

Sterilization التعقيم

وهي عملية القضاء على الكائنات الحية الموجودة في المادة الغذائية بكاملها. وفي هذا النوع من المعاملة الحرارية يتعرض المنتج الغذائي الى درجة حرارة اكثر من 120 درجة مئوية ولمدة تتراوح ما بين 10 – 30 دقيقة. والمنتج المعامل بهذه الطريقة لا يحتوي على اي خلايا ميكروسكوبية ولكن قد يحتوي على بعض سبورات هذه الانواع. والمنتجات المعقمة بهذه الطريقة هي معقمة تجاريا.

طرائق التعقيم:

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

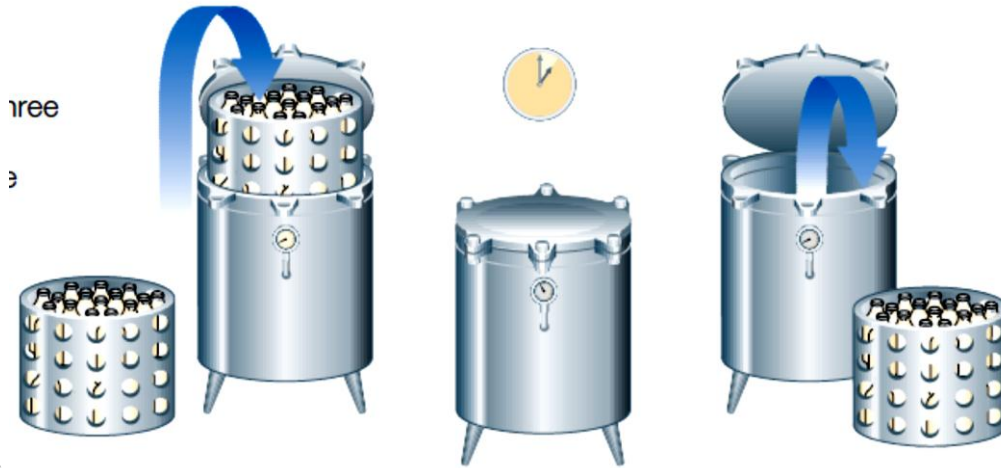
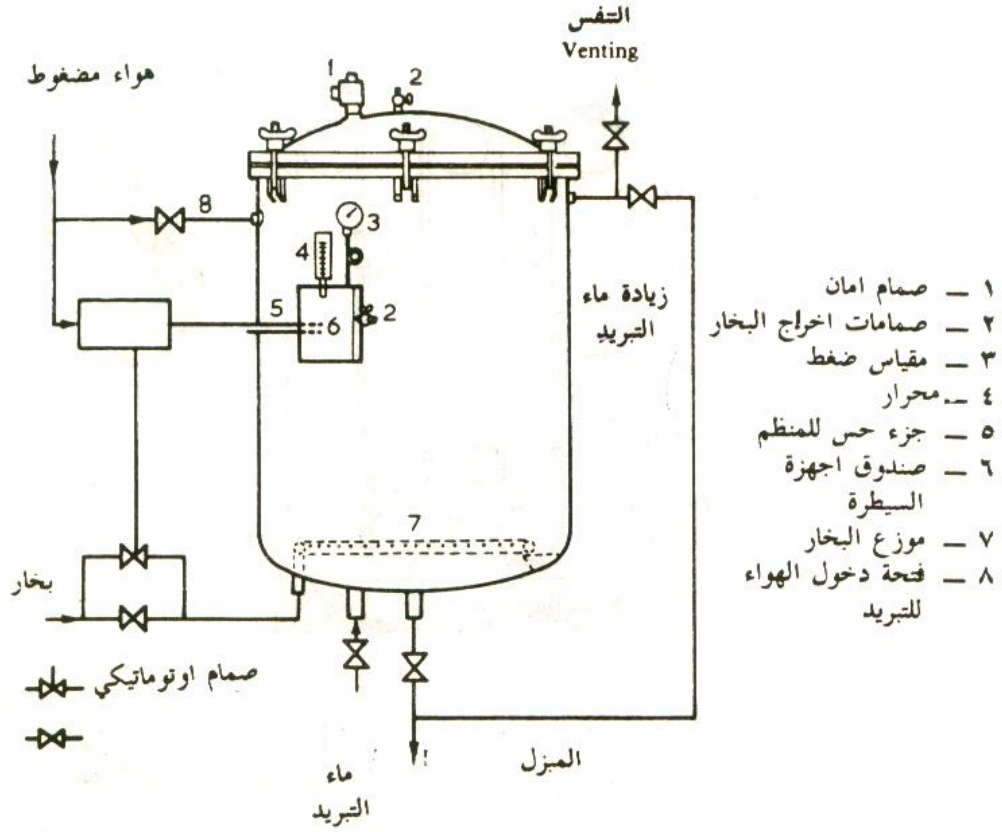
1- اجهزة التعقيم على دفعات batch sterilizers

