تأثير أشعة الميكروويف في بكتيريا *E.coli* الموجودة في الحليب وفي الجبن الأبيض الطازج

عهد أبو يونس[1] و سمير سليق[2] و صياح أبو غرة[2]

الملخَّص

هدف البحث إلى معرفة مدى فعالية استخدام فرن الميكروويف وتأثيره في تقليل التعداد أو القضاء على بكتيريا *Escherichia coli* في الحليب الملوث بها، وفي الأجبان البيضاء الطازجة السورية المصنعة. لُوِّث الحليب ببكتيريا *E. coli* بتعداد 10^5-10^6 خلية/مل حليب، ومن ثم عُرِّض لأشعة الميكروويف لفترات زمنية مختلفة (10 ثا، 20 ثا، 40 ثا، 60 ثا و80ثا)، كما صُنِّع الجبن الأبيض بالطريقة التقليدية من الحليب نفسه الملوث ببكتيريا *E.coli* بتعداد 10^6-10^7 خلية/مل حليب، وعُرّض لأشعة الميكروويف لفترات زمنية مختلفة (90 ثا، 120 ثا، 150 ثا، 180 ثا، 240 ثا، و300 ثا) بعد غمرها بماء مقطر معقم. ووُجد أن مدة 60 ثا كانت كافية للقضاء على بكتيريا *E. coli* في عينات حليب وصلت حرارتها إلى 90 °س. وأنّ مدة 240 ثا كانت كافية للقضاء على بكتيريا *E. coli* في قطع الجبن عرضت لفترة 240 ثا وصلت حرارتها إلى 85 °س، أو فترة 300 ثا، ووصلت حرارتها إلى 100°س. وقد ساعد وجود الماء على رفع درجة حرارة القطع بدرجة توازي درجة حرارته، إضافة إلى أن وجود الماء الساخن، الذي وصلت درجة حرارته إلى 100 °س ساعد أيضاً بدرجة كبيرة في القضاء على بكتيريا *E. coli* الموجودة في قطع الجبن.

الكلمات المفتاحية: أشعة الميكروويف، الحليب، الأجبان البيضاء، الايشريشيا القولونية.

[1] مدرس، [2] استاذ، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

Effect of microwave rays on *E. coli* in milk and in fresh white cheese

Abou Younies, A.[(1)], S. SLik [(2)] and S. Abou Ghora[(2)]

Abstract

The objective of this investigation was to determine the effective of microwave radiation on *Escherichia coli contaminating milk* (10^5 -10^6 Cell/ml) and in white cheese manufactured of milk contaminated with 10^6-10^7 Cell/ml by traditional method. Samples of milk were exposed to radiation of microwave for different periods (10, 20, 40, 60 and 80 sec) and cuts of white cheese were immersed into sterilized distilled water and exposed to radiation of microwave for 90 sec, 120 sec, 150 sec, 180 sec, 240 sec, and 300 sec. Results showed that the duration of 60 sec was enough to eliminate the *E. coli in milk heated up to* 90 °C and that the duration of 240 sec or 300 sec. was also enough to eliminate E. coli in cuts of cheese when heated up to 85 °C or 300 sec, respectively. The presence of hot water (100 °C), greatly helped to eliminating bacteria *E. coli* in cutting cheese. It was also found that the use of microwave radiation was safety to destroy *E. coli* in milk and white cheese.

Keywords: Microwave, Milk, White cheese, *E. coli*.

[(1)] Assistant Prof., [(2)] Prof. Dep. Food Sci., Fac. Agric., Damascus Univ.

