المادة: هندسة معامل الاغذية ***FOOD PLANTS ENGINEERING***

الجزء النظري: **عدد الوحدات النظرية (2)** **عدد الساعات (2)**

مدرس المادة: أ.م.د. اسعد رحمان سعيد الحلفي asaadrehman@yahoo.com

قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة

المحاضرة العاشرة:

التعقيم *Sterilization*

وهي عملية القضاء على الكائنات الحية الموجودة في المادة الغذائية بكاملها. وفي هذا النوع من المعاملة الحرارية يتعرض المنتوج الغذائي الى درجة حرارة اكثر من 120 درجة مئوية ولمدة تتراوح مابين 10 – 30 دقيقة. والمنتوج المعامل بهذه الطريقة لايحتوي على اي خلايا ميكرسكوبية ولكن قد يحتوي على بعض سبورات هذه الانواع. والمنتوجات المعقمة بهذه الطريقة هي معقمة تجاريا.

طرائق التعقيم:

أ- تعقيم المواد الغذائية بعد وضعها في الاواني: حيث يتم وضع المواد الغذائية في اواني مختلفة كالغلب المعدنية او القناني الزجاجية على درجة حرارة اكثر من 100 مئوي لمدة لاتقل عن 10 – 30 دقيقة. وتكون هذه الاجهزة على نوعين:

1- اجهزة التعقيم على دفعات batch sterilizers

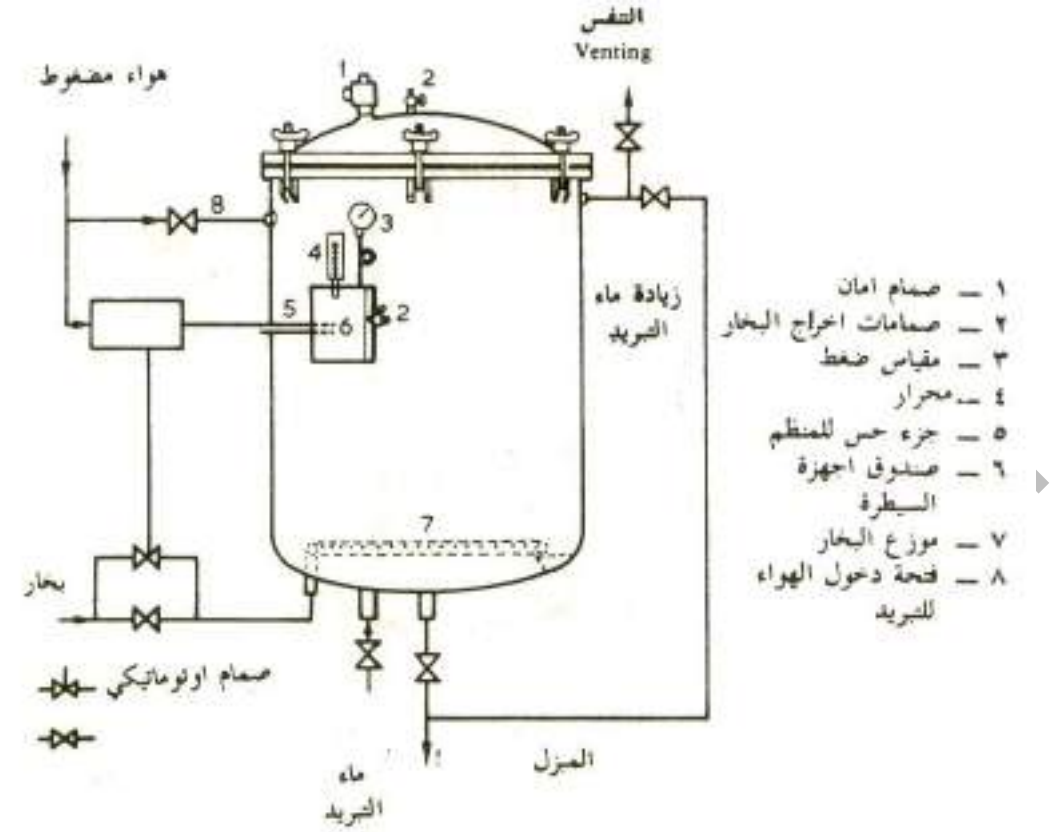
قد تكون هذه الاجهزة بشكل عمودية او افقية وقد تكون الافقية ذات طول بين 3 – 6 م وقطر 1 – 1.52 م تحتوي على سلاسل مستطيلة اما المعقمات العمودية فانها تبلغ 1.06 م في القطر ويبلغ ارتفاعها مابين 1.06 – 1.67 م ، تتم عملية تعقيم العلب او الاواني وذلك بوضعها باقفاص مكونة من معدن مثقب او في اجزاء بحيث يكون بينها فراغ كاف لتخلخل المادة المسخنة ، تنقل الاقفاص الى محلات اجهزة التعقيم على عربات متحركة . ويبلغ قطر الاقفاص حوالي 90 سم وتصمم في العادة المعقمات العمودية ذات حجم 3.55 $م^3$ لتستوعب ثلاثة او اربعة اقفاص.وتتكون من:

1- الاسطوانة : وتضم: اجهزة السيطرة الحرارية ومنظم الضغط وصمام الامان ومصارف ومفرغات.

2- لوحة السيطرة.

3- وحدة البخار وتجهز البخار بضغط مقداره يتراوح بين 7 – 8.8 كغم/$سم^2$.

Dr.ASAAD AL-HILPHY



2- اجهزة التعقيم المستمرة ذات الضغط continuous sterilizers

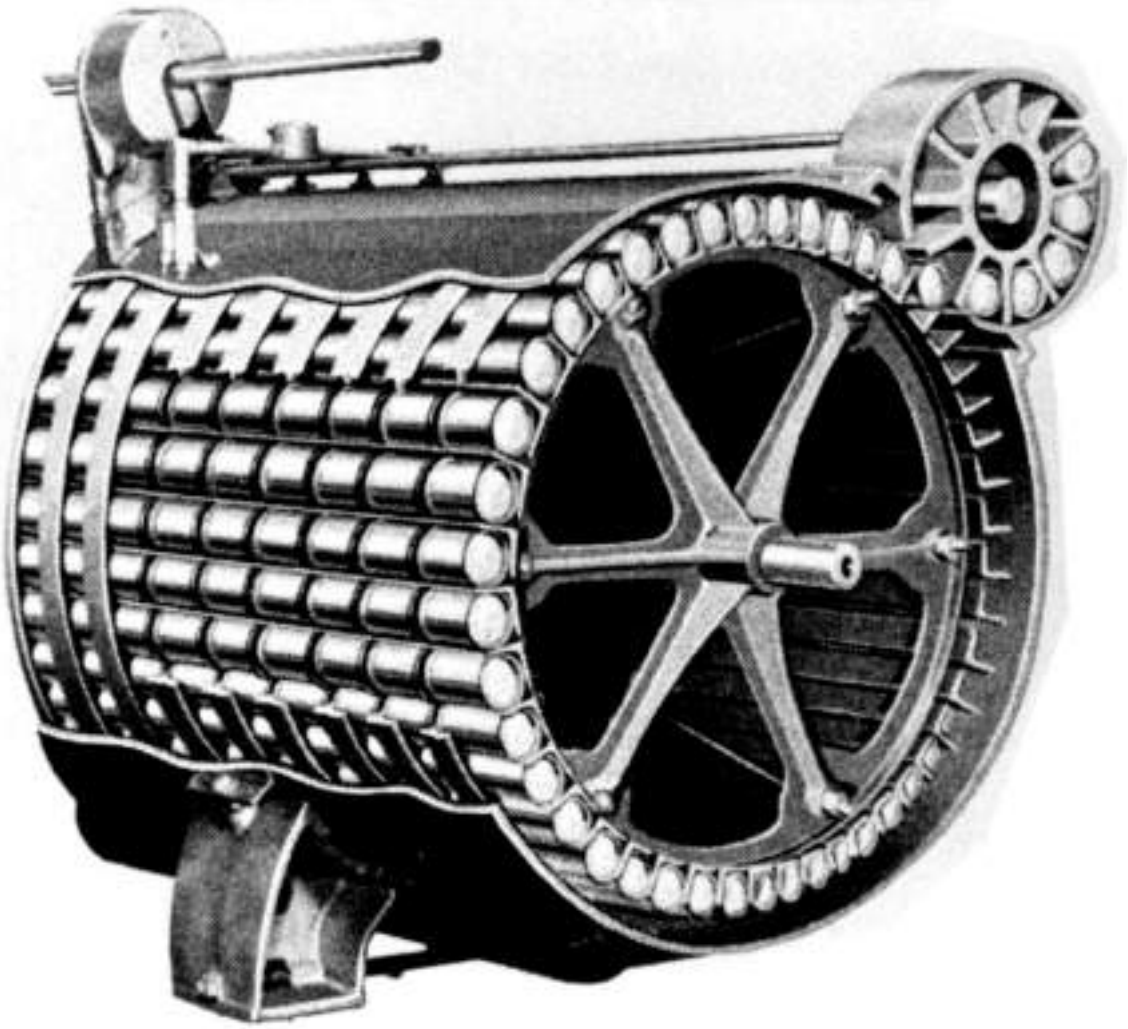
انواعها:

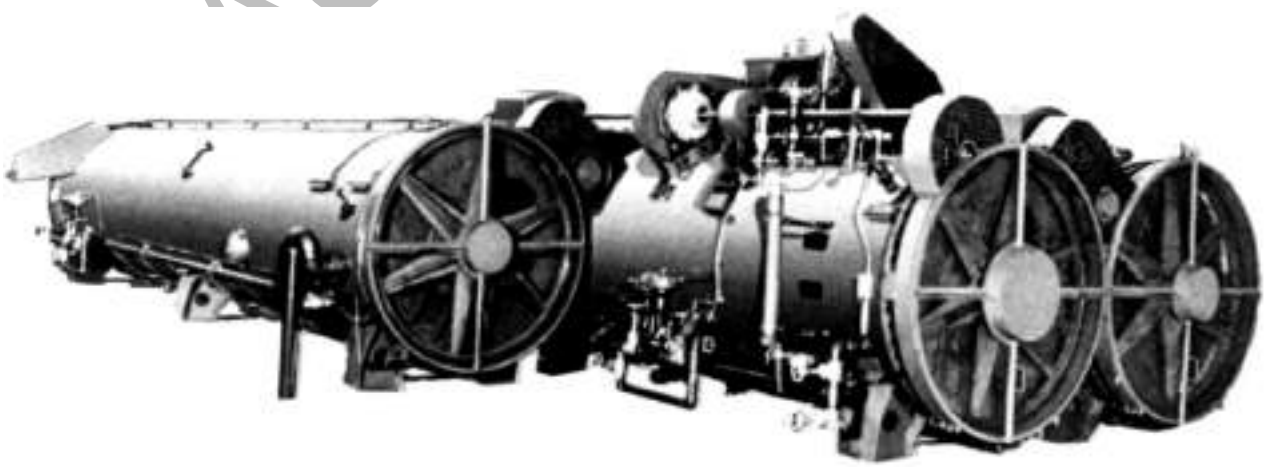
1- القدر البخاري المبستر- المبرد.

