الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

التسخين الاومي Ohmic Heating

يعد التسخين الأومي والذي يعرف أيضا بـ Joule Heating وكذلك بـResistive heating من التقنيات الحديثة في هندسة تصنيع الاغذيه ، وهو عمليه حرارية متقدمه يتحول فيها الغذاء إلى مقاومه كهربائية حيث تمر الكهربائية خلال المادة الغذائية بفرق جهد وتيار معينين وتتوزع الحرارة داخل كتلة المادة بشكل متجانس على العكس من استعمال الأسطح الساخنة عند استعمال الطرق التقليدية

مميزات التسخين الاومي:

* السرعة في العمل والتنسيق الحراري الموحد وانخفاض تحطم الفيتامينات في الغذاء.

*سهوله السيطرة على التسخين الأومي وكفاءة الطاقة العالية وانخفاض التكلفة بالمقارنة مع الطرق الأخرى كالمايكروويف والذبذبات الراديويه .

*من أكثر التقنيات ملائمة ونظافة للبيئة بالاضافه لكفاءة الطاقة التي تعطيها هذه التقنية بالمقارنة مع الطرق التقليدية .

*تقليل مشاكل تجمع الاوساخ FOULING على سطوح الانابيب.

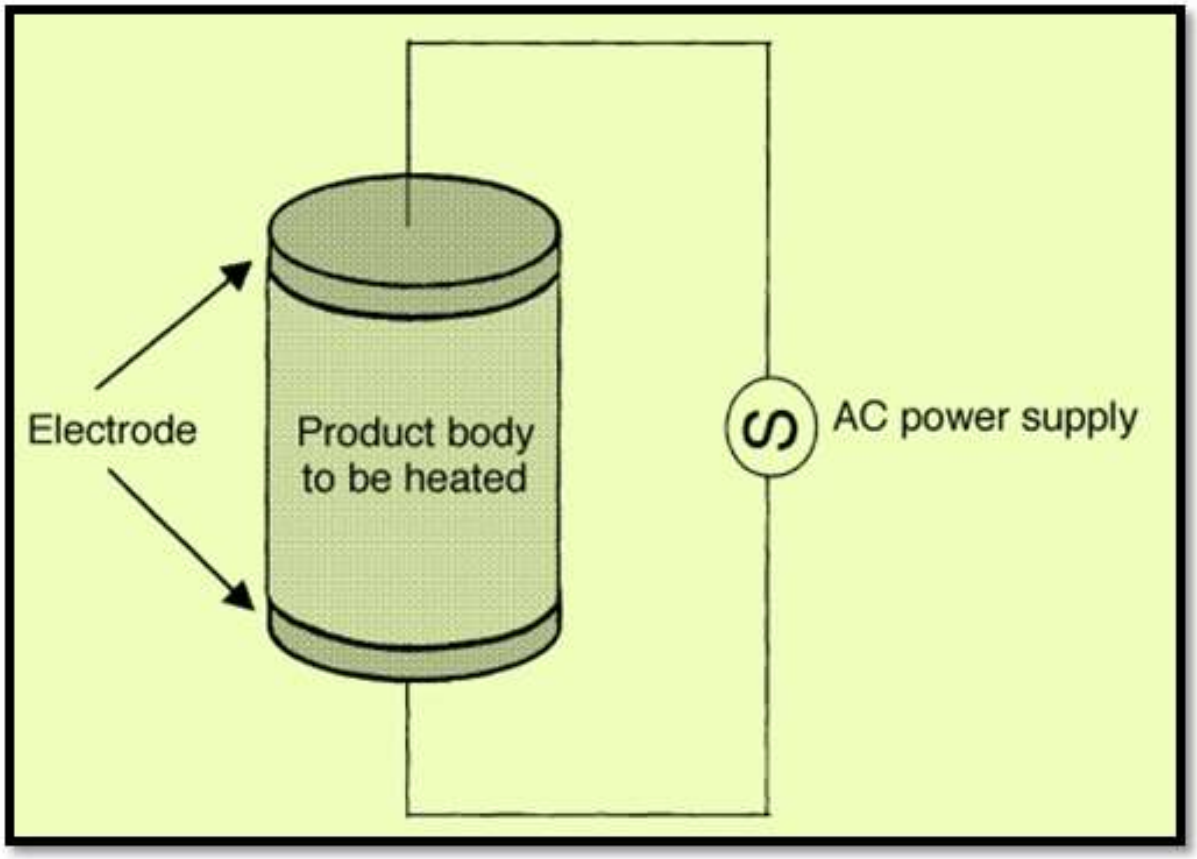
*لاتوجد بقايا لانتقال الحرارة بعد قطع التيار عن الغذاء.

*تكاليف الصيانة قليلة وكفاءة تحويل الطاقة عالية.

العيوب:

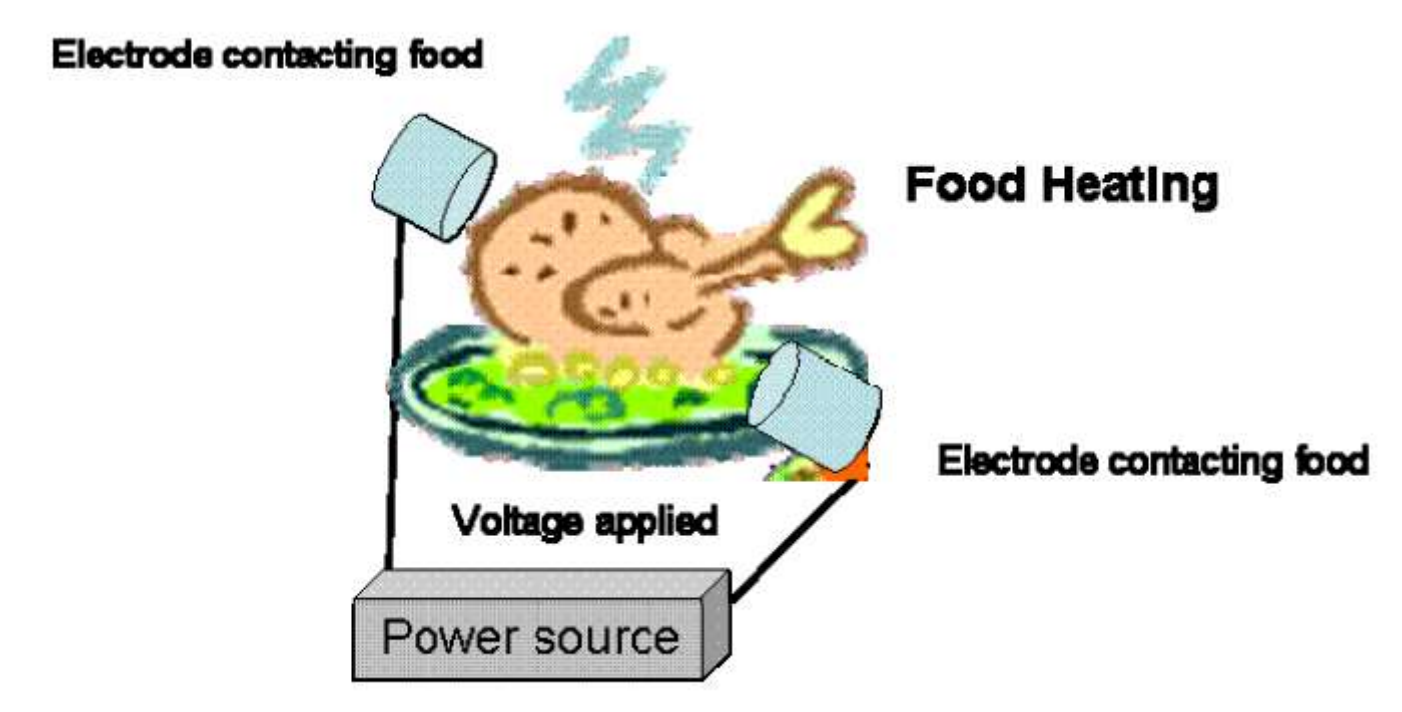
*تكاليف الاستثمارية والتشغيلية في البداية عالية.

*تفتقر الى تعميم المعلومات حولها.



شكل يوضح مبدأ تقنية التسخين الأومي .

مبدأ عمل التسخين الاومي

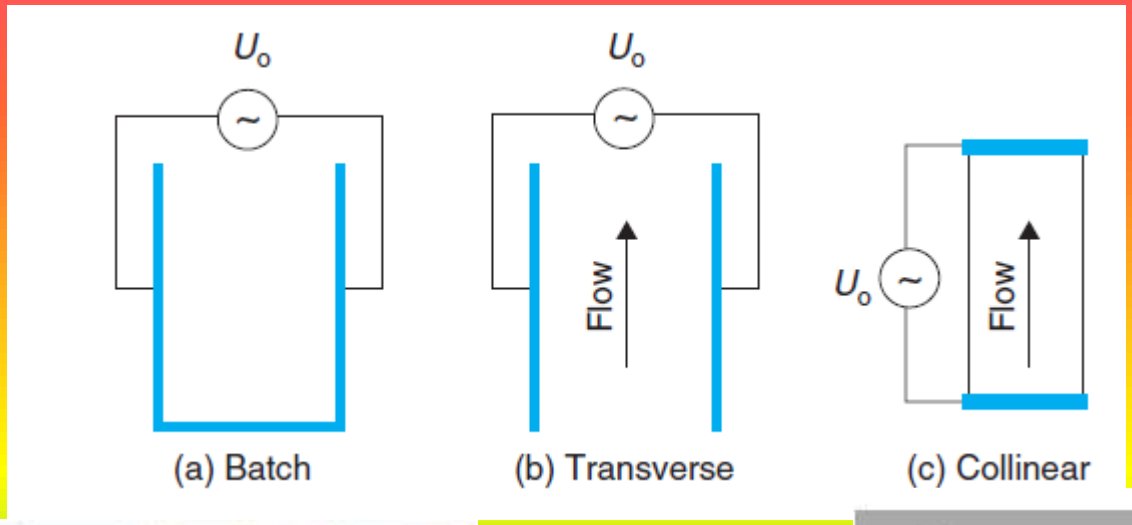


الاقطاب الكهربائية:

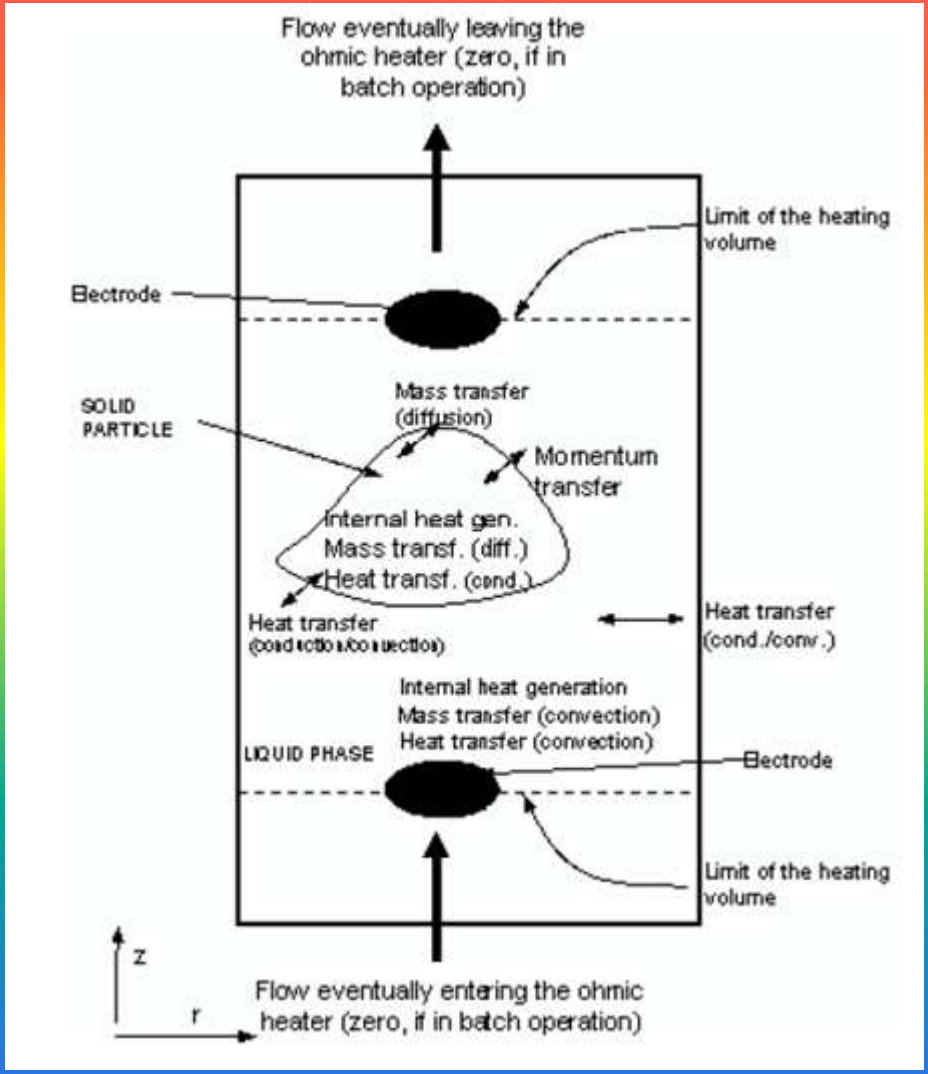
استخدام أقطاب من الحديد المقاوم للصدأ تعتبر من المواد النشيطة جدا كهروكيميائيا خلال التسخين الأومي في مقاومة جميع قيم pH.

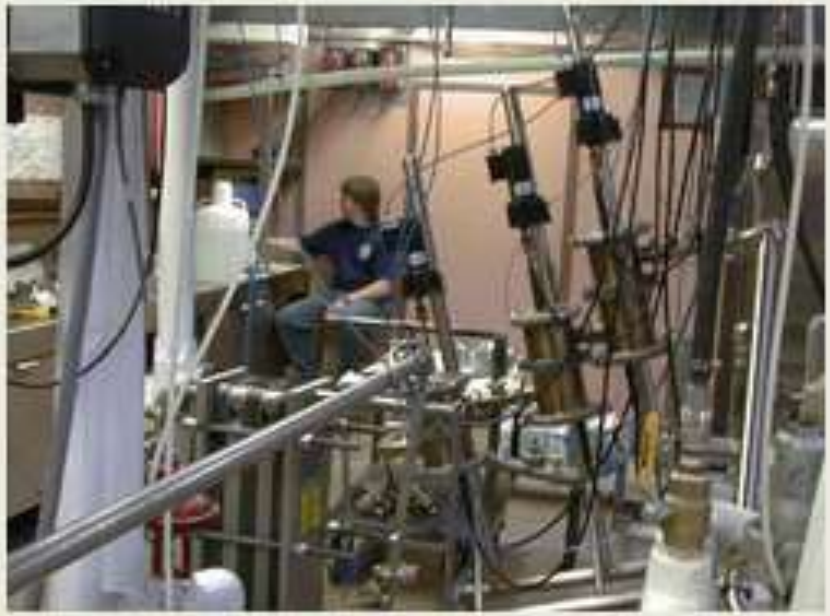
تستخدم أقطاب من التيتانيوم المطلية بالبلاتنيوم او الريثيوم لمنع التحليل الكهربائي الذي يحدث أثناء التيار المتناوب ذو التردد الواطئ (٥٠Hz او٦٠) .

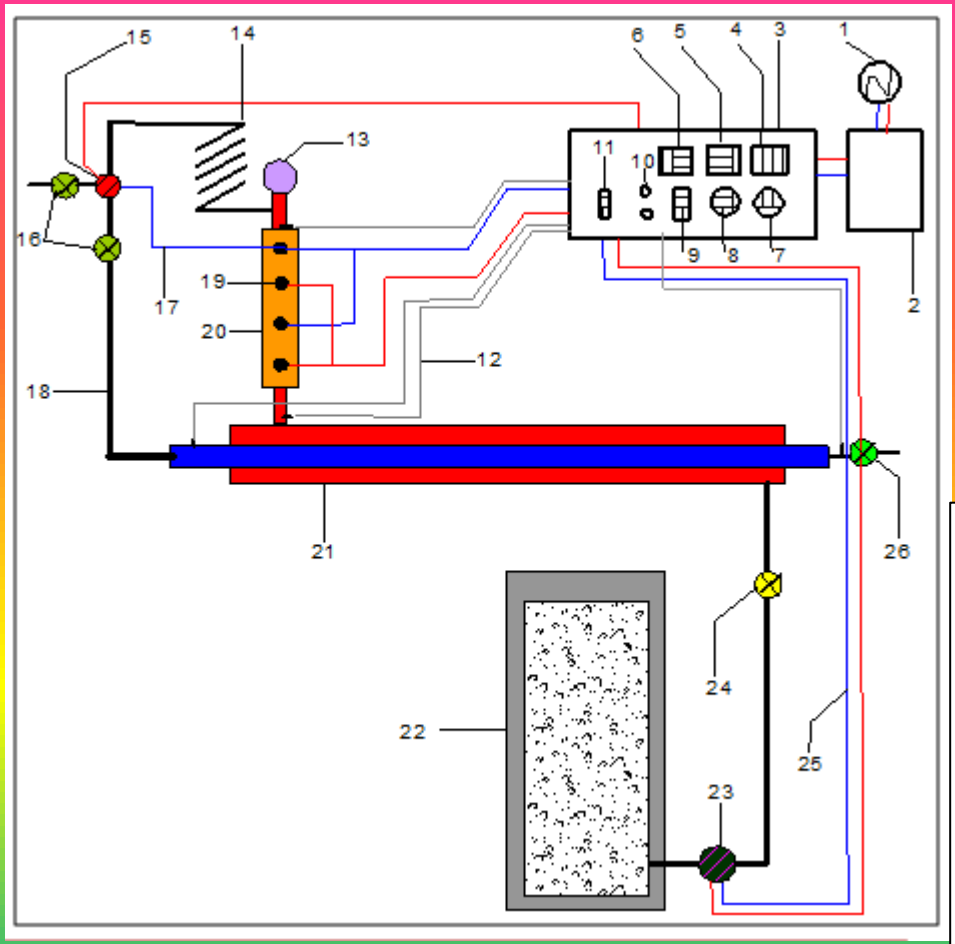
انواع التسخين الاومي



الية التسخين الاومي

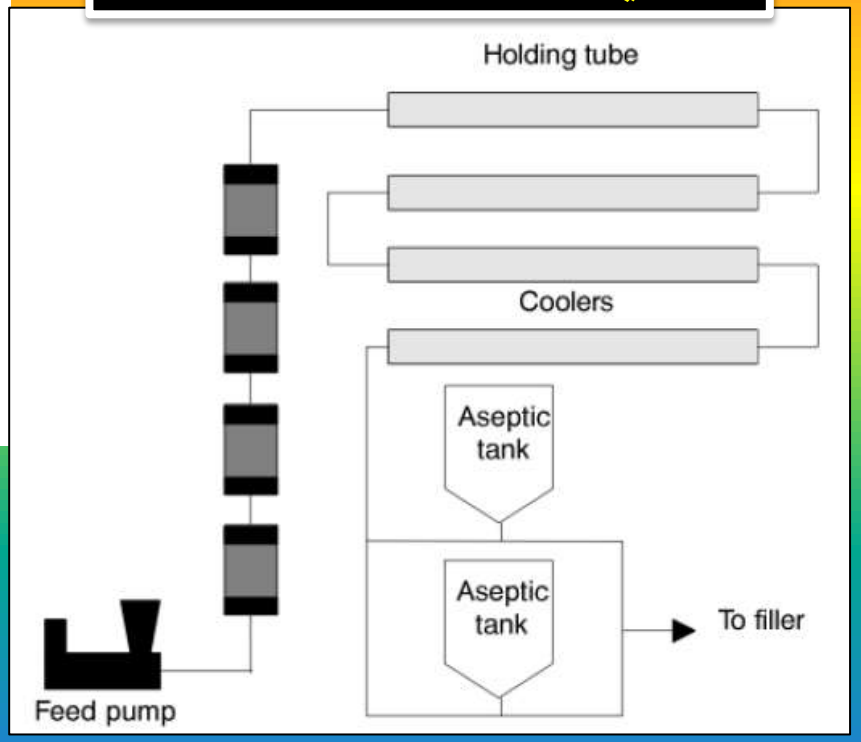






جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاومي المستمر

جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاومي ذو الغرف المتعددة



جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاومي المستمر

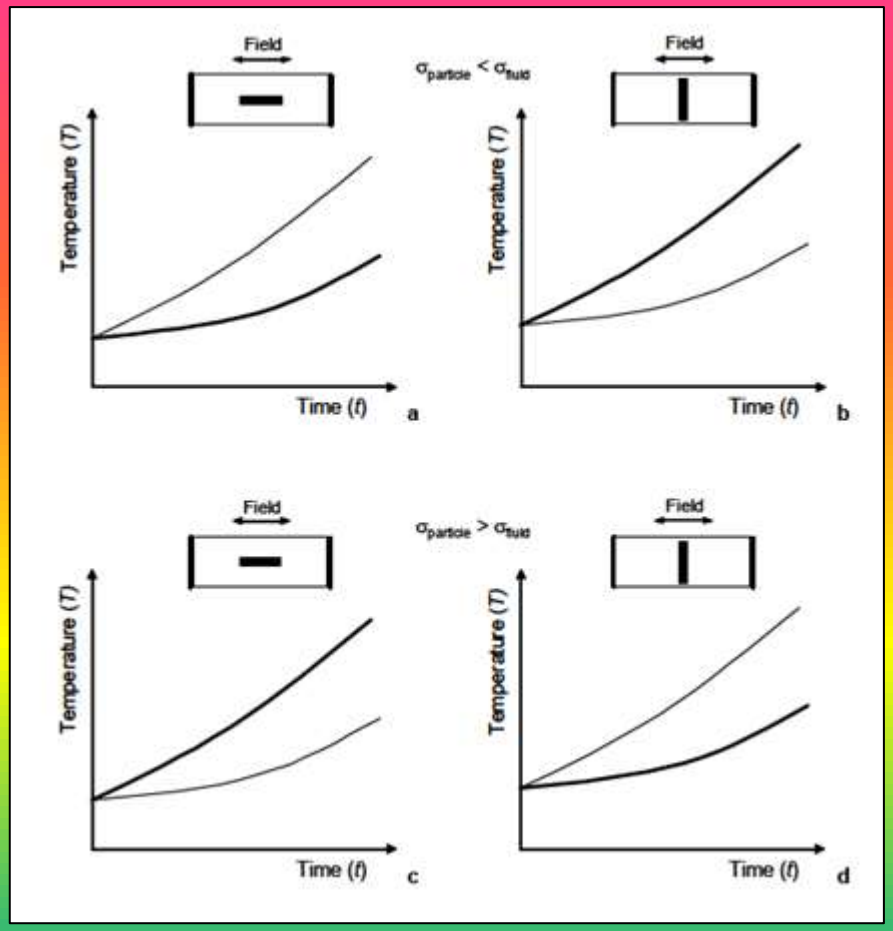
التوصيل الكهربائي Electric conductivity :

التوصيل الكهربائي هو حركة مرور الشحنات في وسط ناقل أو بمعنى آخر حركة مرور التيار الكهربائي في موصل كهربائي لأن الشحنات المتحركة تشكل التيار الكهربائي الذي يتسبب عند مروره في موصل بهبوط الجهد، ولمرور التيار في الدائرة يجب ألا تكون الدائرة مفتوحة لأن التيار لا يسير إلا في مسارات مغلقة.

يعتبر التوصيل الكهربائي من الأمور المهمة لإنجاح تقنيه التسخين الأومي ، حيث يعتمد على ما يحويه الغذاء من المكونات الاساسيه بحيث يزداد التوصيل الكهربائي في حاله وجود الأملاح المعدنية والحوامض والرطوبة ويقل التوصيل عند وجود الدهن والكحول فيها . ويحسب التوصيل الكهربائي من المعادلة التالية

$$\sigma = \frac{I\,L}{V\,A}\ (S/\mathrm{m})$$

I التيار المار خلال العينة (A) ، L المسافة بين الأقطاب (m) ، Vفرق الجهد (V) ، A مساحة المقطع العرضي للعينة (m^2) .

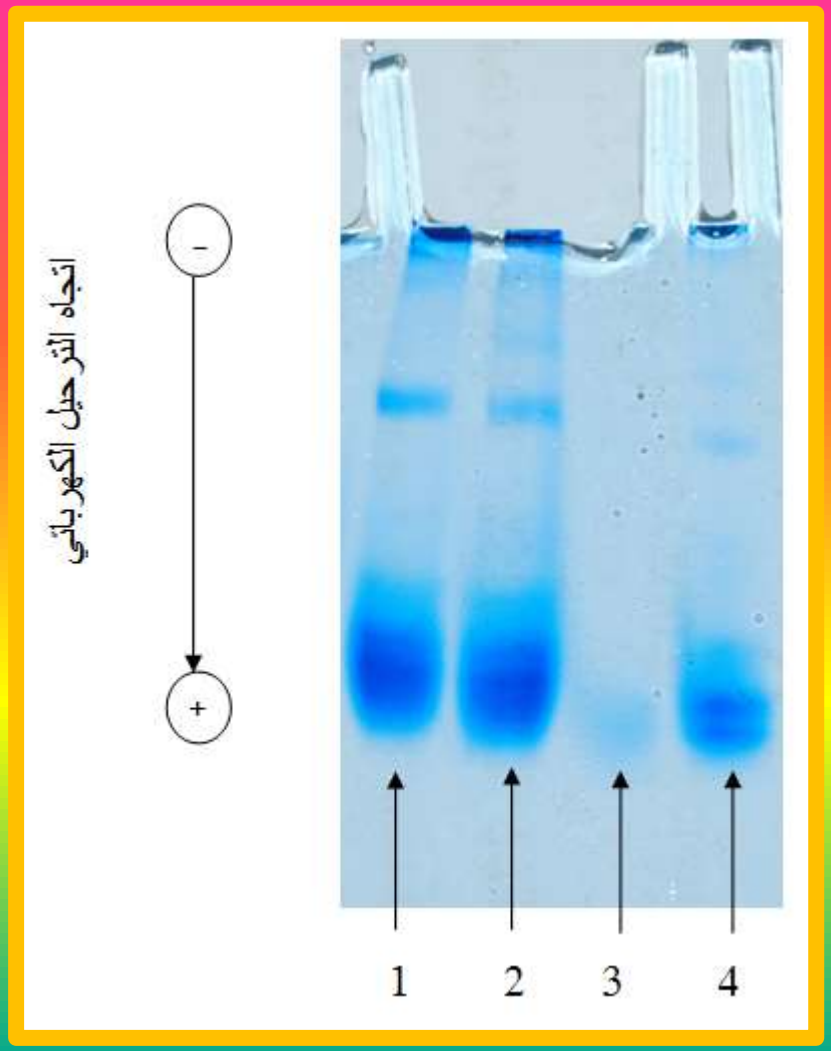


منحنيات تسخين الغذاء للمائع والدقائق (- particle; - fluid)

تأثير التسخين الأومي على بروتينات الحليب:

تعتمد كميه الترسبات المتكونة على نوع الحليب الخام ونوع ألمعامله الحرارية وشدة هذه ألمعامله ، حيث وجد إن كميه الراسب تزداد بزيادة شدة ألمعامله الحرارية عند استخدام أي نوع من أنواع المعاملات الحرارية . ويعتقد بان جوامد الحليب المترسبة هي الجزء المتبقي من الجوامد التي لم تترسب على أسطح المبادلات الحرارية أثناء المعاملة الحرارية مسببا عيب Fouling .

