الملخص العربي

دراسات على المعاملات الحرارية لبعض الأغذية

تشكل المعاملات الحرارية وصناعة التعليب جزءً هاماً وكبيراً في مجال الصناعات الغذائية بمصر ولذا أجري هذا البحث بغرض :-

١- دراسة التغيرات الكيماوية والميكروبيولوجية والحسية التي تحدث للخضروات مثل الفاصوليا والبسلة والباميا الخضراء أثناء عملية السلق.

٢- عزل وتعريف الميكروبات الهوائية المعزولة من الخضروات المختلفة التي تنتمي إلى تحت جنس الـ *Bacillus* وتقدير وقت النقص العشري (D) وأيضاً قيمة (Z) للميكروبات التالية

B. subtilis, B. coagulans , B. stearothermophilus, B. cereus
B. licheniformis

٣- دراسة التخلل الحراري للخضروات المعلبة المختلفة سواء في المحاليل الملحية أو في صلصة الطماطم. وإيجاد الثوابت الحرارية لكل منها مثل j_c, j_h, f_h.

٤- دراسة الوقت الأمثل للمعاملة الحرارية tB بالطريقة الحسابية.

ويمكن تلخيص النتائج المتحصل عليها فيما يلي :-

١- أجريت معاملات سلق مختلفة لمدد مختلفة (١ ، ٣ ، ٥ دقائق) على كل من الفاصوليا الخضراء والبسلة الخضراء والباميا الخضراء. وقد أدت عملية السلق إلى إنخفاض في محتوى المكونات الكيماوية.

٢- أثرت عملية التعليب في إنخفاض جميع المكونات الأساسية (مثل البروتين والرماد والدهون والألياف) في جميع الخضروات كنتيجة للمعاملة الحرارية مع ملاحظة أن تعليب الخضر في محلول ملحي ١,٥٪ أدت إلى زيادة

الإنخفاض في هذه المكونات عما في حالة تعليب الخضر في صلصة الطماطم.

٣- وجد كذلك أن معظم العناصر المعدنية مثل البوتاسيوم (K) والحديد (Fe) والفوسفور (P) والكالسيوم (Ca) قد انخفضت بعد عملية التعليب في حين زادت نسبة الصوديوم (Na) كنتيجة لإضافة ملح الطعام في المحلول الملحي أو في صلصة الطماطم بنسبة ١,٥٪.

٤- كان الحمل الميكروبي للفاصوليا والباميا الخضراء أعلى من البسلة الخام وذلك يرجع إلى تغليف حبوب البسلة بغلاف واقي (القرون).

٥- أدت عملية سلق الخضروات لمدد مختلفة إلى نقص العدد الكلي للبكتيريا من ٩٠ - ٩٦٪ طبقاً لمدد السلق المختلفة.

٦- أدت عملية التعليب في الخضروات (الفاصوليا - البسلة - الباميا) إلى زيادة معدل النقص في المحتوى الجرثومي إلى حد كبير حتى وصل عدد الجراثيم إلى أقل من ٣٠ جرثومة/٢٥جم.

٧- وجد أن العينات المعاملة حرارياً على ١١٢,١م (٢٣٣,٧٨ف) أعطت كميات كبيرة نسبياً من الجراثيم حيث بلغت الجراثيم الميزوفيلية ٤ ، ٢ ، ٥ جرثومة/٢٥جم والثيرموفيلية ٢ ، ٢ ، ٢ جرثومة/٢٥جم للفاصوليا والبسلة والباميا المعلبة في المحلول الملحي على الترتيب بينما بلغت البكتريا الميزوفيلية ٢ ، ١ ، ٢ جرثومة/٢٥جم والثيرموفيلية ٢ ، ١ ، ٢ جرثومة/٢٥جم للفاصوليا والبسلة والباميا المعلبة في صلصة الطماطم على الترتيب.

٨- رتبت البكتيريا العصوية (*Bacillus*) المعزولة والمصنفة من الخضروات المختلفة الناتجة من ٢٤٠ مستعمرة لأي من الخضروات الخام والخضروات المعلبة قبل التعقيم وبعد إجراء عملية Exhausting ترتيباً تنازلياً فكانت ٧ ، ٧، ٦ ، ٦ ، ٦ ، ٥ ، ٤ ، ٤ مستعمرة لكل من

B. subtilis B. licheniformis, B. brevis B. stearothermophilus, B. macerans, B. cereus, B.coagulans, B. polymexa , B. megaterium

للفاصوليا الخضراء المعلبة في المحلول الملحي ، بينما المعزولة من البسلة الخضراء المعلبة في المحلول الملحي رتبت تنازلياً فكانت ٦ ، ٦ ، ٤ ، ٤، ٤ ، ٤ ، ٢ مستعمرة لكل من

B. licheniformis ، *B. subtilis* ، *B. megaterium* ، *B. cereus*، *B. coagulans*، ، *B. macerans* ، *B. stearothermophilus* ، *B. brevis* بينما المعزولة من الباميا الخضراء المعلبة في المحلول الملحي رتبت تنازلياً فكانت ٩، ٩، ٨ ، ٨ ، ٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣ مستعمرة لكل من، *B. subtilis* ، *B. cereus* ، *B. coagulans* ، *B. macerans* ، *B. polymexa* ، *B. brevis* ، *B. stearothermophilus* على الترتيب.

