تصميم العملية الحرارية للاغذية المعلبة ودراسة صفاتها الحسية.

أسعد رحمان سعيد الحلفي
قسم علوم الاغذية
جامعة البصرة – كلية الزراعة

علي عبد الامير خلف
وزارة التجارة
الشركة العامة لتجارة المواد الغذائية فرع البصرة

وسن كاظم عبد الرزاق التميمي
قسم علوم الاغذية
جامعة البصرة – كلية الزراعة

الخلاصة

تم تعليب الجزر والقرنبيط واللوبياء والفاصوليا الخضراء والفلفل الأخضر الحار والثوم في علب زجاجية قياس 100 × 90Ø ملم . قيست درجة الحرارة في المعقم وفي العلب ومن ثم حساب زمن التجفيف العشري D والمقاومة الحرارية Z واحتمالية الفساد وثابت معدل التفاعل K وقيمة Q10 وطاقة التنشيط Ea وقيمة التعقيم وزمن العملية الحرارية والهلاكية والتقييم الحسي .

أظهرت النتائج ان زمن التجفيف العشري للجزر والقرنبيط واللوبياء والفاصوليا الخضراء والفلفل الأخضر الحار والثوم 4.46 , 4.49 , 4.88 , 3.67 , 3.70 ، 5.29 دقيقة $^{-1}$ على التوالي ، وتراوحت قيم Z للميكروبات بين 10.34 ^{o}م في الثوم إلى 12.25 في القرنبيط .وقيم $F_{121}^{11.33}$ = 4.34 دقيقة في الجزر واقل قيمة لها كانت $F^{11.17}$ 121 = 1.98 دقيقة في اللوبيا وان اقل قيم لـ Q10 كانت 9.17 للفلفل الأخضر الحار أما أعلى قيمة فقد كانت للفاصوليا الخضراء وبلغت 7.62 ، واقل قيمة لـ K 0.471 دقيقة $^{-1}$ في الفاصوليا الخضراء وأعلى قيمة كانت 0.557 دقيقة $^{-1}$ في الفلفل الأخضر الحار ، في حين بلغت اقل قيمة لطاقة التنشيط 262410.6 كيلو جول / كغم في الجزر وأعلى قيمة لها كانت في الفاصوليا وبلغت 330559.3 كيلو جول /كغم ، وأعطت احتمالية الفساد مؤشر جيد لحفظ هذه الأغذية بطريقة التعليب وبينت النتائج ان زمن العملية الحرارية لتعقيم الثوم المعلب كان اقل من الفلفل الأخضر الحار واللوبياء ثم الجزر والفاصوليا الخضراء والقرنبيط .

مفتاح الكلمات : العملية الحرارية - تعليب - الصفات الحسية .

Abstract

Carrot , cauliflower , cowpea , green bean , Hot green pepper , garlic were canned in the glass containers , it's measurement 100 × 90 Ø mm .

The retort and container Temperature were measured and calculated Decimal reduction time (D) , thermal resistance (Z) spoilage probability , reaction rate constant (K) , Q10 value , activation energy (Ea) , sterilization value , process time lethality and sensory evaluation .

The result showed that the decimal reduction time for carrot , Cauliflower, bean , kidney bean , hot green pepper and garlic were 4.46 , 4.49 , 4.88 , 3.67 and 3.70 min. respectively , Z value for microbial was 10.34 ^{o}C for garlic and 12.25 ^{o}C for cauliflower the max $F_{121}^{11.33}$ = 4.34 min. in the carrot and minimum $F_{121}^{11.17}$ = 1.98 min. in the bean.minmum Q10 value in the hot green pepper was 9.17 and maximum value was 12.91 in the kidney bean .

The minmum k value was 0.471min^{-1} for kidney bean and maximum K was 0.557min^{-1} for hot green pepper , the minimum value for activation value was 262410.6 kJ/kg in the carrot and the max activation value was 330559.3 kJ/kg in the kidney bean .The spoilage probability was showed good indicator for food stuff preservation by caning methods.The result showed that the heat process time for canned garlic lower than hot green pepper , bean , carrot , kidney bean , cauliflower

Key wards : heat operation , canning , characteristics

المقدمة

تعد العملية الحرارية heat process احدى التقنيات الرئيسية التي اخترعها الإنسان لضمان نوعية جيدة للمنتج ولصحة المستهلك ، ان التعقيم الحراري للاغذية المعلبة تتم باستعمال المعقم الحراري Retort وهي أحدى الطرق المستخدمة لتقنيات الحفظ زهاء 200 سنة (1) . وهي طريقة مهمة لحفظ الأغذية لثبات العمـــــر الخزني للاغذية المعلبة واستعملت في معامل الأغـــذية لمـــدة أكثرمن قرن (2) مع ذلك فهذه الطريقة ، يجب ان تتجنب تعريض المنتج إلى المعاملات الحرارية العالية فوق الدرجة المثالية لكي لا تؤثر سلبا بنوعية المنتوج.

ان الزمن و درجة الحرارة استعملت لتضمن عوامل الاختراق الحراري مثل ثابت معدل التسخين (دقيقة) fh ويساوي زمن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغارتيمية واحدة .و عامل التبادل الحراري Jch و ثابت معدل التبريد (دقيقة) fc ويساوي زمن منحنى التبريد لدورة لوغارتيمية واحدة ، بالإضافة الى حساب الهلاكية وزمن العملية الحرارية وهنالك طرق عديدة استعملت لحساب زمن العملية الحرارية والهلاكية منها طريقة Ball و Stumbo وPhams (3).

ان منطقة التسخين البطيئـة في المعلبات تكـون في المركز الهندســي للعلبة وهي تسخـن بصورة ابطأ من بقيـة الاجزاء الاخرى للعلبة وتتطلب زمن اطـول للوصول الـى درجـة حـرارة التعقـيم النهـائي عند تلك المنطقـــة (4) . وأشار Fellows (5) ان المركز الحراري للعلب الاسطوانية يكون في المركز الهندسي لها في حالة انتقال الحرارة بالتوصيل داخل العلب وفي حالة الانتقال الحراري بالحمل فان المركز الحراري يكون في الثلث العلوي من قاعدة العلبة .

تعتبر الحرارة المهلكة للكائنات الحية والأنزيمات في الغذاء حرارة مؤثرة على الصفات المرغوبة في الغذاء وعليه يجب ان يتم اختيار انسب المعاملات الحرارية التي تضمن إبادة البكتريا المسببة للتلف في ابعد نقطة داخل الغذاء المعلب وبالوقت نفسه تضمن قابلية خزنية و جودة عالية للمنتوج النهائي المعقم (6).

خلال عمليات التعقيم للاغذية ينخفض عدد الميكروبات في الاغذية بناءا على درجة حرارة المنتج ، اذ تتناقص أعداد الخلايا الميكروبية الحية مثل السالمونيلا وبكتريا القولون بطريقة لوغارتيمية ، ويعرف زمن التخفيض العشري (D) decimal reduction time بانه الوقت الضروري لتقليل عدد الميكروبات بنسبة 90 % عندما يرسم عدد الميكروبات في شكل نصف لوغارتيمي يحسب وقت التعقيم على اساس (12D) أي ان العدد الاصلي يهبط 12 دورة لوغارتيمية وان عدد البكتريا يهبط الى الصفر وانما تقبل نظريا او احصائيا بوجود سبور واحد (6) و (7).

يكون ثابت المقاومة الحرارية (Z) thermal resistance معاملا فريدا لوصف المقاومة الحرارية للجراثيم البكترية وهو الزيادة في درجة الحرارة الضرورية لتخفيض قيمة (D) بنسبة 90 % (8) .

ان قيم (Z) بشكل عام يتراوح مداها من 2 – 4ْم لتثبيط المايكروبات وان الثباتية الحرارية للكائنات الحيـة لتكوين السبـورات هـي اعلـى بكثـــير مـن الخلايـا الخضـرية بعـد (12D) للكوليسـتريديوم بتيولينيـوم (*Clostridium botulinum*)(6),(7),(9),(10),(11),(12).

ووجد El – samahy واخرون (13) ان قيمة D (decimal reduction time) ، Z (thermal resistance) ، F (thermal death time) ، قيمة التعقيم F/D (sterilization value) كانت 1.85 ، 37.5 ، 40.47 , 21.88 على التوالي عند تعقيم علب الكمثرى قياس (110 × 65 Ø) ملم على درجة حرارة 110.5ْم لمدة 20 دقيقة.

وعليه هدفت الدراسة الحالية إلى تقدير قيم D ، F ، Z ، Q_{10} ،ثابت معدل التفاعل K ، طاقة التنشيط E_a وقيمة التعقيم واحتمالية الفساد وحساب زمن العملية الحرارية عند تعقيم الجزر والقرنابيط واللوبيا والفاصوليا الخضراء والفلفل الاخضر الحار والثوم المعلبة في علب زجاجية ودراسة التقييم الحسي لها .

المواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة لتعبئة ستة أنواع من الخضراوات وهي الجزر و القرنبيط واللوبيا والفاصوليا الخضراء و الفلفل الأخضر الحار و الثوم في علب زجاجية مقاومة .

المواد Materials

1 – الخضراوات : -

جمعت الخضراوات المستعملة في الدراسة من الاسواق المحلية في البصرة .

2 – العبوات الزجاجية : -

استعملت العبوات الزجاجية المقاومة للحرارة لغرض التعقيم والحفظ سعة 500 مل قياس (100× 90 Ø)ملم.

3 – المحلول الملحي :-

استعمل الملح النقي وبتركيز (2) % ، كما استعمل الماء المقطر في جميع التجارب .

3- الاوساط الزرعية : -

استعمل الوسط الزرعي Nutrient Agar (N. A.) المجهز من شركة Himedia الهندية .

طرائق العمل Methods

1 – التعقيم Sterilization

أجريت عملية الغسل للخضراوات لأزاله المواد الطينية والأتربة العالقة بها يدويا لكون الكمية المستعملة قليلة وبواقع 200 غم / عبوه ، كما اجريت عملية التقشير للثوم والتقطيع للقرنابيط Cutting وتقطيع الجزر الى مقاطع Slicing ، بعده أجريت عملية التعبئة للخضراوات في العبوات الزجاجية ذات الحجم 500 مل ووضع المحلول الملحي بتركيز(2)% الساخن بدرجة حرارة (71 – 72)ْم لغرض طرد الهواء الموجود في العبوة ، أغلقت العلب وادخل فيها المزدوج الحراري وأجريت عملية التعقيم وبعد أكمال عملية التعقيم ، تمت عملية التبريد باستعمال الماء وبطريقة التبادل الحراري .

وتم قياس درجة الحرارة داخلها لكل دقيقة ووصولا الى درجة حرارية (121)ْم ثم التبريد بماء درجة درجة حرارته 25ْم وصولا الى درجة حرارة (35 – 40)ْم داخل العلبة ومن ثم تقدير قيم fc , fh لأطوار التسخين والتبريد على التوالي إضافة الى ذلك تم حساب قيمة D من خلال المعادلة التالية (14)

$$D= (t_2 – t_1) / \{ \log (a) – \log (b) \} \text{ ---------- } 1$$

a = عدد الكائنات الحية قبل التسخين .

b = عدد الكائنات الحية بعد التسخين .

كما حسبت قيمة Z من المعادلة التالية

$$Z = (T2 – T1) / \{ \log (D1) – \log (D2)\} \text{ ---------- } 2$$

D1 :زمن التخفيض العشري عند درجة حرارة معينة اقل من (121 ^{o}م) ، D2: زمن التخفيض العشري عند درجة حرارة اخرى (121 ^{o}م).

2 – الفحوصات الميكروبية Microbial Test

قدرت الأعداد الميكروبية للعينات قيد الدراسة وذلك بتحضير التخافيف بوزن 10 غم من العينة واضيف اليها 90 مل من محلول ماء الببتون Pepton Water بتركيز 0.1 % مع الرج لتحضير 10^{-1} وحضرت التخافيف الاخرى وزرعت الاطباق بطريقة الصب واعتمدت الطريقة الي اوصى بها Andrews(15).

2 – 1 العد الكلي Total count

اجري العد الكلي للاحياء المجهرية الهوائيةِ قبل التعقيم وبعده باستعمال الوسط الزرعي . Nutrient Agarالمجهزمن شركة (Himedia) الهندية باخذ 28 غم / لتر ومن ثم التعقيم بدرجة حرارة 121ْم تحت ضغط 15 باوند/انج^{2} وبعد عملية الزرع حضنت الاطباق بدرجة حرارة 37ْم ولمدة 24 – 48 ساعة ، اجريت عملية الزرع للمعاملات الحرارية (0 ، 90 ، 100 ؛ 110 ، 120)ْم وحسب الطريقة التي اوصى بها (Andrews, 1992) .

3 – الأقطاب : - استعملت مزدوجات حرارية نوع نحاس – كونستنان copper constant قطر سلك المزدوج الحراري 0.37 ملم ومن صنع شركة بولكس الانكليزية في الثلث العلوي من قاعدة العلبة الزجاجية ذات القياس (100 × 90 Ø) ملم لقياس درجة الحرارة في النقطة الباردة داخل العلبة (5) .

4 – **أحتمالية الفساد Spoilage Probability** عند الاخذ بالاعتبار ثبات الزمن لصلاحية المنتجات الغذائية ، يصمم التصنيع الحراري لتقليل الفساد بالإضافة الى الزمن الميكروبي ، تستخدم احتمالية الفساد لتحديد عدد الأوعية الفاسدة اثناء عملية تصنيع المنتج وكالأتي :-

(16)

$$\mathbf{1 / r = No / 10^{F/D}} \text{ ---------- } 3$$

r = عدد الاوعية

No = عدد الميكروبات الاولي

F/D = قيمة التعقيم

5 – ثابت معدل التفاعل K
ويحسب من المعادلة التالية :-
(14)

$$K = 2.303/D \text{ ---------- } 4$$

K: ثابت معدل التفاعل (دقيقة $^{-1}$).
6 - قيمة Q10 :-
وتسنخدم قيمة Q10 لوصف تاثير درجة الحرارة على معدل التفاعل وتحسب من المعادلة .
(16)

$$\mathbf{Q10 = 10^{10/z}} \text{ -------- } \mathbf{5}$$

7 – **طاقة التنشيط**
تقدر طاقة التنشيط Ea لتاثير درجة الحرارة على معدل الموت المايكروبي وتحسب من المعادلة التالية:
(16)

$$\mathbf{Ea = 19.15 / Z \times T^2a} \text{ --------- } \mathbf{6}$$

Ta = درجة حرارة (كلفن)
8 – **قيمة التعقيم**
وتحسب من قسمة F /D .
9 – **تقدير العملية الحرارية داخل العلب** :-
قدرت العملية الحرارية داخل العلب بطريقة Ball وكالأتي :-
(14) و (17)

$$B = fh \log (Jch \ Ih / gc) \text{ ---------- } 7$$

$$Jch = (Tr – Tpih) / (Tr – Tih) \text{ ---------- } 8$$

B = زمن عملية التسخين
fh = ثابت معدل التسخين (دقيقة) ويساوي زمن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغارتيمية واحدة .
(18)
Jch = عامل التبادل الحراري .
Tr = درجة الحرارة في المعقم (ْم).
Tih = درجة حرارة الغذاء الاولية (ْم) .
Tpih = حرارة الغذاء الاولية الوهمية عند بداية التسخين ويتم الحصول عليها من منحنى التسخين بعد رسم خط مستقيم على المنحنى يتقاطع مع المحور الصادي عند الزمن صفر .
Ih = الفرق بين درجة حرارة المعقم والغذاء عند بداية التسخين .

$$\mathbf{Ih = Tr – Tih} \text{ ---------- } 9$$

$$U = Fo \ Fi \text{ ---------- } 10$$

$$Fi = 10^{(121 – Tr) / Z} \text{ ------- } 11$$

Fi = الزمن عند أي درجة حرارية اخرى مساوية لدقيقة واحدة عند درجة حرارة المصدر المعتمد .
Fo = وتمثل الزمن بالدقائق عند درجة حرارة المصدر وهي الدرجة التي تبدا فيها الخلايا الخضرية والسبورات بالتلف وتحسب

$$Fo = Dr \{ \log (a) – \log (b) \} \text{ ---------- } 12$$

Dr = الزمن المطلوب عند درجة حرارة المصدر لهلاك 90 % من الخلايا الخضرية والسبورات للكائنات الحية .
تحسب log g كالاتي: (14)

$$R = \log (\mathbf{fh} / U)$$

$$\text{If } (\mathbf{fh} / U) \leq 0.6 \text{ then } \log g = (0.7 \ \mathbf{fh} /U -1) / (\mathbf{fh} \ / U) \text{ --------- } 13$$

$$\text{If } (\mathbf{fh} / U) > 0.6 \text{ then } \log g = 0.042808R^5 – 0.35709R^4 + 1.1929R^3 – 2.1296R^2 + 2.4847R - 28274 \text{ -------- } 14$$

$$B_t = B - 0.42L \text{ -------- } 15$$

B_t: زمن العملية الحرارية التي يحصل فيها القتل الحراري
L = زمن وصول المعقم إلى الدرجة الحرارية المطلوبة 121 ْم

10 – **التقييم الحسي**
أجري التقييم الحسي حسب الطريقة المذكورة في El – Samahy وآخرون (13) . قام بالتقييم عشرة مختصين بعلوم الاغذية. استعمل تصميم القطاعات العشوائية في تحليل النتائج واختبار اقل فرق معنوي على مستوى معنوية 0.05 باستعمال برنامج SPSS.

