite in cured meat today. *Food Technology*, **7**, 72-115.

Castro, F., Garcia, M. C., Rodriguez, R. and Marina, M. L. 2006. Determination of Soy Bean proteins in commercial heat-processed meat products prepared with chicken, beef or complex mixture of meat from different species. *Food Chemistry*, **100**, 468-476.

Chan, J., Brown, S. M. and Buss, D. 1996. *Meat Products and dishes*. Sixth, supplement today the fifth edition of McCance & Widdowson, the composition of foods, The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisherhse and Food, London.

Cheah, P. B. and Abu-Hasim, N. H. 2000. Natural antioxidant extract from galangal (*Alpinia galangal*) for minced beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**, 1565-1571.

Chevallier, I., Ammor, S., Laguet, A., Labayle, S., Castanet, V., Dufour, E. and Talon, R. 2006. Microbial ecology of a small-scale facility producing traditional dry sausage. *Food Control*, **17**, 446-453.

Chizzolini, R., Novelli, E. and Zanardi, E. 1998. Oxidation in traditional Mediterranean meat products. *Meat Science*, **49**, 87-99.

Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A. and Kim, H. W. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, **82**, 266 - 271.

Clark, A. H., Kavanagh, G. M. and Ross-Murphy, S. B. 2001. Globular protein gelation-theory and experiment. *Food Hydrocolloids*, **15**, 383 - 400.

Claus, J. R., Hunt, M. C. and Kastner, C. L. 1989. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle foods*, **1**, 1-21.

Claus, J. R. and Sorheim, O. 2006. Preserving pre-rigor meat functionality for beef patty production. *Meat Science*, **73,** 287-294.

Cofrades, S., Carballo, J. and Colmenero, F. J. 1997. Heating rate effects on high-fat and low-fat frankfurters with a high content of added water. *Meat Science*, **47**, 105-114.

Cofrades, S., López-López, I., Solas, M. T., Bravo, L. and Jiménez-Colmenero, F. 2008. Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Journal of Meat Science*, **79**, 767 - 776.

Collins, M. D., Samelis, J., Metaxopoulos, J. and Wallbanks, S. 1993. Taxonomic studies on some leuconostoc-like organisms from Fermented sausages: description of a new genus Weissella for the *Leuconostoc paramesenteroides* group of species. *Journal of Applied Bacteriology*, **75**, 595-603.

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

Desmond, E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, **74**, 188-196.

Dexter, D. R., Sofos, J. N. and Schmidt, G. R. 1993. Quality characteristic of turkey bologna formulated with carrageen on starch milk and soy protein. *Journal of Muscle foods*, **4**, 207-223.

Dickinson, E. 1999. Caseins in emulsions: Interfacial properties and interactions. *International Dairy Journal*, **9**, 305-312.

Doerscher, D. R., Briggsc, J. L. and Lonergan, S. M. 2003. Effects of pork collagen on thermal and viscoelastic properties of purified porcine myofibrillar protein gels. *Meat Science*, **66**, 181-188.

Dolata, W. 1987. Wplyw dodatku wody na optymalny czas kutro-wania oraz jakosc farszy i weatin parzonych drobnoroz- drobionych. *Gospodarka Miesna*, **3**, 26-31.

Drosinos, E. H., Paramithiotis, S., Kolovos, G., Tsikouras, I. and Metaxopoulos, I. 2007. Phenotypic and technological diversity of lactic acid bacteria and staphylococci isolated from traditionally fermented sausages in Southern Greece. *Food Microbiology*, **24**, 260-270.

Erkkila, S. 2001. *Bioprotective and probiotic meat starter cultures for the fermentation of dry sausages*. Ph.D. Dissertation. Department of Food Technology, University of Helsinki.

Fadda, S., Oliver, G. and Vignolo, G. 2002. Protein degradation by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei* in a sausage model system. *Journal of Food Science*, **67**:1179–1183.

Farouk, M. M., Wieliczko, K., Lim, R., Turnwald, S. and MacDonald, G. A. 2002. Cooked sausage batter cohesiveness as affected by sarcoplasmic proteins. *Meat Science*, **61**, 85-90.

Feiner, G. 2006. *Meat products handbook: Practical science and technology.* Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

Fellows, F. P. 2000. *Food Processing Technology.* Woodhead Publishing, Cambridge.

Froning, G. W. and Neelakantan, S. 1971. Emulsifying characteristics of prerigor and postrigor poultry muscle. *Poultry Scince*, **50**, 839-844.

