مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2013) المجلد (29) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 223-236

دراسة تغيّرات جودة زيت بذور القطن المستخدم في قلي بعض أنواع الأطعمة في مدينة دمشق

عبد الرحمن سماك[1]

الملخص

جمعت عينات من زيت بذور القطن المستخدمة في قلي أقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع فروج البروستد من 10 مناطق من أحياء مدينة دمشق المختلفة وأسواقها، بهدف دراسة تغيّرات بعض مؤشرات جودة زيت بذور القطن في أثناء القلي، فضلاً عن جمع عينات من أقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج المقلية بهدف تحديد نسبة امتصاصها من زيت بذور القطن في القلي.

أظهرت نتائج تحليل المؤشرات الكيميائية انخفاضاً في الرقم اليودي لمعظم عينات أنواع الأطعمة المدروسة إذْ تراوحت بين 83.8 – 103.8 (I2 غ/100غ زيت) في زيت قلي الفلافل، وبين 94.7 – 108.2 في حالة البطاطا، وبين 100.7 – 135.6 في حالة قطع الفروج مع ارتفاع النسبة المئوية للأحماض الدهنية الحرة في نهاية القلي ارتفاعاً ملحوظاً، إذْ كان شديداً في حالة الفلافل ووصل إلى 8.48% وبلغت نسبة عينات الزيت المخالفة 60، 40، 20% لأقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج على التوالي، كما لوحظ ارتفاع في النسبة المئوية للمركبات القطبية لتتجاوز القيمة المخالفة والمحددة بنسبة 25% في 40، 20%، 10% من عينات الزيت للفلافل وأصابع البطاطا وفروج البروستد على التوالي. وكان أشدها في حالة زيت قلي الفلافل التي تجاوزت 31%، كما ارتفعت قيمة رقم البيروكسيد ارتفاعاً ملحوظاً في حالة زيت قلي الفلافل إذ وصلت إلى 20.31 (ملليمكافىء O2/كغ) وبلغت نسبة العينات المخالفة 50، 10، 20 لكل من الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج على التوالي.

الكلمات المفتاحية: زيت بذور القطن، تغيّرات الجودة، قطع الفروج، أقراص الفلافل، أصابع البطاطا.

[1] قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

Changes of cottonseed oil quality used for frying of some food types in Damascus city

A. R. Sammak[(1)]

ABSTRACT

Samples of frying cottonseed oil were used for frying samples of falafel, potato fingers (French fries) and pieces of prosted chicken. These popular food were collected from ten areas of the local markets of Damascus city during the year 2011. This study aimed at investigating chemical parameters changes in cottonseed oil quality, during frying process. Moreover, Samples of fried food were collected in order to calculate oil absorption% during frying.

In regard to chemical changes, all samples manifested reduction in Iodine values 83.8-103.8 (I2 g/100g oil) for falafel, 94.7-108.2 (I2 g/100g oil) for potato fingers and 100.7-135.6 (I2 g/100g oil) for chicken pieces. However, a significant increase in free fatty acids appeared at the end of frying periods. This parameter was high 8.48% in falafel. Nevertheless, unaccepted oil samples reached 60, 40 and 20% of the total for falafel, potato fingers and chicken pieces, respectively. Moreover, a significant increase in polar compound% which were unaccepted reaching 25% in 40, 20 and 10% of falafel, potato fingers and prosted chicken pieces, respectively. The highest polar compounds % obtained was for falafel which exceeded 31%. Moreover, peroxide value increased significantly in case of oil used for frying falafel and it reached 20.31 (meq O2/kg oil). The rejected samples represented 50%, 10% and 20% of the total quantities for falafel, potato fingers and chicken pieces, respectively.

Key words: Cottonseed oil, quality changes, Chicken pieces, falafel, Potato fingers.

[(1)] Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

المقدمة

يعدُّ القلي باستخدام الزيت من أقدم الطرائق التقليدية المستخدمة في تحضير الأغذية للاستهلاك المباشر منذ حوالي القرن السادس عشر قبل الميلاد من قبل قدماء المصرين، وقد نشر الرومان هذه الطريقة فيما بعد وأطلقوا عليها اسم الغلي بالزيت (Banks, 1996)، وتستخدم حالياً في قلي اللحوم والأسماك والخضراوات تجارياً ومنزلياً (Rosell, 2001b).

تنفذ عملية القلي عادة من خلال تسخين قطع اللحوم بمختلف أنواعها، وكذلك الخضراوات وبعض المنتجات المحضرة منها أو من حبوبها (همبرغر، فلافل، كبة وغيرها) في الدهن السائل (الزيت) أو المصهور أو بالغمر في الدهن ثم تسخينه إلى درجة حرارة تراوح بين 160–190 م، كما يمكن تنفيذ القلي باستخدام الضغط العالي (205 كيلو باسكال) في درجة حرارة تبلغ 160 م، ويمكن أن يقلى بهذه الطريقة أجزاء ذبائح الدواجن الفتية (بروستد) وكذلك القطع والأجزاء الطريّة من ذبائح حيوانات الذبح الأخرى (ستيك، اسكالوب) بعد أن تكسى بطبقة خاصة تتكوّن أساساً من البيض والمواد النشوية والتوابل وغيرها من المواد المضافة المساعدة (بقسماط)، حيث تتكوّن على سطح المنتج طبقة عطرية تنتج من العناصر أو المواد التي تنشأ نتيجة التغيرات الحرارية للبروتين والدهون والسكريات، وتتعلق نوعية هذه الطبقة أيضاً بنوع الدهن المستخدم، وتعدُّ الأطعمة المجهزة بهذه الطريقة مادة غذائية عالية الطاقة، كما يمكن أن يسبب قلي الأطعمة في الدهن العميق فقداً في الوزن يراوح بين 15– 26% ويتعلق ذلك بدرجة حرارة وزمن القلي (Sanchez-Munis *et al.*, 2008)، كما يتبخر الماء في أثناء قلي الأغذية من الطبقات السطحية بشدة، ويتشكل بموجب ذلك طبقة جلدية، ويكون ذلك واضحاً في اللحوم إذْ تعمل على حمايتها من فقد لاحق بالوزن.