جدول (1): جدول التقييم الحسي.

المادة	الطعم 10	الرائحة 10	اللون 10	الشعور بالفم 10	المظهر 10	القبول العام 50	المجموع 100

النتائج والمناقشة

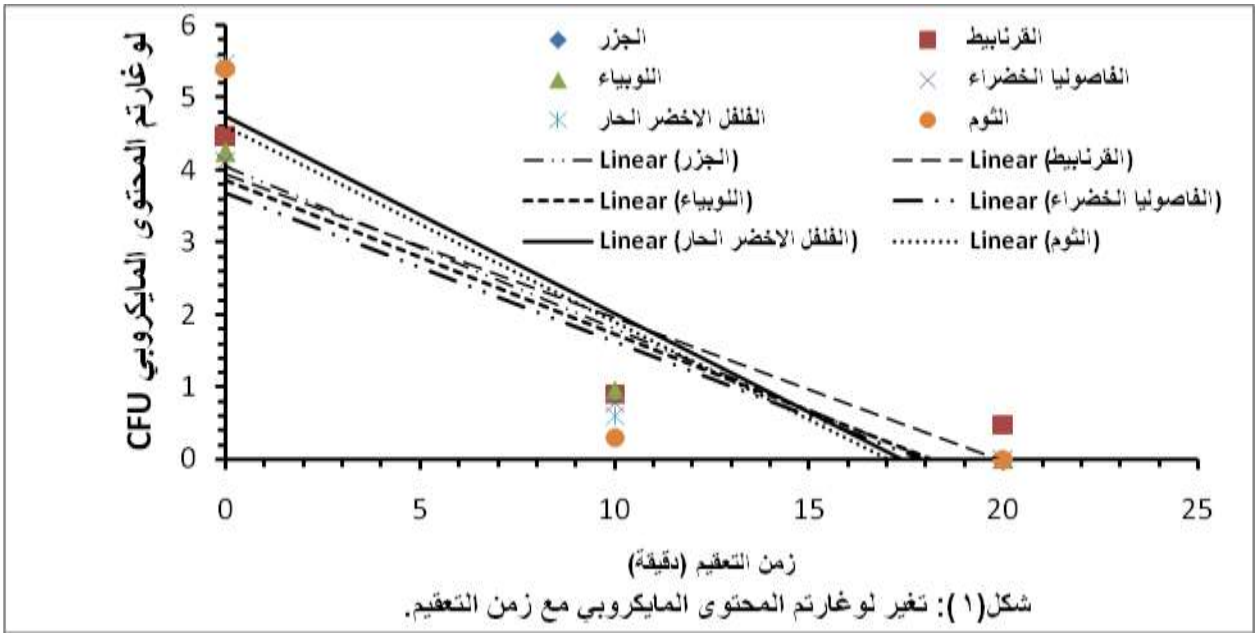
عدد المايكروبات: يلاحظ من الشكل (1) ان عدد المايكروبات يتناقص لوغارتميا مع زيادة زمن التعقيم.

زمن لتخفيض العشري
يمثل زمن التخفيض العشري D الوقت اللازم على أي درجة حررية لهلاك 90 % من السبورات او الخلايا الخضرية (19) و(20). ويلاحظ من الجدول (1) ان قيم D كانت 4.46 ، 4.49 ، 4.88 ، 3.67 ، 3.70 دقيقة للجزر و القرنابيط و اللوبياء و الفاصوليا الخضراء و لفلفل الاخضر الحار و الثوم على التولي .
وأعطى الفلفل الاخضر الحار اقل قيمة D مقارنة مع الخضروات الاخرى المستعملة في الدراسة ، ويشير هذا الى ان الوقت الضروري لتقليل عدد الميكروبات بنسبة 90 % خلال دورة لوغارتمية واحدة للفلفل المعلب اقل قليلا من الثوم ، وكما أشار 16) (ان عدد الميكروبات الاولية لا يؤثر على قيمة D حيث ان القوة التي ترتبط مباشرة بمنحنى الخط المستقيم تنتج عن طريق تعرض الميكروبات لدرجة حرارة عالية تقل من قيمة D .

ثابت المقاومة الحرارية (Z)
يكون ثابت المقاومة الحرارية Z معاملا فريدا لوصف المقاومة الحرارية للجراثيم البكتيرية ، ويعرف أنه الزيادة في درجة الحرارة الضرورية لتخفيض قيمة D بنسبة 90 % (16) . ويلاحظ من الجدول (1) ان قيم Z تراوحت بين 10.34 ْم للثوم الى 12.25 ْم للقرنابيط . واشار الشيباني (19) انه كلما تضاءلت قيمة Z كلما زاد وقت التعقيم .

زمن الموت الحراري F
زمن الموت الحراري هو الزمن المطلوب لأحداث حالة تخفيض في عدد الميكروبات او الجرثيم ، تؤخذ قيمة F بالاعتماد على قيمة Z ودرجة حرارة التعقيم 121 ْم وتكتب F_T^Z ويلاحظ قيمها من جدول رقم (1)
أن $F_{121}^{11.33}$ = 4.34 دقيقة للجزر وهذا يعني ان المعاملة الحرارية تعادل 4.34 دقيقة على درجة حرارة 121 ^{o}م وقيمة z تساوي 11.33 ْم للقضاء على لكائنات الحية . وأظهرت النتائج ان أقل قيمة لـ F كانت 1.98 دقيقة في اللوبياء واعلى قيمة لها كانت 16.3 دقيقة في الثوم .

تاثير درجة الحرارة على معدل التفاعل Q10
تستخدم قيمة Q10 غالبا لوصف تاثير درجة الحرارة على معدل التفاعل ولها دور في تأثير درجة الحرارة على زمن التخفيض العشري (16) ، ويلاحظ من الجدول (1) ان قيمة Q10 تراوحت بين 9.17 للفلفل الاخضر الحار الى 12.91 للفاصوليا الخضراء ، وهذا يشير الى ان دورها في تاثير درجة الحرارة على معدل التفاعل كان اعلى عند الفاصوليا الخضراء واقلة عند الفلفل الاخضر الحار .



شكل(١): تغير لوغارتم المحتوى المايكروبي مع زمن التعقيم.

ثابت التناسب لمعدل التفاعل K

توصف حركيات التفاعل الكيميايئ ، غالبا على هيئة درجات تفاعل بحيث يمكن حساب ثابت معدل التفاعل K ، وتتضمن حسابات التصنيع الحراري التغيرات في عدد الميكروبات وهذه التغيرات توصف بتغير التفاعل الكيميائي نفسه (16) ، ويلاحظ من جدول 1 ان ثابت معدل التفاعل يتراوح بين 0.471 دقيقة$^{-1}$ للفاصوليا الى 0.557 دقيقة$^{-1}$ للفلفل الاخضر الحار وهذا يعود الى زيادة زمن التخفيض العشري للميكروبات مما ادى الى تقليل ثابت معدل التفاعل للفاصوليا الخضراء بينما قلت قيمة D للفلفل الاخضر الحار وادت الى زيادة قيمة K .

طاقة التنشيط Ea

يلاحظ من الجدول (1) ان طاقة التنشيط كانت أقل قيمة لها في الجزر وبلغت 262410.6 كيلوجول /كغم واعلى قيمة لها كانت في الفاصوليا وبلغت 330559.3 كيلوجول /كغم . ان هذا الاختلاف يعود الى الاختلاف في ثابت المقاومة الحرارية حيث انه كلما زاد كلما ادى الى تقليل طاقة التنشيط وبالعكس وان له تاثير على طاقة التنشيط عند ثبوت درجة الحرارة .

أحتمالية الفساد

عند الاخذ بنظر الاعتبار ثبات العمر الزمني لصلاحية المنتجات الغذائية يصمم التصنيع الحراري لتقليل الفساد بالاضافة الى الامن الميكروبي تستخدم احتمالية الفساد لتحديد عدد الاوعيـــة الفاســدة اثناء تصنيع المنتج (16) ، ويبين الجدول (1) احتمالية فساد وعاء واحد من 233333333.3 وعاء مصنع بالنسبة للفلفل الاخضر الحار ثم يلية القرنابيط و اللوبياء و الفاصوليا الخضراء ثم الثوم الذي احتمالية الفساد فيه هي واحد الى 20000000 علبة مصنعة ، وهذا مؤشر جيد لحفظ هذه الاغذية بطريقة التعليب ودليل على كفاءة العملية الحرارية لها .