Galgano, F., Favati, F., Schirone, M., Martuscelli, M. and Crudele, M. A. 2003. Influence of indigenous starter cultures on the free fatty acids content during ripening in artisan sausages produced in the Basilicata region. *Food Technology and Biotechnology*, **41**, 253-258.

Gandemer, G., Pichou, D., Bougennec, B., Caritez, J. C., Berge, P., Briand, E. and Legault, C. 1999. Influence du système d'élevage et du type génétique sur la composition chimique et les

qualités organoleptiques du muscle long dorsal chez le porc. *Journées Recherches Porcine en France*, **22**, 101-110.

Garcia-Garcia, E. and Totosaus, A. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*, **78**, 406-413.

Geisen, R., Lücke, F. K. and Kröckel, L. 1992. Starter and protective cultures for meat and meat products. *Fleischwirtsch*, **72**, 894-898.

Gerber, N., Scheeder, M. R. L. and Wenk, C. 2009. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Journal of Meat Science*, **81**, 148-154.

Gimeno, O., Astiasarán, I. and Bello, J. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: Effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, **57**, 23-29.

Girard, J. 1992. Smoking. In: Horwood, E. *Technology of Meat and Meat Products.* Limited, England. 165-205.

Gregg, L. L., Claus, J. R., Hackney, C. R. and Marriott, N. G. 1993. Law-fat, high added water bologna from massaged minced batter. *Journal of Food Science*, **58**, 259-264.

Hamm, R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system. In: Bechtel, P. J. *Muscle as food* Academic Press, New York. 135-200.

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

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

Hargus, G. L., Froning, G. W., Mebus, C. A., Neelakantan, S. and Hartung, T. E. 1970. Effect of processing variables on stability and protein extractability of turkey meat emulsions. *Journal of Food Science*, **35**, 688-694.

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

Hernández, P., Navarro, J. L. and Toldra, F. 1999. Lypolitic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science*, **51**, 123-128.

Hierro, E., De La Hoz, L. and Ordóñez, J. A. 1997. Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipólisis of dry fermented sausages. *Journal Agricultural Food Chemistry*, **45**, 2989-2995.

Holt, C. and Roginski, H. 2001. Milk proteins: Biological and food aspects of structures and function. In: Sikorski, Z. E. *Chemical and functional properties of food proteins Lancaster.* Technomic Publisher. Co, Basel, Switzerland. 271-334.

Holzapfel, W. H. N. 1998. The Gram-positive bacteria associated with meat and meat products. In: Davies, A. R. and Board, R. G. *The Microbiology of Meat and Poultry.* Blackie, London. 35-84.

Honikel, K. O. 1987. *Infuence of post-mortem processes and cooking on water-holding capacity and tenderness of meat*. Trends in modern meat technology II: Proceedings of the international Symposium, Notherlands. 23, November.

Hoogenkamp, H. 2007. The soy industry's love-hate relationship with meat. *Meat International*, **17**, 8-11.

Hsu, S. Y. and Chung, H. Y. 1999. Comparisons of 13 edible gum-hydrate fat substitutes for low fat Kung-wan (an emulsified meatball). *Journal of Food Engineering*, **40**, 279-285.

Hsu, S. Y. and Yu, S. H. 2002. Comparisons on 11 plant oil fat substitutes for low-fat Kung-wans. *Journal of Food Engineering*, **51**, 215-220.

Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E., Colditz, G. A., Rosner, B. A., Hennekens, C. H. and Willett, W. C. 1997. Dietary fat and risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine*, **337**, 1491-1499.

Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, **71**, 194-204.

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

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

Hughes, F., Cofrades, S. and Troy, D. 1997. Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5%, 12% and 30% fat. *Meat Science*, **45**, 273-281.

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

Irish Dairy Board, Inc .2005. Food Ingredients. Wilnette. Illinois/USA.

Ishioroshi, M., Kitagawa, T. and Samejima, K. 1999. *The role of insoluble fraction in meat on heatinduced gel strength of porcine actomyosin*. Proceedings of 45th ICoMST, Yokohama. 164–165.

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

ISO4833. 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30 °C.

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.

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.

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

Javidipour, I. and Vural, H. 2002. Effects of incorporation of interesterified plant oils on quality and fatty acid composition of Turkish-type salami. *Nahrung*, **46**, 404-407.

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 & Hall, New York. 130-159.