المقدمة

أجريت عملية الطهي باستخدام أشعة الميكروويف خلال السنوات الأخيرة بكثرة، لما لها من أهمية في تحضير الطعام وتسخينه بسرعة، فضلاً عن توفير الطاقة المستخدمة في الأفران التقليدية التي تعمل بالكهرباء أو الغاز في تسخين المواد الغذائية، التي تحتاج إلى زمن طويل مقارنة بالميكروويف. كما جاءت هذه التقنية وسيلةً سريعة تتماشى مع متطلبات الحياة العصرية من حيث التطور العلمي والتقني من جهة، وتلبية لحاجة المستهلك في الحصول على وجبة سريعة في طريقة التحضير والتسخين من جهة أخرى (Schlegel، Tajchakavit ; 1992 وزملاؤه، 1998). وعلى الرغم من ذلك، مازالت المعلومات العلمية غير كافية، وأحياناً متضاربة في نتائج استخدام أشعة الميكروويفن على الغذاء ونوعيته من جهة، و على الحمولة الميكروبية الموجودة فيه (Dumuta-Codre وزملاؤه، 2010) من جهة أخرى.

ويحتوي فرن الميكروويف على أنبوب فراغي إلكتروني مغناطيسي، يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة إشعاعية على هيئة أمواج قصيرة عالية التردد، عديمة اللون والرائحة وغير مرئية. وعندما تصطدم هذه الأمواج بجزيئات الطعام، وبشكل خاص بجزيئات الماء، يحدث احتكاك حراري بينها، بسبب حركتها الناتجة عن التغيير في المجال المغناطيسي بمعدل 250 مليون دورة في الثانية، وهذا يؤدي إلى إنتاج طاقة تعمل على طهي الطعام أو تسخينه (Vladimir و Milan، 1999؛ Vladimir وزملاؤه، 2004؛ Vladimir وزملاؤه، 2005).

وخلال السنوات الأخيرة، بدأ الاهتمام بالقضاء على الأحياء الدقيقة المسببة للفساد في الأغذية والبكتيريا الممرضة باستخدام تقنيات التشعيع، وخصوصاً بعد تزايد القلق من استخدام المواد الكيميائية في حفظ الأغذية (Celis وزملاؤه، 1999؛ Canumir وزملاؤه، 2002). وكانت عملية التعريض لأشعة الميكروويف لا تسبب التأثير غير المرغوب في لون المادة الغذائية أو قوامها بعكس عملية البسترة التقليدية (Canumir وزملاؤه، 2002؛ Harlfinger، 1992؛ Mertens و Knorr، 1992؛ Kozempel وزملاؤه، 1998).

وبناء على توصية خلصت لها دراسة للعالمين J.S.Thompson و A.Thompson، بُدئ منذ عام 1990، باستخدام أشعة الميكروويف لإطالة فترة حفظ المواد الغذائية المَصنعة منزلياً. وبين العديد من الدراسات تأثير أشعة الميكروويف في خفض أعداد الأحياء الدقيقة الموجودة في الأغذية، وخاصة في لحم الديك الرومي، ولحم البقر، وحليب الصويا، ولحم الدجاج، والأطعمة المجمّدة (Woo وزملاؤه، 2000).

كما أشارت الدراسات إلى أن أشعة الميكروويف تقضي على مجموعة من البكتيريا الممكن وجودها في الأغذية عموماً، كبكتيريا *Escherichiacoli*،

Staphylococcusaureus ،*Clostridiumperfringens* ،*Enterococcusfaecalis*، *Salmonella*، و *Listeria* (Atmaca وزملاؤه، 1996؛ Valsechi وزملاؤه، 2004؛ Fregel وزملاؤه، 2008؛ Farber وزملاؤه، 199؛ Woo وزملاؤه، 2000)، ولاسيما أن المعاملة باستخدام أشعة الميكرويف تسمح بالوصول إلى تقليل الحمولة الجرثومية بأقل وقت ممكن، وبالتالي تحافظ على الخواص الحسية للمواد الغذائية بشكل عام (Olhagaray، 1996). وعلى الرغم من تعدد الدراسات حول تأثير أشعة الميكروويف في الأحياء الدقيقة باختلاف الأغذية، ما زالت آلية القضاء على البكتيريا في الأغذية غير مفهومة بشكل كامل، ومن الممكن ردها إلى التدمير الذي يحدث في الجدار الخلوي للبكتيريا نتيجة درجات الحرارة العالية في المادة المعرضة لأشعة الميكروويف (Woo وزملاؤه، 2000؛ Kozempel وزملاؤه، 1998). كما أن معاملة الأغذية بأشعة الميكروويف يتأثر بحجم المادة الغذائية ومدة التعرض إضافة إلى نوعية جهاز الميكروويف نفسه المستخدم (Canumir وزملاؤه، 2002).