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 ما بين 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 م³ لتستوعب ثلاثة او اربعة اقفاص. وتتكون من:

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

2- لوحة السيطرة.

3- وحدة البخار وتجهز البخار بضغط مقداره يتراوح بين 7 – 8.8 كغم/سم² .



2- اجهزة التعقيم المستمرة ذات الضغط continuous sterilizers

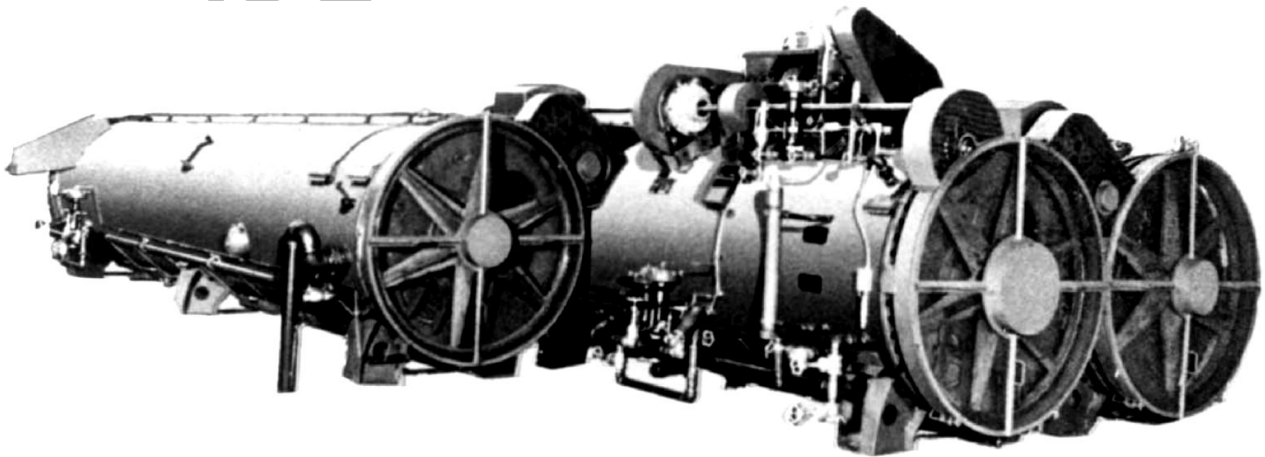
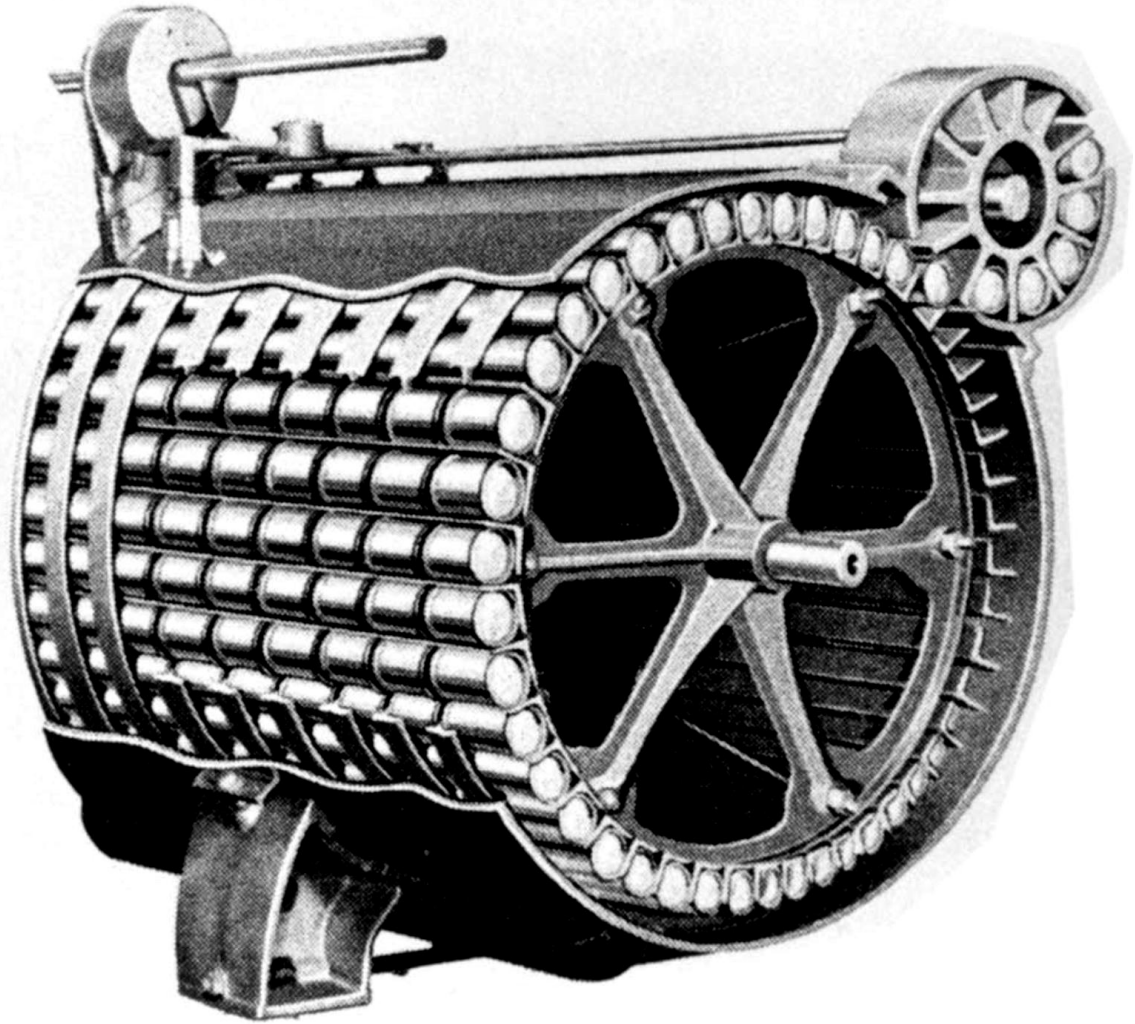
انواعها:

1- القدر البخاري المبستر - المبرد.

2- جهاز التعقيم المستمر الدوار continuous rotary sterilizers

الأنذية

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 .