Johansson, G., Berdagué, J. L., Larsson, M., Tran, N. and Borch, E. 1994. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermentation sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science*, **38**, 203-218.

Jones, K. W. and Mandigo, R. W. 1982. Effects of chopping temperature on the microstructure of meat emulsions. *Journal of Food Science*, **47**, 1930-1934.

Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat products: quality implications. *Meat Science*, **36**, 169-189.

Kauffman, R. G. 1993. Opportunities for the meat industry in consumer satisfaction. *Journal of Food Technology*, **43**, 132-134.

Kauffman, R. G. and Rutgers, B. J. G. 1991. The ethies of meat production. In: Smulders, F. J. M. Audet Tijdechriften, Nijmegen, Neetherlands. 247-270.

Keeton, J. T. 1994. Low-fat meat products - Technological problems with processing. *Meat Science*, **36**, 261-276.

Kenneally, P. M., Schwarz, G., Fransen, N. G. and Arendt, E. K. 1998. Lipolytic starter culture effects on production of free fatty acids in fermented sausages. *Journal of Food Science*, **63**, 538-543.

Kinpe, C. L., Olson, D. G. and Rust, R. E. 1988. Effects of Inorganic phosphate and Sodium hydroxide on the cooked cured color, pH and emulsion Stability of reduced-sodium and conventional meat emulsions. *Journal of Food Science*, **53**, 1305-1039.

Kris-Ehterton, P. and Yu, S. H. 1997. Individual fatty acids on plasma lipids and lipoproteins: Human studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, **65**, 1628-1664.

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

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

Lecomte, N. B., Zayas, J. F. and Kastner, C. L. 1993. Soy protein functional and sensory characteristics improved in comminuted meats. *Journal of Food Science*, **53**, 445-447.

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

Li, J. Y. and Yeh, A. I. 2003. Gelation properties and morphology of heat-induced starch/salt-soluble protein composites. *Journal of Food Science and Technology*, **68**, 571-580.

Liu, G. and Xiong, Y. L. 1997. Gelatin of chicken muscle myofibrillar proteins treated with protease inhibitors and phosphates. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **45**, 3437- 3442.

López-López, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Snchez-Muniz, F., Scofrades and Jiménez-Colmenero, F. 2009. Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Journal of Meat Science*, **83**, 492 - 498.

Luallen, T. 2004. Utilizing starches in product development. In: Eliasson, A. C. *Starch in food: Structure, function and applications.* Wood head Publishing, Cambridge.

Manna, C., D, Angelo, S., Migliardi, V., Loffredi, E., Mazzoni, O., Morrica, P., Galletti, P. and Zappia, V. 2002. Protective effect of the phenolic fraction from virgin olive oil against oxidative stress in human cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 6521-6526.

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

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

Martuscelli, M., Crudele, M. A., Fiore, C., Suzzi, G., Amato, D., Di Gennaro, P. and Laurita, C. 2000. Effect of indigenous starter cultures on the quality of salsiccia sotto sugna salami. *Industrie alimentary,* **39**, 817- 823.

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.

Mittal, G. S. and Barbut, S. 1991. *Influence of pH on physical properties of white and dark poultry meats*. Proceeding 37th International Congress of meat science and Technology, Germany. kulmbach. September 1. 754

Mittal, G. S. and Barbut, S. 1994. Effects of fat reduction on frankfurters physical and sensory characteristics. *Food Research International*, **27**, 425-431.

Mittal, G. S. and Usborne, W. R. 1985. Meat emulsion extenders. *Food Technology*, **4**, 121-130.

Moller, J. K. S. and Skibsted, L. H. 2007. Color. In: Toldrá, F., Hui, Y. H., Astiasarán, I., Nip, W. K., Sebranek, J. G., Silveira, E. T. F., Stahnke, L. H. and Talon, R. *Handbook of Fermented Meat and Poultry.* Blackwell Publishing, Ames, Iowa. 203-216.

Molly, K., Demeyer, D., Johansson, G., Raemaekers, M., Ghistelinck, M. and Geenen, I. 1996. The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages: first results of a European project. *Food Chemistry*, **59**, 539-545.

Montel, M. C., Masson, F. and Talon, R. 1998. Bacterial role in flavour development. *Meat Science*, **49**, 111-123.

Montel, M. C., Talon, R., Berdagué, J. L. and Cantonnet, M. 1993. Effects of starter cultures on the biochemical characteristics of French dry sausage. *Meat Science*, **35**, 229-240.