الأسس النظرية في تكوين رواسب الحليب تعود الى وجود تفاعلين منفصلين على الأقل في الحليب المعامل حراريا يشترك كل منهما في تكوين الرواسب . التفاعل الأول عبارة عن دنترة بروتينات الشرش وهو المسؤول عن تكوين الرواسب البروتينيه من النوع الناعم (حبيبات صغيرة) . التفاعل الثاني عبارة عن انخفاض ذوبان فوسفات الكالسيوم الثلاثية بزيادة درجه الحرارة مما يؤدي إلى تكوين حبيبات كبيرة الحجم .



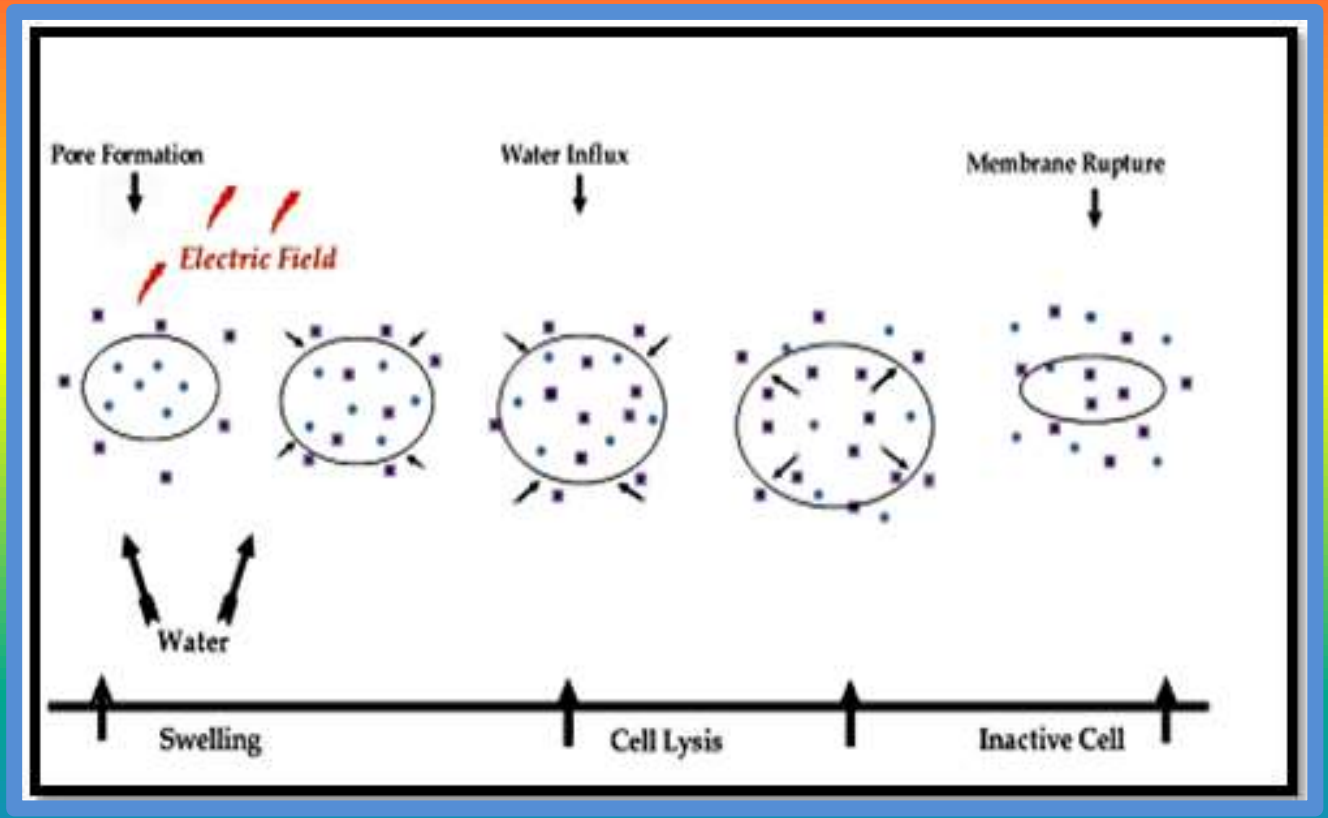
شكل (4-19) الترحيل الكهربائي على هلام متعدد الاكريل امايد لبروتينات الشرش على فروق جهد مختلفة والعينة القياسية : (1) 80 V(2) العينة القياسية 220 V (3) 110 V(4)

تأثير التسخين الأومي في القضاء على الأحياء المجهرية :

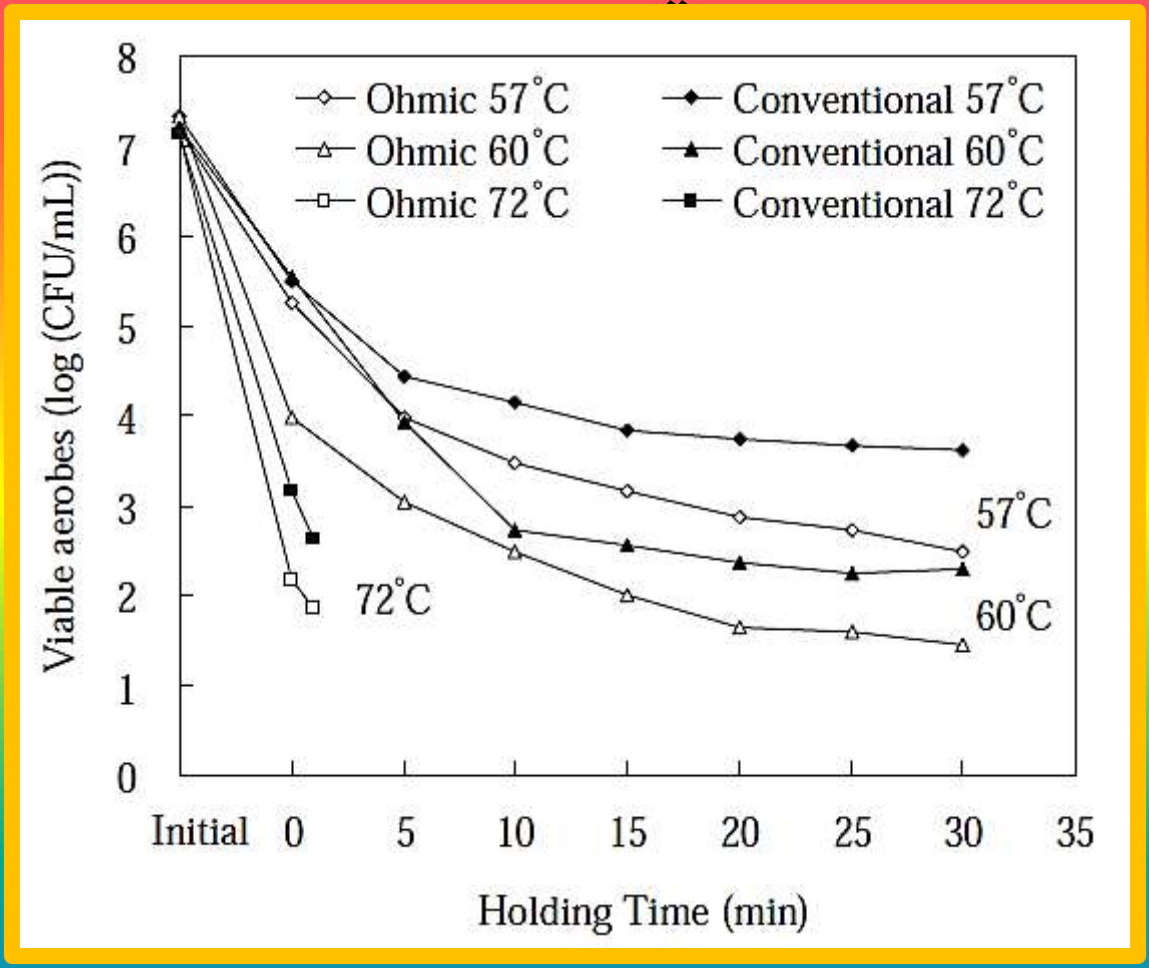
لتقنية التسخين الأومي الدور المهم في القضاء على الأحياء ألمجهريه الحية الدقيقة الموجودة في الحليب ، إذ إن هناك الكثير من التقارير والبحوث أشارت إلى قابلية التقنية الأومية في القضاء على الأحياء ألمجهريه بواسطة التأثير القاتل الحراري غير الحراري (التيار المتناوب) وخاصة تأثيرها على Viable aerobesو *S . Thermophilus* 2646، إذ إن هناك الكثير من الدراسات السابقة بينت الدور الهام لتأثير التيار المتناوب على الخطورة المايكروبيه في الحليب(Parelleu &,1970 Sicard) و , Shimada & Shimahara (1981,1982,1983,1985a,1985b)، كما بين الباحثين المذكورين أن التأثير التثبيطي للتيار الكهربائي يعتمد على الطاقة و التيار المار خلال الوسط وعلى الوقت الذي من خلاله الخلايا تترك الركود في الوسط بعد المعاملة الكهربائية.

إن تثبيط الميكروبات الذي يحدث بواسطة التسخين الأومي له صله وثيقة بفرق الجهد الكهربائي أو التردد ، وأشار أيضا إلى إن تثبيط الميكروبات المتسبب بواسطة التسخين الأومي كان بسبب Electroporationعلى أغشية الخلايا بواسطة التيار الكهربائي .

الية القتل المايكروبي بالتسخين الاومي



التثبيط المايكروبي بفعل التسخين الاومي



زمن التخفيض العشري اثناء التسخين الاومي

Table 4. D values for *S. thermophilus* at 70, 75 and 80°C.

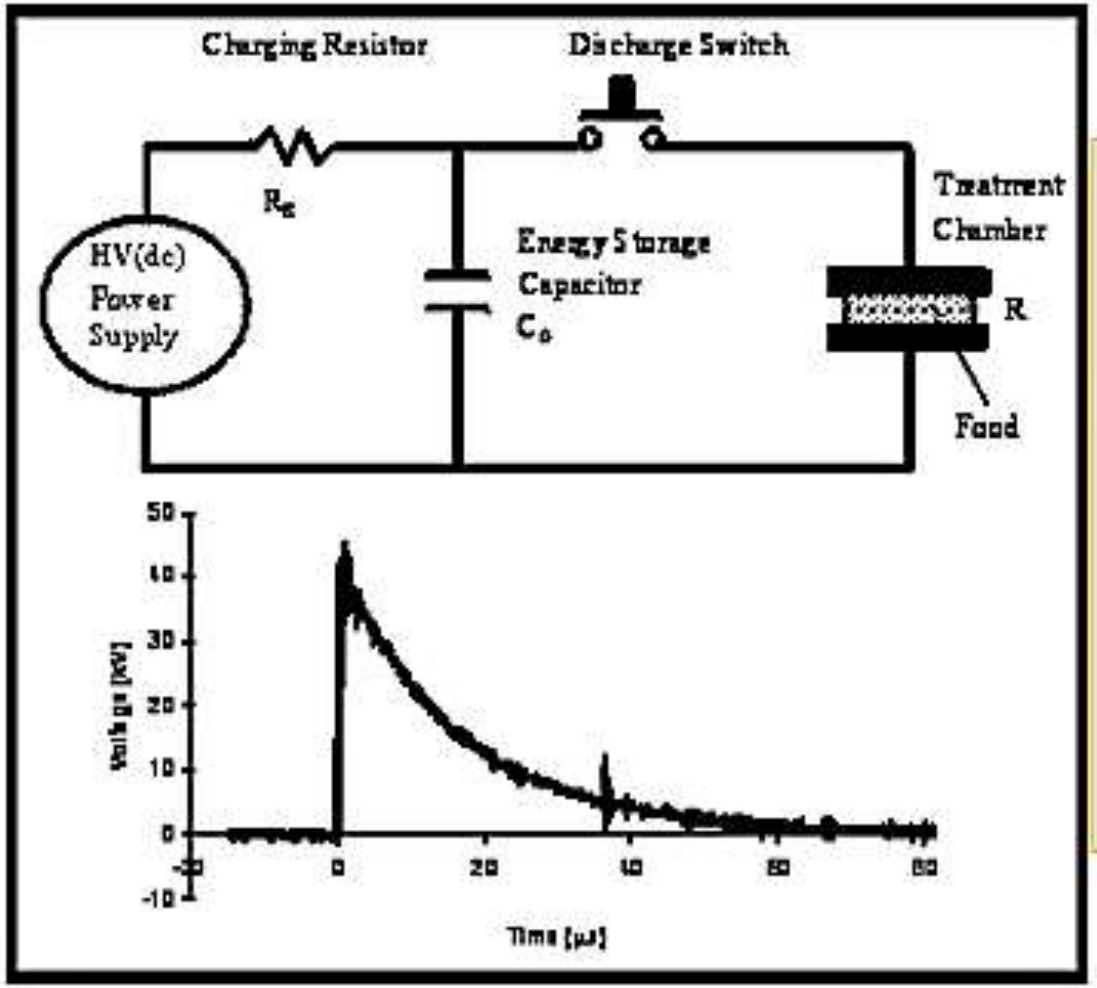
Treatment	Description	D_{70} (min)	D_{75} (min)	D_{80} (min)
Conventional	Mean	7.54[a]	3.30	0.20[a]
	S.D.	0.37	0.42	0.03
Ohmic	Mean	6.59[a]	3.09	0.16[a]
	S.D.	0.35	0.55	0.03

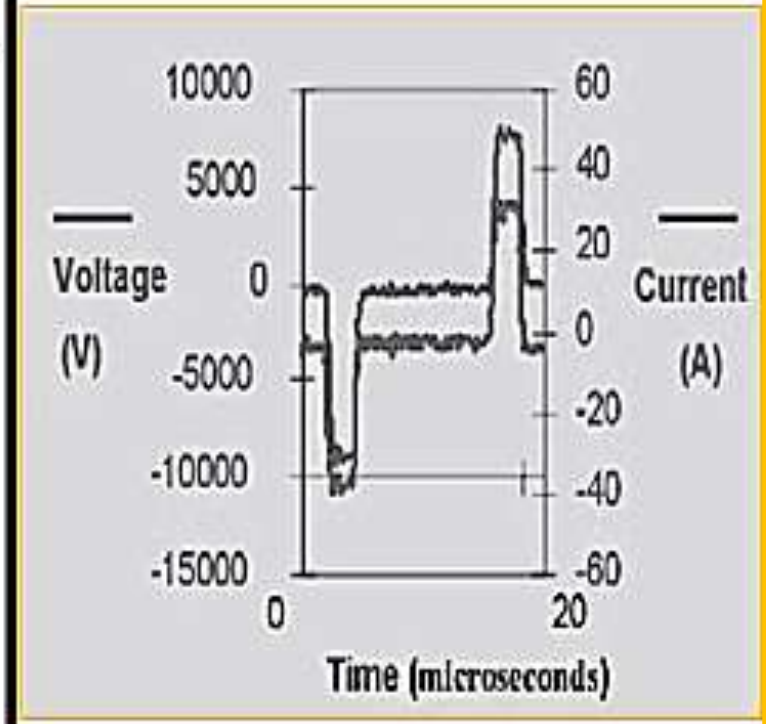
[a]significance level of 5%

تقنية المجال الكهربائي .Electric Field Tech

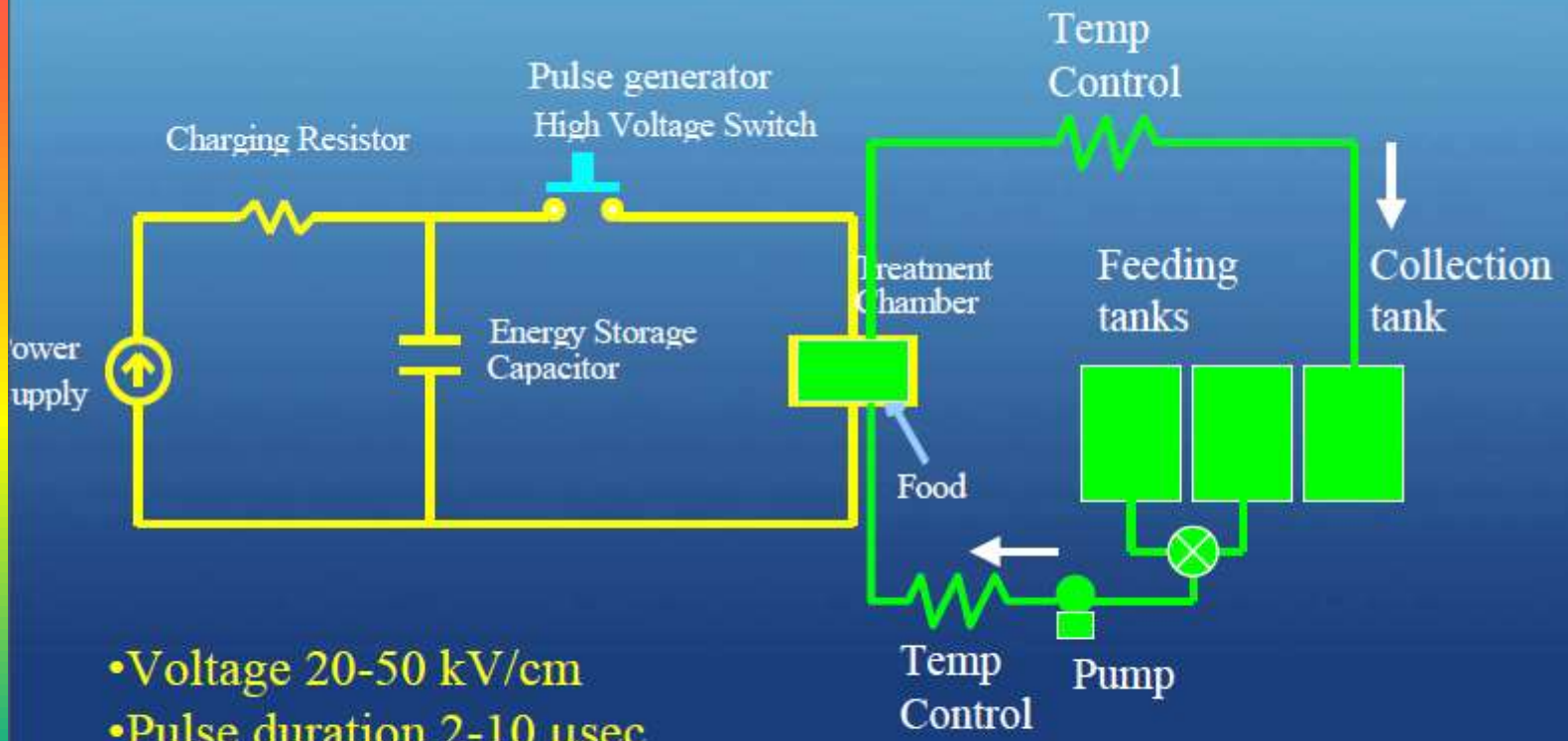
١.المجال الكهربائي النبضي المستمر Pulsed electric field
مميزاته:
الغذاء يكون ذو نوعية عالية ويحافظ على قيمته الغذائية ونكهته وعمره الخزني طويل وتتم عملية التصنيع بدون حرارة. ويكون طعم الغذاء ولونه افضل من الطرائق الاخرى.
الا انه باهض التكاليف وتصنيعه معقد نوعا ما.ويسبب تلف الغذا اذا بقي فيه فترة طويلة
يتعرض الغذا الى مجال مقداره 20–80 Kv/cm

مخطط لمكونات جهاز البسترة بالمجال الكهربائي النبضي



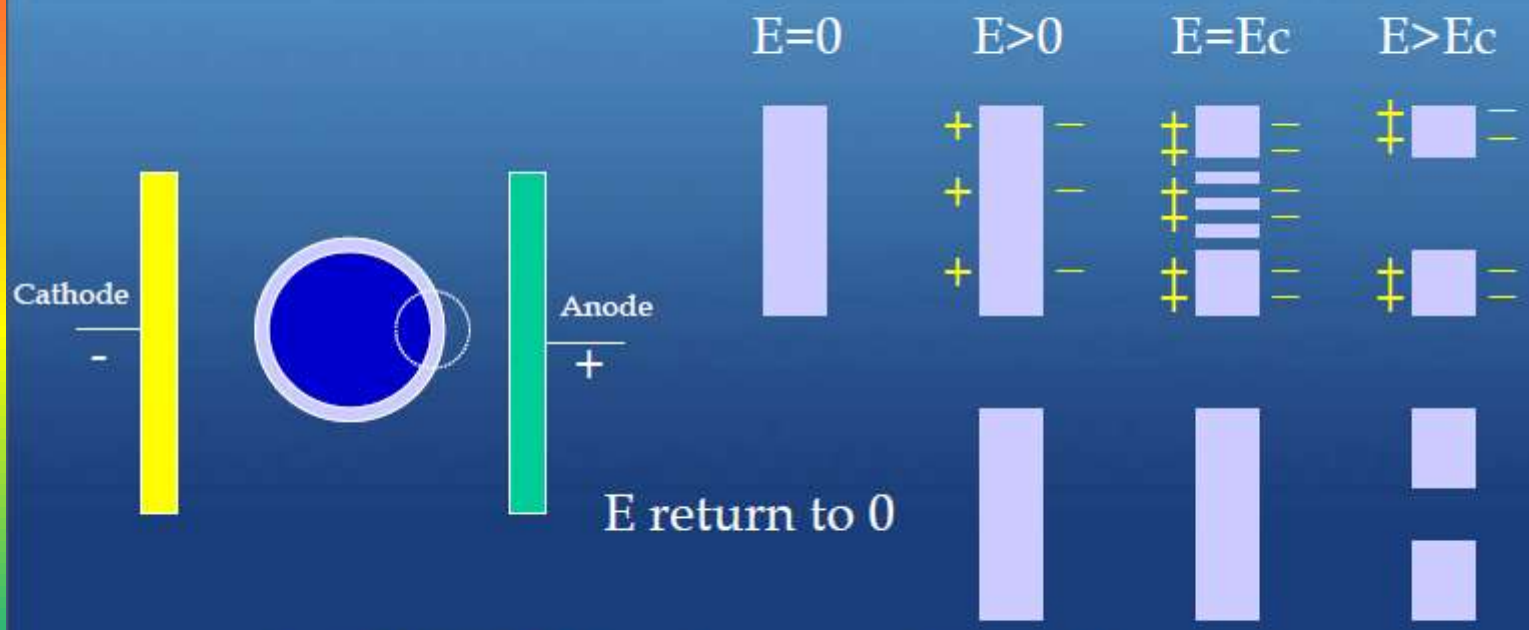


PEF processing system



- Voltage 20-50 kV/cm
- Pulse duration 2-10 µsec
- Pulse delay 10-20 µsec
- Pulse frequency 200-400 pulses/sec