الأهداف

معرفة مدى فعالية استخدام أشعة الميكروويف وتأثيره في تقليل تعداد بكتيريا *Escherichia coli* أو القضاء عليها في الحليب الملوث بها وفي الجبن الأبيض المصنع من ذلك الحليب بالطريقة التقليدية.

مواد البحث وطرائقه

قسم البحث إلى مرحلتين: أجريت المرحلة الأولى على الحليب، وهي تتلخص بانتقاء حليب ذي نوعية جيدة وإخضاعه لمعاملة حرارية على الدرجة 65 ْس مدة 30 دقيقة، وتبريده إلى الدرجة 30 ْس، ثم تلقيحه بجو معقم ببكتيريا *Escherichia coli*–المنمطة في مخبر الميكروبيولوجيا في قسم علوم الأغذية بكلية الزراعة، بتعداد 10^5-10^6 خلية /مل حليب. ثم ترك الحليب مدة ساعتين في حاضنة درجة حرارتها 35 ْس. بعدها عُرّض الحليب الملوث إلى أشعة الميكروويف لفترات زمنية مختلفة (10 ثا، 20 ثا، 40 ثا، 60 ثا، 80 ثا)، وبكمية 150 مل لكل تجربة ومكرر، والميكروويف 2450 ميغا هيرتز من شركة سامسونغ منزلي- بحجم 0.045 $م^3$ بقوة 720 فولط، و قيست درجة حرارة الحليب باستخدام ميزان حراري زئبقي معقم بالكحول. جرت التجربة باستخدام ثلاثة مكررات، بعدها تُحرّي عن وجود بكتيريا *E. coli* وفق خطوات طريقة (Renye وزملاؤه، 2008): تمتد دراسة أعداد بكتيريا *E. coli* باستخدام بيئة VRB أغار Violet Red Bile agar من شركة Scharlau –الاسبانية، وذلك بالتحضين على الدرجة 45 °س، وقد اعتبرت المستعمرات النامية على هذا الوسط ذات اللون الأحمر الأرجواني والمحاطة بهالة بنفسجية (ناتجة عن ترسيب أملاح الصفراء) مستعمرات نموذجية، وأجري العدّ على الأطباق.

أما المرحلة الثانية فقد أجري من خلالها تصنيع جبن أبيض بالطريقة التقليدية من حليب انتقي من النوعية الجيدة (خال من الأوساخ ونسبة الجوامد فيه 11%) (وهو من الحليب نفسه المستخدم في المرحلة السابقة) ووضعه ضمن وعاء زجاجي محكم الاغلاق، وإخضاعه لمعاملة حرارية في الدرجة 65 س مدة 30 دقيقة، ثم بُرّد الحليب إلى الدرجة 30 س، وبعدها لُقّح بجو معقم ببكتيريا *E. coli*، بتعداد 10^{6}-10^{7} خلية /مل حليب. وترك الحليب مدة 2 ساعة في حاضنة درجة حرارتها 35 س، ثم أضيف إليه كلوريد الكالسيوم (بنسبة20 غرام لكل 100 كغ حليب)، والمنفحة (بنسبة 2.5 غرام/ 100 كغ حليب). ثم تُرك المزيج مدة 45 دقيقة حتى تشكلت الخثرة، ومن ثمّ فُصل المصل المتكون بطريقة معقمة، إلى دورق معقم. أما الخثرة المتبقية فجرى كبسها بوساطة عبوة زجاجية نظيفة في قعر الوعاء الزجاجي مع إحكام إغلاقه مدة يوم كامل ووضعها بالبراد.