Morrison, G. S., Webb, N. B., Blumer, T. N., Ivey, F. J. and Haq, A. 1971. Relationship between composition and stability of sausage -type emulsions. *Journal of Food Science*, **36**, 426-431.

Mozaffarian, D., Ascherio, A., Hu, F. B., Stampfer, M. J., Willett, W. C. and Siscovick, D. S. 2005. Interplay between different polyunsaturated fatty acids and risk of coronary heart disease in men. *Circulation*, **111**, 157-164.

Muguerza, E., Ansorena, D., Bloukas, J. G. and Astiasaran, I. 2003. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on the lipid fraction and volatile compounds of Greek dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, **68**, 1531-1536.

Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I. and Bloukas, J. G. 2002. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, **61**, 397-404.

Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. G. and Astiasaran, I. 2001. Effect of replacing pork back fat with preemulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of chorizo de Pamplona-a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, **59**, 251-258.

Mukherjee, R. S., Chowdhury, B. R., Chakraborty, R. and Chaudhuri, U. R. 2006. Effect of fermentation and drying temperature on the characteristics of goat meat (Black Bengal variety) dry sausage. *African Journal of Biotechnology*, **5**, 1499-1504.

Murphy, P. 2000. Starch. In: Phillips, G. O. and Williams, P. *Handbook of food hydrocolloids.* Wood head Publishing, Cambridge. 41-65.

National Health and Medical Research Council (NHMRC). 2006. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. Department of Health and Ageing.

Nelson, K. A., Busta, F. F., Sofos, J. N. and Wagner, M. K. 1983. Effect of polyphosphates in combination with nitrite-sorbate or sorbate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in chicken frankfurter emulsion. *Journal of Food Protection*, **46**, 846-852.

Neubauer, H., Pantel, I. and Götz, F. 1999. Molecular characterization of the nitrite-reducing system of *Staphylococcus carnosus*. *Journal of Bacteriology*, **181**, 1481-1488.

Nieto, G., Castillo, M., Xiong, Y. L., Alvarez, D., Payne, F. A. and Garrido, M. D. 2009. Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. *Meat Science*, **83**, 24-30.

Offer, G. and Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrilis. *Meat Science*, **8**, 245-251.

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

Ozvural, E. B. and Vural, H. 2008. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. *Meat Science*, **78**, 211-216.

Papadina, S. N. and Bloukas, J. G. 1999. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, **51**, 103-113.

Papamanoli, E., Kotzekidou, P., Tzanetakis, N. and Liopoulou-Tzanetaki, E. 2002. Characterization of Micrococcaceae isolated from dry fermented sausages. *Food Microbiology*, **19**, 441-449.

Papamanoli, E., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Kotzekidou, P. 2003. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Science*, **65**, 859-867.

Pappa, I. C., Bloukas, J. G. and Arvanitoyannis, I. S. 2000. Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. *Meat Science*, **56**, 81-88.

Park, J., Rhee, K. S., Keeton, J. T. and Rhee, K. C. 1989. Properties of low-fat frankfurters containing monounsatured and omega-3 polyunsaturated oils. *Journal of Food Science*, **54**, 500-504.

Pasin, G. M., O'Mahony, M., York, G., Weitzel, B., Gabriel, L. and Zeidler, G. 1989. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (cocrystallised disodium-5'-inosinate and disodium-5'-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages: acceptability testing using signal detection measures. *Journal of Food Science*, **54**, 553-555.

Pegg, R. B. and Shahidi, F. 2000. *Nitrite curing of meat. The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*. Food and Nutrition Press, London. 100-111.

Pietrasik, Z. and Duda, Z. 2000. Effects of fat content and soy protein/carragenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, **56**, 181-188.

Pisula, A. and Dowierciał, R. 1991. *Sami robimy wędliny* Państwowe Wzdawnictwo Ekonomiczne, warszawa.

Pomeranz, Y. 1991. *Functional properties of food components.* Academic press, San Diego. 147-192.

Price, J. F. 1997. Low-fat/salt cured meat products. In: Pearson, A. M. and Dutson, T. R. *Advances in meat research. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products.* Blackie Academic and Professional, London. 242-256.

Puolanne, E. J., Runsunen, M. H. and Vainiopaa, J. I. 2001. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, **58**, 1-7.

Rao, M. V., Gault, N. S. and Kennedy, S. 1989. Variations in water- holding capacity due to changes in the fibre diameter. Sarcomer length and connective tissue morphology of some beef muscles under acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science*, **26**, 1-19.

Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Lanier, T. C. 2004. Chicken plasma protein affects gelation of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Hydrocolloids*, **18**, 259-270.

Robins, M. M. and Wilde, P. J. 2003. Colloids and Emulsions. In: Caballero, B., Trugo, L. C. and Finglas, P. M. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition.* Academic Press, London. 1517-1524.

Rodriguez, A., Castro, E., Salinas, M. C., Lopez, R. and Miranda, M. 2001. Interesterification of tallow and sunflower oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, **78**, 431-436.

Roseiro, L. C., Gomes, A., Gonçalves, H., Sol, M., Cercas, R. and Santos, C. 2010. Effect of processing on proteolysis and biogenic amines formation in a Portuguese traditional dry-fermented ripened sausage. *Meat Science*, **84**, 172-179.

Rosenstein, R., Nerz, C., Biswas, L., Resch, A., Raddatz, G., Schuster, S. C. and Götz, F. 2009. Genome analysis of the meat starter culture bacterium *Staphylococcus carnosus* TM300. *Applied and Environmental Microbiology*, **75**, 811-822.

Rosenvold, K. and Andersen, H. J. 2003. Factors of significance for pork quality. *Meat Science*, **64**, 219-237.

Ruiz-Ramirez, J., Serra, X., Arnau, J. and Gou, P. 2005. Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin. *Meat Science*, **69**, 519-525.

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

Ruusunen, M., Niemisto, M. and Puolanne, E. 2002. Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland*, **11**, 199-207.

Ruusunen, M. and Puolanne, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, **70**, 531-541.

Saffle, R. L. 1968. Meat emulsions. *Advance of food research*, **165**, 105-160.

Sakhare, P. Z. and Rao, N. 2003. Microbial profiles during lactic fermentation of meat by combined starter cultures at high temperatures. *Food Control*, **14**:1–5.

Sammak, A. R. 1994. *Zastosowanie łoju z syryjskich owiec rasy alawassi do produkcji drobnorozdrobnionych kiełbas drobiowych*. Akademia Rolnicza, Praca doktorska.

Schut, J. 1978. *Basic meat emulsion technology*. Lecture held at the Meat Research Conference in Chicago, March 23.

Severini, C., De Pilli, T. and Baiano, A. 2003. Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: Effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, **64**, 323-331.

Šimko, P. 2011. Heat and processing generated contaminants in processed meats. In: Kerry, J. P. and Kerry, J. F. *Processed meats: Improving safety, nutrition and quality.* Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. 478-500.

Simonova, M., Strompfova, V., Marcinakova, M., Laukova, A., Vesterlund, S. and Moratalla, M. 2006. Characterization of *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* isolated from Slovak meat products. *Meat Science*, **73**, 559-564.

Skrabka - Blotnicka, T. 1991. *The effect of water, fat and protein level on the chicken batters and sausage*. Proceedings Hohenheimer Geflugelsymposium, Stuttgart, 183.

Smith, J. L. and Palumbo, S. A. 1983. Use of starter cultures in meats. *Journal of Food Protection*, **46**, 997-1006.

Sofos, J. N., Busta, F. F. and Allen, C. E. 1979. Botulism control by nitrite and sorbate in cured meat. *Journal of Food Protection*, **42**, 9-15.

St-Angelo, A. M. 1990. Chemical and sensory studies of antioxidant - treated beef. *Journal of Food Science*, **55**, 6-12.

Swasdee, R. L., Terrell, R. N., Dutson, T. R. and Lewis, R. E. 1982. Ultrastructural changes during chopping and cooking of a frankfurter batter. *Journal of Food Science*, **47**, 1011-1019.

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

Tan, S. S., Aminah, A., Affandi, Y. M. S., Atil, O. and Babji, A. S. 2001. Chemical, physical and sensory properties of chicken frankfurters substituted with palm fats. *International Journal of Food Science and Nutrition*, **52**, 91-98.

Tavella, M., Peterson, G., Espeche, M., Cavallero, E., Cipolla, L., Perego, L. and Caballero, B. 2000. Trans fatty acid content of a selection of foods in Argentina. *Food Chemistry*, **69**, 209-213.

Tjener, K., Stahnke, L. H., Andersen, L. and Martinussen, J. 2004. Growth and production of volatiles by *Staphylococcus carnosus* in dry sausages: Influence of inoculation level and ripening time. *Meat Science*, **67**, 447-452.