PEF Dielectric Rupture Theory



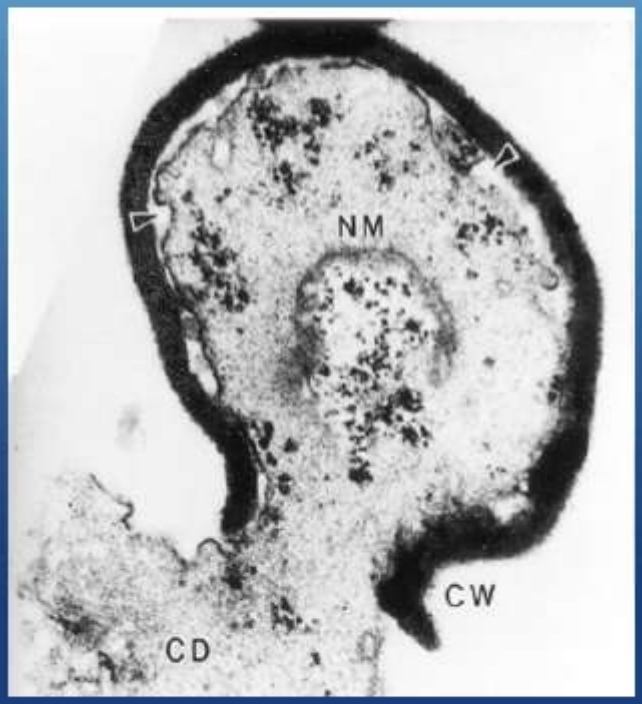
Ec is 15,000 V/cm for vegetative cells

Zhang, OSU, USA

Cell Damage after PEF treatment

Saccharomyces cerevisiae in apple juice

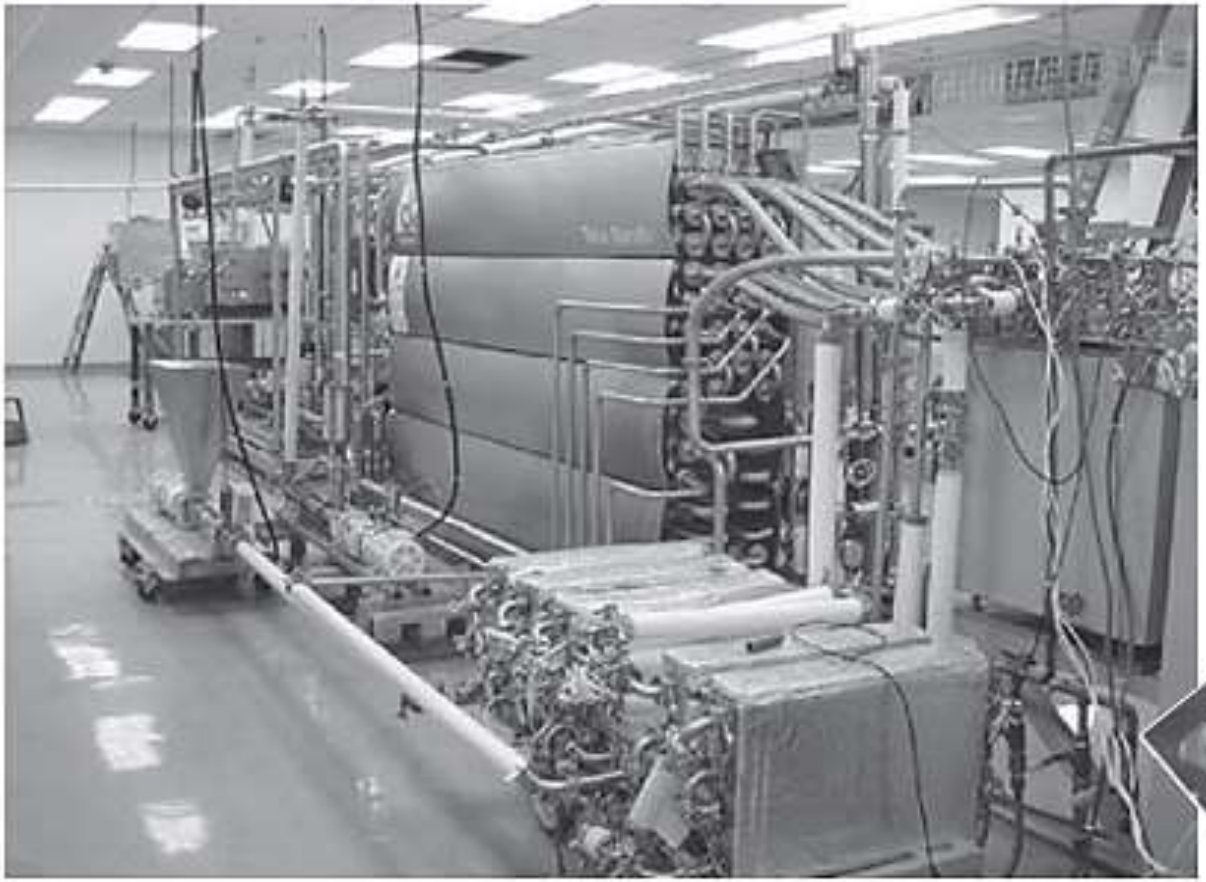
Control Cell



PEF Treated Cell

Continuous-flow PEF system at Food Science Australia

وحدة بسترة بالمجال الكهربائي النبضي



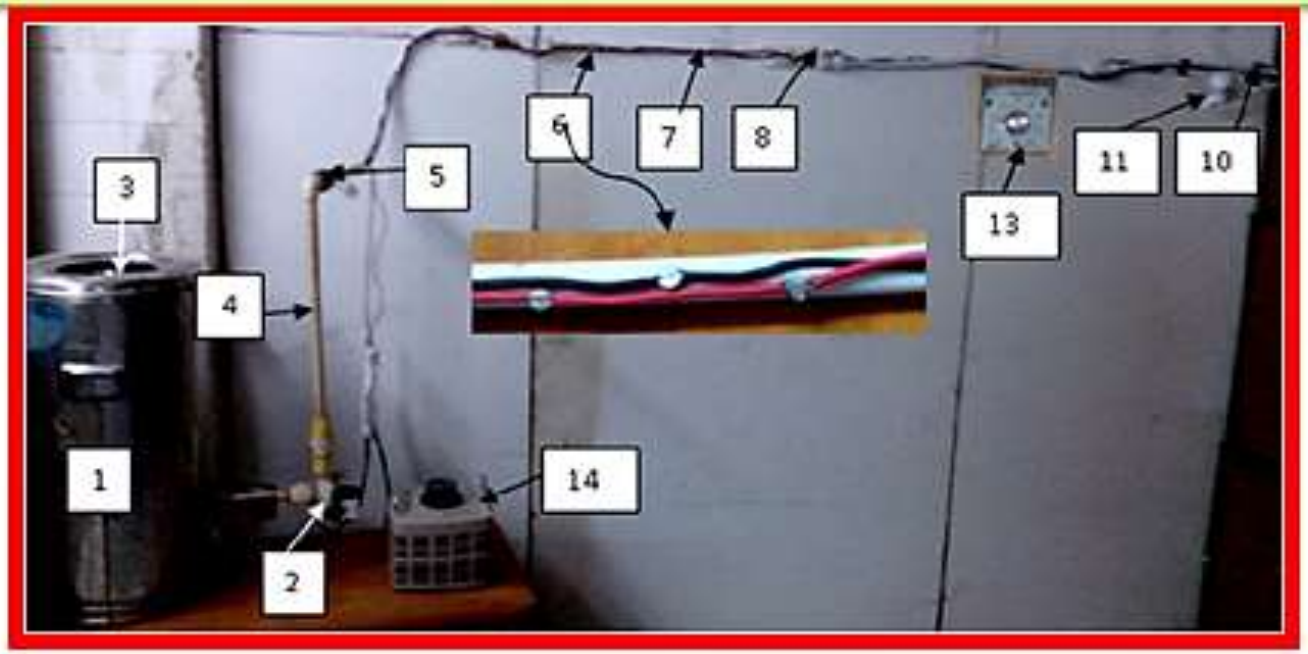
Pulse electric field processing.

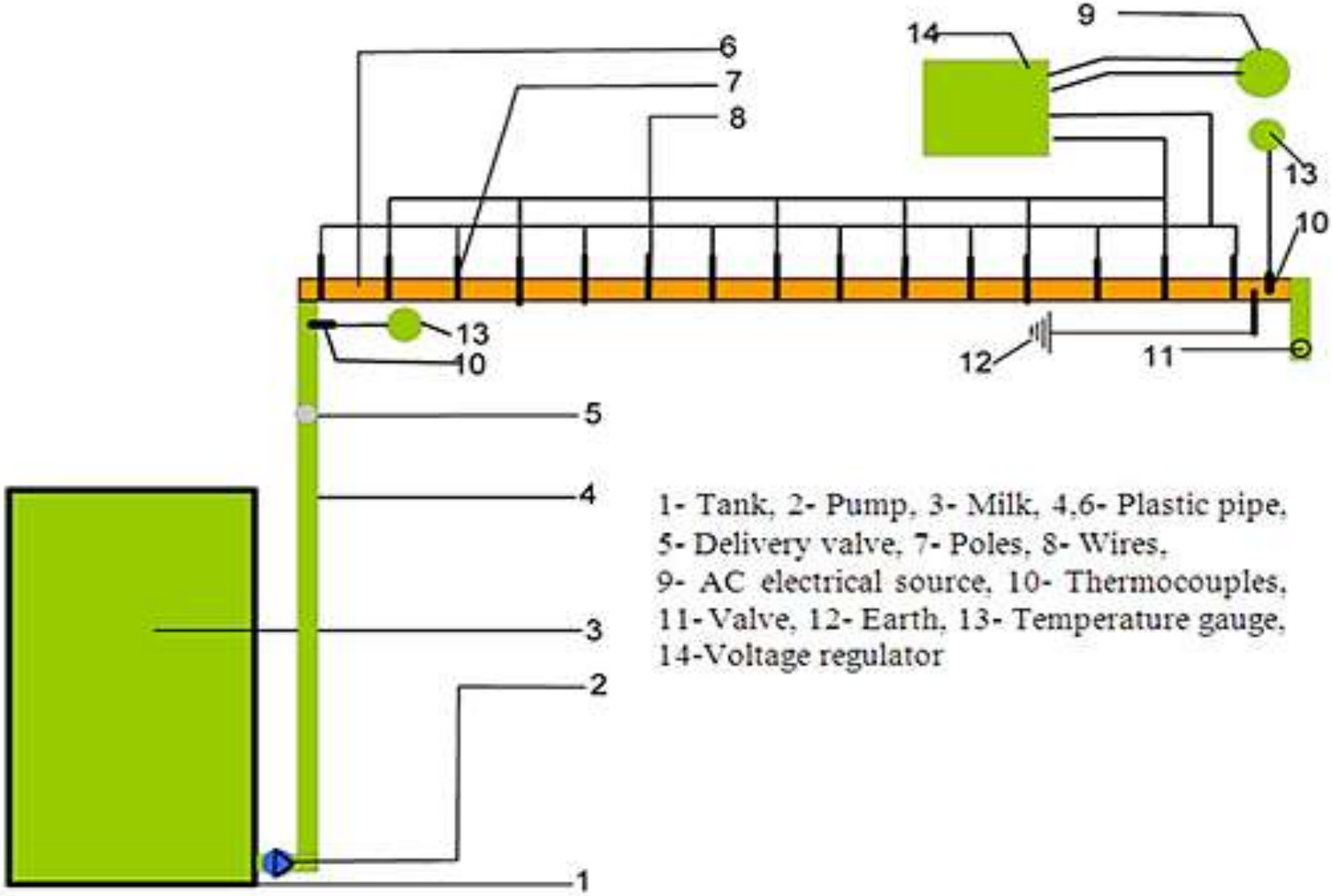
المجال الكهربائي المتناوب AC Electric field

يتم فيه تعريض الغذاء الى التيار الكهربائي المتناوب بحيث يصبح الغذاء مقاومة كهربائية

من مميزاته يحتاج الى طاقة كهربائية قليلة تصنيعه غير معقد ويعتبر من المعاملات اللاحرارية وهوعلى نوعين :

أ. ذو اقطاب عمودية:

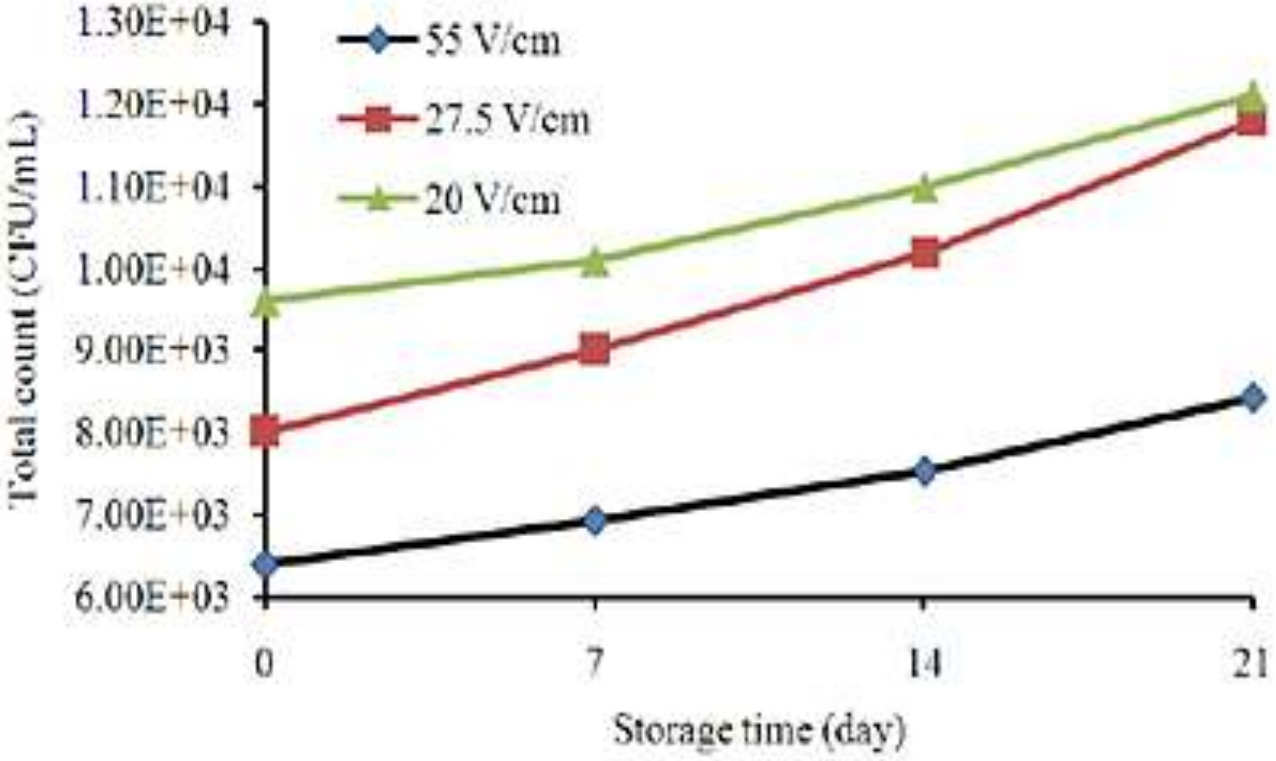




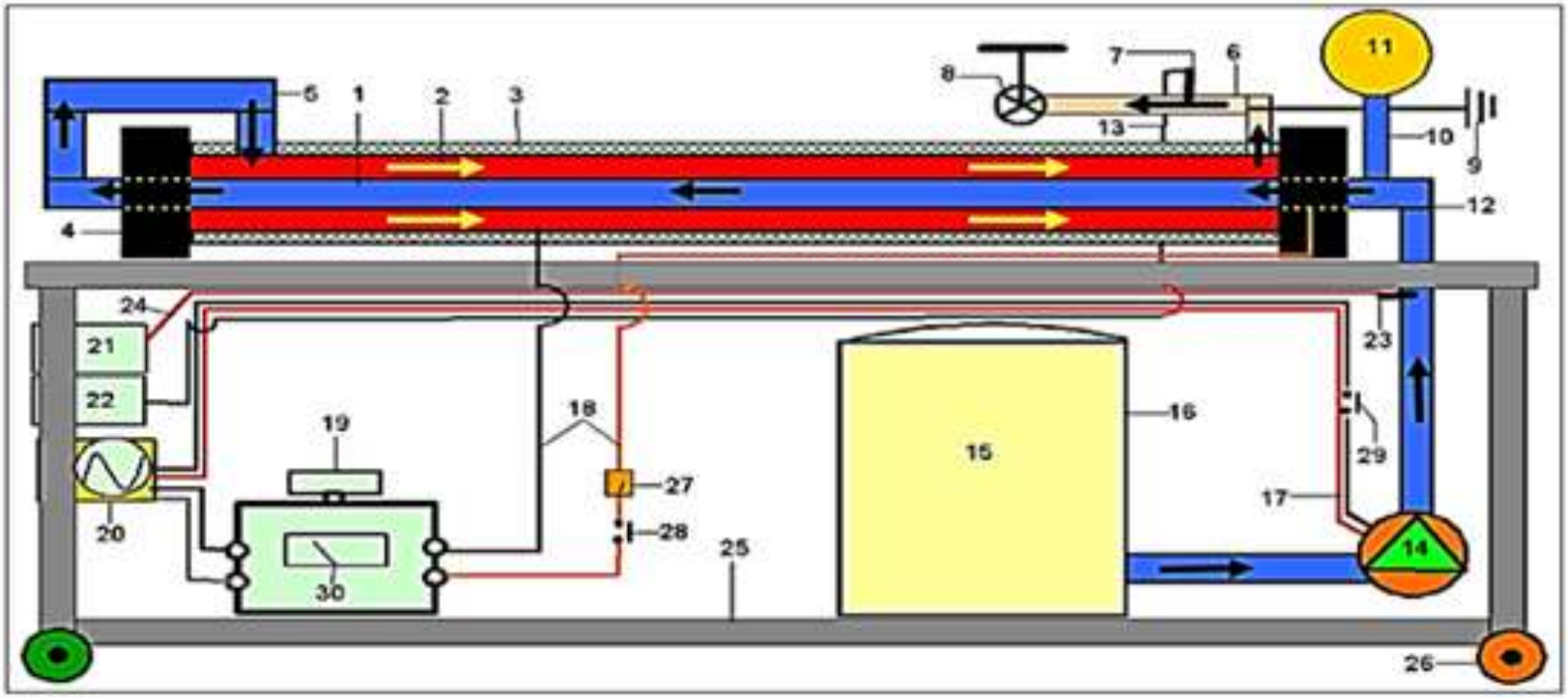
1- Tank, 2- Pump, 3- Milk, 4,6- Plastic pipe,
5- Delivery valve, 7- Poles, 8- Wires,
9- AC electrical source, 10- Thermocouples,
11- Valve, 12- Earth, 13- Temperature gauge,
14-Voltage regulator

Table 3. Microbiological data for raw and pasteurized milk by electrical field

Electrical field (V/cm)	Total count (CFU/ml)	*Enterobactor*	*E-coli*	staphylococcus	Yeasts and molds count	Alkaline phosphatase enzyme
Raw milk	154×10^{3}	6×10^{2}	86×10^{3}	61×10^{3}	-	+
55	64×10^{2}	0	0	0	-	-
27.5	80×10^{2}	2×10^{1}	0	1×10^{2}	-	+
20	96×10^{2}	9×10^{1}	0	3×10^{2}	-	+



ب. ذو الاقطاب الاسطوانية:

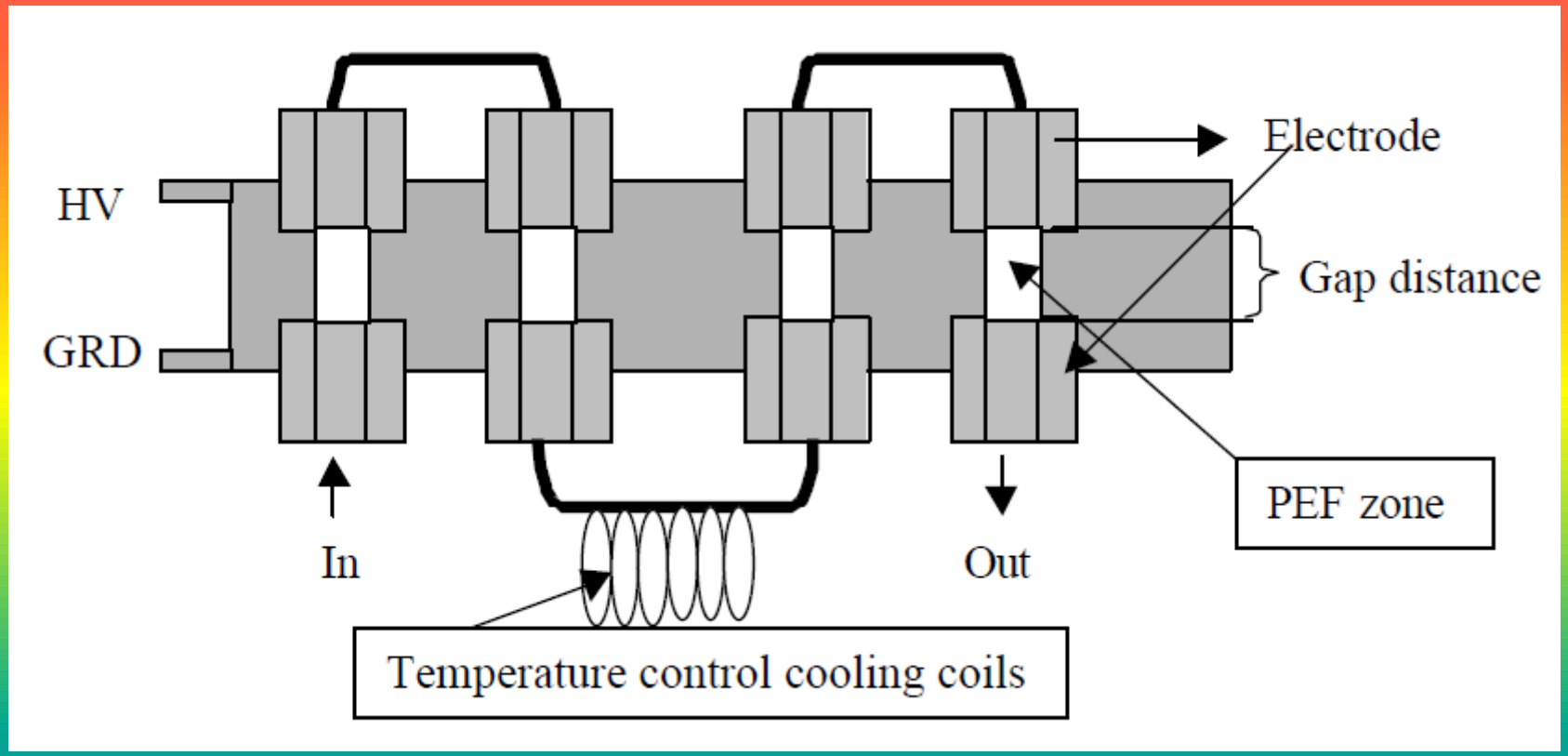


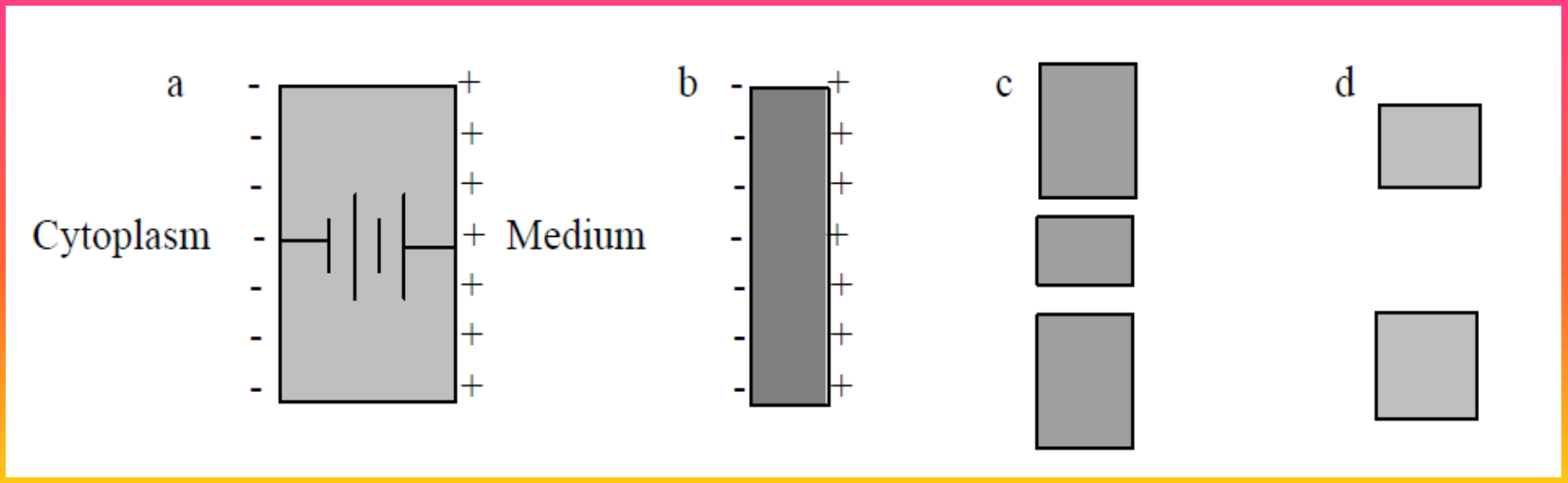
1.انبوب داخلي من الحديد المقاوم للصدأ 2. أنبوب خارجي من الحديد المقاوم للصدأ 3.عازل 4.تحويلة من التفلون 5.ابوب بلاستيكي 6 .ابوب خروج الحليب المبستر 7، 23 .مزدوج حراري 8 .صمام 9.ارضي 10 .انبوب 11 .مقياس الضغط 12، 17، 18.اسلاك 21، (AC)كهربائية 13، 24 .اسلاك المزدوجات الحرارية 14.مضخة 15.حليب 16.خزان 19.مغير فولتية 20.مصدر الكهرباء 22.مقياس درجة الحرارة 25.هيكل الجهاز 26.اطارات 27.مقياس للتيار 28، 29.مفاتيح تشغيل 30.مقياس للفولتية

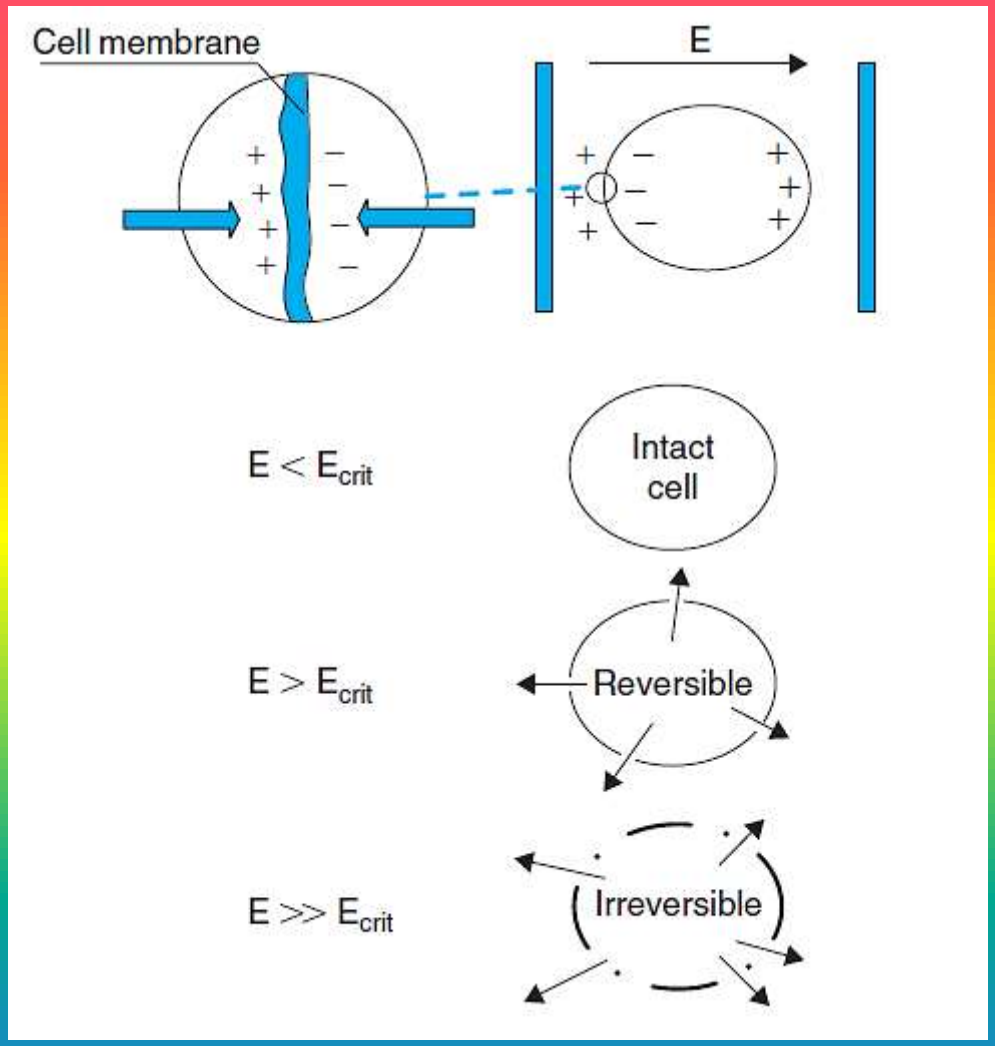
الأعداد المايكروبية وأنزيم الفوسافاتيز القاعدي في الحليب قبل وبعد البسترة بالمجال الكهربائي عند معدلات جريان مختلفة والبسترة التقليدية.