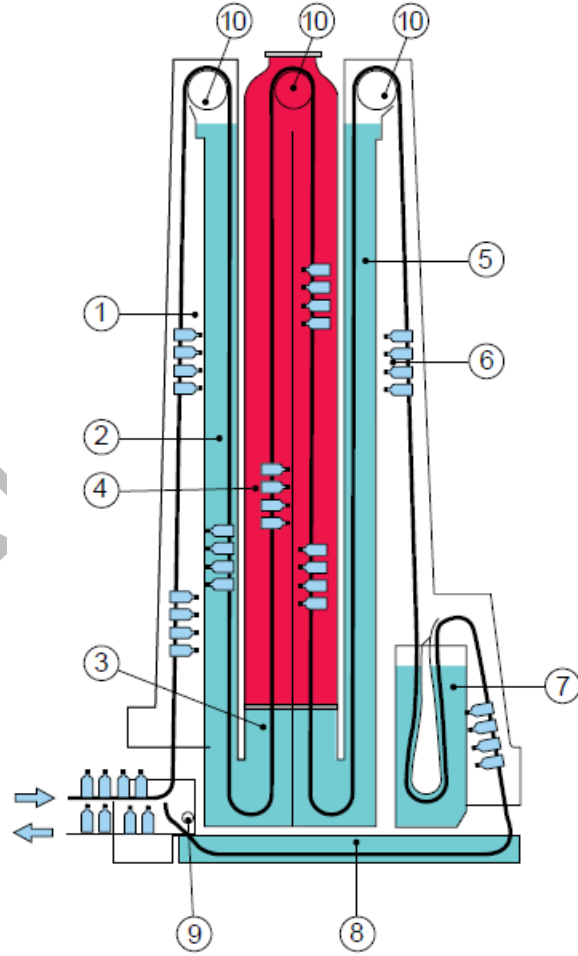


الأنظمة

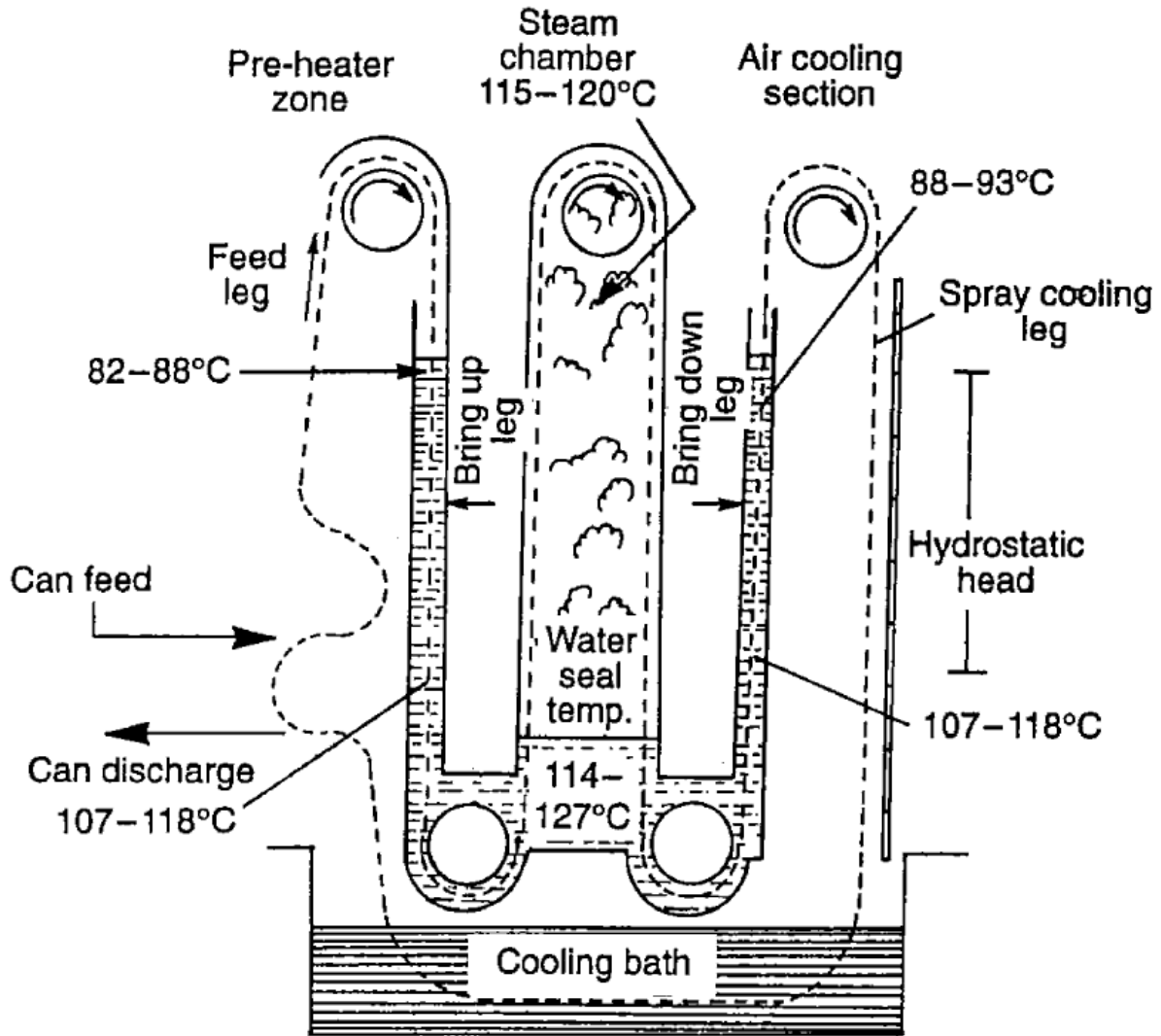
جهاز التعقيم الهيدروستاتيكي continuous hydrostatic pressure sterilizers