الاختراق الحراري

يلاحظ من الاشكال من (1 – 6) التي تبين العلاقة بين درجة الحرارة (ْ م) وزمن التقييم (دقيقة) في المعقم وفي الاغذية المعلبة (جزر ، قرنابيط ، لوبياء ، فاصوليا خضراء ، فلفل اخضر حار ، ثوم) . ان درجة الحرارة قد زادت مع زيادة زمن التعقيم في المعقم وفي الاغذية المعلبة وكان زمن المسك كما موضح في الاشكال مدته (20) دقيقة وان معدل الانتقال الحراري بداخل العلبة هو عن طريق الحمل . وتشير النتائج في الاشكال ايضا الى ان عملية التبريد تبدا بعد مرور 40 دقيقة من التسخين وتطلبت زمن تراوح بين 10 – 15 دقيقة حيث استخدم ماء بارد درجة حرارة تتراوح بين(20 – 25)ْم .

توضح الاشكال من (7 – 9) ان معدل الفرق اللوغارتيمي بين درجة حرارة المعقم ودرجة حرارة الغذاء داخل العلب قد انخفضت مع زيادة زمن التسخين والتبريد ولجميع الخضراوات قيد الدراسة .

ان الفائدة من هذه الإشكال هي لغرض الحصول على قيم fc , fh , Jcc , Jch والتي لها أهمية كبيرة في حساب زمن العملية الحرارية التي يحدث فيها قتل للأحياء المجهرية حيث تم الحصول على قيم fc , fh التي تمثل ثابت معدل التسخين و التبريد على التوالي ، وهي عبارة عن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغارتيمية واحدة .

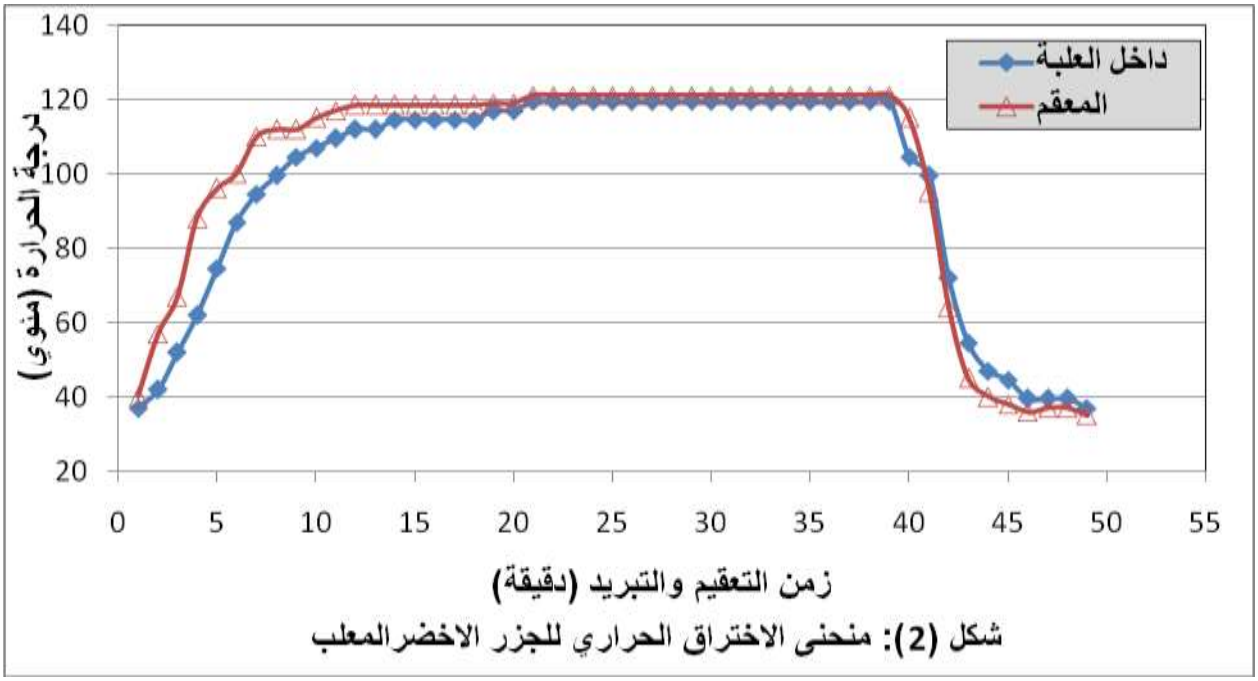
ويوضح الشكل (10) زمن العملية الحرارية لتعقيم الأغذية المعلبة حيث تشير النتائج الى ان الثوم تطلب زمن أقل من الفلفل الأخضر الحار و اللوبيا ثم الجزر و الفاصوليا الخضراء و القرنبيط وهذا الزمن تم حسابه من المعادلة 15 ، والتي تمثل زمن التسخين الذي يحدث فيه القتل الحراري للميكروبات .

الفحوصات الحسية

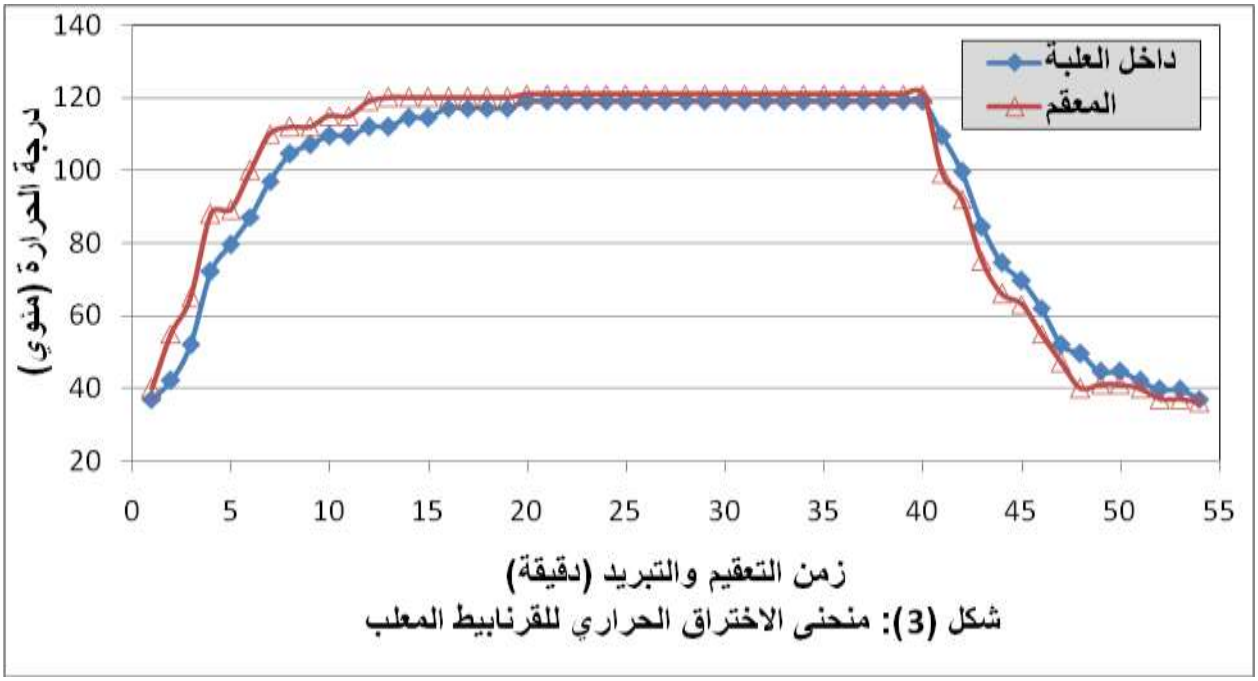
يبين الجدول (2) نتائج الفحوصات الحسية التي أجريت على المواد المستعملة في الدراسة ، وكان مجموع الصفات الحسية (74 ، 76 ، 68.55 ، 74 ، 65) للجزر واللوبيا والفاصوليا الخضراء والقرنبيط و الفلفل الاخضر الحار و الثوم على التوالي .

جدول (1): قيم D و Z و F و Q_{10} و E_a واحتمالية الفساد في اغذية مختلفة.