2- جهاز التعقيم المستمر الدوار continuous rotary sterilizers

الاغذية

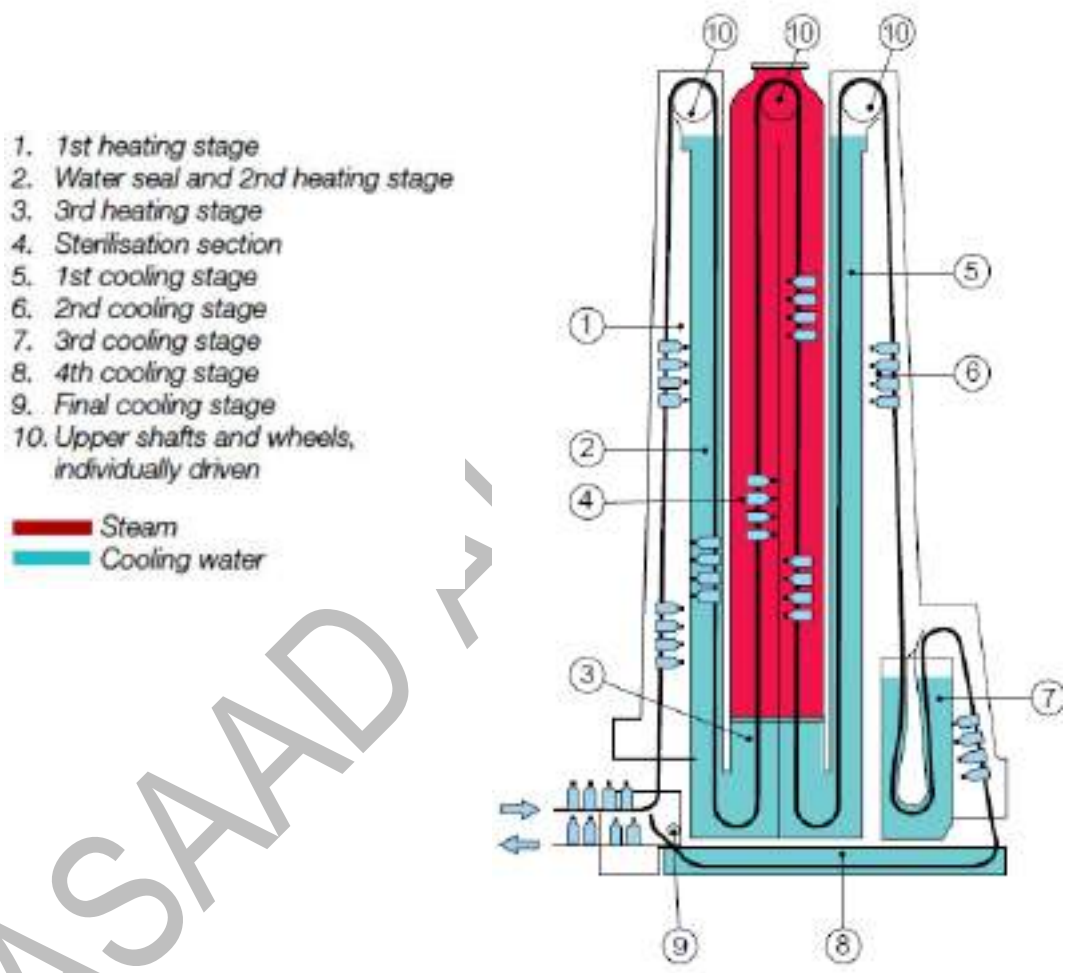
يتألف هذا الجهاز من اسطوانة دوارة مثبت عليها نتوءات توضع فيها علب المادة الغذائية وهذه الاسطوانة تدور واثناء دورانها تتعرض الى درجة حرارة عالية وتحت الضغط يتم التسخين في هذه الاجهزة بالبخار واثناء الحركة تتعرض المادة الغذائية الى تحريك يساعد في رفع درجة حرارتها بشكل متجانس .