Toth, L. 1983. *Chemie der Räucherung.* Verlag Chemie, Berlin.

Townsend, W. E., Witnauer, L. P., Ackerman, S. A., Palm, W. E. and Swift, C. E. 1971. Effects of types and levels of fat and rates and temperatures of commination on the processing and characteristics of frankfurters. *Journal of Food Science*, **36**, 261-268.

Ugur, M., Nazli, B., Bostan, K. and Aksu, H. 1998. Et ve Et -rünleriTeknolojisi. Istanbul oniversitesi Veteriner Fakültesi Yayinlari. 99, Istanbul.

USDA 1992. Use of binders in certain cured pork products. United states Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service, Federal Register, 9 CFR. 172.623,172.626,172.892

Utrilla, M. C., García-Ruiz, A. and Soriano, A. 2014. Effect of partial replacement of pork meat with an olive oil organogel on the physicochemical and sensory quality of dry-ripened venison sausages. *Meat Science*, **97**, 575-582.

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

Verbeken, D., Neirinck, N., Meeren, P. V. D. and Dewettinck, K. 2005. Influence of ƙ-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*, **70**, 161-166.

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

Vural, H. 1998. The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. *European Food Research and Technology*, **207**, 410-413.

Vural, H. and Javidipour, I. 2002. Replacement of beef fat in frankfurters by interesterified palm, cottonseed, and olive oils. *European Food Research and Technology*, **214**, 465-468.

Wajdzik, J. 1989. Wplyw dodatku tluszczu na optymalny czas ku- trowania oraz jakosc terszow i wealin. *Gospodarka Miesna*, **3**, 16-20.

Warnants, N., Van Oeckel, M. J. and Boucque, C. V. 1998. Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. *Meat Science*, **49**, 435-445.

Westphalen, A. D., Briggs, J. L. and Lonergan, S. M. 2005. Myofibrillar protein during heat induced gelation. *Meat Science*, **70**, 293-299.

Williamson, C. S., Foster, R. K., Stanner, S. A. and Buttriss, J. L. 2005. Red meat in the diet. *Nutrition Bulletin*, **30**, 323-355.

World Cancer Research Fund /American Institute for Cancer Research (WCRF). 2007. Food nutrition physical activity and the prevention of cancer: A global perspective. American Institute for Cancer Research, Washington, DC

Xiong, Y. L. 1997. Structure-functionality relationships of muscle proteins. In: Damoradan, S. and Paraf, A. *Food proteins and their applications.* Marcel ekker, New York. 341- 392.

Xiong, Y. L. 2000. Meat processing. In: Nakai, S. and Modler, H. W. *Food proteins: Processing applications.* Wiley-VCH, New York. 89-145.

Xiong, Y. L., Kingsley, K. A. and Addo, K. 2008. Hydrolysed wheat gluten suppresses transglutaminase-mediated gelation but improves emulsification of pork myofibrillar protein. *Meat Science*, **80**, 535-544.

Yapar, A., Atay, S., Kayacier, A. and Yetim, H. 2006. Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Food Hydrocolloids*, **20**, 825-830.

Yin, L. J., Pan, C. L. and Jiang, S. T. 2002. Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackerel. *Journal of Food Science*, **67**:786–792.

Yoo, S. S., Kook, S. H., Park, S. Y., Shim, J. H. and Chin, K. B. 2007. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology*, **42**, 1114-1122.

Youssef, M. K. and Barbut, S. 2009. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science*, **82**, 228-233.

Youssef, M. K. and Barbut, S. 2010. Physicochemical effects of the lipid phase and protein level on meat emulsion stability, texture, and microstructure. *Journal of Food Science*, **75**, 108-114.

Zanardi, E., Ghidini, S., Battaglia, A. and Chizzolini, R. 2004. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Science*, **66**, 415-423.

Zorba, Ö. 2006. The effects of the amount of emulsified oil on the emulsion stability and viscosity of myofibrillar proteins. *Journal of Food Hydrocolloids*, **20**, 698-702.

Zorba, Ö. and Kurt, S. 2006. Optimization of emulsion characteristics of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design. *Meat Science*, **73**, 611- 618.

Zorba, Ö., Kurt, S. and Gençcelep, H. 2005. The effects of different levels of skim milk powder and whey powder on apparent yield stress and density of different meat emulsions. *Journal of Food Hydrocolloids*, **19**, 149-155.