بعدها عُرّضت الأجبان لأشعة الميكروويف وتُحرّي عن تعداد بكتيريا *E. coli* وفق الخطوات التالية: أجريت التجربة على 7 قطع من الجبن المصنع مخبرياً بالطريقة التقليدية، ذات أبعاد 2×2×2 سم بهدف الحصول على تجانس بين السطوح المعرضة للمعاملة بالأشعة ضمن جهاز الميكروويف، وتركت قطعة بوصفها شاهداً، ثم وضعت كل قطعه على حدة في وعاء زجاجي معقم يحتوي على ماء مقطر معقم يغمر القطع (200 مل)، عُرّضت القطع بعدها لأشعة الميكروويف (90 ثا، 120 ثا، 150 ثا، 180ثا، 240 ثا، 300 ثا). وقيست درجة حرارة قطع الجبن والماء باستخدام ميزان حراري زئبقي معقم بالكحول، تحُرّي بعدها عن بكتيريا *E.coli* في الجبن عن طريق خطوات الكشف المذكورة بالمرحلة الأولى وفق Renye وزملائه (2008). وقد جرت التجربة بمرحلتيها باستخدام ثلاثة مكررات. أجري التحليل الاحصائي باستخدام برنامج SPSS17.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) نتائج تواجد بكتيريا *E.coli* في الحليب للمكررات الثلاثة، الملقح بتعداد 10^{5}-10^{6} خلية/مل حليب، وتعريضه لأشعة الميكروويف.

الجدول (1) نتائج الكشف عن بكتيريا *E.coli* في الحليب

الزمن (ثا)	المكرر 1		المكرر 2		المكرر 3		المتوسط	
	الحرارة س	التعداد	الحرارة س	التعداد	الحرارة س	التعداد	الحرارة س	التعداد
(الشاهد)	-	$^{6}10$-$^{5}10$	-	$^{6}10$-$^{5}10$	-	$^{6}10$-$^{5}10$	-	$^{6}10$-$^{5}10$
10	30	$^{6}10$-$^{5}10$	31	$^{6}10$-$^{5}10$	31	$^{6}10$-$^{5}10$	30.6	$^{d6}10$-$^{5}10$
20	41	$^{4}10$-$^{3}10$	40	$^{4}10$-$^{3}10$	42	$^{4}10$-$^{3}10$	41	$^{C4}10$-$^{3}10$
40	68	$^{1}10$-$^{2}10$	66	$^{1}10$-$^{2}10$	68	$^{1}10$-$^{2}10$	67.33	$^{b1}10$-$^{2}10$
60	90	**-	90	0	91	-	90.33	^{a}-
80	98	-	97	0	97	-	97.33	^{a}-

* الأحرف ضمن العمود تعبر عن وجود فروق ذي دلالة إحصائية ($p < 0.05$)