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 ما بين 14 - 20 انية وتسير بسرعة 91.4 - 183 سم/دقيقة واثناء نقل هذه الاواني تكون بشكل افقي خلال نقلها خلال هذه الابراج المختلفة

1. 1st heating stage
 2. Water seal and 2nd heating stage
 3. 3rd heating stage
 4. Sterilisation section
 5. 1st cooling stage
 6. 2nd cooling stage
 7. 3rd cooling stage
 8. 4th cooling stage
 9. Final cooling stage
 10. Upper shafts and wheels, individually driven
- Steam
■ Cooling water



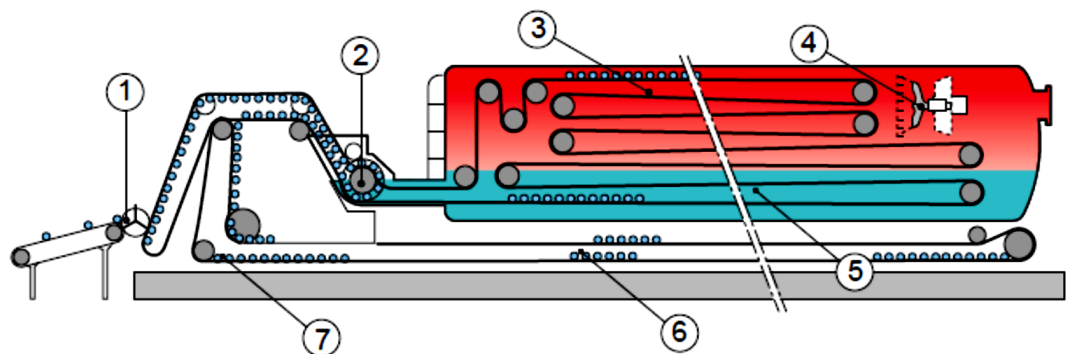
التعقيم الهيدروستاتيكي



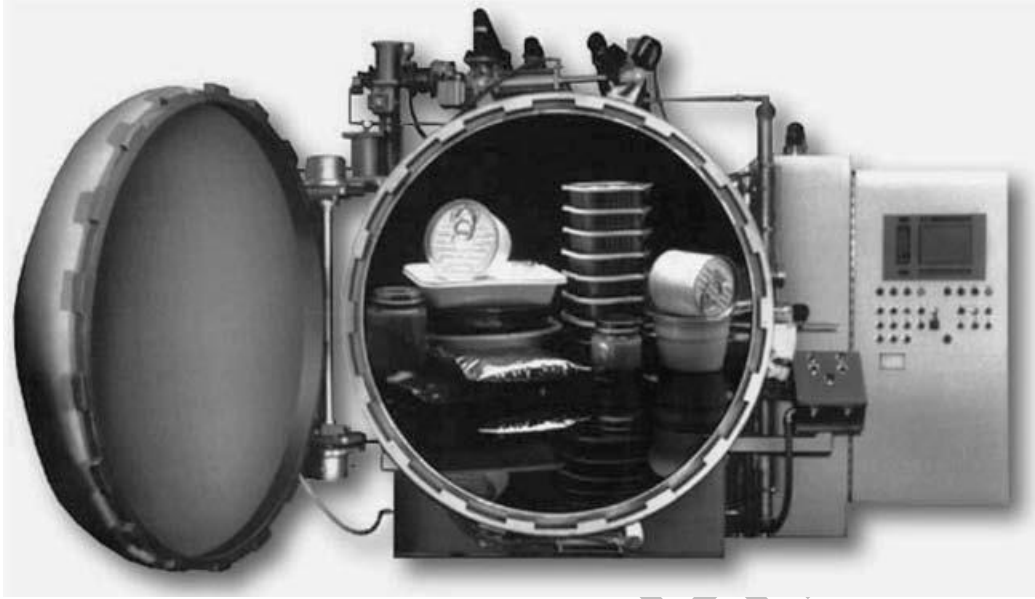
درجات الحرارة في التقيم الهيدروستاتيكي

1. Automatic loading of bottles or cans
2. Rotating valve simultaneously transports bottles into and out of pressure chamber
3. Sterilisation area
4. Ventilation fan
5. Pre-cooling area
6. Final cooling at atmospheric pressure
7. Unloading from conveyor chain

■ Steam
■ Cooling water



معقم مستمر يعمل بالبخر 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 للأغذية المعلبة تتم باستعمال المعقم الحراري وهي احدى الطرق المستخدمة لتقنيات الحفظ زهاء 200 سنة . وهي طريقة مهمة لحفظ الأغذية لثبات العمر الخزني للأغذية المعلبة مع ذلك فهذه الطريقة يجب ان تتجنب تعريض المنتج الى المعاملات الحرارية العالية فوق الدرجة المثالية لكي لا تؤثر سلبيًا بنوعية المنتج.

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