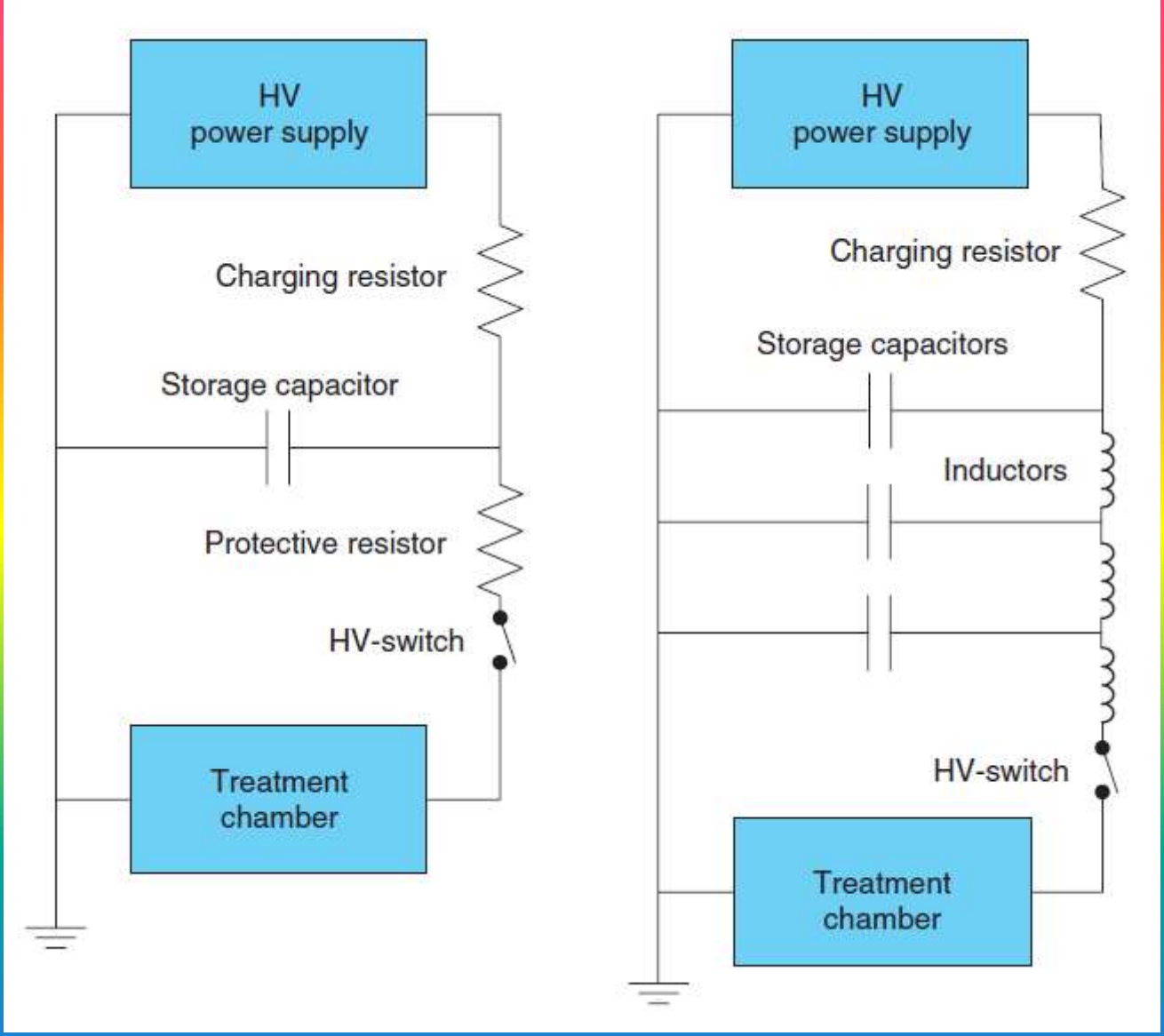
شدة المجال الكهربائي ((v/cm)	الجريان الكتلي (kg/sec.)	العد الكلي ($CFU/ml \times 10^2$)					أنزيم الفوسفاتيز القاعدي
		العد الكلي للبكتريا	عد بكتريا القالون	عد بكتريا المكورات العنقودية	عد الكلي للبكتريا المحبة لبرودة	عد الخمائر والاعفان	
8.33	0.0185	291	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0425	312	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0774	323	Zero	Zero	Zero	Zero	-
14.58	0.0185	181	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0425	221	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0774	245	Zero	Zero	Zero	Zero	-
20.8	0.0185	73	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0425	112	Zero	Zero	Zero	Zero	-
	0.0774	143	Zero	Zero	Zero	Zero	-
البسترة التقليدية		162	Zero	Zero	Zero	Zero	-
العينة الضابطة		895	231	216	64	0.4	+

Microorganism	Type of milk	Treatment Conditions	Log reduction	Reference
Pseudomonas fluorescens	skim milk	28 kV/cm, 1 pulse, 2 µs, repetition rate of 200 pulses per second, 40 °C	2	Craven et al (2008)
Pseudomonas species	whole milk	31 kV/cm, 1 pulse, 2 µs, repetition rate of 200 pulses per second, 55 °C	>3	Craven et al (2008)
Staphylococcus aureus	whole milk	35 kV/cm, 150 bipolar pulses, 8 µs, 25 °C	4.5	Sobrino-López et al (2006b)
Listeria monocytogenes	whole milk	30 kV/cm, 400 pulses, 25 °C	2.5	Reina et al.(1998)
Listeria monocytogenes	whole milk	30 kV/cm, 400 pulses, 25 °C	4	Reina et al.(1998)
Salmonella dublin	skim milk	25 kV/cm, 100 pulses, 30 °C	1	Sensoy et al. (1997)


HV
GRD
Electrode
Gap distance
PEF zone
In
Out
Temperature control cooling coils


a
b
c
d
Cytoplasm
Medium
Electroporation
Osmotic imbalance
Swelling
Membrane rupture
E
-
+


Cell membrane
E
E < E_crit
Intact cell
E > E_crit
Reversible
E >> E_crit
Irreversible


HV
power supply
Charging resistor
Storage capacitor
Protective resistor
HV-switch
Treatment
chamber
HV
power supply
Charging resistor
Storage capacitors
Inductors
HV-switch
Treatment
chamber

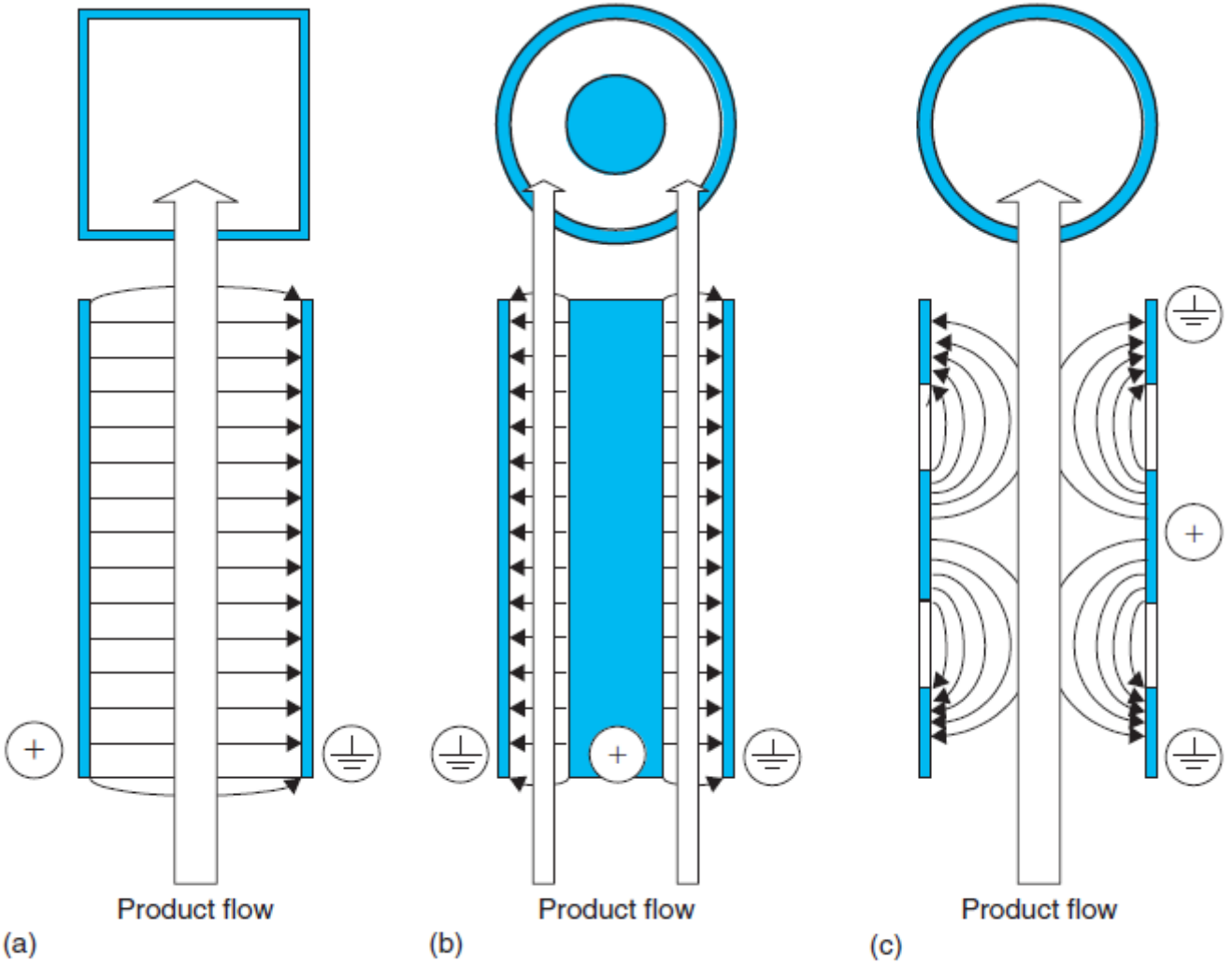
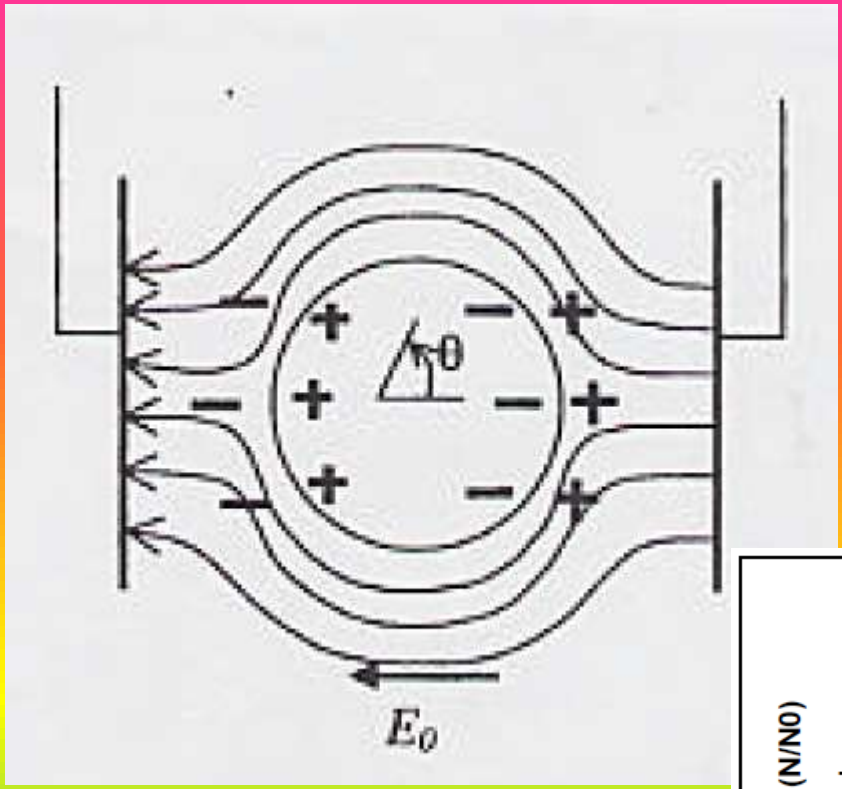
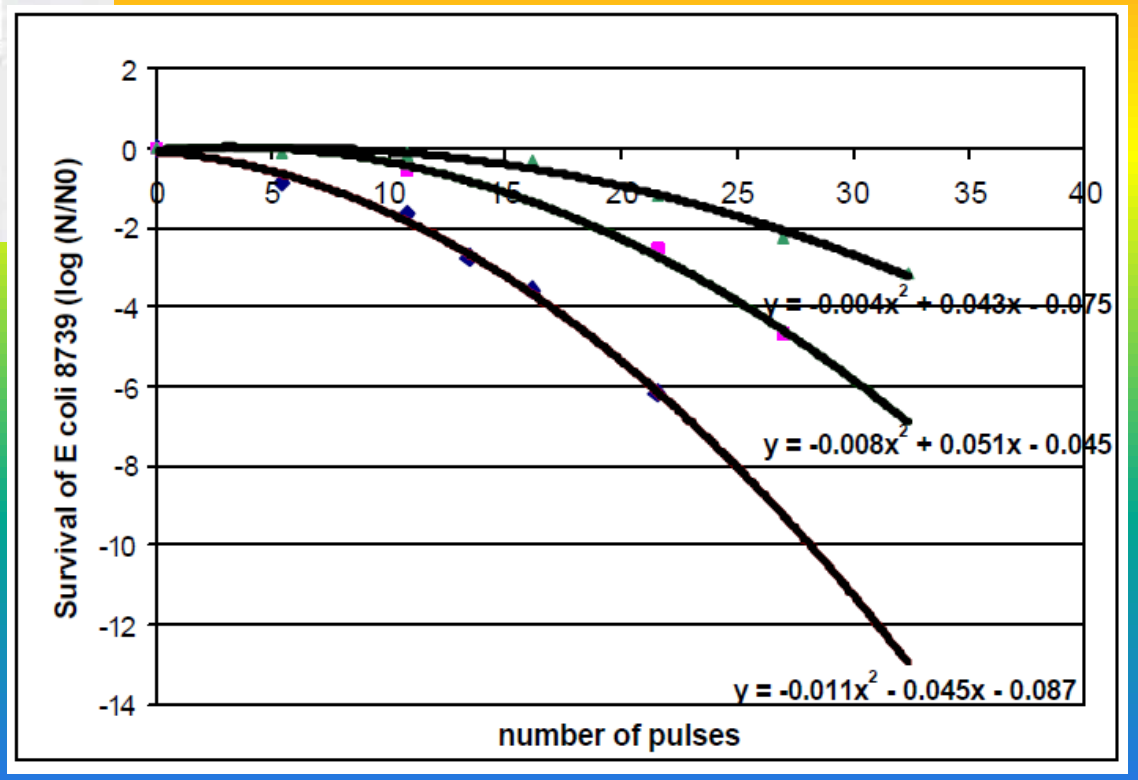
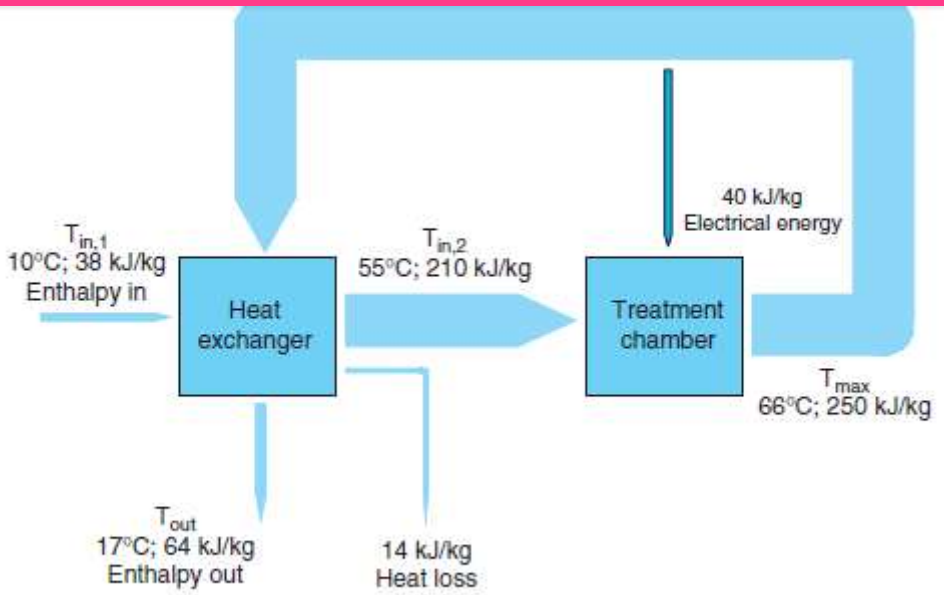
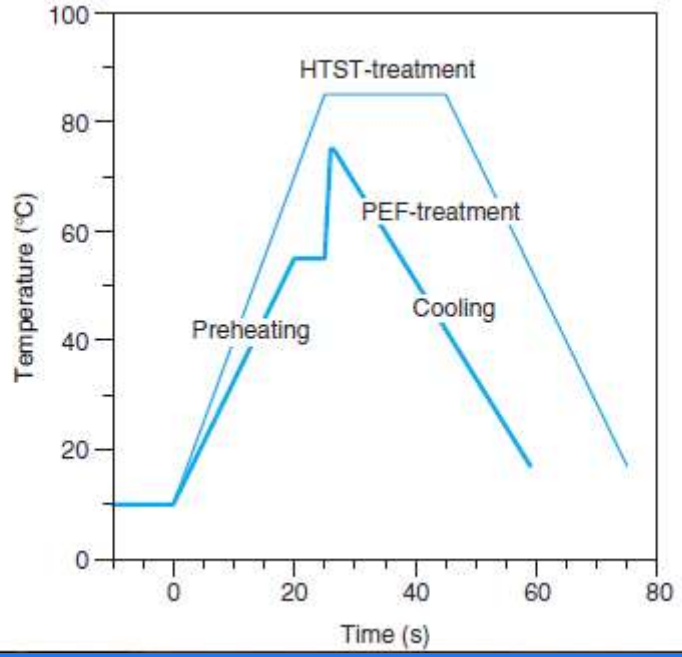


Figure 4.3 Configurations of treatment chambers for continuous PEF treatment: (a) parallel plate, (b) coaxial and (c) co-linear configuration.


θ
E_0


Survival of E coli 8739 (log (N/N0)
number of pulses
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
0
5
10
15
20
25
30
35
40
y = -0.004x² + 0.043x - 0.075
y = -0.008x² + 0.051x - 0.045
y = -0.011x² - 0.045x - 0.087

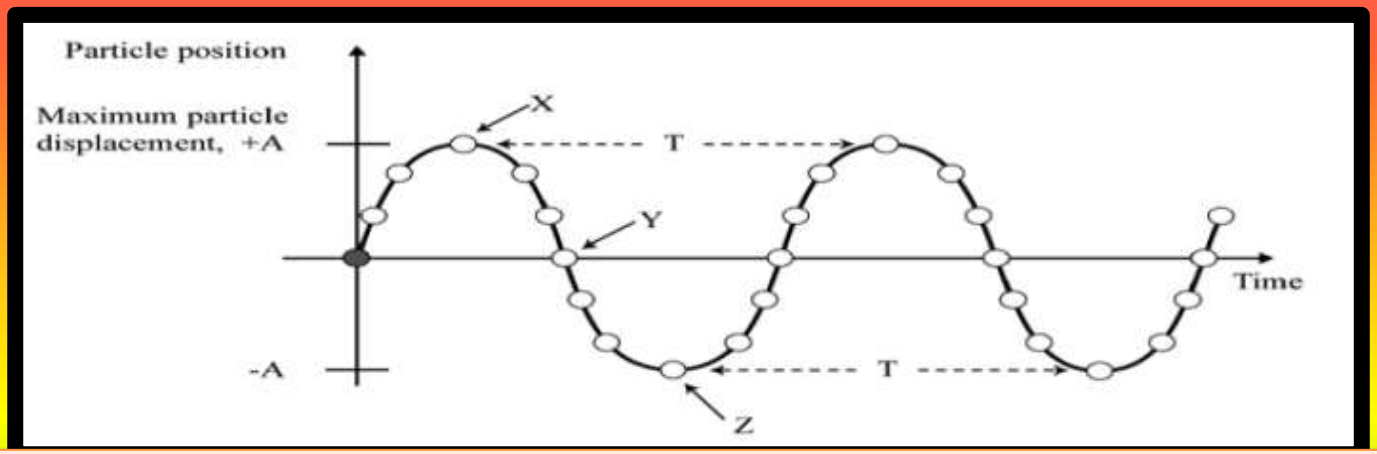

$T_{in,1}$
10°C; 38 kJ/kg
Enthalpy in
Heat exchanger
$T_{in,2}$
55°C; 210 kJ/kg
40 kJ/kg
Electrical energy
Treatment chamber
T_{max}
66°C; 250 kJ/kg
T_{out}
17°C; 64 kJ/kg
Enthalpy out
14 kJ/kg
Heat loss


HTST-treatment
PEF-treatment
Cooling
Preheating
Temperature (°C)
Time (s)
0
20
40
60
80
100

الموجات فوق الصوتية Ultrasound

تستخدم الموجات فوق الصوتية في العديد من التطبيقات في تصنيع الاغذية تتضمن القضاء على البكتريا او تثبيطها وتعتمد على شدة المعاملة ومدتها والتردد.

سلوك الموجة الفوق صوتية



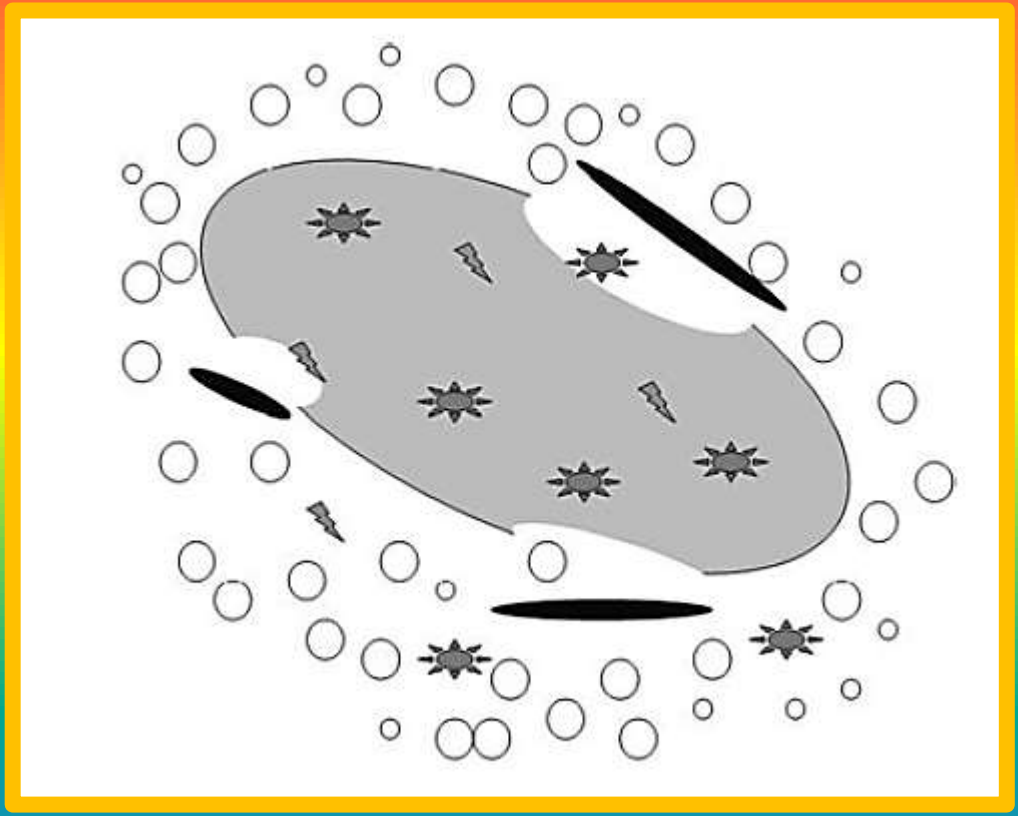
أن الموجات فوق الصوتية المستخدمة في المجال الغذائي تكون على نوعين :

١. الموجات العالية الكثافة والتي تمتاز بمستويات طاقة عالية نسبياً Wcm^{-2} (10–1000) وترددات منخفضة (≤ 0.1 MHz) والتي تتسبب في أحداث تغيرات فيزيائية وكيميائية في المنتجات المعاملة وقد استخدمت هذه الموجات لإزالة الغازات من الأغذية السائلة والحد من تفاعلات الأكسدة فضلاً عن استخراج الإنزيمات والبروتينات.