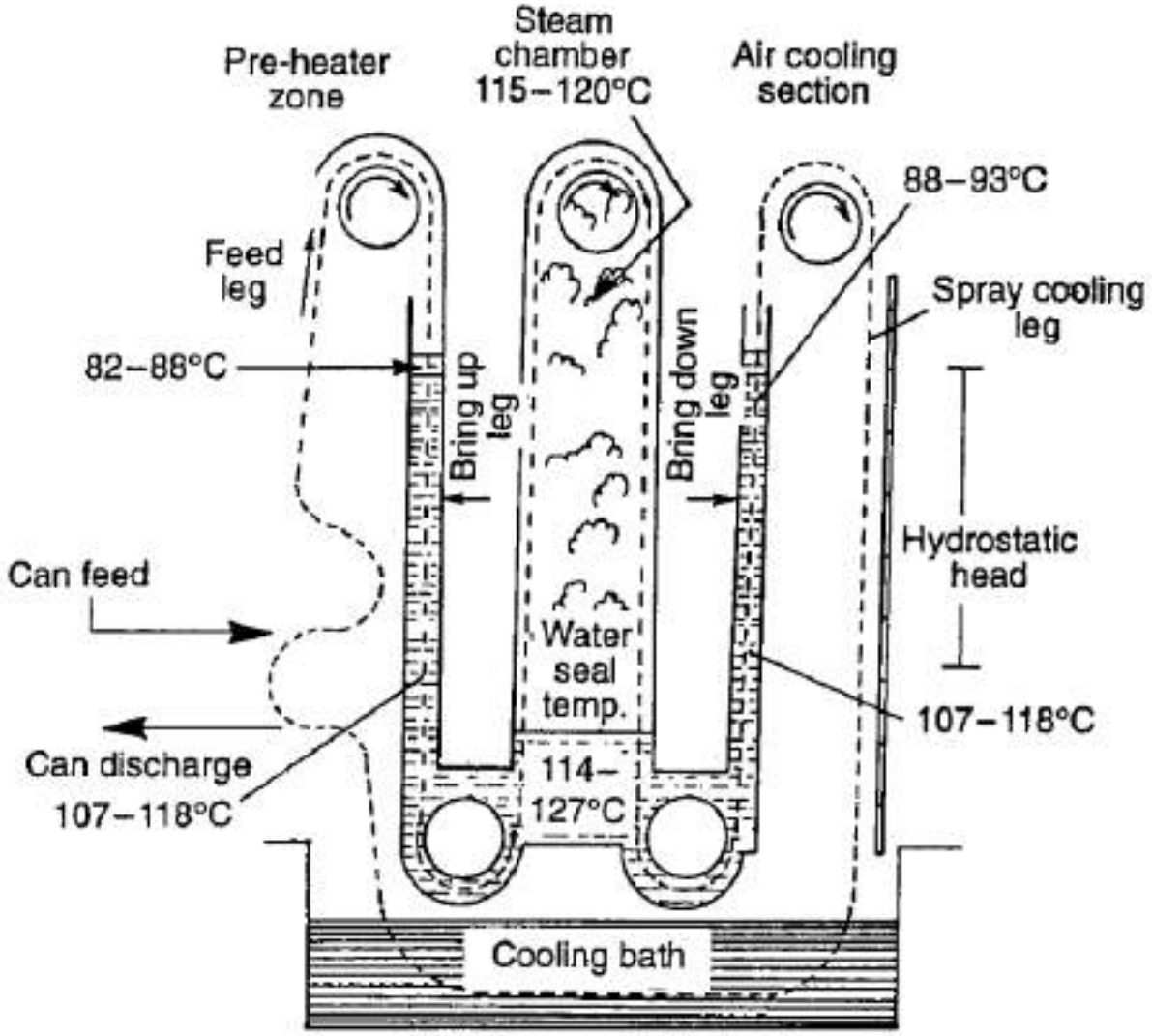
جهاز التعقيم الهايدروستاتيكي continuous hydrostatic pressure sterilizers

يتألف الجهاز من برج رئيسي مجهز بالبخار المضغوط بواسطة عمود الماء الموجود في الذراعين الموجودين على جانبيه. وتنتقل المواد الموضوعة في العلب او القناني المختلفة بواسطة ناقل خاص يمر في هذا البرج البخاري يتكون من سلاسل مزدوجة من نوع roller والمربوطة بواسطة اجهزة حركة خاصة وتحتوي على جيوي ويوضع فيها مابين 14 – 20 انية وتسير بسرعة 91.4 – 183 سم/دقيقة واثناء نقل هذه الاواني تكون بشكل افقي خلال نقلها خلال هذه الابراج المختلفة