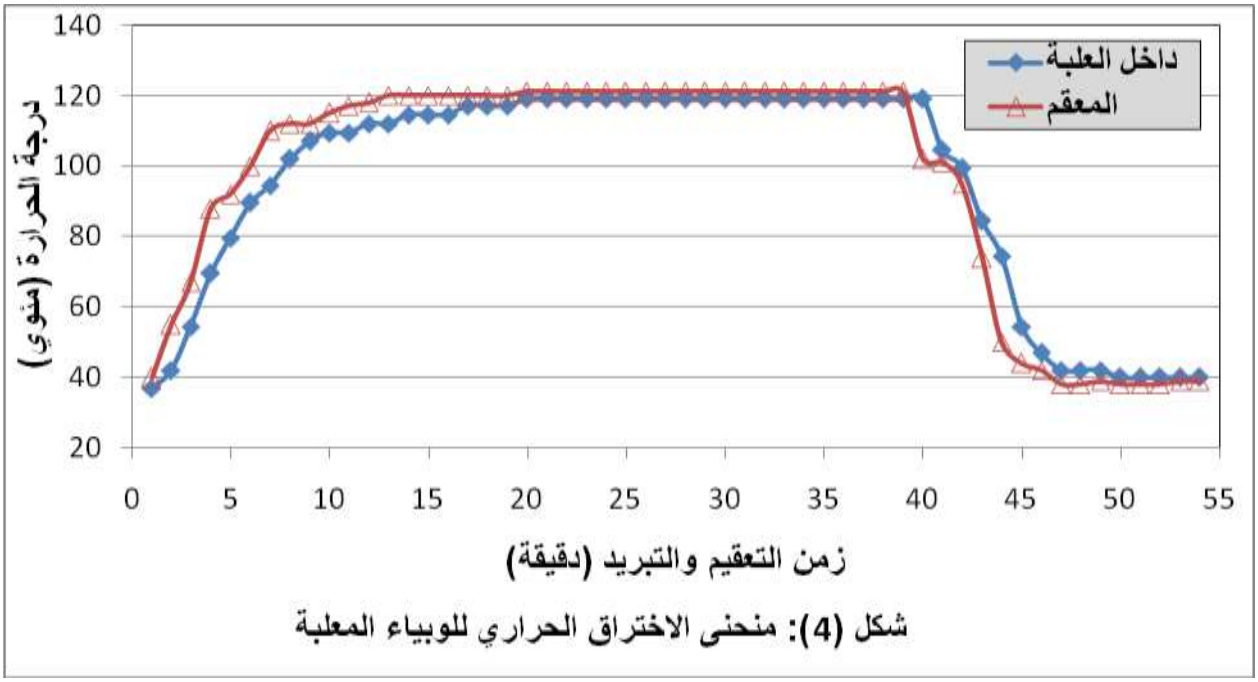
انواع الاغذية	D(min)	Z(^oC)	F(min)	Q_{10}	$K(min^{-1})$	$E_a(kJ/kg)$	احتمالية الفساد
جزر	4.46	11.33	4.34	7.62	0.515541	262410.6	100000000
قرنابيط	5.03	12.25	2.16	6.54	0.45715	242798.8	31111111
لوبا	4.71	11.17	1.98	7.85	0.488011	266278.9	57666667
فاصوليا خضراء	4.88	11.33	6.39	7.62	0.471759	262410.6	41666667
فلفل اخضر حار	4.12	11.02	10.12	8.07	0.557913	269851.3	233333333
ثوم	5.29	8.57	16.30	14.64	0.435054	346798.6	20000000



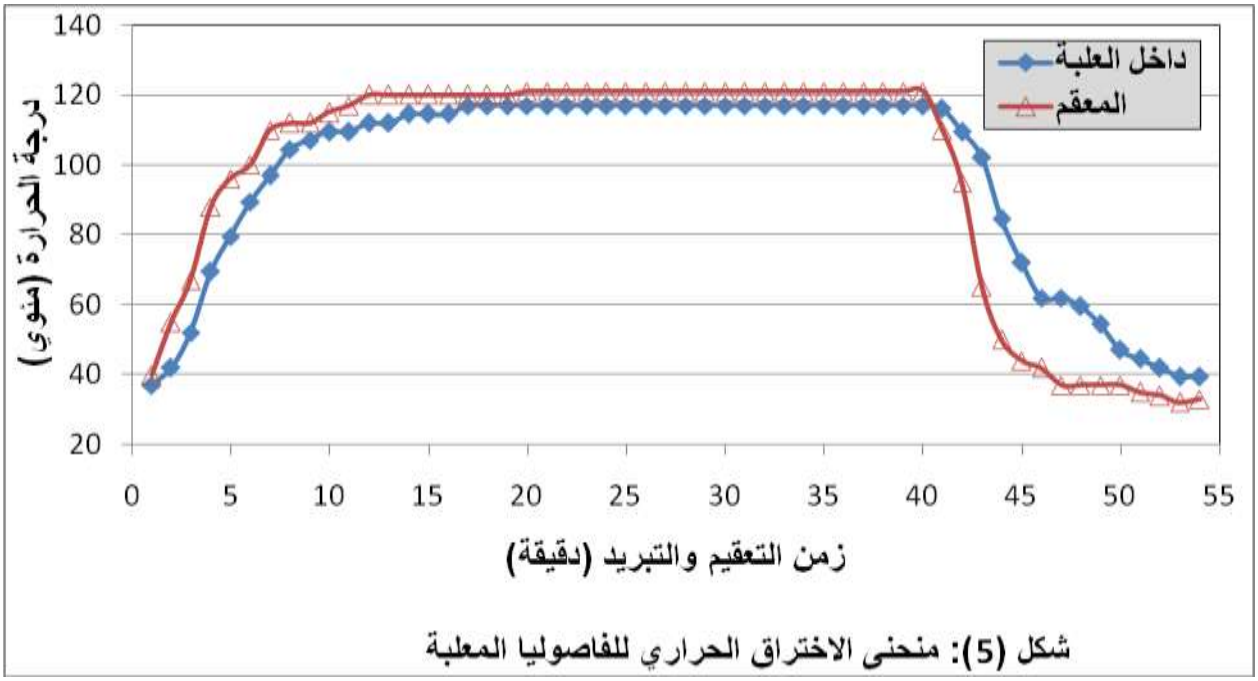
شكل (2): منحنى الاختراق الحراري للجزر الاخضرالمعلب



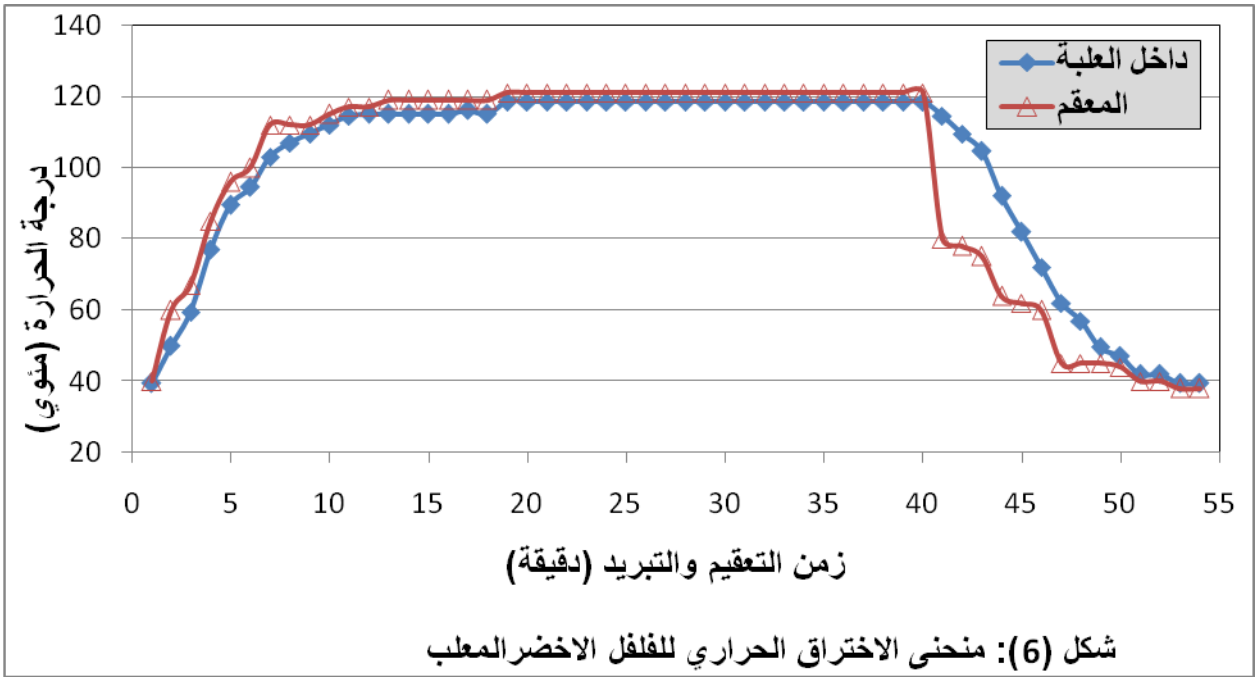
شكل (3): منحنى الاختراق الحراري للقرنابيط المعلب