ان منطقة التسخين البطيئة في المعلبات تكون في المركز الهندسي للعبة وهي تسخن بصورة ابطأ من بقية الاجزاء الاخرى للعبة وتتطلب زمن اطول للوصول الى درجة حرارة التعقيم النهائي عند تلك المنطقه ان المركز الحراري للعب الاسطوانية يكون في المركز الهندسي لها في حالة انتقال الحرارة بالتوصيل داخل العب وفي حالة الانتقال الحراري بالحمل فان المركز الحراري يكون في الثلث العلوي من قاعدة اللعبة .

الأنذية

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 المعطب 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 البكتيرية 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 الحية لتكوين السبورات هي اعلى بكثير 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

$$Z = (T_2 - T_1) / \{ \log (D_1) - \log (D_2) \} \text{----- 2}$$

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 وكالاتي :-

$$1 / r = N_0 / 10^{F/D} \text{----- 3}$$

r = عدد الاوعية

N₀ = 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).

5 - قيمة Q_{10} :-

وتستخدم قيمة Q_{10} لوصف تأثير درجة الحرارة على معدل التفاعل وتحسب من المعادلة .

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

6 - طاقة التنشيط

لتأثير درجة الحرارة على معدل الموت المايكروبي وتحسب من المعادلة التالية: E_a تقدر طاقة التنشيط

$$E_a = 19.15 / Z \times T_a^2 \text{ ----- } 6$$

T_a = درجة حرارة (كلفن)

7 - قيمة التعقيم: وتحسب من قسمة F/D .