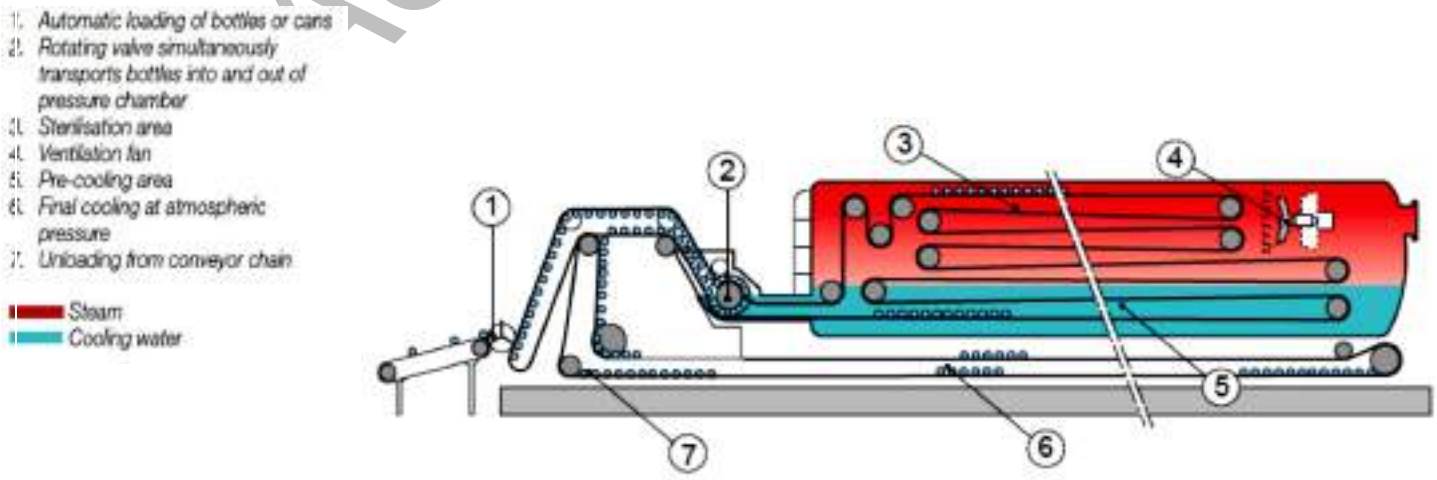


التقيم الهيدروستاتيكي

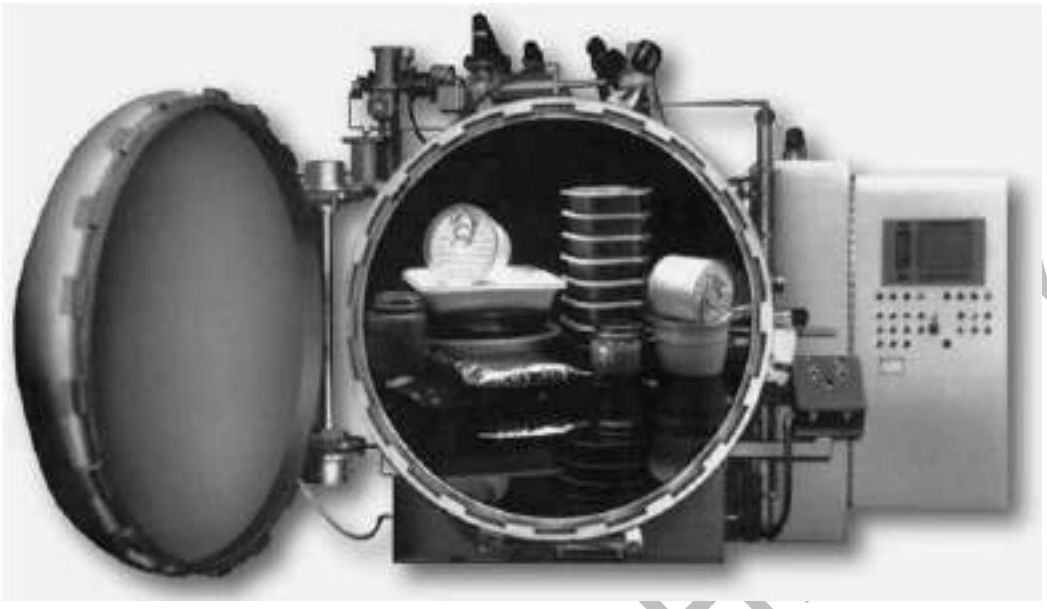
Dr.ASAAD



درجات الحرارة في التقيم الهيدروستاتيكي



معقم مستمر يعمل بالبخار والهواء



معقم ثابت مزود يعمل بالبخار والهواء.

العملية الحرارية

تعد العملية الحرارية احدى التقنيات الرئيسية التي اخترعها الإنسان لضمان نوعية جيدة للمنتج ولصحة المستهلك ، ان التعقيم الحراري للاغذية المعلبة تتم باستعمال المعقم الحراري وهي احدى الطرق المستخدمة لتقنيات الحفظ زهاء 200 سنة . وهي طريقة مهمة لحفظ الأغذية لثبات العمـــــر الخزني للاغذية المعلبة مع ذلك فهذه الطريقة يجب ان تتجنب تعريض المنتج الى 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 fh ويساوي زمن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغارتيمية واحدة .و عامل التبادل الحراري Jch و ثابت معدل التبريد fc ، بالإضافة_الى حساب الهلاكية وزمن العملية الحرارية وهنالك طرق عديدة استعملت لحساب زمن العملية الحرارية والهلاكية منها طريقة Ball و Stumbo وPhams

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 النهائي عند تلك المنطقـــة 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 .