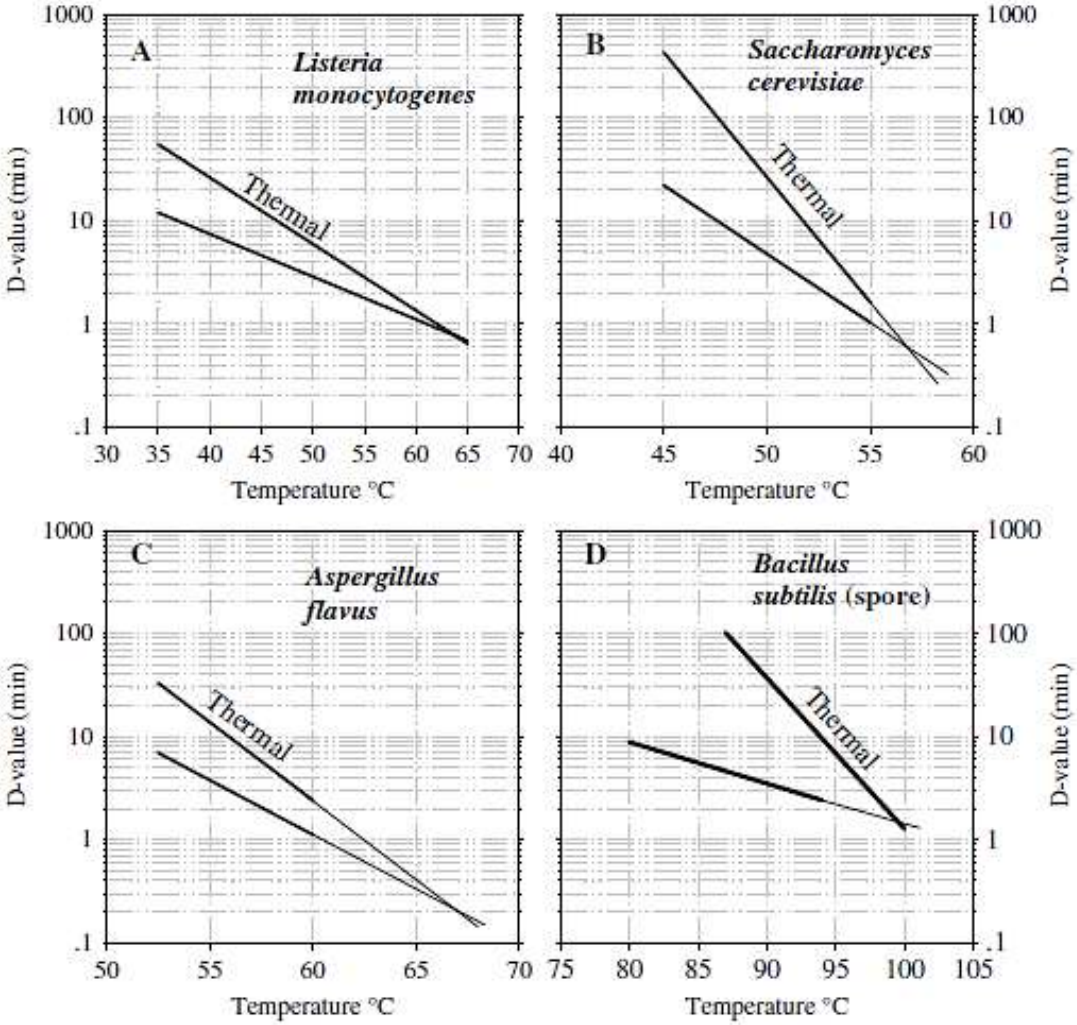
٢. الموجات المنخفضة الكثافة وهي ذات مستويات طاقة منخفضة ($\leq 1Wcm^{-2}$) و ترددات عالية (0.1–20 MHz) تعمل على ترك النظام من دون أي تغيير مما يجعلها أداة ممتازة في قياس خصائص الأغذية.

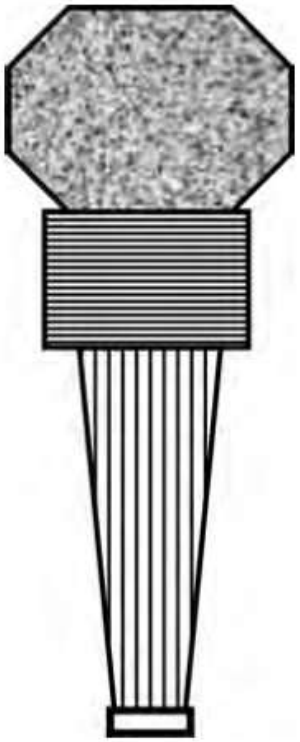
تكمن ميكانيكية التثبيط الميكروبي للموجات فوق الصوتية من خلال تكوين الجذور الحرة hydroperoxide في الاحماض الدهنية الغير المشبعة والتي تتسبب في تغير نفاذية غشاء الخلية (Earnshaw *et al.*, 1995) ، في حين تشير أبحاث أخرى إلى إن عملية التثبيط تأتي من خلال تكوين وتشكيل فقاعات صغيرة بتأثير الموجات فوق الصوتية المنتشرة في السائل والتي تعاني تحطم وانهيار سريع في كل ثانية وتدعى هذه الظاهرة بالتجويف cavitation حيث تصل درجة الحرارة داخل الفقاعة إلى اكثر من 5500 °C وضغط (50 MPa) والتي تتسبب في إحداث اضطراب في الأغشية وتلف في DNA ومن ثم انهيار في جدران الخلايا

الخلية البكتيرية خلال التجويف وحصل الهلاك لها من خلال عمل ثقوب فيها وهلاكها من خلال عمل ثقوب فيها وتمزيق الغشاء.

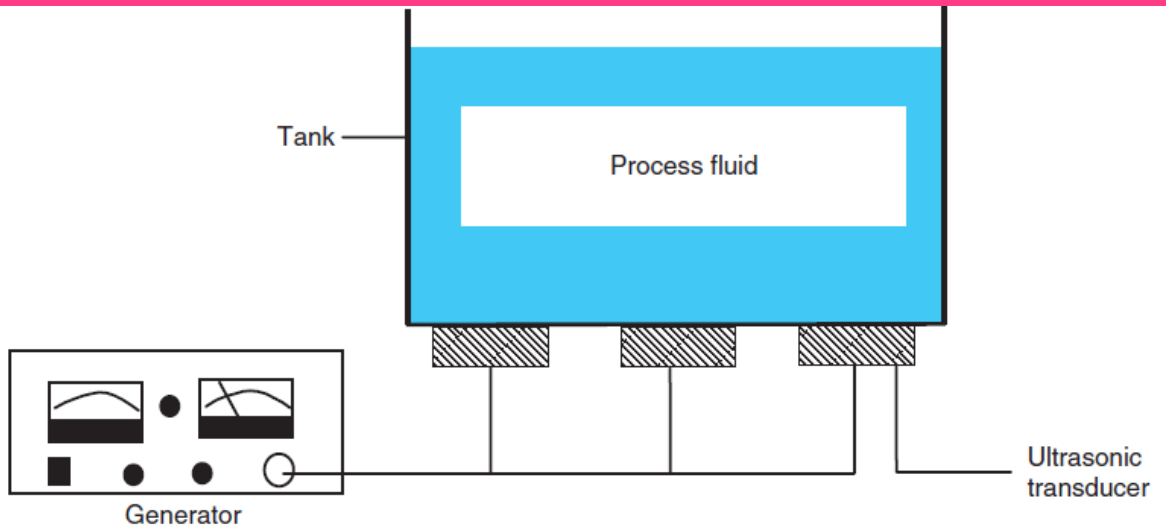


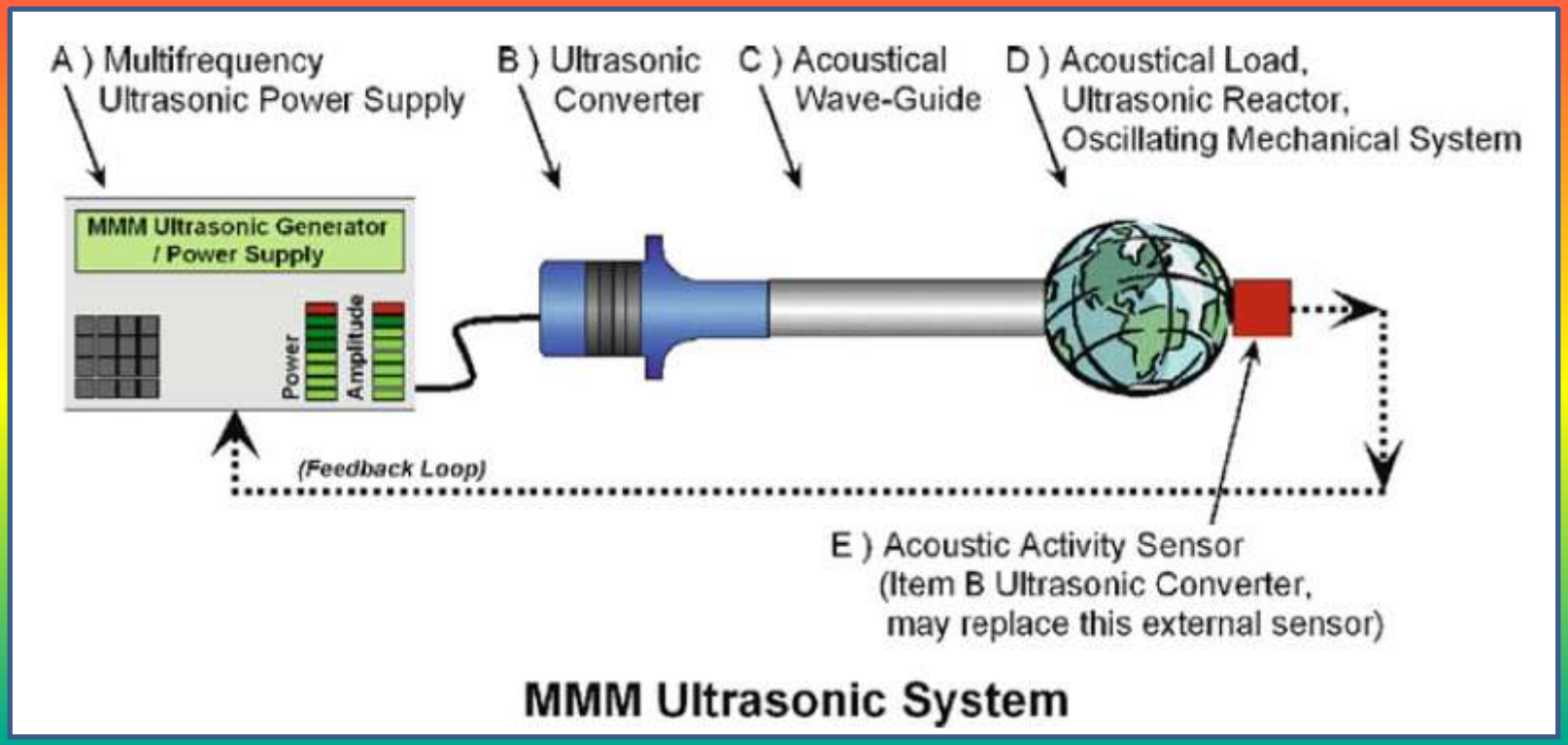
Thermo-sonication treatment





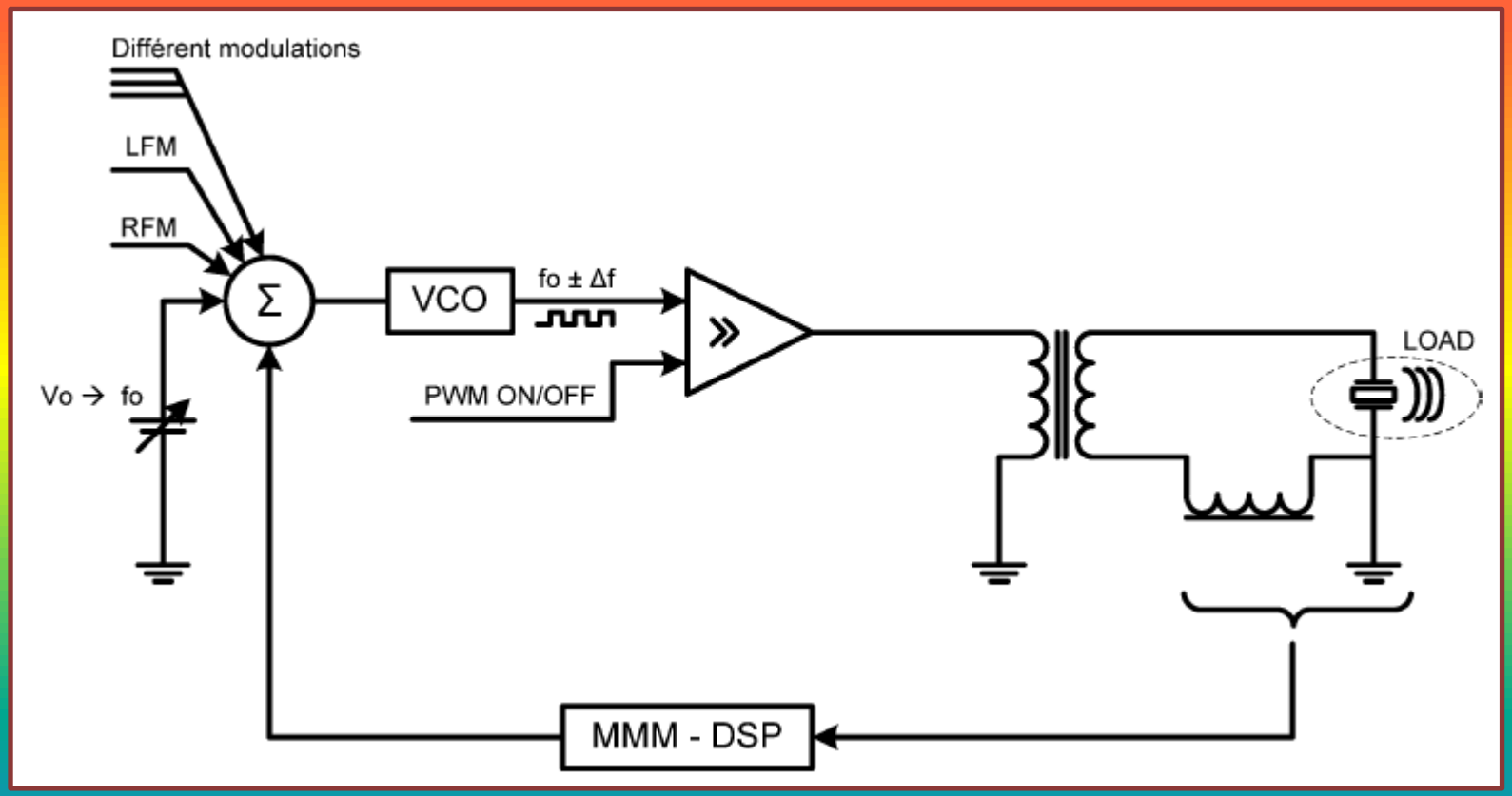
Ultrasonic probe (adapted from Mason, 1998).





MMM Ultrasonic System

دائرة عمل الموجات فوق الصوتية



تثبيط الاحياء المجهرية بوساطة الموجات الفوق صوتية

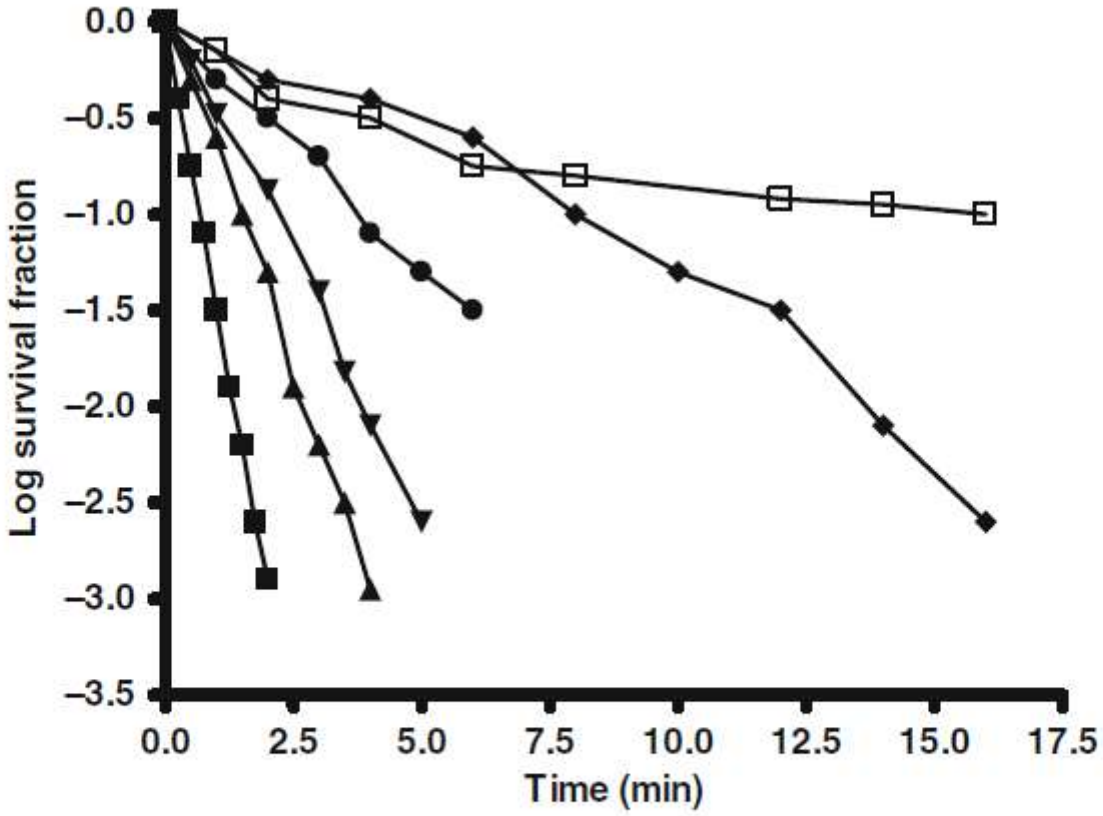


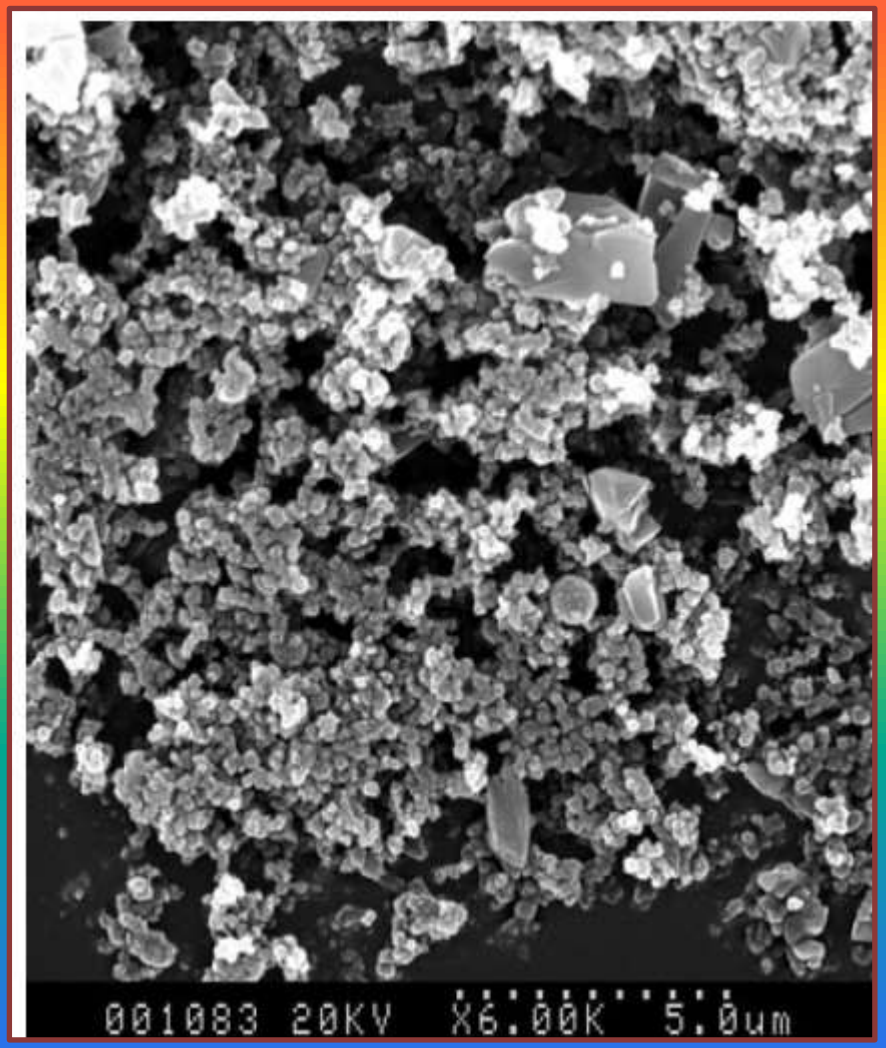
Fig. 11.1 Survival curves for ultrasonic under pressure treatments (40°C, 200 kPa, 117 μm) of *B. subtilis* (□), *B. circulans* (♦), *E. faecium* (●), *S. aureus* (▼), *L. monocytogenes* (▲) and *A. hydrophila* (■)

زمن التخفيض العشري اثناء تعرض الحليب للموجات فوق الصوتية

Table 1. D-values for different powers and times in the ultrasonic treatments

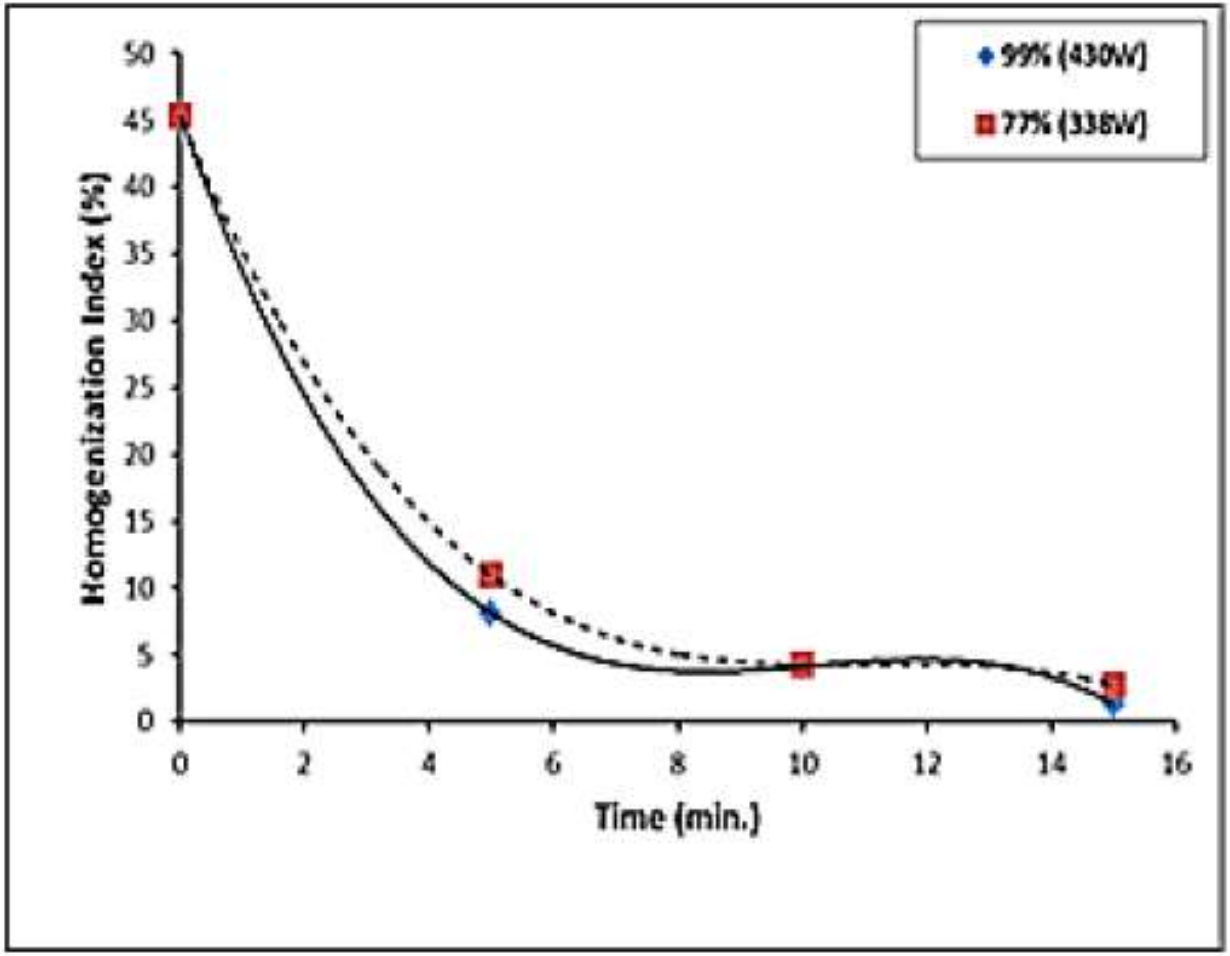
time (min.)	D (min.)	
	77%(338W)	99%(430W)
5	7.63	7.95
10	6.49	4.79
15	5.29	3.75
mean	6.47	5.49

صورة للبن الرائب المعالج بالموجات فوق الصوتية الحرارية توضح تداخل مكونات اليوكرت مثل تركيب البروتين والحبيبات الدهنية بحيث يعطي تجانس افضل.



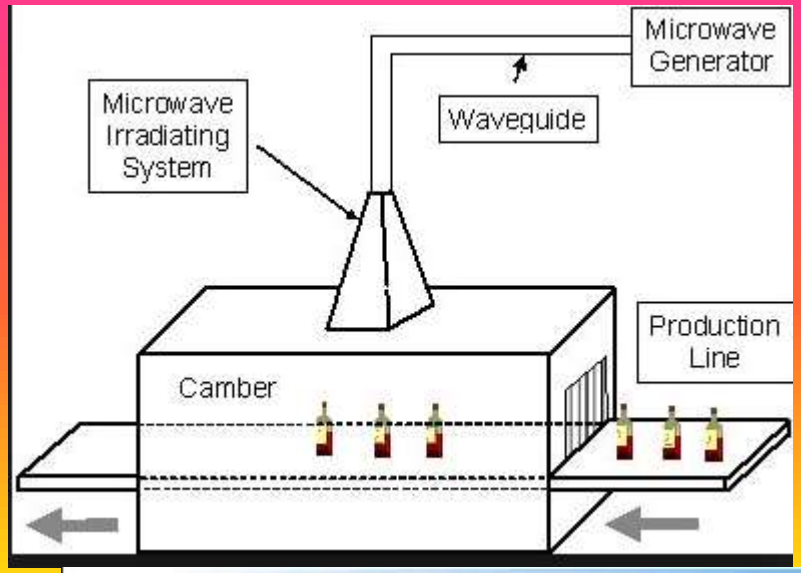
أمكانية الموجات فوق الصوتية على تجنيس حليب الجاموس مع زيادة الوقت والطاقة ، فضلاً عن ذلك انخفض لوغاريتم أعداد البكتيريا مع زيادة الوقت والطاقة مقارنة مع عينة الحليب الخام.