يتعرض الزيت في أثناء القلي لتغيّرات مختلفة غير مرغوب فيها تؤدي إلى تدهور نوعيته؛ وذلك بسبب درجات الحرارة العالية وتأثير المحتوى المائي للمادة المقلية أهمها تفاعلات الأكسدة والحلمهة وكذلك التفاعلات التي تؤدي إلى تشكيل المركبات الحلقية والبلمرة والتجزئة (Innawong *et al.*,2004a)، ويتعلق مدى التدهور بالتركيب الكيميائي للزيت ومحتواه من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة ودرجة حرارة القلي وزمنه فضلاً عن طريقة القلي (مستمر أو متقطع) وعمق الزيت ونوعية المادة الغذائية (Blumenthal, 1991)، إذ تحصل هذه التغيّرات بسرعة كبيرة وتخضع فوق الأكاسيد الناشئة وخلال زمن قصير إلى التحلل الفوري مخلفة جذوراً حرّة قابلة للأكسدة، إذْ يخضع ثلاثي الغليسريد للتفكك إلى أحماض دهنية نتيجة الحلمهة بوجود الماء، ويمكن أن يحدث التحلل الحراري أيضاً دون وجود الماء، ولا تؤدّي التغيّرات الكيميائية الحاصلة في ثلاثيات الغليسريد إلى تدهور الخواص الحسية للمنتجات المقلية فحسب، بل إلى تدني

القيمة الغذائية أيضاً نتيجة انخفاض محتوى الفيتامينات الذوّابة في الدهون والأحماض الدهنية غير المشبعة وغيرها من المركبات البيولوجية الفعّالة، ونشوء مركبات غير قابلة للتمثيل في جسم الإنسان فضلاً عن احتمال نشوء مركبات مسرطنة وسامة.

تنعكس عملية القلي بشكل جوهري على نوعية المنتجات الغذائية الجاهزة للاستهلاك المباشر، إذ يؤدي الدهن دوراً ليس فقط ناقلاً للحرارة وإنما يصبح أيضاً من مكوّنات المنتج وذلك نتيجة لخاصية الامتصاص التي تتمتع بها المادة الغذائية المقلية، وعموماً قد يتجاوز الامتصاص 10% من وزن المنتج، ولهذا السبب أيضاً يجب أن يكون الدهن المستخدم من النوعيات عالية الجودة، وتحصل التغيّرات الكاملة للزيت خلال زمن قلي يبلغ بين 10–18 ساعة (الحاج علي، سماك 2012)، وتؤثر درجة حرارة القلي جوهرياً في نوعية الزيت ومدة صلاحية المنتج المقلي، ويجب تفادي حرق الزيت وتنظيفه باستمرار من الملوّثات التي تحصل في أثناء القلي وإكمال الزيت المستهلك (Sánchez-Muniz *et al.*, 2008).

تتصف المنتجات المقلية في درجة الحرارة التي تبلغ 204 ْم أو أعلى بمدة صلاحية أقصر بكثير من المنتجات المقلية في درجات الحرارة الأدنى، ويتعلق زمن القلي بحجم قطع المنتج، إذْ يبلغ في حالة قلي القطع الكبيرة في درجة حرارة تبلغ 176 ْم بين 10– 15 دقيقة وفي حالة القطع الصغيرة في درجة حرارة تبلغ 185 ْم بين 9 – 10 دقيقة (Garcia-Arias *et al.*, 2003).

تقلى المنتجات المكسوّة بالبقسماط أحياناً قلياً خفيفاً ويترك إتمام إنهاء العملية الحرارية لدى المستهلك، كما يعزى لعملية القلي تحديد النوعية النهائية للمنتجات المكسوّة، لذا يجب أن تنفذ بحذر شديد، وغالباً ما تخضع المنتجات المكسوّة وباستمرار للنقد وذلك بسبب المحتوى العالي من الدهن في طبقة الكسوة (منتج عالي الطاقة)، إذ قد يصل محتوى الدهن في طبقة الكسوة إلى 20% أو أكثر، لذا يدخل في تركيب خلطة الكسوة بعض المكوّنات التي تختصر امتصاص الدهن في أثناء القلي.