Dr.ASAAD AL-H

الاغذية

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

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) بانه الوقت الضروري لتقليل عدد الميكروبات بنسبة 90 % عندما يرسم عدد الميكروبات في شكل نصف لوغارتيمي يحسب وقت العقيم 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

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

ان قيم (Z) بشكل عام يتراوح مداها من 2 – 4 ْم لتثبيط المايكروبات وان الثباتية الحرارية للكائنات الحيــة لتكوين السبــورات هي اعلى بكثـــير من الخلايا الخضرية بعد (12D) للكوليستريديوم بتيولينيوم

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

a= عدد الكائنات الحية قبل التسخين .

b = عدد الكائنات الحية بعد التسخين .

كما تحسب قيمة z من المعادلة التالية

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

3 – **أحتمالية الفساد** :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 :-

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

r = عدد الاوعية

No = عدد الميكروبات الاولي

F/D = قيمة التعقيم

4 – ثابت معدل التفاعل k : ويحسب من المعادلة التالية :-

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

K : ثابت معدل التفاعل (دقيقة $^{-1}$).

Dr.ASAAD AL-HILPHY

5 - قيمة Q_{10} :-

وتسنخدم قيمة Q_{10} لوصف تاثير درجة الحرارة على معدل التفاعل وتحسب من المعادلة .

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

6 – **طاقة التنشيط**

لتاثير درجة الحرارة على معدل الموت المايكروبي وتحسب من المعادلة التالية: Ea تقدر طاقة التنشيط

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

Ta = درجة حرارة (كلفن)

7 – **قيمة التعقيم** :وتحسب من قسمة F /D .

8 – **تقدير العملية الحرارية داخل العلب** :-

قدرت العملية الحرارية داخل العلب بطريقة Ball وكالأتي :-

$$B = f_h \log (J_{ch} \ I_h / g_c) \text{ ---------- 7}$$

$$J_{ch} = (T_r – T_{pih}) / (T_r – T_{ih}) \text{ ---------- 8}$$

B = زمن عملية التسخين

$\mathbf{f_h}$ = ثابت معدل التسخين (دقيقة) ويساوي زمن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغارتيمية واحدة .

$\mathbf{J_{ch}}$ = عامل التبادل الحراري .

$\mathbf{T_r}$ = درجة الحرارة في المعقم (ْم).

$\mathbf{T_{ih}}$ = درجة حرارة الغذاء الاولية (ْم) .

$\mathbf{T_{pih}}$ = 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 .

$\mathbf{I_h}$ = الفرق بين درجة حرارة المعقم والغذاء عند بداية التسخين .

$$\mathbf{I_h = T_r – T_{ih}} \text{ ---------- 9}$$

Dr.ASAAD AL-HILPHY

$$U = F_o F_i \text{ ---------- } 10$$

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

F_i = الزمن عند أي درجة حرارية اخرى مساوية لدقيقة واحدة عند درجة حرارة المصدر المعتمد .

F_o = وتمثل الزمن بالدقائق عند درجة حرارة المصدر وهي الدرجة التي تبدا فيها الخلايا الخضرية والسبورات بالتلف وتحسب

$$F_o = D_r \{ \log(a) - \log(b) \} \text{ ---------- } 12$$

D_r = الزمن المطلوب عند درجة حرارة المصدر لهلاك 90 % من الخلايا الخضرية والسبورات للكائنات الحية .