بينما رتبت تنازليـــاً فكانت ٧ ، ٧ ، ٧ ، ٦ ، ٦ ، ٥ ، ٥ ، ٤ مستعمرة لكل من *B. subtilis* ، *B. licheniformis* ، *B. brevis* ، *B. stearothermophilus* ، *B. macerans* ، *B. cereus* ، *B. polymexa* ، *B. megaterium* ، *B. coagulans* للفاصوليا الخضراء المعلبة في صلصة الطماطم ، بينما المعزولة من البسلة الخضراء المعلبة في صلصة الطماطم رتبت تنازليـــاً فكانت ٦ ، ٦ ، ٥ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، ٣ ، ٢ مستعمرة لكل من *B. cereus* ، *B. megaterium* ، *B. licheniformis* ، *B. subtilis* ، *B. macerans* ، *B. brevis* ، *B. stearothermophilus* ، *B. coagulans* ، بينما المعزولة من الباميـــا المعلبـــة في صلصـــــة الطماطم فَرُتِبَتْ تنازلياً فكانت ١٠، ٨ ، ٨ ، ٧ ، ٦ ، ٥ ، ٥ ، ٤ مستعمرة لكل من *B. subtilis*، *B. cereus* ، *B. coagulans* ، *B. polymexa* ،*B. macerans* ،*B. brevis* ، *B. stearothermophilus*، *B. licheniformis* على الترتيب.

٩- أظهرت النتائج أن *B. licheniformis*، *B. coagulans* أعطى أقل قيم للـ D (وقت النقص العشري) على مختلف درجات حرارة التسخين المستخدمة ، بينما *B. stearothermophilus* أعطى أعلى القيم على نفس درجات حرارة التسخين ، بينما قيم الـ D لكل من *B. cereus*، *B. subtilis* كانت في الوسط

بينهما. لوحظ أن قيم الـ D_{212} للـ *B. stearothermophilus*، *B. cereus*، *B. subtilis*، *B. coagulans*، *B. licheniformis* والمعلقة في مستخلص الخضروات المعلبة المختلفة كانت ٢٣٠، ٢,٥،٢,٥، ١,٨، ١,٦ دقيقة على الترتيب ، بينما كانت القيم ٢٨ ، ٠,٩٥،٠,٨٨ ، ٠,٧٥، ٠,٦٦ دقيقة على ٢٣٠°ف ، ٢,٠٠، ٠,٢٩، ٠,٢٩، ٠,٢٩، ٠,٢٦ دقيقة على درجة ٢٥٠°ف على التوالي ، بينما كانت قيم الـD_{212} لنفس الجراثيم والمعلقة في محلول فوسفات pH = 7 كانت ٢٥٠ ، ٣,٠ ، ٢,٨ ، ٢,١ ، ٢,٠ دقيقة على الترتيب ، بينما كانت القيم ٣٤ ، ١,٠٥ ، ١,٠٥ ، ٠,٨٥ ، ٠,٨٥ دقيقة على ٢٣٠°ف ، ٣,٦٨ ، ٠,٣٧ ، ٠,٣٩ ، ٠,٣٣ ، ٠,٣٢ دقيقة على درجة ٢٥٠°ف على الترتيب.

١٠-حسبت قيم الـ Z (عدد درجات الحرارة اللازمة لإنقاص قيمة الـ D إلى ١٠٪) للأصناف المختلفة من جراثيم الـ *Bacillus* من منحنيات القتل الحراري فكانت قيمة الـ Z بالدرجات الفهرنهيتية للـ *B. coagulans*، *B. cereus*، *B. subtilis*، *B. stearothermophilus* والمعلقة في مستخلص الخضروات المعلبة المختلفة كانت ٤٦,٤٤ ، ٤٣,٩٢ ، ٤٣,٥٦ ، ١٨,٦٠ °ف على الترتيب.