** انعدام وجود البكتيريا المدروسة

يظهر الجدول (1) انخفاض تعداد بكتيريا *E.coli* في المكررات الثلاثة لينعدم عند المعاملة على 60 ثا، فقد بلغ متوسط درجة الحرارة حوالي 90 الحرارة ْس، على الرغم من عدم الوصول إلى درجة الغليان، هذا يتوافق مع Dumuta-codre وزملائه (2010)، كما يتوافق مع ما ذكره Jay (1996) و Choudharya وزملائه (2011)، من أن بكتيريا *E. coli* تموت عند إجراء معاملة حرارية في الدرجة 60 الحرارة ْس مدة 30 دقيقة، علماً أن درجة حرارة الحليب وصلت إلى أعلى من 60 الحرارة ْس عند الزمن 40 ثانية، في الميكروويف. إلا أن هذا الزمن كان غير كاف للقضاء على وجود البكتيريا المدروسة، وبالتالي احتاج انخفاض تعداد بكتيريا *E.coli* إلى زيادة الفترة الزمنية في التعرض لأشعة الميكروويف. وهذا يتوافق مع نتائج Dumuta-codre وزملائه (2010) من ناحية، ومن ناحية أخرى من الممكن أن تلعب مكونات الحليب نفسها، ولاسيما البروتينات، دور في حماية البكتيريا في أثناء التعريض لأشعة الميكروويف وخاصة في الفترات القصيرة. إلا أن هذا الدور ينعكس سلباً وخاصة عند امتصاص هذه البروتينات كمية من الحرارة (William و Australian، 2002؛ Vladimir وزملاؤه، 2004). كما أن التعرض لأشعة الميكروويف تعدّ أكثر كفاءة من المعاملة التقليدية للحرارة بحسب (Canumir وزملاؤه، 2002). ولم يُعرَّض الحليب لفترة زمنية أطول بسبب فوران الحليب ضمن الميكروويف، علماً بأن الحليب المعامل بالفترات السابقة حافظ على صفاته الحسية ولم تظهر عليه أية تغيرات ملحوظة في لونه أو رائحته.

وقد بينت الدراسة الإحصائية وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($p < 0.05$) بين المعاملات التي جرت على الحليب الملوث ببكتيريا *E . coli* باستخدام أشعة الميكروويف، ووجدت الدراسة أن أكثر المعاملات تأثيراً في أعداد بكتيريا *E. coli* هي المعاملة عند الزمن 80 ثانية (عند الانعدام التام للبكتيريا الممرضة المدروسة)، التي لها فرق معنوي عن باقي المعاملات بأشعة الميكروويف، يبلغ (LSD=1.3). يظهر الجدول (2) نتائج المكررات الكشف عن بكتيريا *E.coli* في الأجبان المصنعة من حليب ملوث، وتعريضها لأشعة الميكروويف.

الجدول (2) نتائج تواجد بكتيريا *E .coli* في الأجبان

الزمن (ثا)	المكرر 1			المكرر 2			المكرر 3			المتوسط		
	الحرارة ْس		التعداد	الحرارة ْس		التعداد	الحرارة ْس		التعداد	الحرارة ْس		التعداد
	الماء	الجبن		الماء	الجبن		الماء	الجبن		الماء	الجبن	
الشاهد	-	-	$^{7}10-^{6}10$	-	-	$^{7}10-^{6}10$	-	-	$^{7}10-^{6}10$	-	-	$^{7}10-^{6}10$
90	47	40	$^{6}10-^{5}10$	48	40	$^{6}10-^{5}10$	47	40	$^{6}10-^{5}10$	47.33	40	$^{d6}10-^{5}10$
120	55	50	$^{6}10-^{5}10$	53	50	$^{6}10-^{5}10$	55	51	$^{6}10-^{5}10$	54.33	50.33	$^{d6}10-^{5}10$
150	63	57	نحو 10^{4}	62	57	نحو 10^{4}	62	56	نحو 10^{4}	62.33	56.67	^{c} نحو 10^{4}
180	80	80	نحو 10^{3}	81	81	نحو 10^{3}	81	81	نحو 10^{3}	80.67	80.67	^{b} نحو 10^{3}
240	85	85	**-	85	85	-	85	-		85	85	^{a} -
300	100	100	-	100	100	-	100	-		100	100	^{a} -

* الأحرف ضمن العمود تعبر عن وجود فروق ذي دلالة إحصائية ($p < 0.05$)

** انعدام وجود البكتيريا المدروسة

يلاحظ من الجدول (2) أن متوسط درجة حرارة الجبن 40 ْس كان عند المعاملة مدة 90 ثانية، في حين كانت درجة حرارة المياه 47.33 ْس. وكان تعداد بكتيريا *E.coli* 10^{5}-10^{6}خلية/غرام، في حين انعدم وجود بكتيريا *E.coli* عند تعريض الجبن مدة 240 ثانية، غذ أصبح متوسط درجة حرارة الجبن مساوياً لمتوسط درجة حرارة المياه المستخدمة 85 ْس، وهذا يتوافق مع ما ذكره Jay (1996) وChoudhary وزملاؤه، (2011).