تحسب log g كالاتي:

$$R = \log f_h / U$$

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

$$\text{If } f_h / U > 0.6 \text{ then } \log g = 0.042808R^5 - 0.35709R^4 +$$

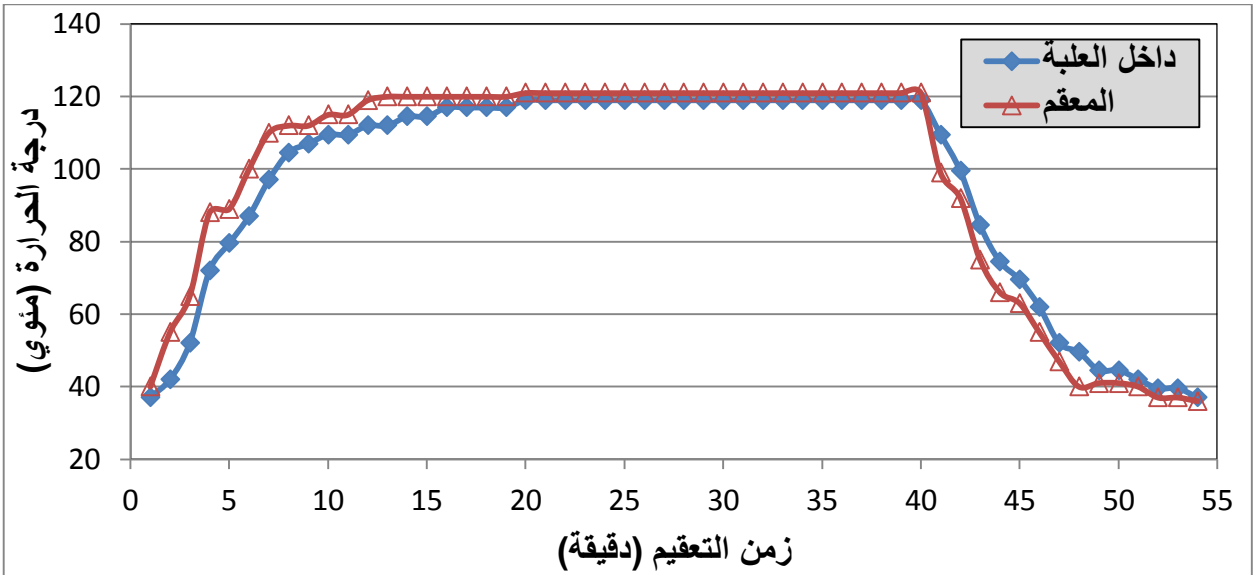
$$1.1929R^3 - 2.1296R^2 + 2.4847R - 28274 \text{ -------- } 14$$

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

t_B = الزمن الذي يحدث فيه القتل الحراري للإحياء المهجرية (دقيقة) .

L = زمن وصول المعقم إلى الدرجة الحرارية المطلوبة 121 ْم

Dr.ASAAD AL-HILPHY



شكل (3): منحنى الاختراق الحراري للقرنابيط المعلب

التعقيم عالي الحرارة UHT ultra high temperature process

يسخن الحليب في هذا النوع من المعاملة لدرجة حرارة 129.4 مئوي لمدة عدة ثواني وبذلك يضمن تعرض المادة الغذائية لمدة اقل بحيث يضمن اتلاف المايكروبات والمحافضة على صفات المنتوج. تستعمل هذه الطريقة في الوقت الحاضر في معاملة الحليب ووضعه في كاتونات معقمة tetra .

طريقة التصعيد في التعقيم uperization

ويتم فيها معاملة الحليب لدرجة حرارة 148.9 مئوي ويتعرض فيها لمدة 2.4 ثانية. وتتم العملية بضخ الحليب الى مسخن ابتدائي فترتفع درجة حرارته الى 75 – 80 مئوي ثم ينقل الى جهاز يسلط عليه بخار فيكثف البخار وترفع درجة حرارته الى 149 مئوي وتبقى في هذه الدرجة لمدة 2.4 ثانية . ينقل بعدها الحليب ويوضع في اسطوانة لرفع الضغط فيتبخر ما البخار المكثف من الحليب فتنخفض درجة حرارته لما قبل تسليط البخار . ثم يضخ من اسطوانة الضغط الواطيء الى المجنس ثم يتم التبريد. ثم يوصل الحليب الى جهاز تعبئة ويتم وضع الحليب في العلب الكارتونية التتراباك بعد تعقيم سطوح هذه الكارتونات بواسطة بيروكسيد الهيدروجين والحرارة. وفي العادة يوضع خزان معقم قبل جهاز التعبئة.

Dr.ASAD AL-HIL