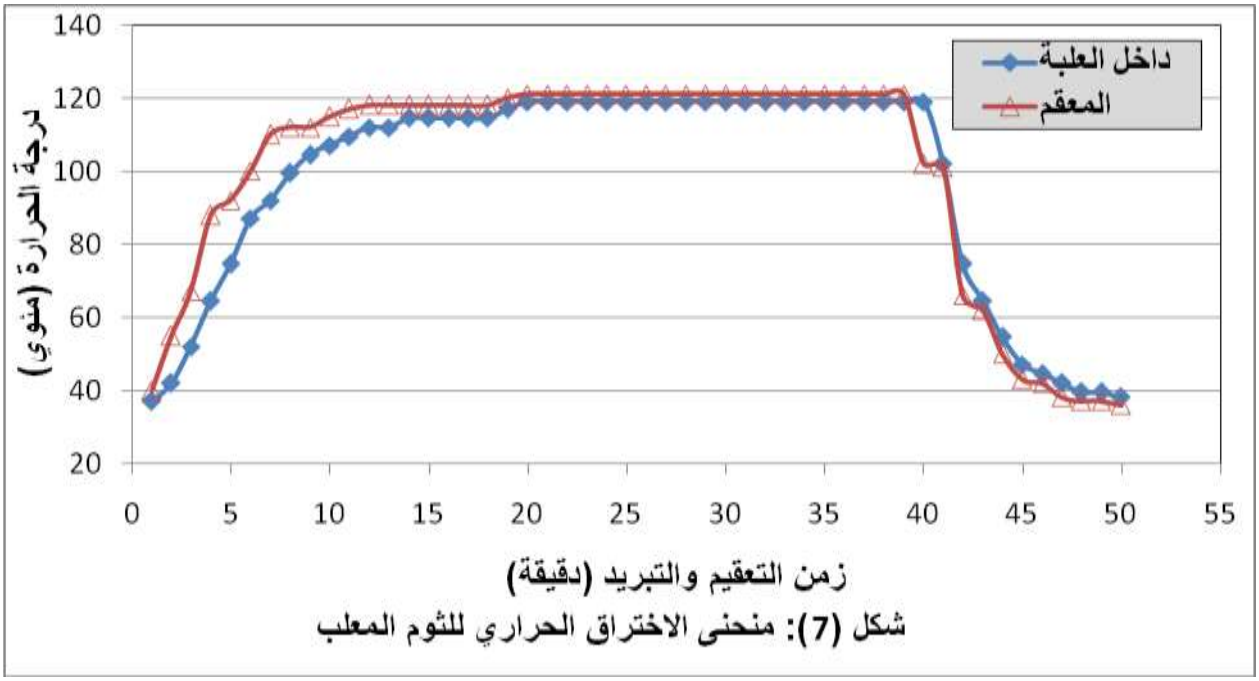
شكل (4): منحنى الاختراق الحراري للوبياء المعلبة



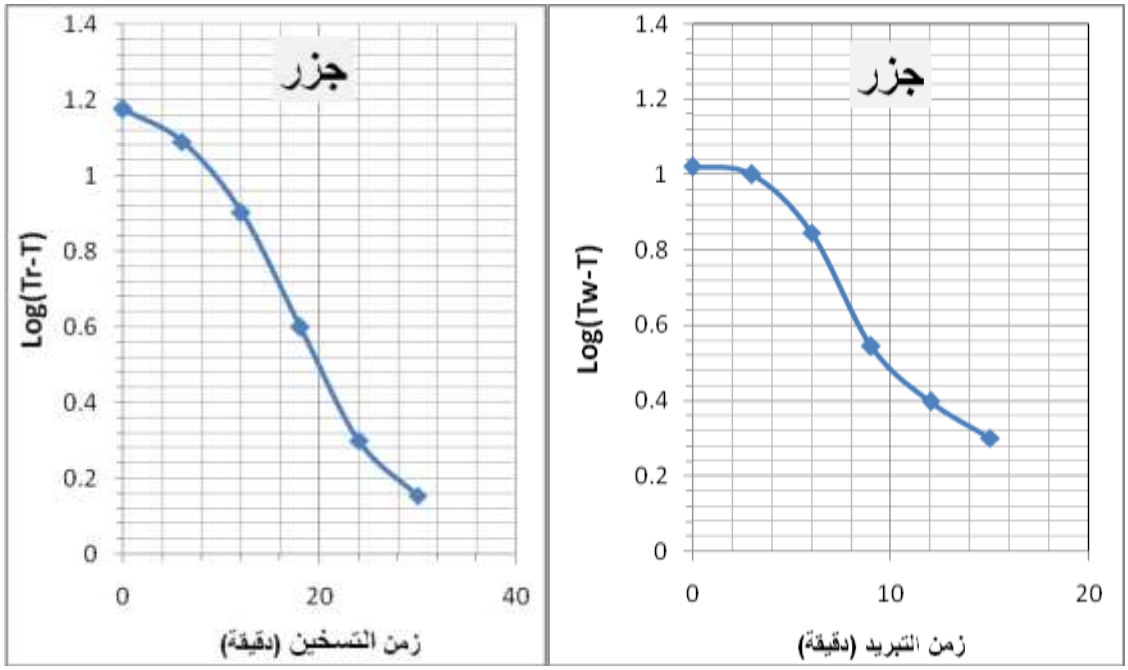
شكل (5): منحنى الاختراق الحراري للفاصوليا المعلبة