وتعتمد فعالية تأثير الأشعة ليس على تعداد البكتيريا في الغرام على نوعية المادة الغذائية المعرضة للأشعة والفترة الزمنية للتعرض (Belyaev وزملاؤه، 1992). ويعود التأثير القاتل لأشعة الميكروويف إلى تأثير الحرارة الناتجة الممتصة في المادة الغذائية، والتي تسبب تخريب في المادة البروتينية للبكتيريا الممرضة، فضلاًعن تأثير الحرارة في ناقلية الجدار الخلوي (Datta وDavidson، 2000؛ Heddleson وDoores، 1994). ومن الممكن بالتالي أن تستخدم أشعة الميكروويف لتعقيم الأغذية بشكل عام والجبن الأبيض بشكل خاص. وهذا يتوافق مع Valsechi وزملائه (2004).

وبينت الدراسات أن كفاءة استخدام أشعة الميكروويف في التعقيم تتعلق بنسبة الرطوبة وبنسبة المواد الصلبة الذائبة بالمادة الغذائية نفسها. وهذا يسمح بإطالة فترة التعرض للأشعة والحصول بالتالي على كفاءة أعلى (Valsechi وزملاؤه، 2004؛ Dumuta-codre وزملاؤه، 2010). وهذا ما لوحظ في تجربتنا عند تعريض الحليب والجبن الأبيض، علماً بأن الجبن المعامل بالفترات الزمنية السابقة حافظ على صفاته الحسية ولم تظهر عليه أعراض احتراق أو تشوه ظاهرية.

وقد بينت الدراسة الإحصائية وجود فروق بدلالة إحصائية بين المعاملات التي جرت على الجبن الأبيض المصنع من الحليب الملوث ببكتيريا *E.coli* باستخدام أشعة الميكروويف SIG<0.005، ووجدت الدراسة أن أكثر المعاملات تأثيراً في أعداد بكتيريا *E.coli* هي المعاملة عند الزمن 300 ثانية، التي لها فرق معنوي عن باقي المعاملات بأشعة الميكروويف بقيمة (LSD=1.5).

واستنتج بأنً معاملة الحليب بالميكروويف لفترة 60 ثانية ولدرجة حرارة أعلى من 68 ْس تكون كافية للقضاء على بكتيريا *E.coli* في الحليب الملوث بها، وأن استخدام جهاز الميكروويف لفترة لا تقل عن 240 ثانية، بدرجة حرارة أعلى من 85 ْس كاف للقضاء على بكتيريا *E.coli* في الجبن الأبيض الطازج المحلي بعد غمره بالماء وبحجمٍ 2 $سم^{3}$ لقطعة الجبن.

References المراجع

Atmaca S, Z. Akdag, S. Dasdag and S. Celik. 1996. Effect of microwaves on survival of some bacterial strains. Acta Microbiological Immunology Hungarica, 43:371–378.

Belyaev, I. Y., Y. D. Alipov, Schcheglov, V. and V. N. Lystsov. 1992. Resonance effect of microwaves on the genome conformational state of E.coli cells. Moscow Engineering Physics Institute, 47(7-8):621-627.

Canumir, J. A., J. E.Celis, J. Bruijn and L. V. Vidal. 2002. Pasteurisation of Apple Juice by Using Microwaves. Elsevier Science Ltd. All rights reserved.35:389–392

Celis, J., J. Canumir and P. Melin. 1999. Controlling coliform bacteria by using ultraviolet light. Agribiological Research، 52: 281–286.