١١- حسبت أقل فرق معنوي L.S.D. للمقارنة بين قيم F_h (الوقت اللازم لعبور الخط المستقيم من منحنى التسخين دورة لوغاريتمية واحدة) على درجات حرارة التعقيم المستخدمة. فزيادة درجة حرارة التعقيم من ١١٢,١°م إلى ١١٦°م إلى ١٢٠,٢°م كانت مصحوبة بنقص معنوي ($P<0.05$) في قيم Fh من ٥,٩٧ إلى ٥,٠٥ إلى ٥,٢٠ التي هي متوسط Fh لأصناف الخضروات الثلاثة المعلبة في المحلول الملحي ، بينما كان متوسط الـ Fh من ٢٥,٩ إلى ٢٤,٤ إلى ٢٢,١ للمعلبة في صلصة الطماطم ، ووجد إرتباط بين منحنيات التسخين والتبريد وقياسات المقاومة الحرارية للجراثيم المعزولة.

١٢-وقت المعاملة الحرارية كان لمدة ٣٥ ، ٢٥ ، ١٥ دقيقة على ١١٢,١ ، ١١٦ ، ١٢٠,٢°م بعد الوقت اللازم لوصول المعقم لدرجة الحرارة المطلوبة للتعقيم عليها حيث كانت ٣,٥ ، ٤,٥ ، ٥,٥ دقيقة على الترتيب للفاصوليا بالمحلول الملحي ، ١,٥ ، ١,٨ ، ٢ دقيقة للبسلة بالمحلول الملحي ، ١,٣ ، ١,٥ ، ٢ دقيقة للباميا بالمحلول الملحي على الترتيب. وأدى هذا الوقت للحصول على قيم F (الوقت المكافئ بالدقائق عند ٢٥٠°ف أو وحدة القتل اق عند ٢٥٠°ف) من ٤,٩١ - ١٥,٥٤ ، ٧,٠٢ - ١٦,٠٣ ، ٩,٢٣ - ١٢,٥٨ للفاصوليا المعلبة في المحلول الملحي ، ٤,٦ - ١٨,١٦ ، ٦,٦٦ - ١٢,٣٩ ، ٩,٢٢ - ١٣,٣١ للبسلة المعلبة في المحلول الملحي ، ٤,٢٢ - ١٤,٠٠ ، ٦,٧٧ - ١٤,٩٦ ، ٧,٩٤ - ١٢,٣٨ للباميا المعلبة في المحلول الملحي لدرجات الحرارة المذكورة على الترتيب. هذه الحسابات أجريت بتطبيق قيم (Z) ٢٤,٢ ، ٢٥,٨ ، ١٠,٣٤ ، ٢٤,٤°م (٤٣,٥٦ ، ٤٦,٤٤ ، ١٨,٦ ، ٤٣,٩٢°ف) للـ *B. subtilis* ، *B. coagulans* ، *B. stearothermophilus* ، *B. cereus* على الترتيب. على الجانب الآخر وقت المعاملة الحرارية كان لمدة (٦٠-٦٥ ق) ، (٤٥-٥٠ق) ، (٣٠-٣٥ق) على ١١٢,١ ، ١١٦ ، ١٢٠,٢°م بعد الوقت اللازم لوصول المعقم لدرجة الحرارة المطلوبة للتعقيم عليها حيث كانت ٣,٢ ، ٣,٥ ، ٤,٥ دقيقة للفاصوليا المعلبة بالصلصة ، ٣,٢ ، ٣,٥ ، ٤,٥ للبسلة المعلبة بالصلصة ، ٣ ، ٣,٨ ، ٤,٢٥ دقيقة للباميا المعلبة بالصلصة على الترتيب ، وأدى هذا الوقت للحصول على قيم F (الوقت المكافئ بالدقائق عند ٢٥٠°ف أو وحدة القتل اق عند ٢٥٠°ف) من ٤,٠٨ - ١٦,٠٢ ، ٤,١٨ - ١٤,٢٥ ، ٥,١٦ - ١٢,٩٥ للفاصوليا المعلبة في الصلصة ، ٤,٣٥ - ١٧,٦٠ ، ٦,١٩ - ١٦,٦٩ ، ٤,٩٢ - ١١,٦٦ للبسلة المعلبة بالصلصة ، من ٤,٣٤ - ١٧,٢٩، ٥,٧٨ - ١٦,٣٣، ٤,٨٣ - ١١,١٤ للباميا المعلبة في الصلصة لدرجات الحرارة المذكورة على الترتيب. هذه الحسابات أجريت بتطبيق