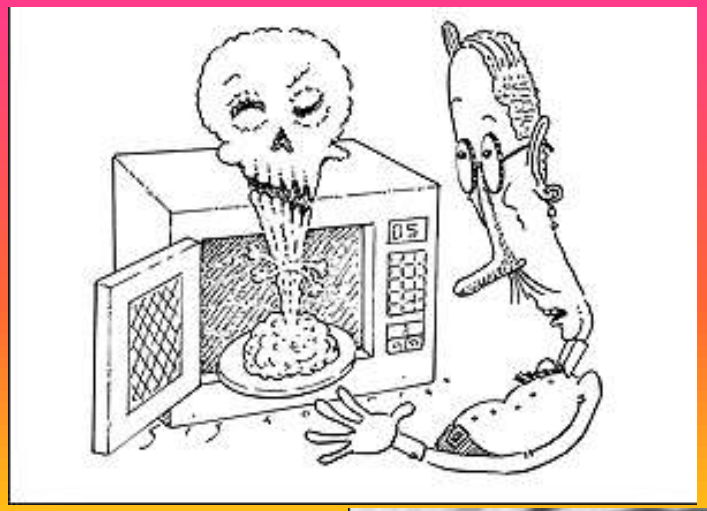
تجنيس الحليب بالموجات فوق الصوتية

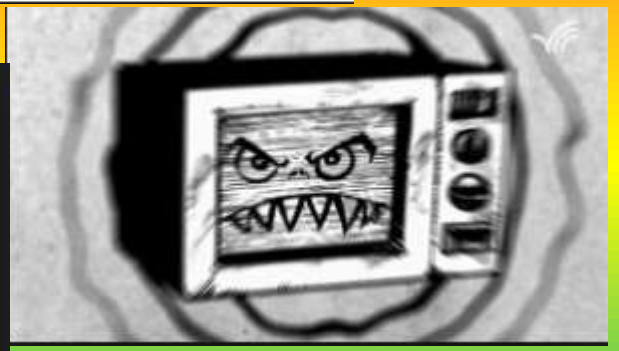


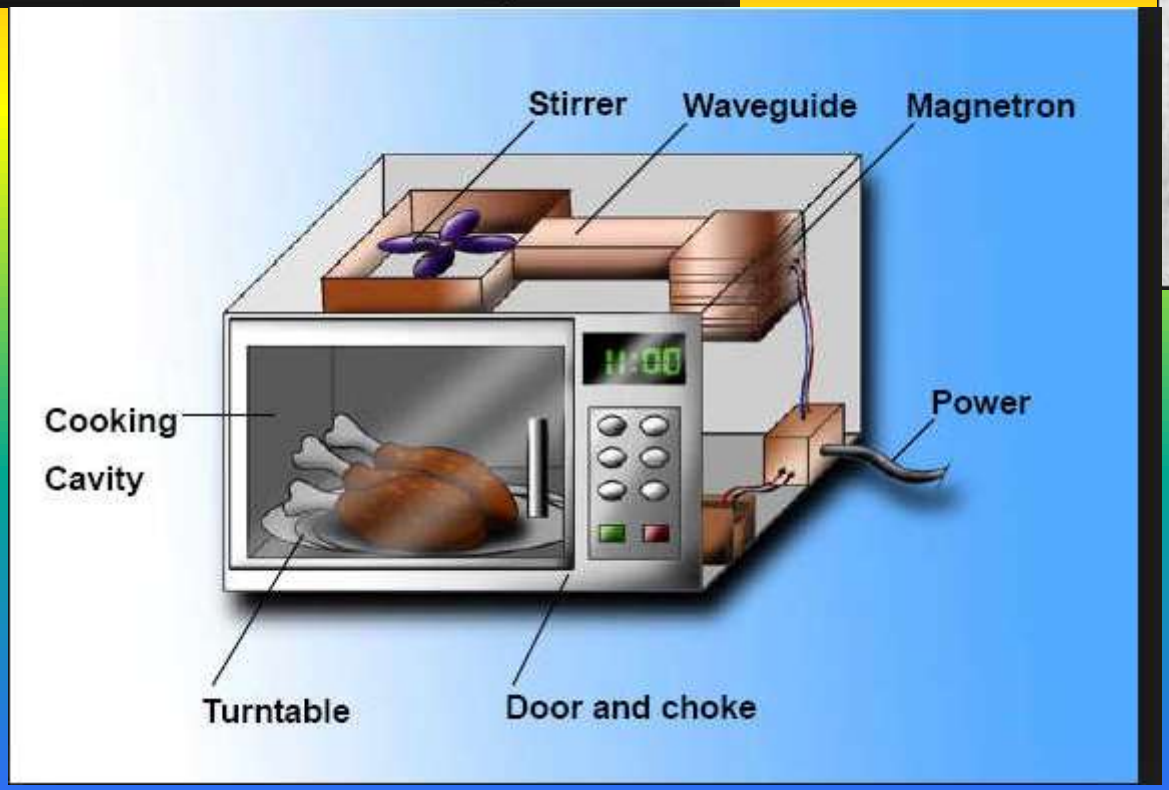
المايكروويف Microwave

التسخين بالمايكروويف من التقنيات غير التقليدية
وهو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ترددتها
بين 300 GHz-300 MHZ والمدى المستخدم في
التصنيع هو 2,101 MHz
الضرر الناتج في الاغذية المصنعة بواسطته يكون
اقل من الطرائق التقليدية
ومعدل التسخين فيه سريع


Microwave Generator
Waveguide
Microwave Irradiating System
Production Line
Camber






Stirrer
Waveguide
Magnetron
Cooking Cavity
Power
Turntable
Door and choke

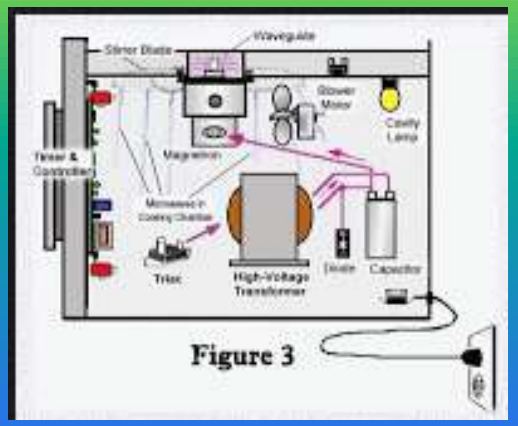
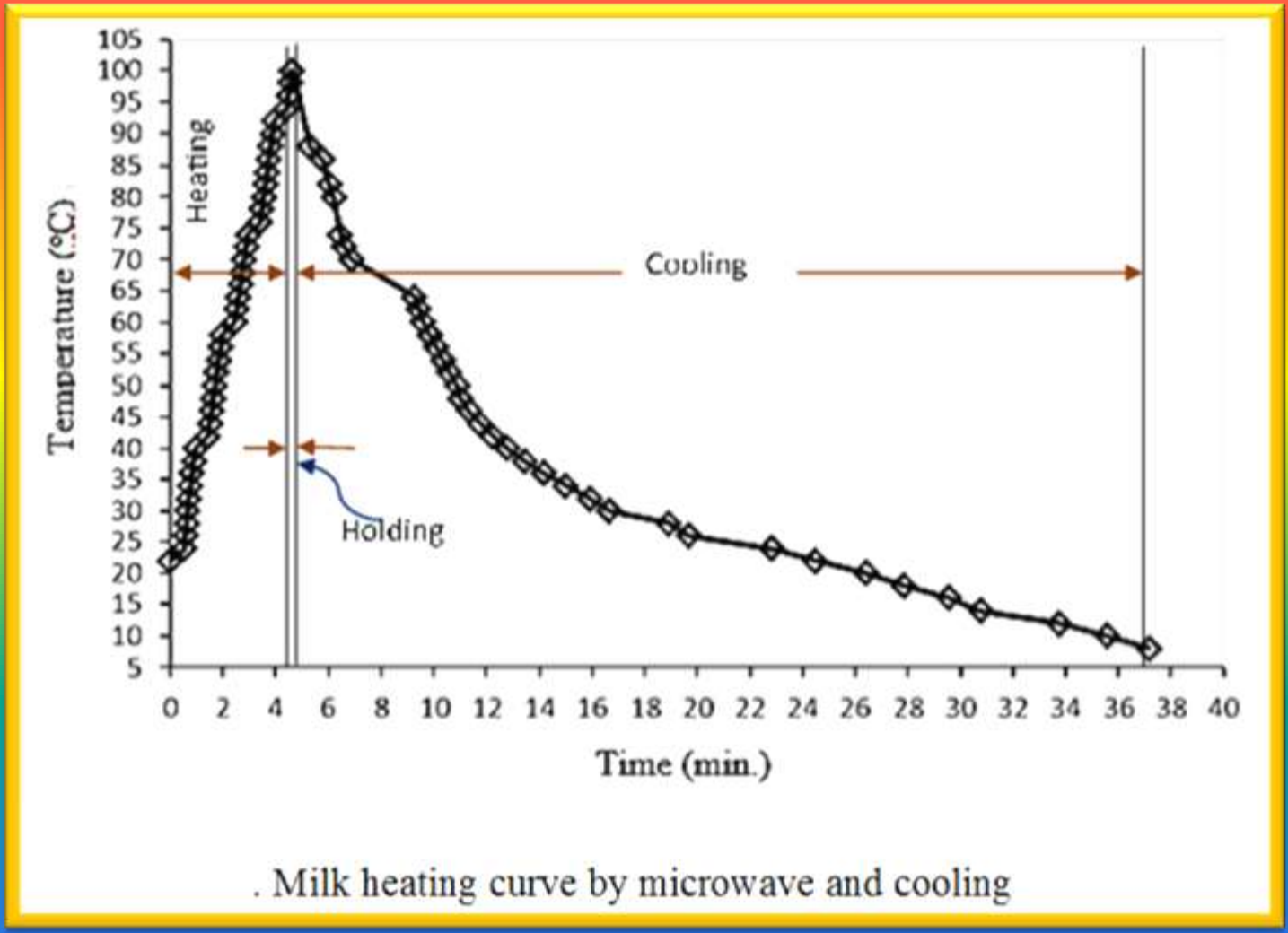


Figure 3

منحنى تسخين الحليب بالمايكروويف وتبريده



. Milk heating curve by microwave and cooling

التثبيط المايكروبي بواسطة المايكروويف

Microorganisms and Alkaline phosphates in the milk before and after microwave flash pasteurization

Microorganisms	Before flash pasteurization	After flash pasteurization
Total count of bacteria	$47x10^5$ [a]	$23x10^1$ [b]
E. coli	9 [a]	0 [b]
Alkaline phosphates	+	-

الا ان مشاكله هي عدم التجانس
الحراري ومتطلبات الطاقة فيه عالية
ولايسبب هلاك بعض انواع الخلايا
البكتيرية مثل الخمائر
ولايستخدم على نطاق واسع في معامل
الالبان

الضغط الهايدروستاتيكي العالي
High Hydrostatic pressure

وهو تقنية بديلة لانتاج غذاء امن ويمكن حفظة لفترة طويلة وبنوعية جيدة وبدون مضافات غذائية ومن خلاله يمكن البسترة بدرجة حرارة الغرفة او اقل ولاتحصل تغيرات في القيمة الغذائية والرائحة والطعم والنكهة ويقوم بالقضاء على الاحياء المجهرية وتثبيط السبورات البكتيرية.

يتراوح الضغط مابين 300-700 MPa (7000 bar)

يقوم بتثبيط الخمائر والاعفان والخلايا البكتيرية واغلب الفايروات.

انتشرت هذه الطريقة حاليا على نطاق تجاري في العالم.

قد تكون البروتينات مدنترة بصورة اختيارية.

لايسبب ضرر للغذاء المعرض للضغط كون الاخير يتوزع بصورة متجانسة على جميع اجزاء العلبة او المادة الغذائية.

تعتبر هذه الطريقة صديقة للبيئة.

الضغط يتوزع بصورة لحضية على جميع اجزاء العلبة وهي ملائمة للاغذية السائلة والصلبة.

تزيد العمر الخزني لليوغرت.
الحصول على منتجات البان (يوغرت) طازجة.
تنتج اجبان امنة مايكروبيا وذات نكهة جيدة وتحسن النسجة وتزيدالحاصل.
تزيل التلوث المايكروبي في علب الحليب وغيره.

.

المحددات:

لايمكن تثبيط السبورات البكتيرية بواسطة الضغط بمفرده.
ملائم لاغلب الاغذية الحامضية.
المنتجات المصنعة بالضغط العالي تحتاج الى تبريد لزيادة العمر الخزني.
العملية تكون على شكل دفعات او شبه دفعات.
كلفة تصنيع اللتر الواحد من الحليب اعلى منه لو صنع بالمعاملة الحرارية.

تعمل الضغوط الهيدروستاتيكية العالية على إحداث تغيرات مورفولوجية و جينية في الكائنات الحية الدقيقة التي تؤثر بشكل خاص على أغشية وجدران الخلايا مما يسبب زيادة في نفاذية الخلايا وبالتالي يمنع ردود الفعل وإنتاج الطاقة التي تعد ضرورية لنمو وتكاثر الميكروبات من خلال تغير في طبيعة الإنزيمات (Sangronis *et al.*, 1997; Calderón-Miranda *et al.*, 1998)

وأشار Calderón-Miranda *et al.*, (1998) و Rosenthal and Silva, (1997) إلى أمكانية تقنية الضغط العالي على تدمير ما يصل إلى ٨-log ومن دون التغير في الصفات الحسية والنوعية للمادة الغذائية

إن عملية التثبيط بواسطة الضغوط الهيدروستاتيكية العالية تتوقف على مستوى الضغط والوقت ودرجة الحرارة ونوع الكائنات الحية الدقيقة ومرحلة نموها فضلاً عن تركيب الأغذية التي تعتمد بشكل رئيس على درجة الحموضة والنشاط المائي

تاثير الضغط الهايدروستاتيكي على تثبيط البكتريا

Table 3.1 High-pressure inactivation (log cfu/ml or g) of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated into foods

Food	Treatment	Inactivation	Reference
UHT milk	600 MPa/30 min/20°C	1.5	Patterson et al. (1995)
Poultry		2.5	
UHT milk	400 MPa/15 min/50°C	5.0	Patterson and Kilpatrick (1998)
Poultry		6.0	
Orange juice	550 MPa/5 min/30°C	≥6.0	Linton et al. (1999)
UHT skimmed milk	200 MPa/30 min/10°C	0.3	Linton et al. (2000)

Table 3.2 High-pressure inactivation (log cfu/ml or g) of *Listeria monocytogenes* inoculated into foods

Food	Treatment	Inactivation	Reference
UHT milk	375 MPa/30 min/20°C	1.5	Patterson et al. (1995)
Poultry		5.5	
Pork loin	414 MPa/10 min/25°C	6.0	Ananth et al. (1998)
Beef frankfurter	300 MPa/8 min/15°C	6.0	Lucore et al. (2000)
	500 MPa/3 min/15°C	6.0	
UHT milk	500 MPa/35 min/20°C	8.0	Chen and Hoover (2003)
	500 MPa/1 min/50°C	6.5	
	500 MPa/5 min/50°C	8.0	
Liquid whole egg	400 MPa/5 min/20°C	4.5	Yuste et al. (2003)
Minced chicken		5.0	

Table 3.2. Effect of heat treatment at 85°C, pressure treatment at 200 MPa and 65°C, and CO_2 treatment at 35°C and 30 MPa on the resistance of different *Bacillus* spp. spores

Organism	Treatment	D-value (min)
Geobacillus stearothermophilus	Heat	
	Pressure	75.2
	CO_2	385.0
Bacillus subtilis	Heat	19.0
	Pressure	9.3
	CO_2	1667.0
Bacillus coagulans	Heat	9.5
	Pressure	6.9
	CO_2	164.0
Bacillus cereus	Heat	8.5
	Pressure	6.9
	CO_2	133.0
Bacillus licheniformis	Heat	7.9
	Pressure	8.5
	CO_2	182.0

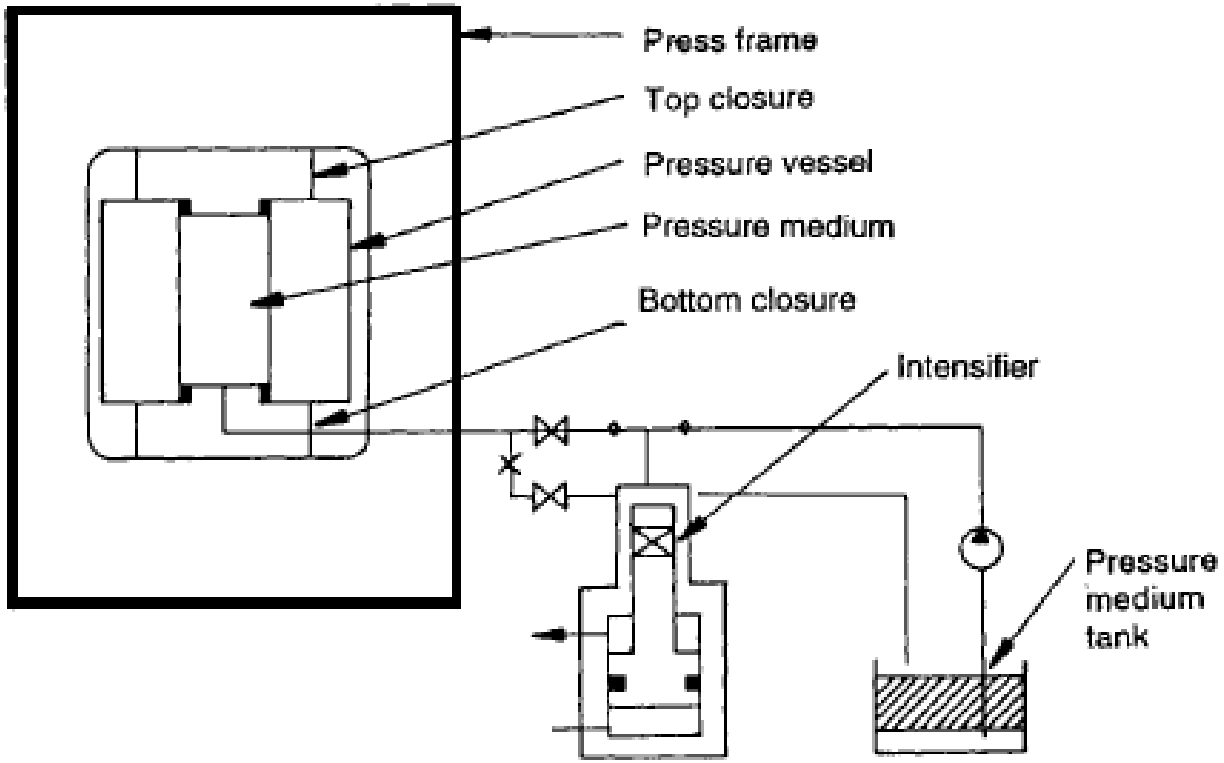
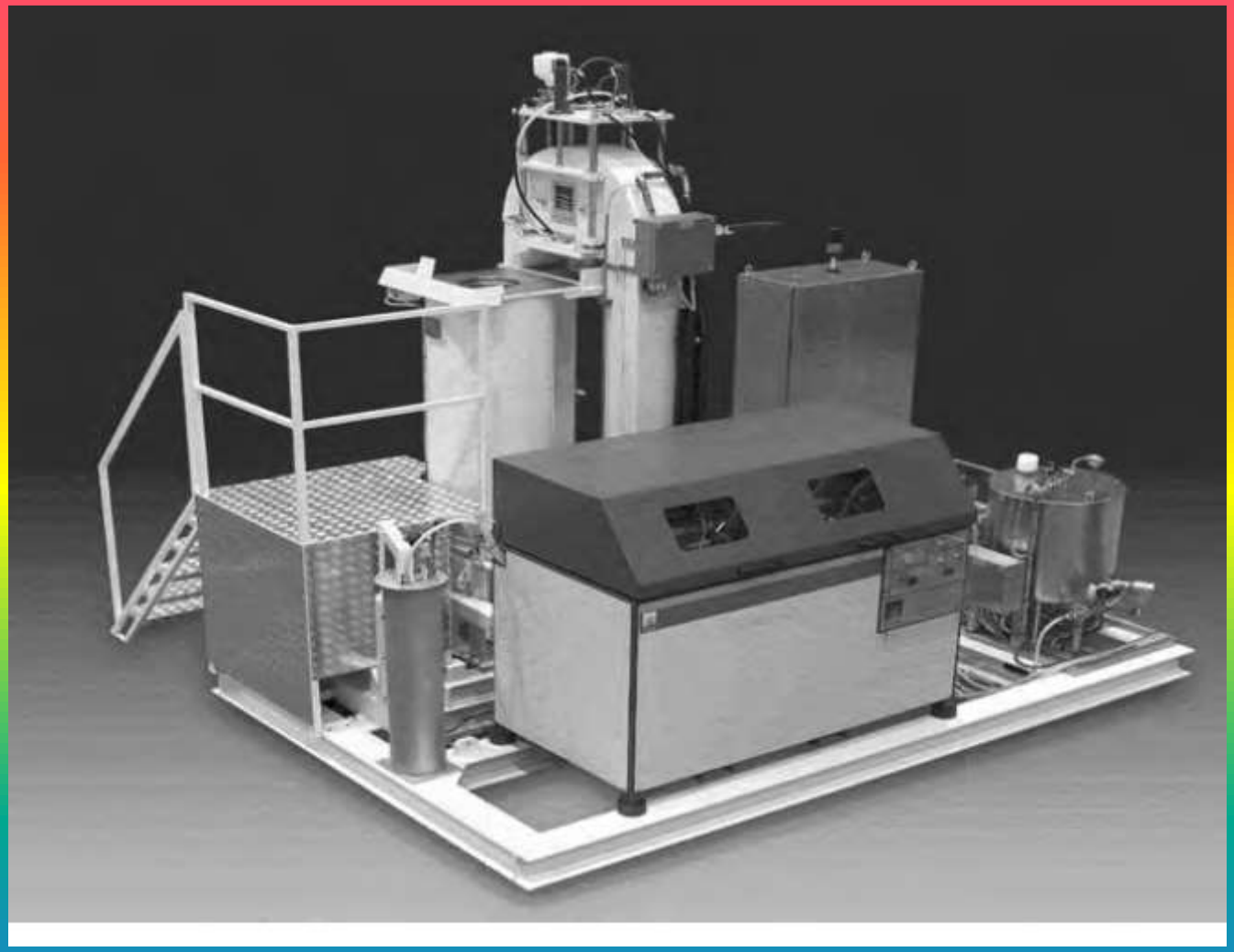


Fig. 9.2 Indirect compression equipment for high pressure processing. (After Mertens (1995).)

10x
Fresher under Pressure
高压加工使产品更新
鲜
Two hundred 3,000 kg elephants standing on a piston with a diameter of a CD, create a pressure of 600 MPa, 6000 bar or 90,000 PSI.
Size CD

Cup
before
after
Products after 600 Mpa 2 min



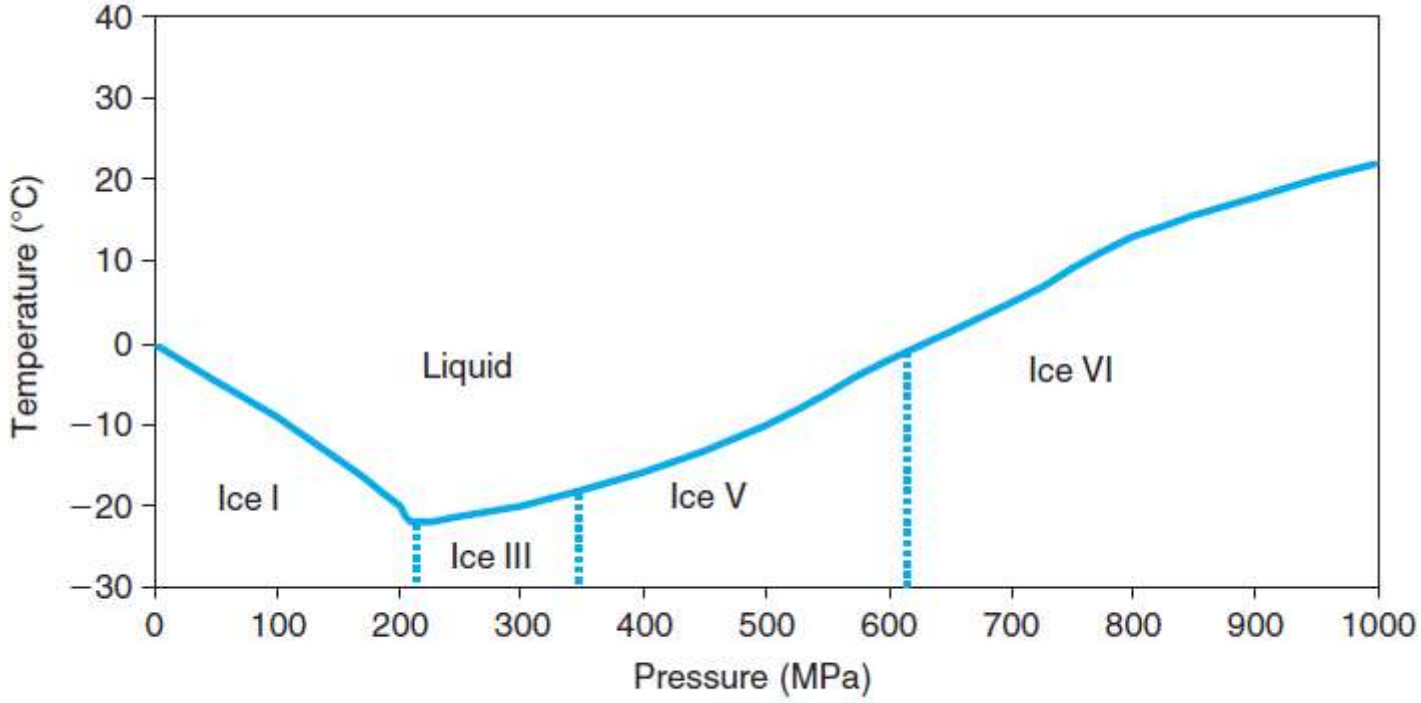
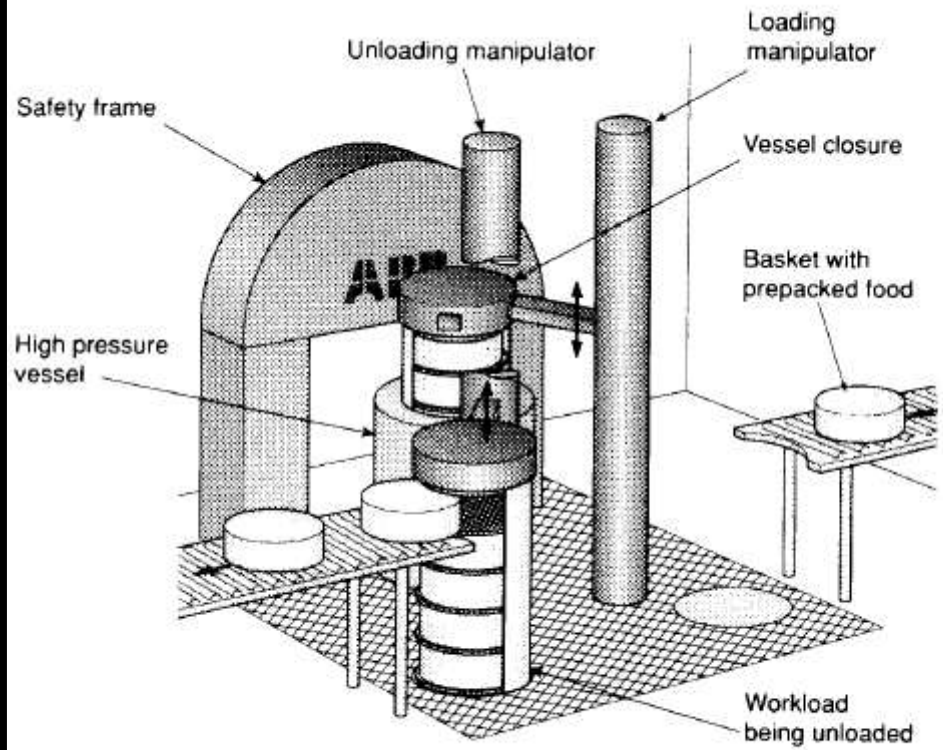


Figure 1.3 Phase diagram of water.