Choudharya, R., S. Bandlaa, D.G.Watsona, J. Haddockb, A., Abughazalehc and B. Bhattacharyad. 2011. Performance of coiled tube ultraviolet reactors to inactivate Escherichia coli W1485 and Bacillus cereus endo spores in raw cow milk and commercially processed skimmed cow milk. Journal of food Engineering. 107(1): 14-20.

Datta, A. K., and PM. Davidson. 2000. Microwave and radio frequency processing. Journal of Food Science–Supplement Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies, 65: 32–41.

Dumuta-Codre, A., O.,Rotaru, L. Giurgiulescu, F. Boltea, L., Crisan, and B. Neghelea. 2010. Preliminary Researches Regarding the Microwaves Influence on the Milk Microflora. FasciculaBiologie 1: 103-107.

Farber J M, J. Y. D.Aoust, M. Diotte, A. Sewell and E. Daley. 1998. Survival of *Listeria* spp. on raw whole chickens cooked in microwave ovens.Journal of Food Protection.61:1465–1469

Fregel, R., V. Rodriguez, and V. M. Cabrera. 2008. Microwave improved Escherichia coli transformation. Letters in Applied Microbiology. 46: 498-499.

Harlfinger, L. 1992. Microwave sterilization. Food Technology, 46:57–61

Heddleson, R. A. and S. Doores. 1994. Factors affecting microwave heating of foods and microwave induced destruction of foodborne pathogens – a review. Journal of Food Protection, 57: 1025–1037.

Jay, J. M., 1996. Modern food Microbiology – fifth edition. Chapman and Hall New – York. 478- 506.

Kozempel, M., B. A., Annous, R., Cook, O.J. Scullenand R. Whiting. 1998 Innactivation of microorganisms with microwaves at reduced temperatures. Journal of Food Protection, 61, 582–585.

Mertens, B. and D., Knorr. 1992. Developments of nonthermal processes for food preservation. Food Technology, 46:124–133.

Olhagaray, J. M. 1996. Industria de jugos de fruta y derivados: algunosavancestecnologicosrecientes. Agroeconomico, 32:12–16.

Renye J. A., G. A., Somkuti, B., Vallejo-Cordoba, D. L. Van Hekken, and A.E., Gonzalez-Cordova. 2008. Characterization of the microflora isolated from Queso Fresco made from raw and pasteurized milk. Journal Food Safety 28: 59–75

Schlegel, W. 1992. Commercial pasteurisation and sterilization of food products using microwave technology. Food Technology, 46:62–63

Tajchakavit, S., H. S. Ramaswamy and P. Fustier, 1998. Enhanced destruction of spoilage microorganisms in apple juice during continuous flow microwave heating. Food Research International, 31: 713–722.

Thompson, J. S. and A. Thompson. 1990. In-home pasteurisation ofraw goat's milk by microwave treatment. International Journal of Food Microbiology., 10: 59–64.

Valsechi, O. A., J., Horii and D., De Angelis. 2004. Theeffect of microwaves on microorganisms. Arquivos doInstitutoBiologico. São Paulo, 71(3): 399-404.

Vladimir, C., K., Jana, K., Jindrich and H., Milan. 2005. Microwave photochemistry III: Photochemistry of 4-tert-butylphenol. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry., 174:38–44

Vladimir, C., K., Jana, K., Jindrich and H., Milan. 2004. Microwave photochemistry: II. Photochemistry of 2-tert-butylphenol. Journal Photochemistry and Photobiology A: Chemistry., 168:197–204

Vladimir C. and H., Milan. 1999. Microwave photochemistry. Photoinitiated radical addition of tetrahydrofuran to perfluorohexylethene under microwave irradiation. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry., 123: 21-23

Woo, I. S, I. K., Rheeand and H. D. Park. 2000. Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure. Applied Environmental Microbiology. 66 (5): 2243 – 2247.

Received	**2013/10/31**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2014/05/18**	**قبول البحث للنشر**