8 - تقدير العملية الحرارية داخل العلب :-

قدرت العملية الحرارية داخل العلب بطريقة Ball وكالاتي :-

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

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

B = زمن عملية التسخين

f_h = ثابت معدل التسخين (دقيقة) ويساوي زمن منحنى الاختراق الحراري لدورة لوغاريتمية واحدة .

J_{ch} = عامل التبادل الحراري .

T_r = درجة الحرارة في المعقم (م°) .

T_{ih} = درجة حرارة الغذاء الاولية (م°) .

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 .

I_h = الفرق بين درجة حرارة المعقم والغذاء عند بداية التسخين .

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

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

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

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

= وتمثل الزمن بالدقائق عند درجة حرارة المصدر وهي الدرجة التي تبدأ فيها الخلايا الخضرية F_o 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 $\log g$ كالآتي:

$$R = \log f_h / U$$

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

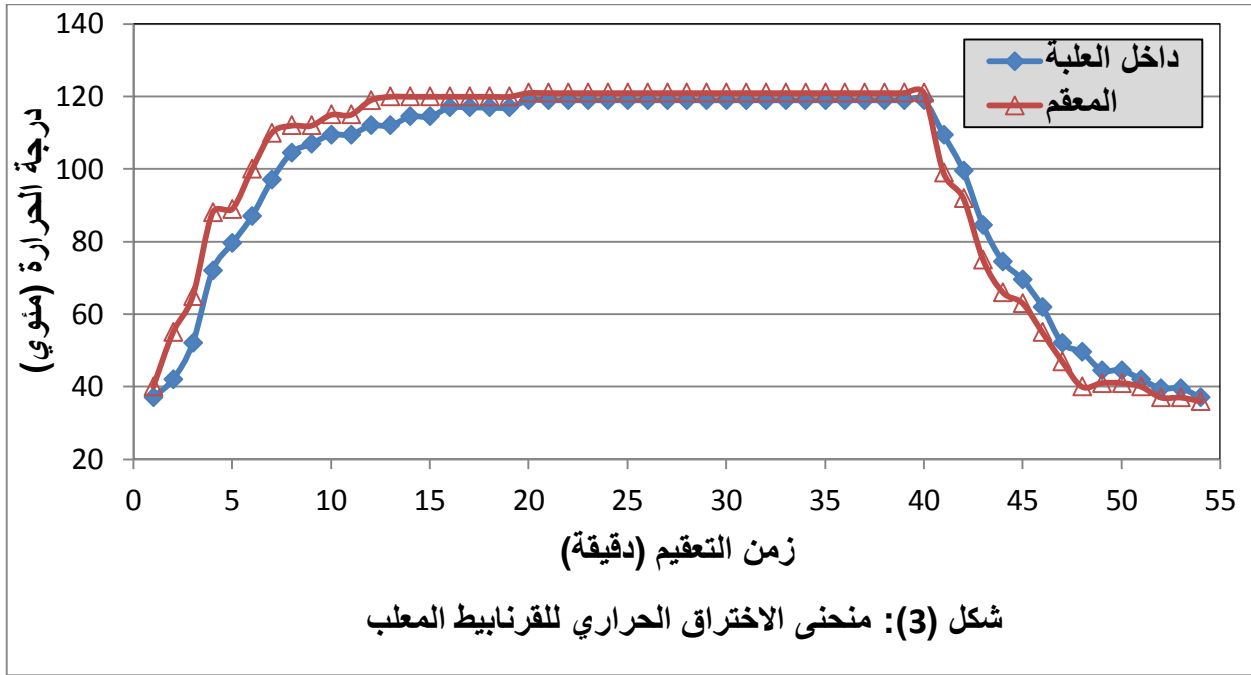
$$\text{If } f_h / U > 0.6 \text{ then } \log g = 0.042808R^5 - 0.35709R^4 +$$

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

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

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

L = زمن وصول المعقم إلى الدرجة الحرارية المطلوبة 121 م°



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 والمحافظة على صفات المنتج. 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 فتتخفض 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.