تعدُّ الأحماض الدهنية الحرة والغليسريدات الأحادية والثنائية والبوليميرات المختلفة والمتنوعة من أهم المركبات الناتجة عن تفكك الزيت (Innawong *el al.*, 2004a)، إذْ يذوب قسم منها في الزيت المقلي وتعرف بالمواد القطبية (IUPAC, 1992a) وتشكل هذه المركبات خطراً على الصحة العامة من حيث تأثيرها المسرطن (Sánchez-Muniz *et al.*, 2008)، وقد أثبتت الدراسات العلمية ازدياد كمية المركبات القطبية بارتفاع درجة حرارة الزيت وزيادة عدد مرات القلي فيه (Gutierrez *et al.*, 1988; Cuesta *et al.*, 1993 ; Houhoula *et al.*, 2003) ومن ثمَّ تتدهور جودة الزيت تدريجياً ويصبح غير صالح للاستهلاك البشري ، وقد لوحظ وجود علاقة كبيرة بين جودة الغذاء المقلي ومدى امتصاصه للمواد القطبية المنحلة والموجودة في زيت القلي (Peers and Swoboda,

1982)، مما دفع بعض الدول الأوربية إلى وضع حدود قانونية لكمية المواد القطبية التي يمكن أن توجد في الزيوت المستخدمة في القلي وعُدَّ اختبار تحديد المحتوى الكلي من المواد القطبية من أفضل الاختبارات لتحديد جودة الزيت، وقد حددت فرنسا وألمانيا وإسبانيا وسورية الحد المسموح من المواد القطبية في الزيت بمقدار 25% (Firestone,1996؛ المواصفة القياسية السورية، 2003).

يعدُّ ثبات الزيت المختار لعملية القلي من أهم الشروط التي يجب البحث عنها، إذ ترتبط الثباتية بتركيب الأحماض الدهنية الموجودة ووجود مانعات الأكسدة في الزيت، وتعدُّ الزيوت ذات المحتوى العالي من الأحماض الدهنية المشبعة أكثر ثباتاً في عمليات القلي (Erickson, 2006)، ولكن الأثر الضار لهذه الزيوت أدى إلى زيادة استخدام الزيوت متعددة عدم الإشباع في القلي نظراً إلى فائدتها الصحية (Mcdonald and Eskin, 2006)، ويمكن الحصول على الميزات المطلوبة لقلي المواد الغذائية في الزيت من خلال التحكم في عملية القلي والاختصار من تغيّرات الأكسدة الحرارية والتحلل المائي إلى الحد الأدنى؛ وذلك باستخدام زيت عالي المحتوى من حمض الأوليك مثل زيت بذور عباد الشمس في أثناء قلي البطاطا مدداً زمنية متكررة ومتقطعة مع إضافة زيت طازج في أثناء مراحل القلي، مع التحكم في مراحل القلي المختلفة (حرارة القلي 190 م، تنشيف رقائق البطاطا من الماء)، وقد قُيّمت التغيّرات التي طرأت على هذا الزيت من خلال تحديد النسبة المئوية لمحتوى المواد القطبية والأحماض الدهنية الحرة إذ كانت في الحد المقبول 12.5%، 1.8% لكل منهما على التوالي مدة 25 ساعة قلي متقطع (Romero *et al.*, 2000b)، وقد توصل فريق علمي من ألمانيا والسودان والسويد والهند والولايات المتحدة الأمريكية إلى مفهوم محدد لزيت قلي صحي وثابت تجاه الأكسدة، ويضم هذا الزيت (كمكون رئيسي) زيت بذور عباد الشمس المعدل وراثياً والذي يحتوي على نسبة مرتفعة من حمض الأوليك مع كمية قليلة من زيت السمسم المكرر وزيت نخالة الأرز لتدعيم نكهة الزيت وثباته تجاه الأكسدة، وعلى الرغم من الانتشار الواسع للعديد من أنواع الزيوت عبر العالم إلا أن هناك تفضيلاً محلياً من جهة المستهلك والمصنع لبعض أنواع الزيوت المستخدمة في القلي، وعلى سبيل المثال يعدُّ زيت بذرة القطن الزيت المثالي لقلي تشيبس البطاطا صناعياً في الولايات المتحدة الأمريكية (Gupta, 2000)، بينما يفضل المستهلك المكسيكي زيت بذرة السمسم أو زيت عباد الشمس في قلي الأغذية الخفيفة، في حين يفضل السكان في شبه القارة الهندية زيت السمسم، وعلى غرار ذلك يستخدم زيت بذور القطن في معظم مطاعم الوجبات الجاهزة وربات المنازل وبكميات كبيرة في عملية قلي الخضار واللحوم والأسماك، ويبيّن الجدول (1) التركيب الكيميائي وبعض المؤشرات النوعية لزيت بدور القطن بحسب (Agarwal, 2003).

الجدول (1)

التركيب الكيميائي	(%)	الأحماض الدهنية		(%)
الأحماض الدهنية المشبعة	27	ميرستيك	(C14:0)	0.80
		بالميتيك	(C16:0)	24.4
		ستياريك	(C18:0)	2.20
الأحماض الدهنية وحيدة عدم الإشباع	18	بالميتوليك	(C16:1)	0.40
		أوليك	(C18:1)	17.2
الأحماض الدهنية متعددة عدم الإشباع	55	لينوليك	(C18:2)	55.0
		لينولينك	(C18:3)	0.30
المؤشرات النوعية				**القيمة**
الرقم اليودي (I2 غ/100غ)				116 – 103
رقم البيروكسيد (ملليمكافيء O2/كغ)				1.0
الأحماض الدهنية الحرة (% حمض أوليك)				0.05
نقطة التدخين (م)				221
نقطة العكر (م)				15 – 10