قيمة (Z) السابقة الذكر لنفس الميكروبات ، ومن المعروف أن قيمة F التي تغطي الإعتبار الصحي هي ٢,٥٢ ، بينما قيمة F التي تغطي الإعتبار التجاري فكانت ١٠,٦٨ ، ١٠,١٠ ، ١٠,٦٤ دقيقة (على أساس أن Dr = ٢,٠ دقيقة للـ *B. stearothermophilus*) للخضروات التي شملت الدراسة وهي الفاصوليا – البسلة – الباميا على الترتيب (Dr هو الوقت اللازم لقتل ٩٠٪ من جراثيم البكتيريا على درجة حرارة ٢٥٠°ف) هذه القيمة المحسوبة أظهرت أن وقت المعاملة الحرارية على درجات الحرارة المختلفة للمدد المختلفة لاتغطي للإعتبار التجاري لميكروب *B. stearothermophilus* وتغطي باقي الميكروبات ، لذا فإنه تم تقييم وقت المعاملة الحرارية الذي يغطي قيمة F للإعتبار التجاري عند درجات الحرارة المختلفة ووجد أن الوقت الأمثل للتعقيم يتراوح في المدى من ٣٣,٨٨ – ٨٩,٣٣ ، ٢٧,٣٨ – ٨٠,٠٦ ، ٣٣,١٦ – ٨٧,٦٥ دقيقة على درجة ١١٢,١°م ، من ٢٣,٨٦ – ٣٨,٥٠ ، ٢٠,٨٠ – ٣٥,٣٥ ، ٢٣,٢٥ – ٣٨,٦ دقيقة على ١١٦°م ومن ١٩,٨٤ – ٢٠,٩٠ ، ١٥,٩٠ – ١٧,٣١ ، ١٩,٥٦ –٢٠,٨٠ دقيقة على ١٢٠,٢°م لكل من الفاصوليا والبسلة والباميا المعلبة بالمحلول الملحي على الترتيب. على الجانب الآخر وقت المعاملة الحرارية الأمثل للتعقيم يتراوح في المدى من ٦٥,٦١ – ١٢١,٣١ ، ٤٤,٢٧ – ٩٦,٩٥ ، ٥٨,٢٧ – ١١٣,٧٦ على ١١٢,١°م ، من ٥٧,٠٧ – ٧٢,٧٠، ٤٢,٧٤ – ٥٦,٠٣ ، ٤٩,٩١ – ٦٣,٦٦ دقيقة على ١١٦°م ومن ٤٥,٢٩ – ٤٦,٠٩، ٢٨,٦٢ – ٣٠,٠٣ ، ٤٢,٨٦ – ٤٣,٩٧ على ١٢٠,٢°م. لذا يوصى بتجنب التعقيم على درجة حرارة التعقيم ١١٢,١°م (٢٣٣,٧٨°ف) حيث ذلك يتطلب استخدام وقت طويل (يصل إلى ٨٩,٣٣ دقيقة للخضروات المعلبة في المحلول الملحي و ١٢١,٣١ دقيقة للخضرات المعلبة في صلصة الطماطم) قد يؤدي إلى تدهور الخواص الغذائية والطبيعية وزيادة في استهلاك الطاقة والمجهود.

وأيضاً يتجنب التعقيم على درجة حرارة التعقيم ١٢٠,٢°م (٢٤٨,٣٦°ف) حيث ذلك يتطلب استخدام وقت قصير (يصل إلى ٢٠,٩ دقيقة للخضروات المعلبة في المحلول الملحي و ٤٦,٧٨ دقيقة للخضروات المعلبة في صلصة الطماطم) قد يؤدي إلى غذاء نيئ غير كامل التسوية.

ويفضل استخدام درجة حرارة التعقيم ١١٦°م (٢٤٠,٨°ف ، لمدة ٣٨,٥ و ٣٥,٣٥ و ٣٨,٦٠ دقيقة للخضروات (فاصوليا ، بسلة ، باميا) المعلبة في المحلول الملحي ٧٢,٧٠ و ٥٦,٠٣ و ٦٣,٦٦ دقيقة للخضروات (فاصوليا ، بسلة ، باميا) المعلبة في صلصة الطماطم على الترتيب لما لها من تأثير جيد على الخواص الغذائية والطبيعية.

١٣-الإختبارات الحسية أوضحت أن هناك فروق معنوية بين مدد السلق المختلفة للخضروات وأيضاً بين المعاملات الحرارية المختلفة (درجة الحرارة – وقت) للخضروات المعلبة سواء بالمحلول الملحي أو صلصة الطماطم ، وأظهرت النتائج أن السلق لمدة ٣ق على درجة حرارة ٩٥°م أفضل مدة سلق ، وأيضاً درجة الحرارة ١١٦°م هي أفضل درجة حرارة لإعطاء خواص حسية جيدة لكل من الفاصوليا والبسلة والباميا المعلبة.