جهاز للتعقيم بالضغط الهايدروستاتيكي



.3 Schematic drawing of a production unit for high pressure treatment at pressures between 400–800 MPa.
(From Olsson (1995).)

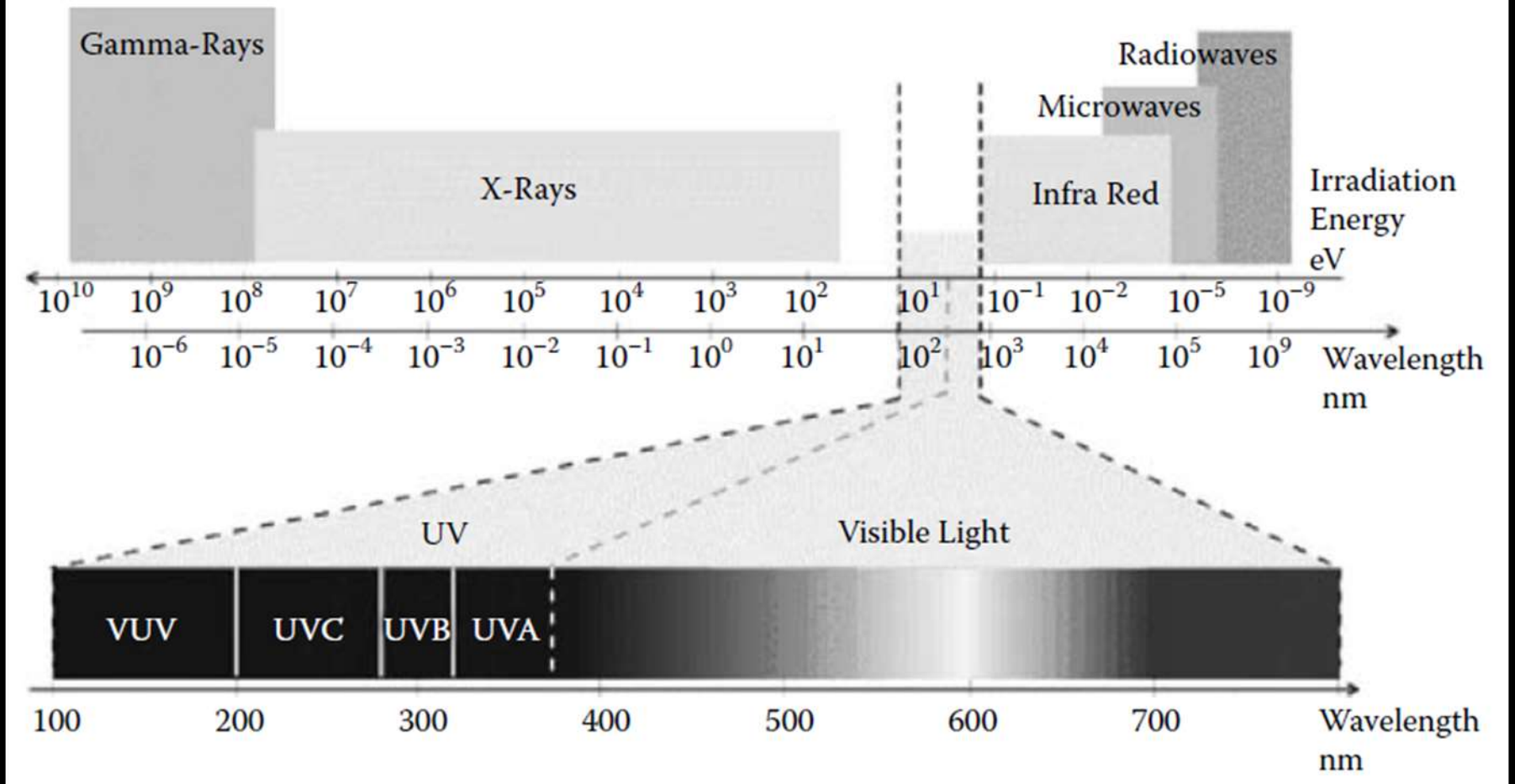
الاشعة فوق البنفسجية UV

تعد الأشعة فوق البنفسجية إحدى التقنيات اللاحرارية الواعدة ، فقد وصفت من قبل اللجنة الاستشارية الوطنية على المعايير الميكروبيولوجية للأغذية بأنها تقنية قادرة على أن تلبي متطلبات البسترة لكثير من المواد الغذائية والسوائل مثل الماء والحليب وعصائر الفواكه ونجاحها عن طريق الحد من النمو البكتيري (Wright *et al*., 2000).

تتم ميكانيكية التثبيط الميكروبي بأشعة ال UV عن طريق امتصاص الطاقة من قبل أواصر الكاربون المزدوجة في البروتين والأحماض النووية التي تسبب اختلال في الأيض الخلوي فضلاً عن تكوين الجذور hydroperoxide في الأحماض الدهنية غير المشبعة والتي تتسبب في تغير نفاذية غشاء الخلية (Bintsis *et al*.,2000)

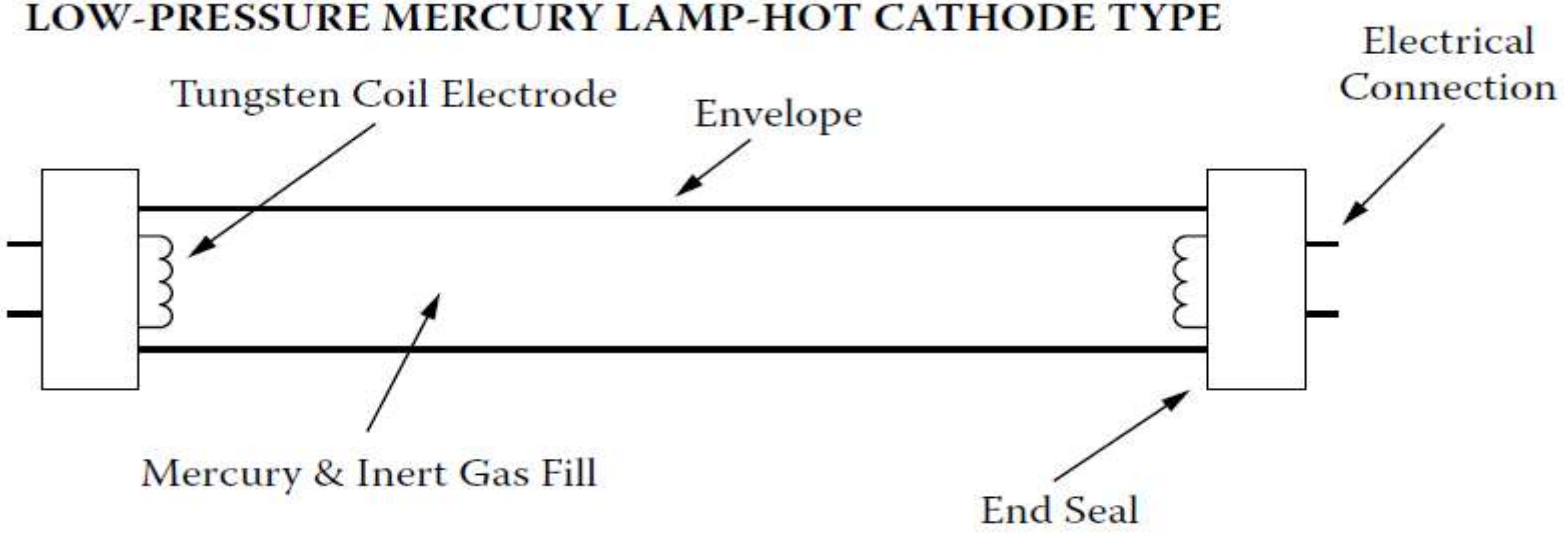
وقد أعطت إدارة الأغذية والعقاقير (FDA) Food and Drug Administration موافقة السوق على استخدام الأشعة فوق البنفسجية على علاج الماء والغذاء وتحت ظروف معينة (CFR, 2005).

وأشار Koutchma, (2009) الى أن الأشعة فوق البنفسجية هي من أهم الوسائل اللاحرارية التي يمكن استخدامها في بسترة المواد الغذائية وتعرف على أنها ذلك المجال من الطيف الكهرومغناطيسي بين الأشعة السينية x-ray والمجال المرئي، حيث إن للأشعة فوق البنفسجية ثلاث مناطق من الطيف الكهرومغناطيسي وهي UV-C (200–280) nm، UV-B (280–315) nm ، UV-A (315–400) nm وتعتبر منطقة UV-C هي المنطقة المستخدمة في التثبيط الميكروبي.

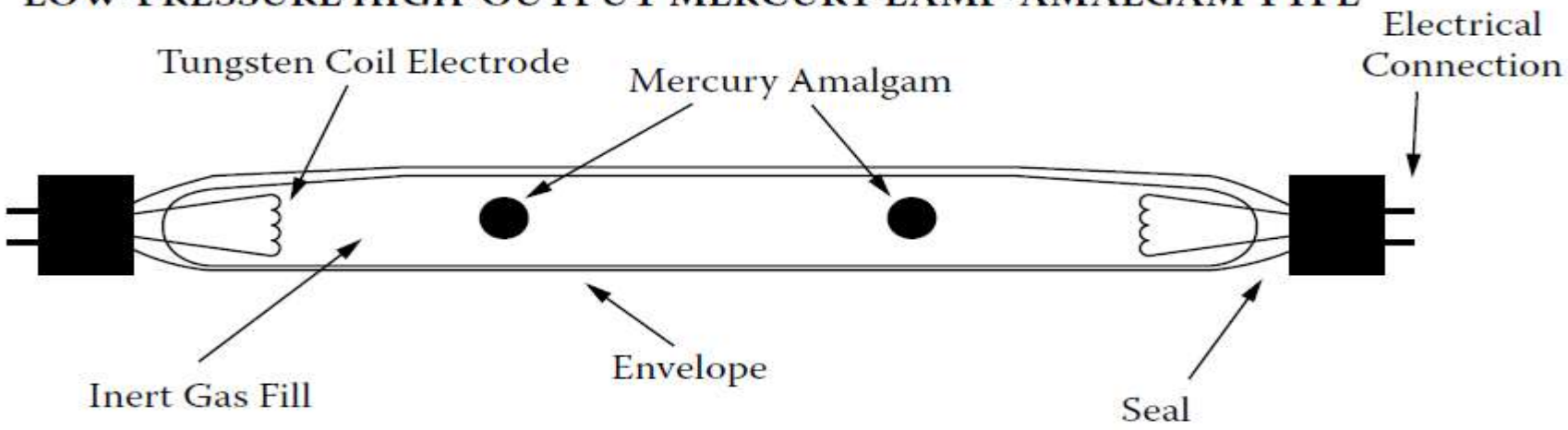

Gamma-Rays
X-Rays
Radiowaves
Microwaves
Infra Red
Irradiation
Energy
eV
10^{10} 10^{9} 10^{8} 10^{7} 10^{6} 10^{5} 10^{4} 10^{3} 10^{2} 10^{1} 10^{-1} 10^{-2} 10^{-5} 10^{-9}
10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3} 10^{4} 10^{5} 10^{9}
Wavelength
nm
UV
Visible Light
VUV
UVC
UVB
UVA
100 200 300 400 500 600 700
Wavelength
nm

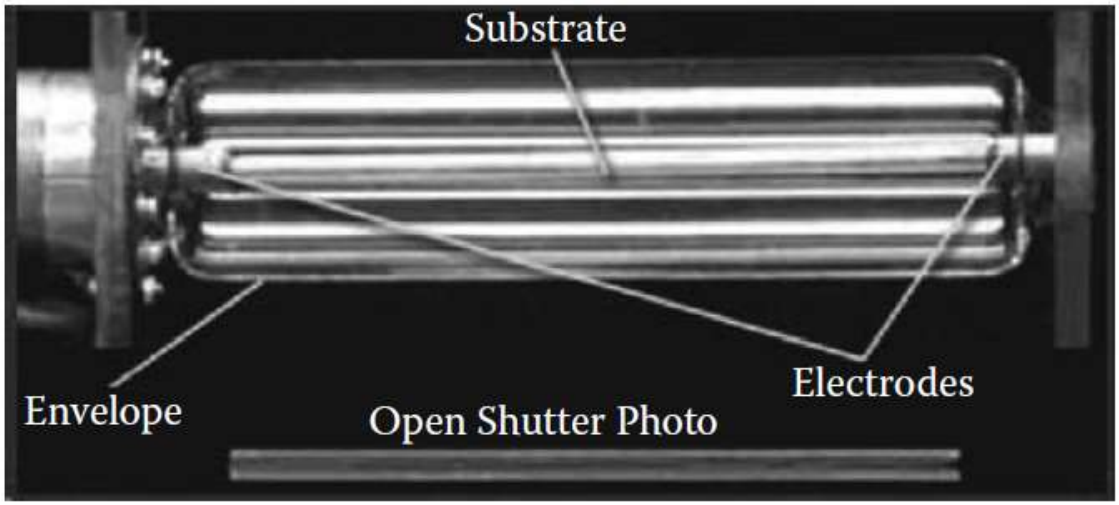
- Continuous Ultraviolet System at Food Science Australia

LOW-PRESSURE MERCURY LAMP-HOT CATHODE TYPE



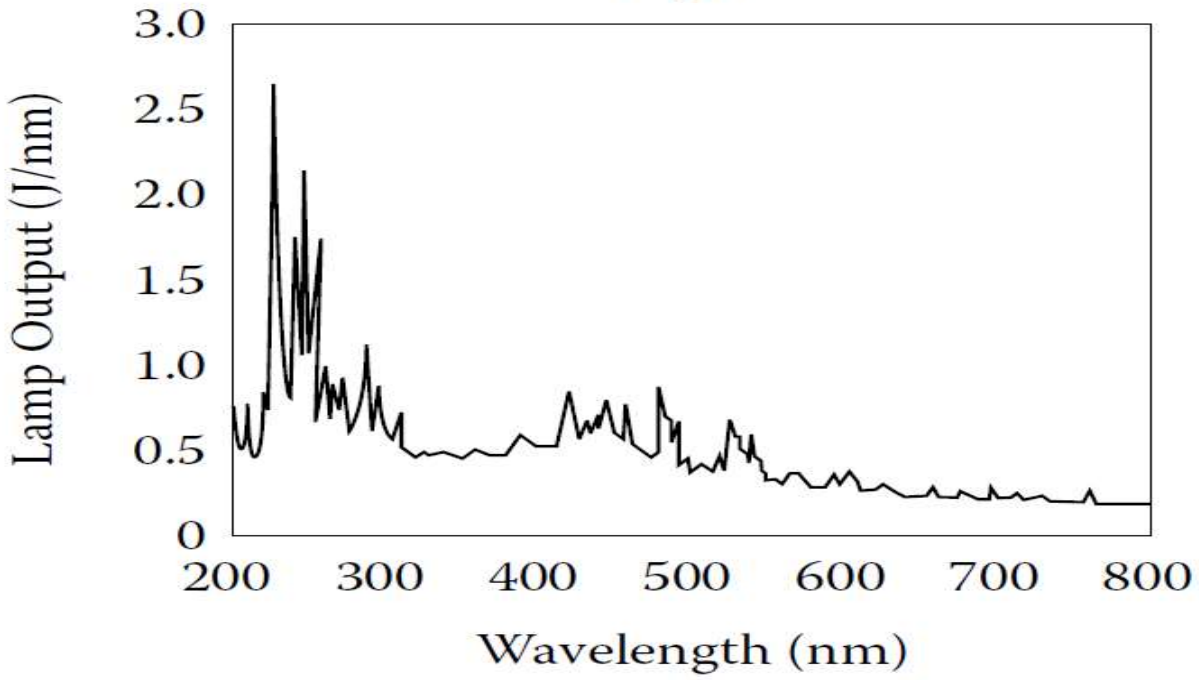
LOW-PRESSURE HIGH-OUTPUT MERCURY LAMP-AMALGAM TYPE



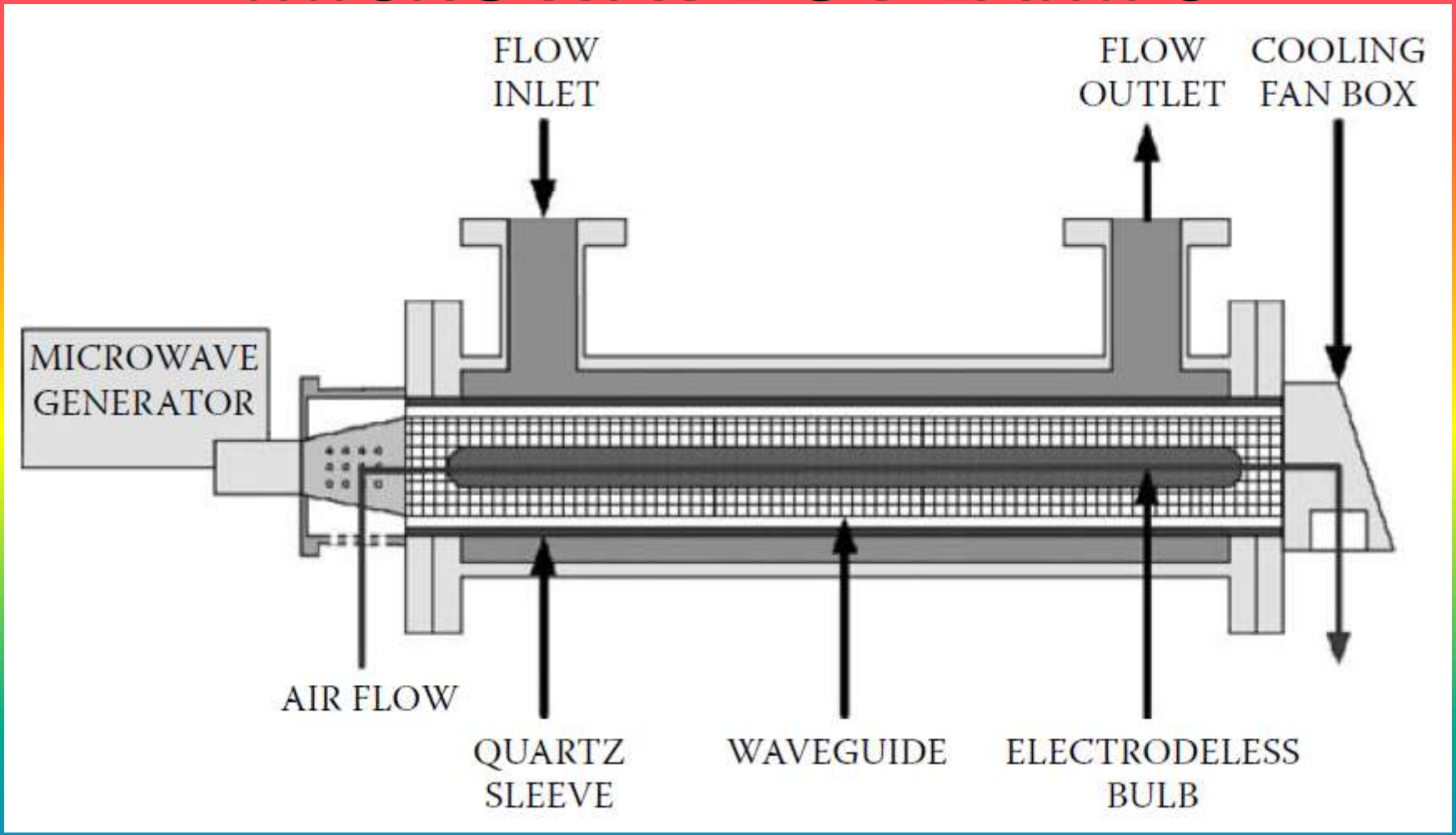


Pulsed electric discharge generates "light

Light



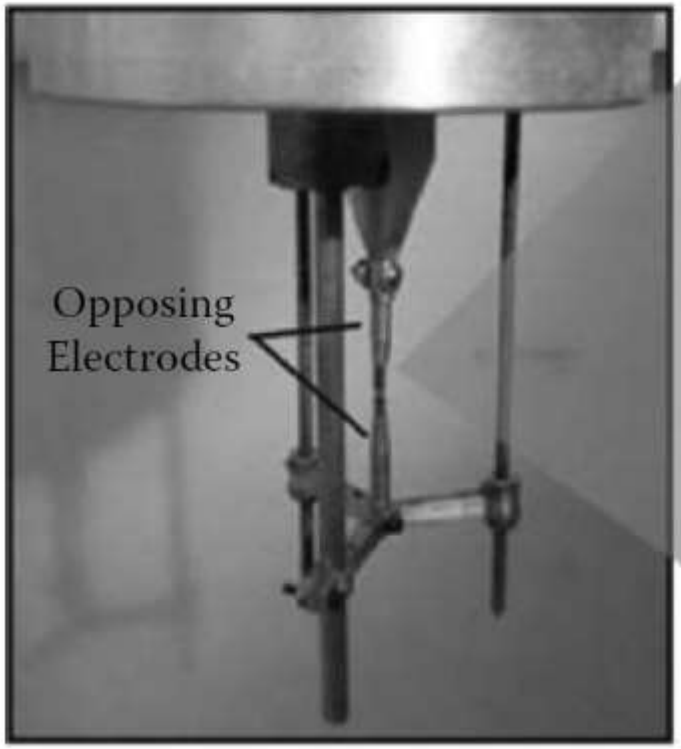
MICROWAVE UV LAMPS

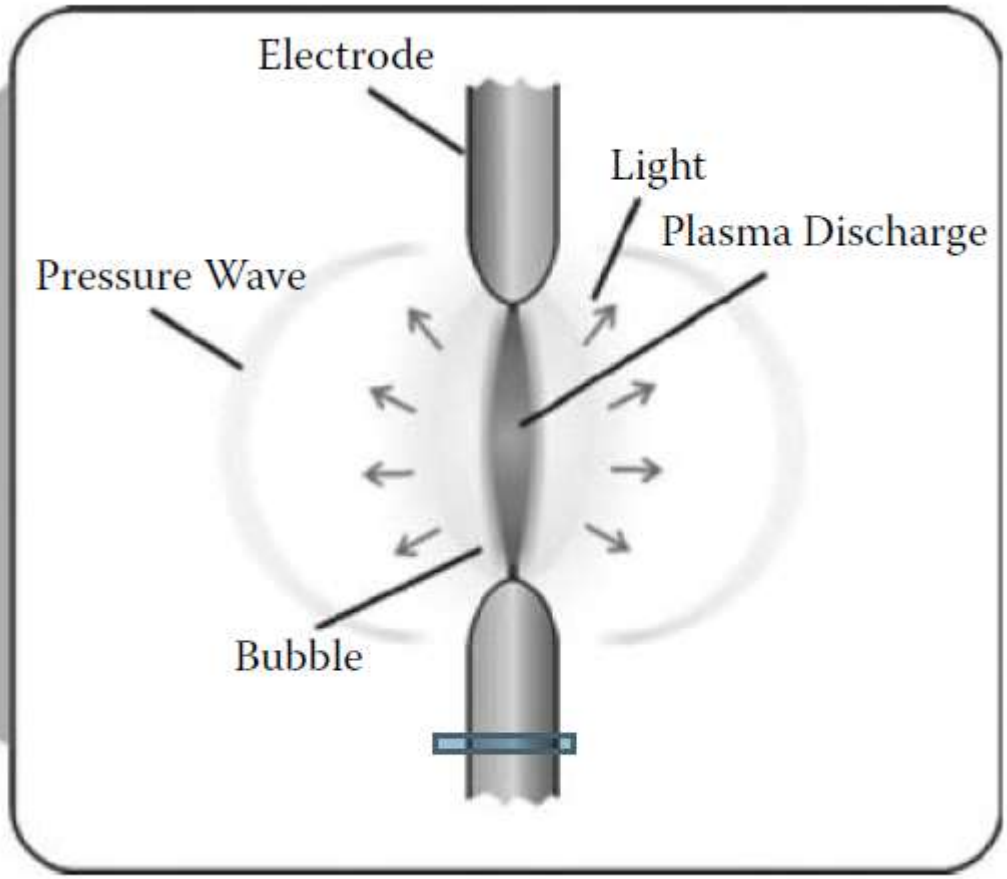


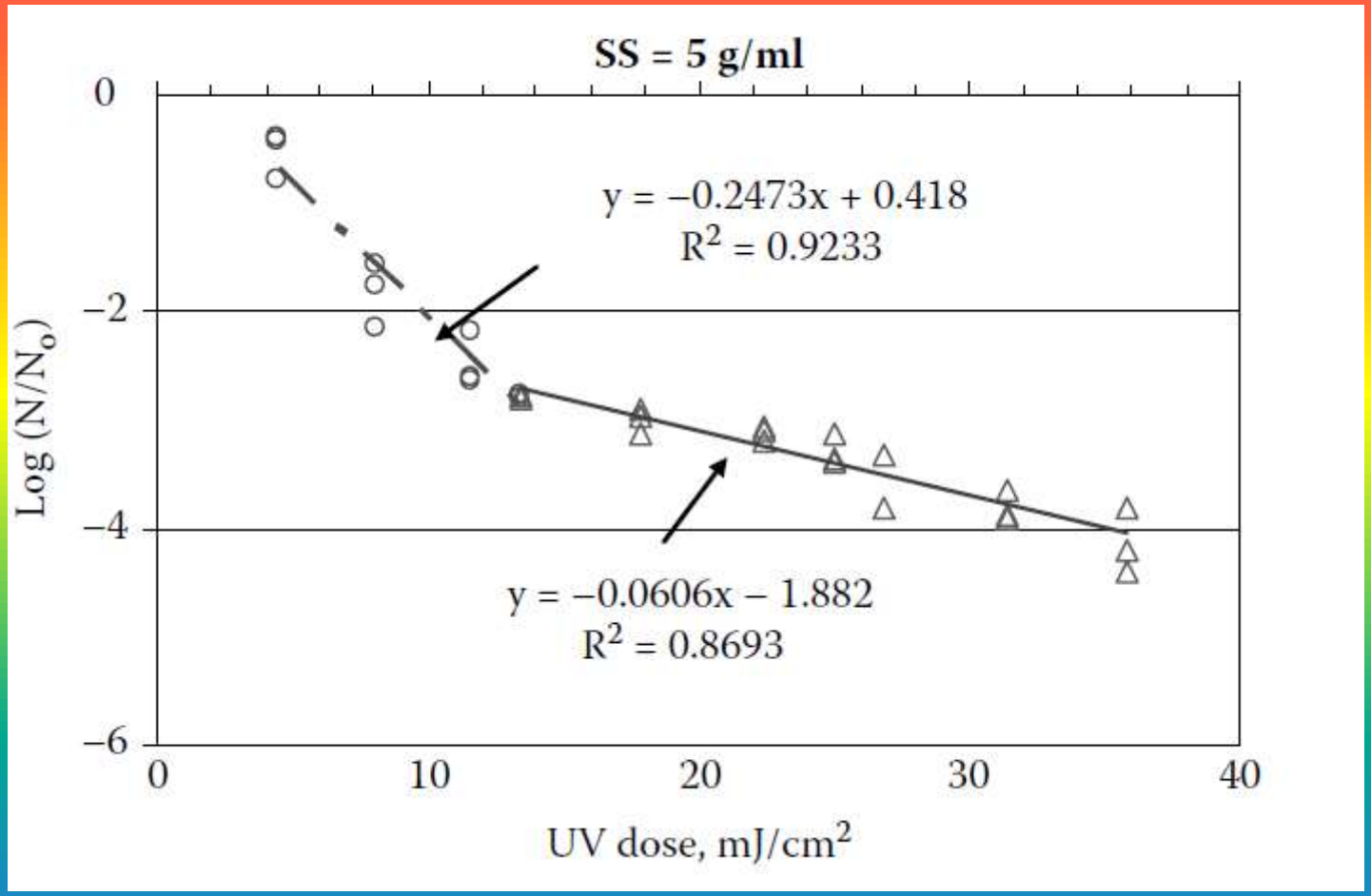
Efficiency Comparison for Mercury Lamps, Flash Lamp, Surface Discharge, and Sparker