نظراً إلى الاستهلاك الكبير لزيت بذور القطن في قلي الأطعمة مع عدم الدقة والتنظيم في مدة استخدامها في أثناء تنفيذ عملية القلي الذي لا يخضع إلى أية ضوابط أو معايير، هدف هذا البحث إلى دراسة تغيّرات جودة زيت بذور القطن في أثناء قلي بعض أنواع من الأطعمة الشعبية واسعة الانتشار محلياً وتحديد مدى تدهور جودة الزيت نتيجة استخدامه مدداً زمنية غير محددة الذي ينعكس سلبياً على صحة المستهلك، ولم يؤخذ بالحسبان درجة حرارة القلي وعدد المرات ومدة القلي، نظراً إلى افتقار المعطيات المعلنة من قبل الباعة إلى الدقة والمصداقية واستخدامهم طريقة الإضافة المتقطعة المستمرة إلى الزيت في أثناء القلي، لهذا اقتصر البحث على مسح واقع راهن، وقد نُفّذَ البحث من خلال دراسة بعض المؤشرات النوعية الأساسية، وهي رقم البيروكسيد، والنسبة المئوية للأحماض الدهنية الحرة، والمركبات القطبية الكلية، وقرينة اليود التي تشير إلى مدى التغيّرات الحاصلة وتدهور جودة الزيت، كما دُرس أيضاً تأثير القلي في نسبة امتصاص الأطعمة المدروسة لزيت القلي المستخدم فضلاً عن مدى مطابقة العينات المدروسة للمواصفة القياسية السورية المتعلقة بذلك.

مواد البحث وطرائقه

1 – جمع العينات:

جمعت 30 عينة مختلفة من بعض الأطعمة الجاهزة واسعة الانتشار والاستهلاك محلياً، وهي أقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج (بروستد)، وكذلك 30 عينة من زيت بذور القطن المستخدم في عملية قلي المواد المذكورة وبمعدل 10 عينات لكل من المادة الغذائية وزيت القلي المستخدم لها؛ وذلك من مختلف أحياء مدينة دمشق وأسواقها، ومحيطها خلال عام 2011 م، وقد روعي في أثناء جمع العينات عدة عوامل

مثل التوزيع الجغرافي لأماكن البيع وكثافة السكان وحركة الأسواق والتباين الاجتماعي والمستوى المعيشي وعدد المحلات الموجودة وغيرها، وقد حُفظت عينات الأطعمة المقلية في أكياس بلاستيكية من البولي إيتلين، في حين حفظت عينات زيت بذور القطن المستخدمة في القلي بأوعية زجاجية داكنة اللون إلى حين تحليلها، وقد أُجريت التحاليل في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق.

2 – التحاليل الكيميائية:

حُلّلت عينات الأطعمة المدروسة بهدف تقدير كمية الزيت الممتص كنسبة مئوية مقدرة بالحالة الرطبة بحسب (AOAC, 1990)، وقد حُدّدت المركبات القطبية في المكان الذي أخذت منه العينات مباشرة باستخدام جهاز Ebro نموذج FOM 310 (ألماني الصنع) المحمول الذي يعتمد على مبدأ قياس فرق الكمون للمركبات القطبية خلال 20 ثانية في درجة حرارة القلي معبراً عنها بنسبة مئوية في الزيت الكلي.

حُلّلت عينات زيت بذور القطن المستخدمة في قلي الأطعمة المدروسة بهدف تقدير رقم البيروكسيد معبراً عنها بوحدة (ملليمكافىء O2/ كغ) والأحماض الدهنية الحرة معبراً عنها كنسبة مئوية من حمض الأوليك؛ وذلك بحسب (AOAC,1990) بالأرقام Cd8-53، Ca5a-40 على التوالي، وقرينة اليود معبّراً عنها بعدد غرامات اليود التي يمتصها 100غ من الزيت (I2 غ/100غ) بحسب (AOAC, 1990) .

3 – التحليل الإحصائي:

حُلّلت العينات المأخوذة من زيت بذور القطن والمادة الغذائية بحساب المتوسط الحسابي (X) والانحراف المعياري (SD) للعينات المدروسة وبواقع 10 عينات لكل من أقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج على التوالي، وكذلك 10 عينات من زيت بذور القطن المستخدمة في قلي تلك الأطعمة، ويكون بذلك إجمالي عدد العينات المدروسة 60 عينة.

النتائج والمناقشة

أولاً – التغيّرات في الصفات الكيميائية لزيت بذور القطن في أثناء القلي

1 – عينات الفلافل: يبيّن الجدول (2) نتائج التغيّرات في الصفات النوعية المدروسة لزيت بذور القطن المستعملة في أثناء قلي أقراص الفلافل.

يلاحظ من الجدول أن قيم الأحماض الدهنية الحرة في العينات راوحت بين 2.34 – 8.48% في كل من منطقة مساكن برزة ونهر عيشة على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 1.83±4.02%، وبلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة القياسية السورية 60%، في حين راوحت النسبة المئوية للقطبية الكلية بين 9.14 – 31.13% في كل من منطقة المزة (شيخ سعد) ونهر عيشة على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 8.14±21.047%، وكانت

نسبة العينات المخالفة للمواصفة 40%، بينما راوح رقم البيروكسيد بين 12.36 – 20.31 ملليمكافىء O2/كغ في كل من منطقة الميدان ونهر عيشة على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 15.59±2.21 ملليمكافىء O2/كغ وبلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 50%، في حين كانت قرينة اليود منخفضة في العينات كلّها وراوحت بين 83.8 – 103.3 (I2 غ/100غ زيت) في كل من منطقة نهر عيشة والمزة (حي 86) على التوالي وبمتوسط عام بلغ 90.55±6.41 (I2 غ/100غ زيت)، وقد سجلت أعلى المخالفات في مناطق نهر عيشة (حي سكني شعبي) ودمر وهي مناطق تمر فيها طرق دولية باتجاه الجنوب والغرب على التوالي.