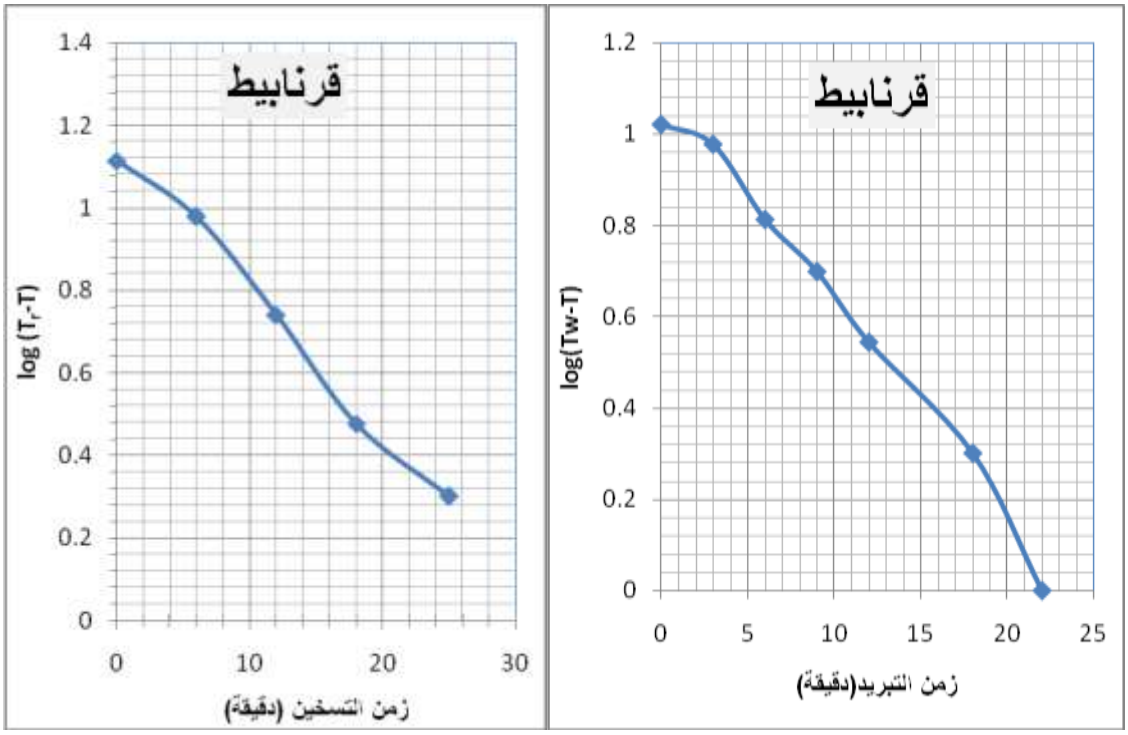


شكل (6): منحنى الاختراق الحراري للفلفل الاخضرالمعلب

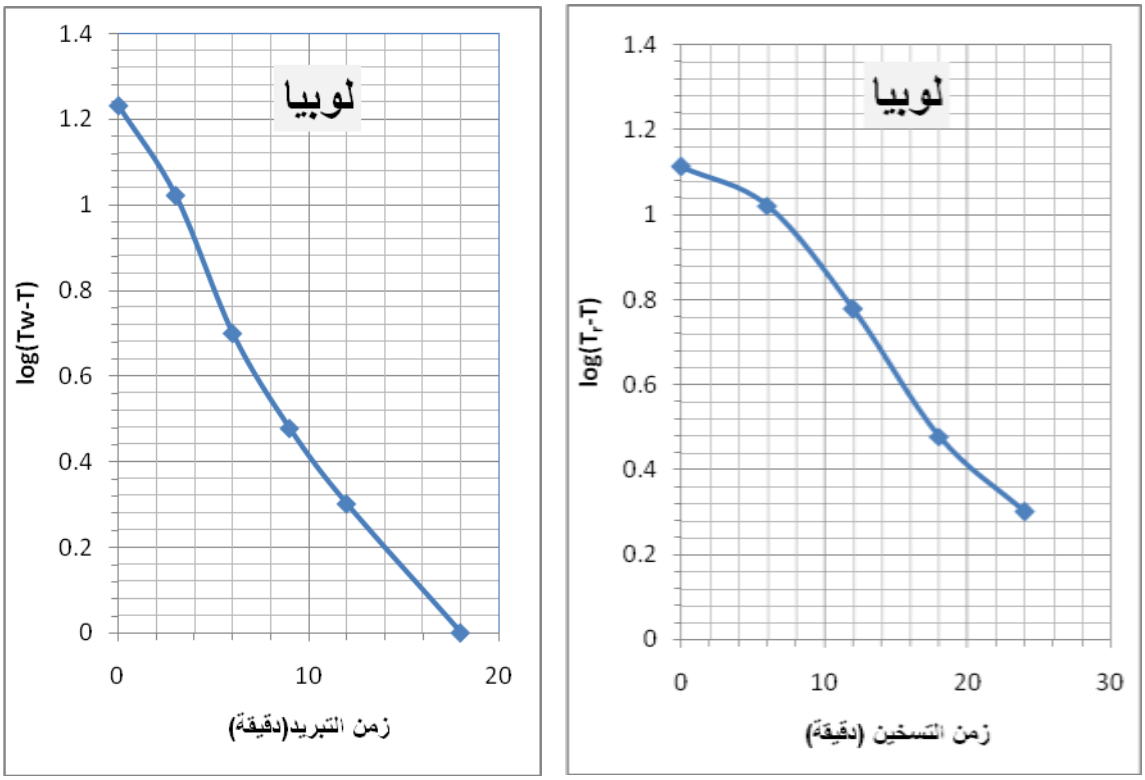


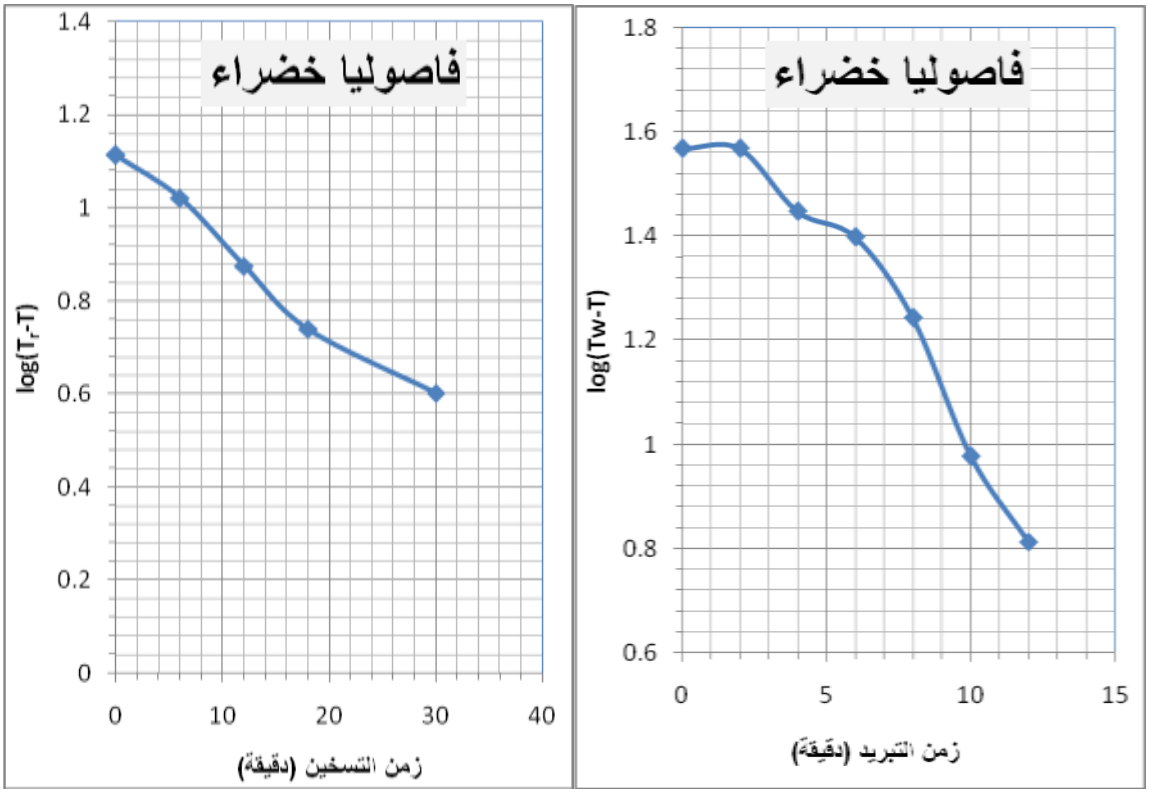
شكل (7): منحنى الاختراق الحراري للثوم المعلب



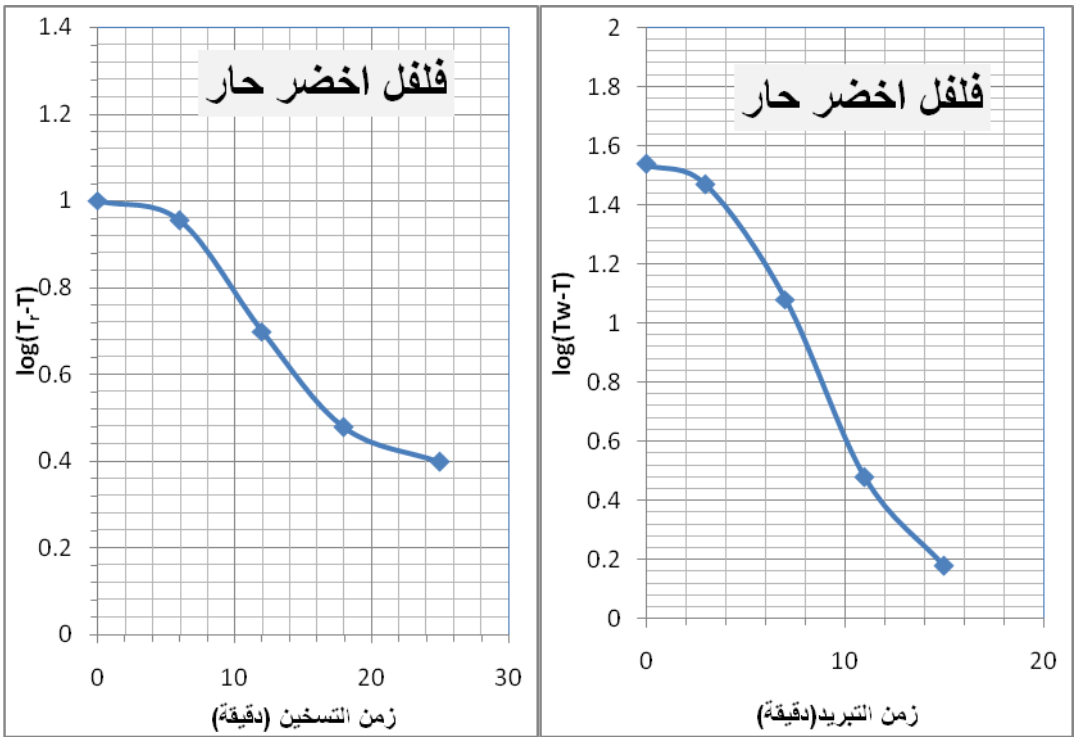


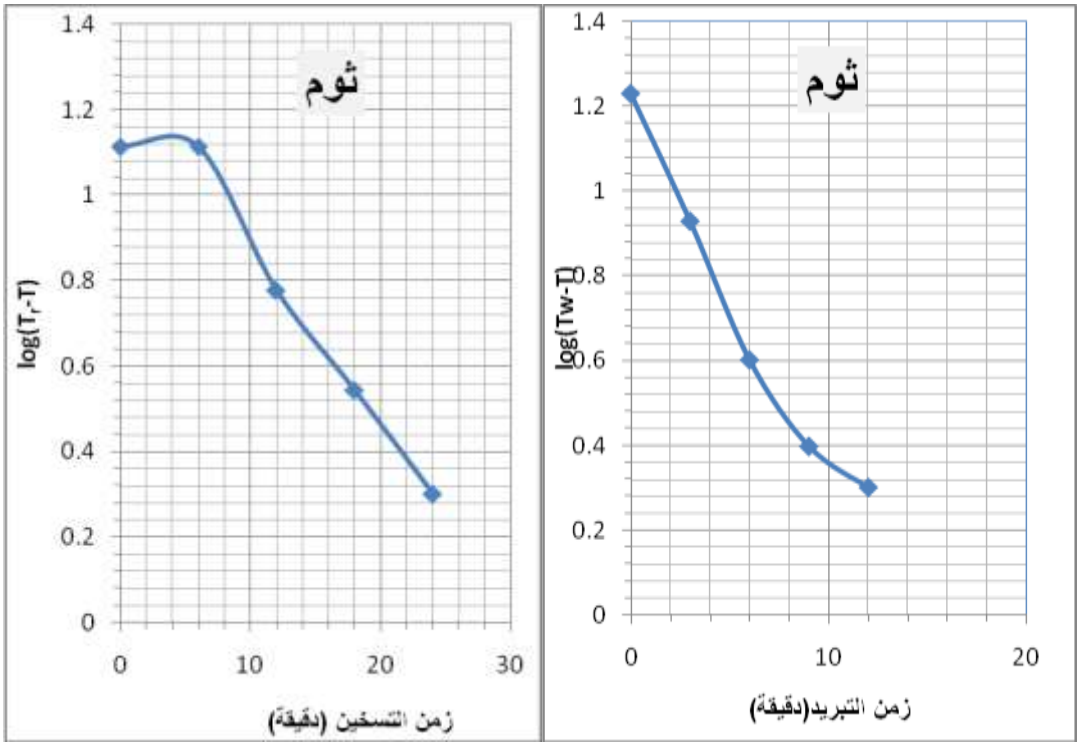
شكل (8):منحنى التسخين والتبريد الشبه لوغارتمي للجزر والقرنابيط المعلب.