الجدول (2) التغيّرات في الصفات الكيميائية لزيت بذور القطن المستخدمة في أثناء قلي أقراص الفلافل*

رقم العينة	منطقة العينة	الأحماض الدهنية الحرة (%)	القطبية الكلية (%)	رقم البروكسيد (ملليمكافىء O2/كغ)	قرينة اليود (I2 غ/100غ زيت)
1	المزة (فيلات غربية)	6.48	31.13	12.52	97.30
2	المزة (حي 86)	2.46	13.28	11.27	103.3
3	المزة (شيخ سعد)	3.33	9.14	17.43	85.10
7	نهر عيشة	8.48	31.13	20.31	83.80
4	الميدان	2.50	15.42	12.36	88.40
5	باب مصلى	2.46	13.28	19.35	91.30
6	مساكن برزة	2.34	21.71	17.53	91.50
8	المهاجرين	5.05	26.85	13.35	84.70
9	الشعلان	3.65	19.54	13.34	94.80
10	دمر (الطريق العام)	5.26	28.99	18.44	85.30
(X±SD)		4.02±1.83	21.047±8.14	15.59±2.21	90.55±6.41
المواصفة القياسية السورية		2.5	25	14	–
العينات المخالفة (%)		**60**	**40**	**50**	–

* النتيجة تمثل 10 مكررات

يمكن أن يُعزى ارتفاع الأحماض الحرة، والنسبة المئوية للقطبية الكلية ورقم البيروكسيد، وانخفاض الرقم اليودي إلى زيادة تراكم الأحماض الدهنية الحرة، وتفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة، وأكسدتها في زيت القلي المتحلل بوجود الهواء والمحتوى المائي للفلافل المقلية، وكذلك حرارة الزيت، وقد اتفقت هذه النتائج مع نتائج كل من (Marmesat *et al.*, 2007; Innawong *et al.*, 2004b) في تحديد بعض الصفات الكيميائية للزيوت بعد قلي المواد الغذائية فيها باستخدام الاختبارات السريعة المحددة من قبل (Houhoula *et al.*, 2003).

2 – عينات أصابع البطاطا: يوضح الجدول (3) التغيّرات في الصفات النوعية المدروسة لزيت بذور القطن المستخدمة في قلي عينات أصابع البطاطا.

الجدول (3) التغيّرات في الصفات الكيميائية لزيت بذور القطن المستخدمة في أثناء قلي أصابع البطاطا*

رقم العينة	منطقة العينة	الأحماض الدهنية الحرة (%)	القطبية الكلية (%)	رقم البروكسيد (ملليمكافيء O_2/كغ)	قرينة اليود (غ I_2/100غ زيت)
1	المزة (فيلات غربية)	2.66	18.54	10.02	97.90
2	المزة (حي 86)	4.05	27.85	11.89	94.70
3	المزة (شيخ سعد)	4.88	22.71	14.35	95.50
4	نهر عيشة	2.46	12.28	6.980	105.3
5	الميدان	2.46	14.28	10.98	105.3
6	باب مصلى	2.31	8.140	4.950	106.1
7	مساكن برزة	3.55	16.42	10.80	104.4
8	المهاجرين	5.05	25.85	13.89	94.70
9	الشعلان	2.46	15.28	6.980	105.3
10	دمر (الطريق العام)	2.08	5.010	5.600	108.2
(X±SD)		3.19±1.11	16.64±7.34	13.7±3.34	101.34±5.36
المواصفة القياسية السورية		2.5	25	14	—
العينات المخالفة (%)		**40**	**20**	**10**	—

* النتيجة تمثل 10 مكررات

يشير الجدول إلى تباين القيم المدروسة بالنسبة إلى الأحماض الدهنية الحرة في عينات زيت بذور القطن والتي راوحت بين 2.08 – 5.05% في كل من منطقة دمر والمهاجرين على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 3.19±1.11% للعينات المدروسة، وقد بلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 40%، بينما تراوحت النسبة المئوية للقطبية الكلية بين 5.01 – 27.85% في كل من منطقة دمر والمزة (حي 86) على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 16.64±7.34%، وبلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 20% في كل من منطقة باب مصلى والمزة (شيخ سعد) على التوالي، في حين راوح رقم البيروكسيد بين 4.95 – 14.35 وبمتوسط انحراف بلغ 13.7±3.34ملليمكافيء O2/كغ، وقد بلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 10%، بينما كانت قرينة اليود منخفضة في بعض المناطق وراوحت بين 94.7 – 97.9 في كل من منطقة المزة (حي 86) والمزة فيلات على التوالي وضمن مجال الرقم اليودي للزيت الطازج الخام (الجدول1) في بقية المناطق التي راوحت بين 104.4– 108.2 (I2 غ/100غ زيت) في كل من منطقة مساكن برزة ودمر (الطريق العام) على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 101.34±5.36 (I2 غ/100غ زيت)، وقد تركزت العينات المطابقة للمواصفة القياسية السورية في 60% من المناطق المدروسة من حيث قيمة الأحماض الدهنية الحرة، في حين سُجّلت أعلى المخالفات من حيث رقم القطبية الكلية في مناطق المزة (حي86، شيخ سعد) وهي أحياء سكنية مكتظة ويحتوي أحدهما على سوق (شيخ سعد) كثيف الحركة، وكذلك في حي المهاجرين السكني الذي يتميّز أيضاً بحركة مرور كثيفة.

يمكن أن يُعزى ارتفاع القيم السابقة وانخفاض قرينة اليود إلى سرعة تفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة بتفاعلات الأكسدة بوجود الهواء وحرارة القلي، والمحتوى المائي لرطوبة البطاطا المقلية وزيادة عدد مرات قلي البطاطا المتبعة، وقد بَيّنَ كل من (Kamal-Dobarganes and Márquez-Ruiz, 2007 ; Frankel, 2005 ; Eldin *et al.*, 2003) أن التدهور يحدث في الأحماض الدهنية غير المشبعة جميعها، ويكون شديداً مع زياد نسبتها في زيت القلي، وقد اتفقت نتائج البحث مع نتائج بحوث (Masson *et al.*, 1999) المتعلقة بتفكك الزيوت المستخدمة في قلي البطاطا في المطاعم ومحال الأطعمة في فرنسا.

3 – عينات قطع الفروج (البروستد): يبيّن الجدول (4) نتائج التغيّرات في الصفات النوعية المدروسة لزيت بذور القطن المستخدمة في قلي عينات قطع الفروج (بروستد).

الجدول (4) التغيّرات في الصفات الكيميائية لزيت بذور القطن المستخدمة في أثناء قلي عينات قطع الفروج*

رقم العينة	منطقة العينة	الأحماض الدهنية الحرة (%)	القطبية الكلية (%)	رقم البروكسيد (ملليمكافيء O2/كغ)	قرينة اليود (غ I2/100غ زيت)
1	المزة (فيلات غربية)	2.4	17.33	7.30	112.1
2	المزة (حي 86)	2.3	34.62	11.6	118.9
3	المزة (شيخ سعد)	1.6	8.640	11.1	125.2
4	نهر عيشة	2.3	12.02	14.2	116.9
5	الميدان	2.2	13.88	7.01	122.3
6	باب مصلى	2.4	5.600	11.4	135.6
7	مساكن برزة	2.3	13.16	8.90	112.8
8	المهاجرين	2.6	11.58	15.3	100.7
9	الشعلان	1.7	9.740	12.5	127.9
10	دمر (الطريق العام)	3.9	14.05	3.30	117.2
(X±SD)		2.37±1.77	14.06±9.93	10.24±3.62	118.96±11.52
المواصفة القياسية السورية		2.5	25	14	–
العينات المخالفة (%)		**20**	**10**	**20**	–

* النتيجة تمثل 10 مكررات

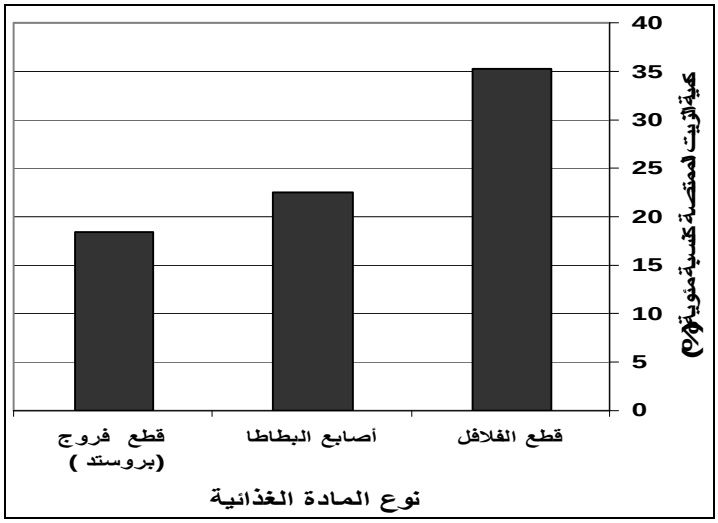
يلاحظ من الجدول أن النسبة المئوية للأحماض الدهنية الحرة في عينات زيت بذور القطن راوحت بين 1.6–3.9% في كل من منطقة المزة (شيخ سعد) ودمر على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 1.77±2.37% للعينات المدروسة، وبلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 20%، في حين كانت النسبة المئوية للقطبية الكلية بين 5.6 – 34.62% في كل من منطقة باب مصلى والمزة (حي 86) على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 9.93±14.06%، وكانت نسبة العينات المخالفة 10% فقط، بينما راوح رقم البيروكسيد بين 7.01 – 15.3 ملليمكافيء O2/كغ في كل من منطقة الميدان والمهاجرين على التوالي وبمتوسط انحراف بلغ 3.62±10.24ملليمكافيء O2/كغ وبلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة 20% وسجلت أعلى مخالفة في منطقة المهاجرين، بينما كانت قرينة اليود منخفضة نسبياً في منطقة المهاجرين فقط (100.7) مقارنة بالزيت الطازج الخام

(الجدول 1)، في حين راوحت في بقية المنـــاطق بـــين 112.1 – 135.6 (I2 غ/100غ زيت) وبمتوسط انحراف بلغ 11.52±118.96 (I2 غ/100غ زيت).