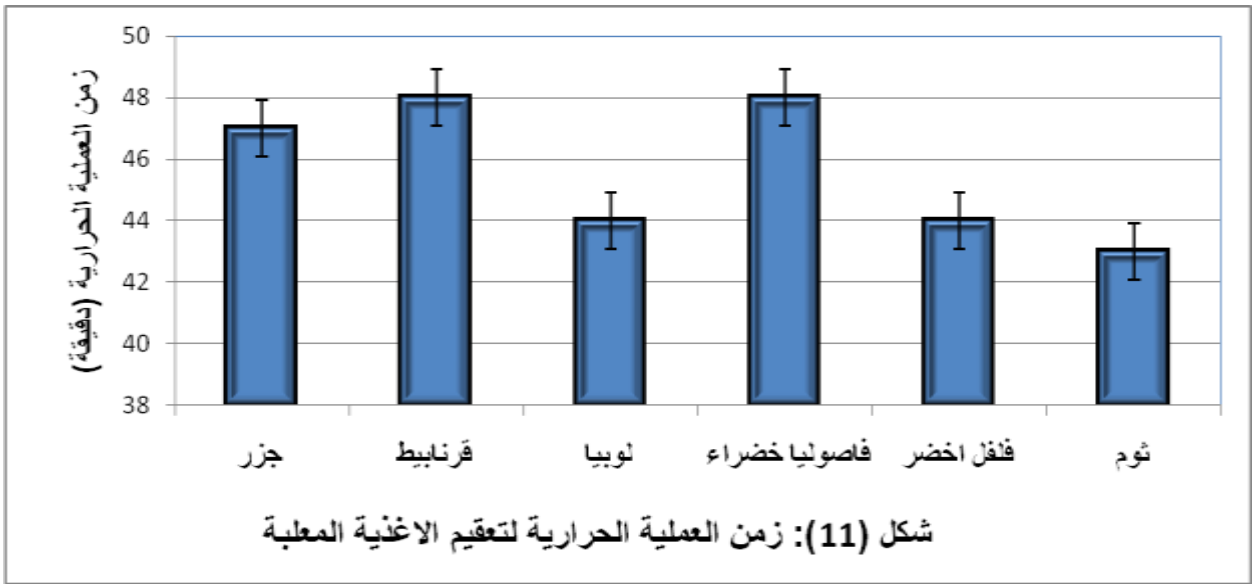


شكل (9):منحنى التسخين والتبريد الشبه لوغارتمي للوبياء والفاصوليا الخضراء





شكل (10):منحنى التسخين والتبريد الشبه لوغارتمي للفلفل الاخضر الحار والثوم المعلب.



شكل (11): زمن العملية الحرارية لتعقيم الاغذية المعلبة

جدول (2):الصفات الحسية لعدة اغذية معلبة

المادة	الطعم 10	الرائحة 10	اللون 10	الشعور بالفم 10	المظهر 10	القبول العام 50	المجموع 100
الجزر	7	6.5	7.5	7	7.5	38.5	74
اللوبيا	7.5	7	8	7	7.5	39	76
الفاصوليا الخضراء	7	7	7	6.55	7	34	68.55
القرنبيط	6.5	6.55	7	6.5	6.5	35	68.05
الفلفل الاخضرالحار	7.5	7	8	7	7	37.5	74
الثوم	6.5	6	8	6.5	8	30	65
أ.ف.م 0.05	0.5	0.45	0.56	0.54	0.57	2.10	6.05

المصادر

1- **Teixeirn , A. A. and G. S. Tucker (1997)** . On – Line Retort Control in Thermal Sterilization of Canned Foods . food Control (8) : 13 – 20 .

2- **Simpson , R. I. ; I. Figueroa and A. Teixeiza (2007)** . Simple Practical and Deviations Efficient on – Line correction of Process Deviations in Batch Retort Through Simulation . Food Control 18 : 458 – 465 .

3- **Afaghi , M. ; h. S. Ramaswamy and S. O. Prasher (2001)** . Thermal Process Calculation Using Artifecial Neural net work models . Food Res. International 34 (1) : 55 – 65 .

4- **Plug , I. J. (1987)** . A Textbook for Introductory Course in Microbiology and Engineering of Sterilization (6^{ed}) . Minneapolis , Minnesota : environmental Sterilization Laboratory .

5- **Fellows , p. (2000)** . Food Processing Technology Principles and Practice . Sec. Ed. CRC Press. BoCa Raton Boston New York Washington , DC .

6- **الحكيم، صادق حسن وعبد علي ،مهدي حسن (1985)** . تصنيع الاغذية. الجزء الاول . مطبعة جامعة بغداد.

7- **Toledo , R. T. (2007)** . Fundamentals of Food Process Engineering . $3^{ed.}$. Spring Sci. + Business Media , LLC. P. 589 .

8- **اليحيى ، سليمان بن عبد العزيز (2000)** . المدخل الى هندسة الاغذية .مترجم. النشر العلمي والمطابع ، جامعة الملك سعود .

9- **Betts , G. D. (1992)** . The Microbiological Safety of Sous – vide Processing . Technical Manual n 39 : Campden & Chorleywood Food Res. Association , Chipping campden , UK .

10- **Betts , G. D. and J. E. Gase (1992)** . Food Pasteurization Treatments . Technical manual n 27 ; Campden & Chorleywood Food Res. Association , Chipping campden , UK .

11- **Norwing , J. F. and D. R. Thompson (1986)** . Microbial Population , Enzyme and Protein Changes during Processing . In Physical and Chemical Properties of Food , MR Okos , Ed. St. Joseph , MI. : American Society of Agricultural Engineers , pp 202 – 265

12- **Roberts , T. A. ; A. C. Baird – Parker and R. B. Tompkin (1996).**Microorganisms in Food microbiological Specification of Food Pathogens . London : Blackie Academic & Professional , p. 513 .

13- El – Samahy , S. K. ; A. El – Mansy ; H. E. Bahlol ; A. I. El – Desouky and A. E. Ahmed (2008) . Thermal Process Time and Sensory Evaluation for Canned Cautus Pear Nectar . J. PACO . pp 85 – 108 .

14- Valentas , K. J . ; E. Rotstein and R. P. Singh (1997) Handbook of Food Engineering Practice . CRC Press BoCa Raton , New York .

15- Andrews , W. (1992) . Manual of Food Quality Control . 4- rev. 1 . Microbiological Analysis . FAO Food and Nutrition Paper . No. 14 / 4 (rev. 1) , Rome , Italy .

16- Singh,R.P. **and D.R.Heldman** (1993).Introduction to food engineering. Academic press Inc.,1250 sixth Avenue,san Deco,California.

17- Stoforos , N. G. (2010) . Thermal Process Calculation through Ball's Original Formula Methods: A Critical Presentation of The Method and Simplification of it's Use through regration equations . Food Eng. Rev. (2) : 1 – 16 .

18- Ramawaswamy , H. S. ; K. Abdulrahim and J. Smith (1992) . Thermal Processing and Computer Modeling . In H. Hui (Ed.) , Encyclopedia of Food Sci. and Tech. . New York : wiley , pp. 2538 – 2552 .

19- حوباني،علي ابراهيم (2000). العمليات المتكاملة في التصنيع الغذائي. مترجم. النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود.

20- Al – Baali , A. G. and Farid , M. M. (2006) . Sterilization of Food in Retort Pouches . Springer Sci. + Business Media , LLC .

Designing of Heat Process for Canned Food and Study their Sensory evaluation