يمكن أن يعزى انخفاض تلك قيم المؤشرات المدروسة عن سابقتها في عينات الفلافـــل وأصابع البطاطا إلى أن عملية القلي قد جرت تحت ضغط عال، ومن ثم كانـــت عمليـــات الأكسدة وتفكك الأحماض الدهنية غير المشبعة بطيئة؛ وذلك نتيجة عدم توافر الهواء فـــي أثناء عملية القلي؛ وهذا ما يتوافق مع عدد العينات المخالفة التي كان عددها أقل مقارنـــة بسابقتها من العينات؛ وهذا يتفق مع كـــل مـــن (Marmesat *et al.*, Orthoefer, 1988 2007;) في بحوثهم عن تقدير الصفات الكيميائية للزيوت المستعملة في قلي المواد الغذائية باستخدام الاختبارات السريعة.

ثانياً – كمية الزيت الممتصة في العينات المدروسة

تتعرض المواد الغذائية في أثناء القلي في الدهون إلى تفاعلات داخلية تتم بين المـــادة الدهنية المستخدمة والمادة الغذائية تؤدي في نهاية العملية إلى امتصاص المـــادة الغذائيـــة لكمية من زيت القلي، وكذلك نزوح قسم من المادة الغذائية إلى الزيت المـــستخدم نتيجـــة الحرارة العالية في أثناء القلي، ويبيّن المخطط (1) كمية الزيت الممتـــصة فـــي عينـــات اقراص الفلافل، وأصابع البطاطا وقطع الفروج (بروستد) مقدرة كنسبة مئوية من المـــادة الغذائية بالحالة الرطبة.



المخطط (1) يبيّن كميات الزيت الممتص في العينات المدروسة مقدرة كنسبة مئوية

يلاحظ من المخطط تفاوت في كميات الزيت الممتصة من الأطعمة المدروسة، ويعود السبب إلى نوع المـــادة الغذائيـــة المقليـــة وتركيبهـــا الكيميـــائي، وقـــد بيّنـــت بحـــوث (Garcia *et al.*, 2003) أن كمية الزيت الممتصة من قبل المادة الغذائية المقليـــة تتعلـــق

بكمية الدهن والمواد النشوية في المادة الغذائية، وكذلك نسبة الدهن التي تغطي المادة والتركيب الكيميائي للزيوت المستعملة في القلي، وقد بلغت كمية الزيت الممتصة 35.3±2.54 %، 22.5±3.65%، 18.4± 3.78% لكل من أقراص الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج على التوالي، ويمكن أن يعزى ارتفاع نسبة الزيت الممتص في أقراص الفلافل وكذلك أصابع البطاطا مقارنة بقطع الفروج إلى ارتفاع نسبة النشويات في تركيبها الكيميائي فضلاً عن أن عملية فرم المواد الأولية في حالة الفلافل تؤدي إلى زيادة سطح التماس مع الزيت، في حين تؤدي طبقة الكسوة الرقيقة المتشكلة من البقسماط (طبقة جلدية مقرمشة – Crispy) على قطع الفروج دوراً جوهرياً في حماية المنتج، ومن ثم خفض نسبة امتصاص الزيت وفقد الرطوبة من المادة الغذائية، كما تمنع امتصاص الزيت على درجات الحرارة العالية التي تصل حتى 180 مْ (Ngoka and Froning, 1982) .

الاستنتاجات

1- ارتفعت قيم النسبة المئوية للأحماض الدهنية الحرة في زيت بذور القطن المستخدمة في قلي الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج ارتفاعاً ملحوظاً رافقه انخفاض في الرقم اليودي، إذ كان شديداً في قطع الفلافل المقلية، وقد بلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفة القياسية السورية 60%، 40%، 20% لكل منهما على التوالي.

2- تباينت قيم المركبات القطبية الكلية في زيت بذور القطن المستخدمة في قلي الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج وكان مرتفعاً في زيت قلي الفلافل، إذ بلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفات القياسية السورية 40%، 20%، 10% لكل منهما على التوالي.

3- ارتفت قيم رقم البيروكسيد في زيت بذور القطن المستخدمة في قلي الفلافل وأصابع البطاطا وقطع الفروج وكان شديداً في عينات الفلافل المقلية، إذ بلغت نسبة العينات المخالفة للمواصفات القياسية السورية 50%، 10%، 20% على التوالي.

4- ارتفعت كمية الزيت الممتص في عينات أقراص الفلافل ارتفاعاً ملحوظاً مقارنة بالعينات المدروسة الأخرى، وقد وصلت حتى 35% في حين امتصت عينات قطع الفروج الكمية الأقل من زيت القلي التي بلغت نحو 18% كحد أقصى.

التوصيات

1- استخدام زيوت عالية المحتوى بالأحماض الدهنية وحيدة عدم الإشباع ومقارنتها بزيت بذور القطن.

2- دراسة تأثير قلي المواد الغذائية الشعبية واسعة الانتشار منزلياً وتجارياً في تغيرات جودة الزيوت الأخرى المستخدمة في القلي.

3- إخضاع أماكن بيع الأطعمة الجاهزة، ولاسيّما الشعبية منها، وكذلك الأسواق ذات الحركة الكثيفة لرقابة وضوابط قانونية رسمية صارمة من قبل الجهات المختصة.

REFERENCES المراجع

Agarwal, D. K., Singh P., Chakrabarty M., Shaikh A. J., Gayal S. G. (2003). Cottonseed oil quality utilization and processing,Technical Bulletin from CICR, NO: 25, Central Institute for Cotton Research Nagpur. (www.cicr .org .in).

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis, 15th Ed., Association of official Analytical Chemists, Washington, DC.

Banks, D. (1996). Relationship Between uptake and Moisture Lose During Frying Potatoes Slices, International Journal of Food Science and technology. Vol.22, pp.233-241.

Blumenthal, M. M. (1991). A New look at the Chemistry and Physics of Deep-Fat Frying, Food Technology.45:68-71.

Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J., Garrido-Polonio, C. (1993). Thermoxi-dative and hydrolytic changes in sun flower oil used in frying with a fast turnover of fresh oil, J. Am. Oil Chem. Soc., 70, 1069.

Dobarganes, C. M. and Márquez-Ruiz, G. (2007). Formation and analysis of oxidized monomeric, dimeric and higher oligomeric triglycerides. In: Deep Frying: Chemistry, Nutrition and Practical Applications – 2nd Edition, pp. 87-110 (ed. M.D. Erickson, AOCS Press, Champaign.

Erickson, D. R. (2006). Production and composition of frying fats, J. Am Oil Chem. Soc.Vol.75, pp.563-568.

Frankel, E.N. (2005). Lipid Oxidation, 2nd ed., The Oily Press, Dundee, U.K.

Firestone, D. (1996). Regulation of frying fat and oil. In Deep Frying. Chemistry, Nutrition, and Practical Applications, Perkins, E.G. and Erickson, M. D., eds., AOCS Press, Champaign, IL, p. 323.

Garcia-Arias, M. T., Garcia-Linaris, M. G., Capit, R. (2003). Deep frying of chicken meat and chicken passed product. change in proximate and fatty acids compositions, Ital. J. Food Sci.15,225.

Gupta, M. K. (2000). Oil Quality Improvement Through Processing. Introduction to Fat and Oil Technology, 2nd ed.,American Oil chemistry , Society publication, Peoria, IL, pp.13-48.

Gutierrez, G., Quijano, R., Dobbarganes, M. (1988). Comparative studies of oxidative stability of edible oil by differential scanning calorimeter and oxidative stability index methods. Food Chemestry.Vol.76,pp.385-389.

Houhoula, D. P., Oreopoulou, V., and Tzia, C. (2003). The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep-fat frying, J. Sci. Food Agric., 83, 314..

IUPAC, Standard method 2.507. (1992a). Determination of polar compounds in frying fats. In Standard Method for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 1st Supplement to the 7th edition, International Union of Pure and Applied Chemistry, ed., Blackwell, Oxford, U.K.

Innawong, B., Mallikarjunan, p., Irundayaraj J., Marcy J. E. (2004a). The determination of frying oil quality using Fourier transform infrared attenuated total reflectance. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 37: 23-28.

Innawong, B., Mallikarjunan P., Marcy, J. E. (2004b). The determination of frying oil quality using a chemosensory system. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 37: 35-41.

Kamal-Eldin, A., Velasco, J., Dobarganes, M. C. (2003). Oxidation of mixtures of triolein and trilinolein at elevated temperatures, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 105, 165.

Marmesat, S., Rodrigues, E., Velasco, J., Dobarganes, M. C. (2007). Quality of used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. Int. J. Food Sci. Technol., 42, 601-608.

Masson, L., Robert, P., Izaurieta, M. (1999). Fat deterioration in deep fat frying of French fries potatoes at restaurant and food shop sector, Grasas y Aceites, 50, 460.

Mcdonald, B. E. and Eskin, M. N. (2006). Role of fat in the diet. Deep frying, Chemistry, Nutrition, and Practical Applications. AOCS Press, Urbana .IL, pp.167-171.

Ngoka, D. A and Froning, G. W. (1982). Poultry Science., New York, USA. Vol.61.pp 229.

Niewiadomski, H. (1984). Surowce tłuszczowe, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Orthoefer, F. T. (1988). Care of food service frying oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 65(9): 1417-1419.

Romero, A., Sánchez-Muniz, F. J., and Cuesta, C. (2000b). Deep fat frying of frozen foods in sunflower oil. Fatty acid composition in fryer oil and frozen pre-fried potatoes, J. Sci. Food. Agric., 80, 2135.

Rosell, J. B. (2001b). Factors affecting the quality of flying oil and fats, Frying – Improving Quality. Wood head publishing, Cambridge, U.K .pp.1-115.

Peers, K. E., and Swoboda, A. T. (1982). Deterioration of sunflower seed oil under simulated frying conditions and during small-scale frying of potato chips, J. Sci. Food Agric., 33, 389.

Sánchez-Muniz, F. J., Bastida, S., Márquez-Ruiz., G., Dobarganes, C. (2008). Effect of Heating and Frying on Oil and Food Fatty Acids, Fatty Acid in food and Their health, Tylore and Francis Group. NW. Boca Raton, FL.pp.511-535.

الحاج علي أ، سماك ع. (2011). تغيرات جودة زيت بذور القطن أثناء قلي فخذ الفروج بنظام الإضـــافة المتقطع للزيت، مجلة جامعة الفرات للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، عدد 11.

هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة. (2003). المواصفة رقــم 2745، نقطـــة التخلص من زيوت القلي المستعملة، دمشق ، سورية.

Received	**2012/09/30**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2012/12/19**	**قبول البحث للنشر**