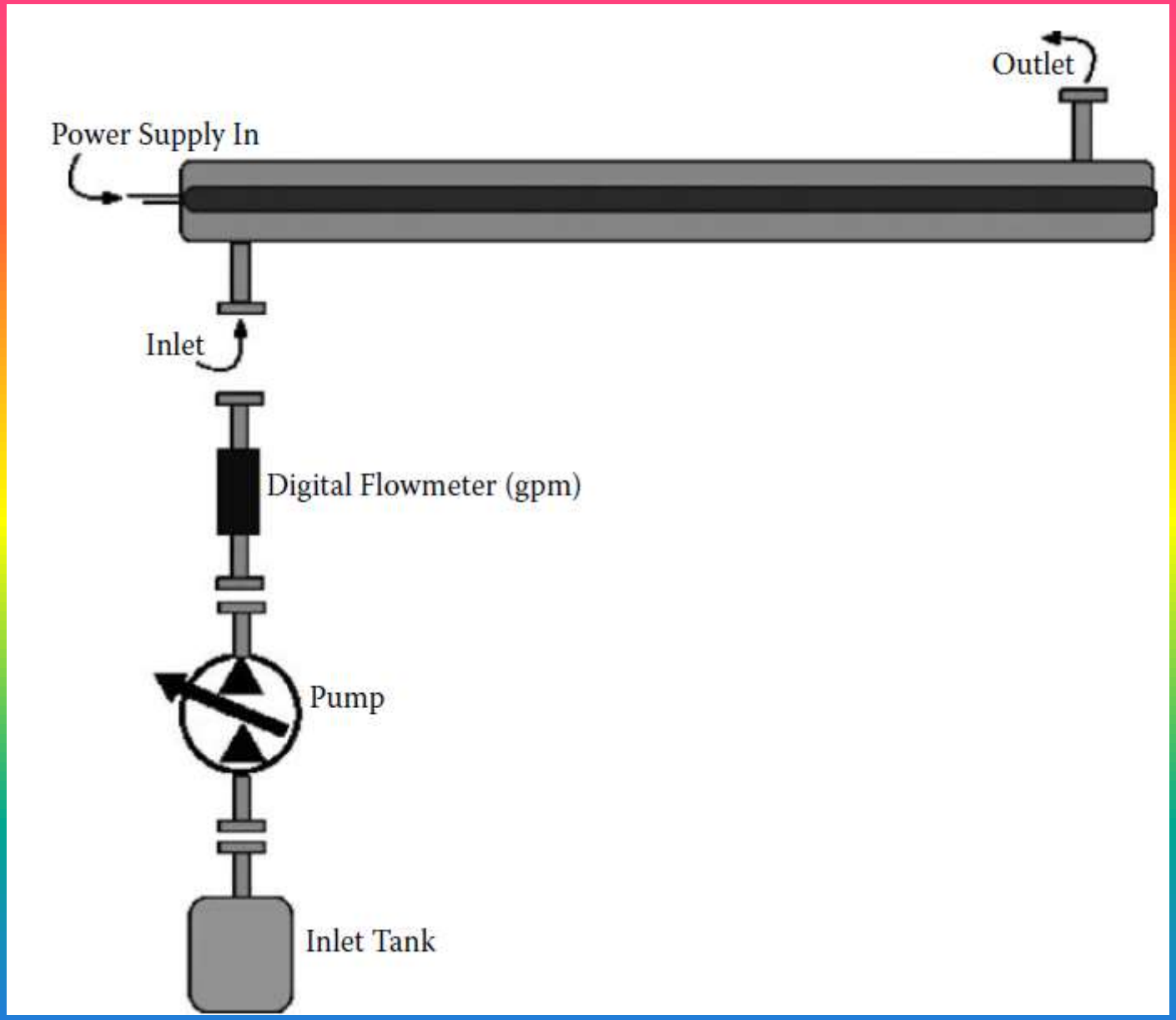
Lamp	UV Efficiency (%)	UV Intensity (W/cm^2)	Dose for Virus Inactivation (mJ/cm^2)	Pressure Pulse (psi)
LPM	38	0.01	150	None
MPM	12	12	48	None
Flash lamp	9	600	n.d.	None
Surface discharge [a]	17	30,000	22	None
Sparker [a]	7	100,000	n.d.	100

Conceptual design of the sparker.






SS = 5 g/ml
0
−2
−4
−6
Log (N/N$_o$)
y = −0.2473x + 0.418
R^2 = 0.9233
y = −0.0606x − 1.882
R^2 = 0.8693
0
10
20
30
40
UV dose, mJ/cm^2

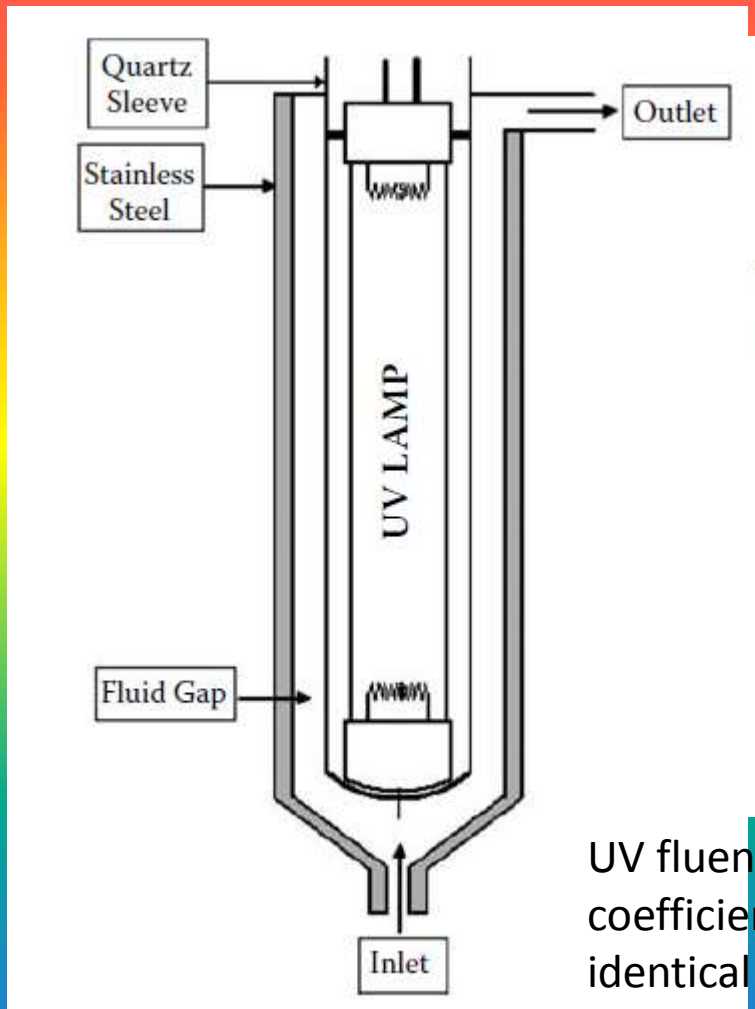

Outlet
Power Supply In
Inlet
Digital Flowmeter (gpm)
Pump
Inlet Tank

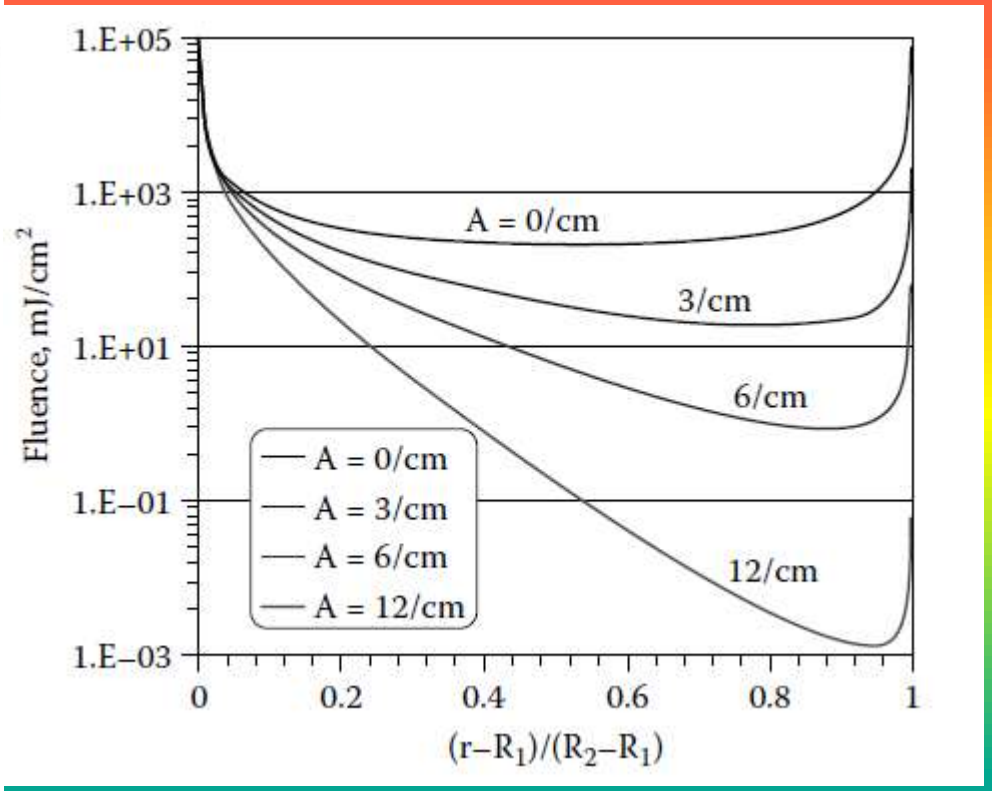
تاثير اشعة UV على نوعية الحليب

الحليب ومنتجاته حساسة بشدة الى الضوء ويفقد نوعيته اذا وضع في عبوات شفافة ويفقد نكهته ويحصل مايسمى بالبروتين المحروق "burnt protein," والملفوف (Spikes cabbage 1981).>

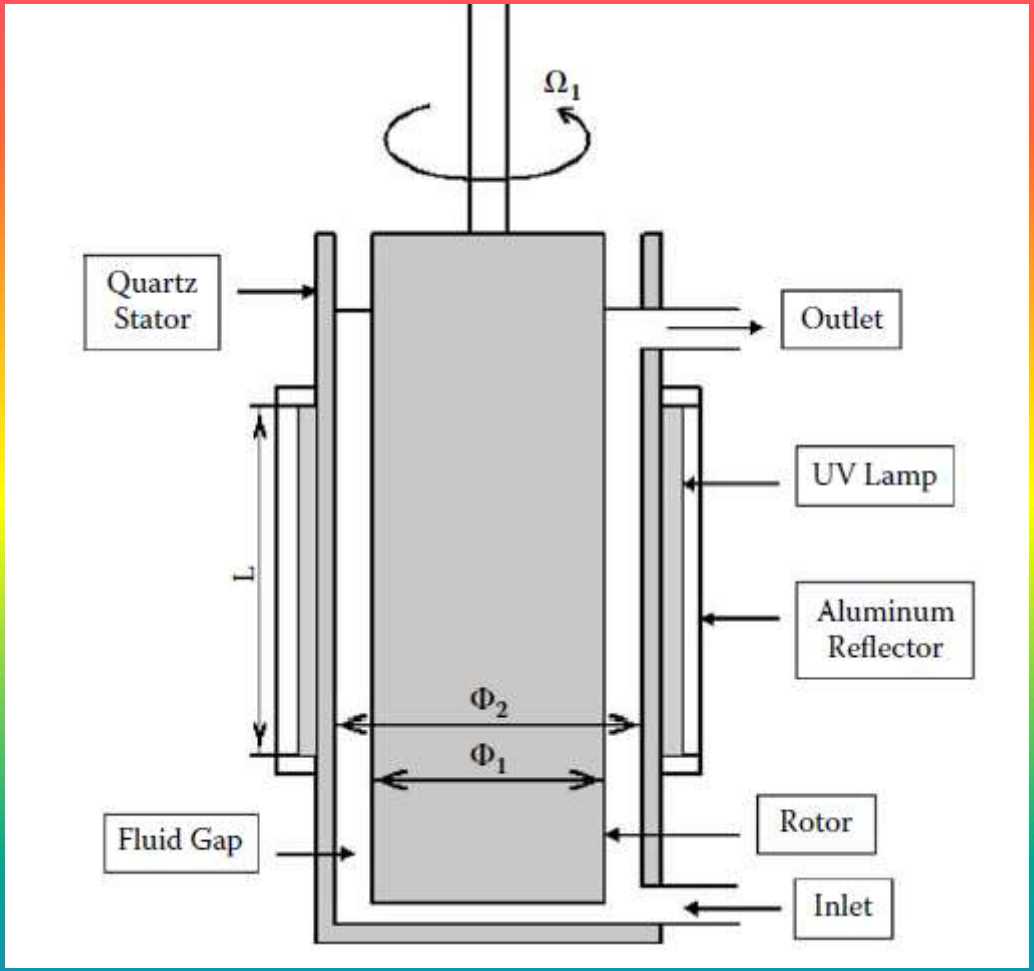
وكذلك تحصا اكسدة للاحماض الدهنية غير المشبعة ولهذا فان استخدام اطوال موجية قصيرة من اشعة UV لانتاج فيتامين D وان الاخير لايعمل على تقليل تركيز الكاروتينات في الحليب وفيتامين A والثيامين والرايبوفلافين.

وجد باحثون انه عند معاملة حليب الماعز علة 254 nm انتج تغيرات في الخواص الحسية والكيميائية للحليب.

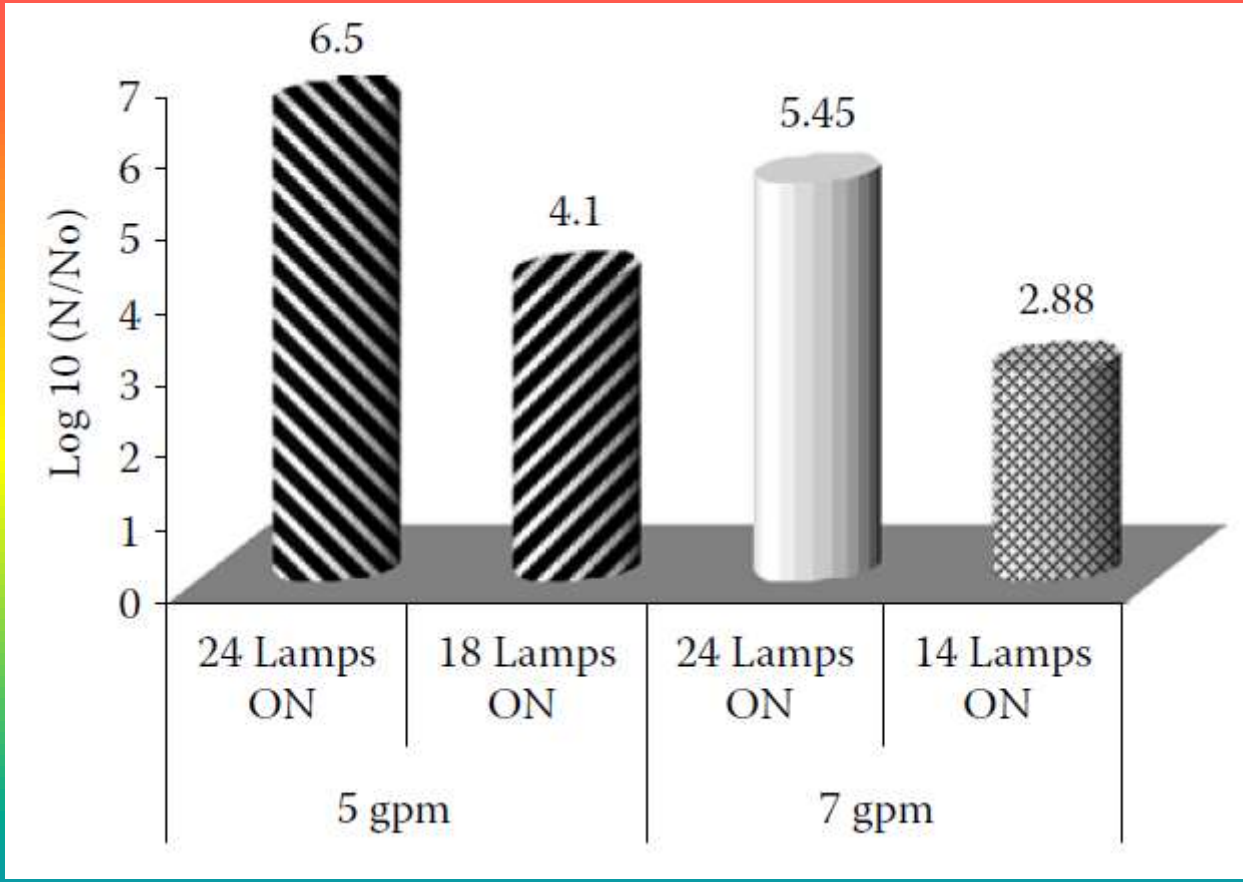




UV fluence profile in laminar flow with different absorption coefficients and Q = 12 mL/s. Vertical order in caption is identical to line position on graph. (From Ye 2007. With permission.)



Schematic of a Taylor–Couette UV reactor.
(From Ye 2007. Withpermission.)

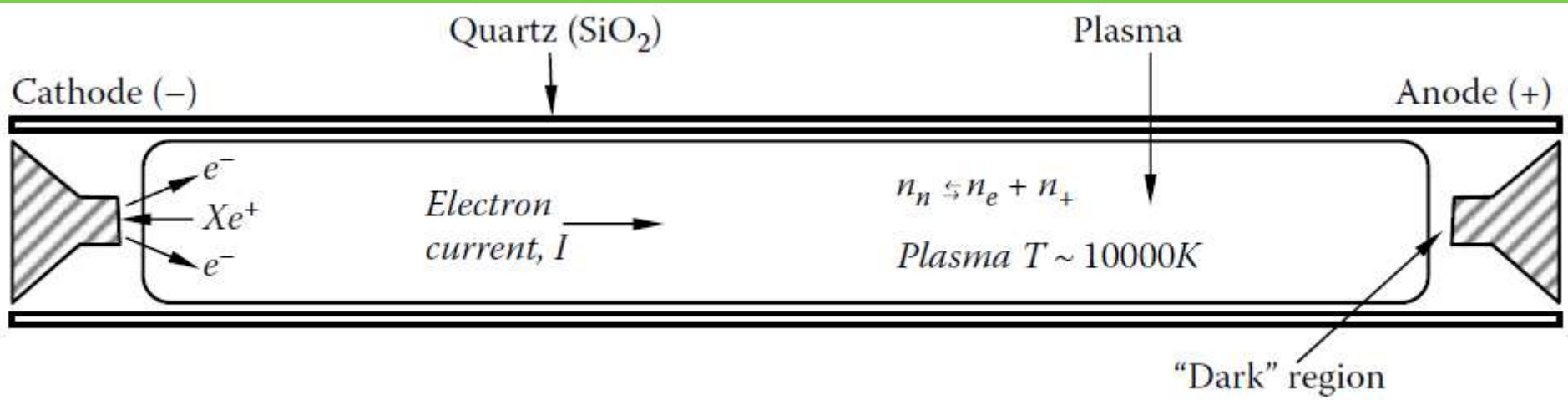


Effect of output power (24, 18, and 14 UV lamps “on”) and flow rate on inactivation of *E. coli* K12 in 0.2% model caramel solution

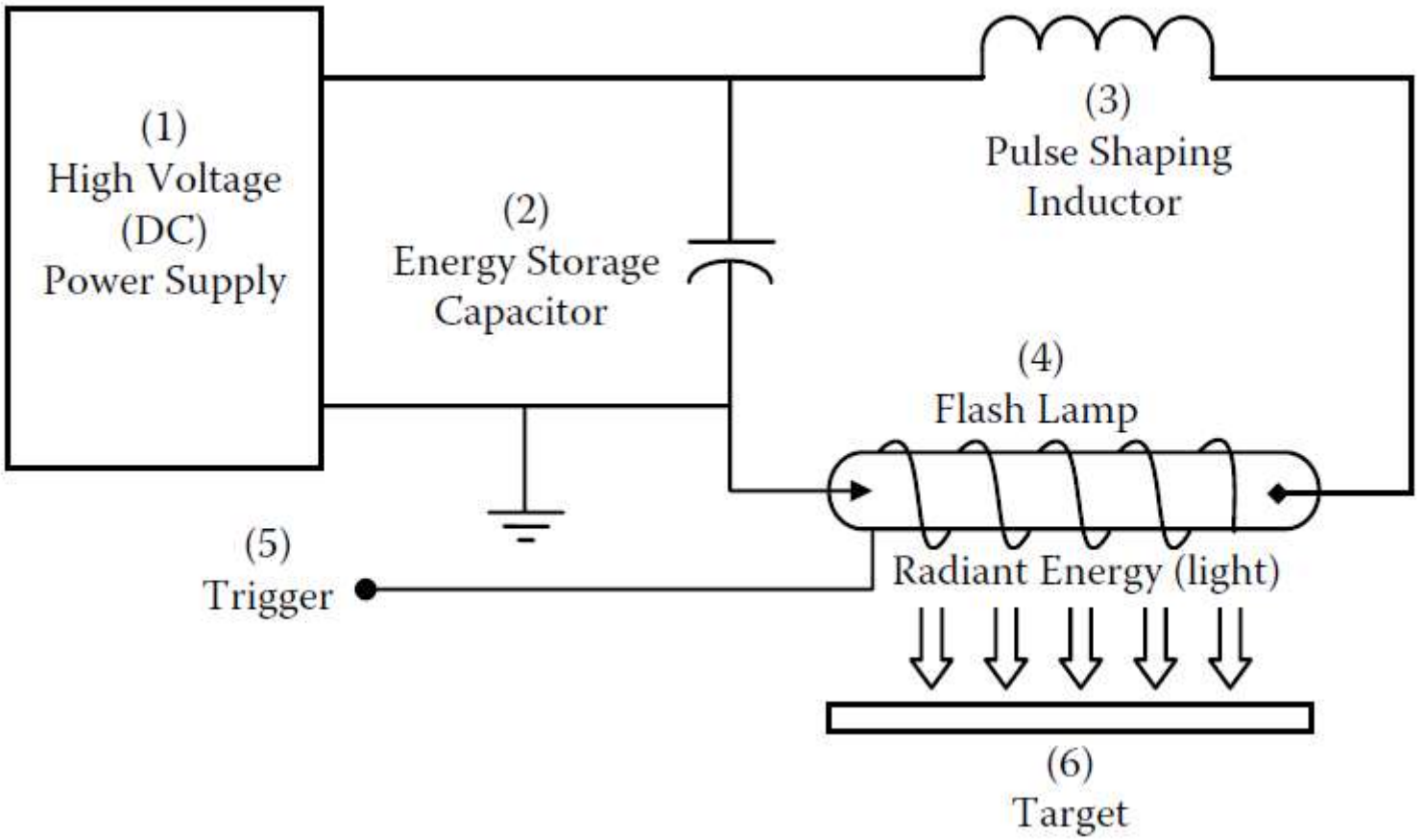
المعاملة بالضوء الومضي
Pulsed-Light Treatment

وهي من التقنيات الحديثة للقضاء على الاحياء المجهرية المرضية والمسببة للتلف في الاغذية وهو يقضي على الاحياء المجهرية المتواجة على سطح الاغذية.وتتم العملية بتوجيه ومضات قصيرة ذات قدرة عالية على الغذاء للقضاء على البكتريا والخمائر والفايروسات.

فترة الومضة تتراوح بين 1 µs to 0.1 s (160–380 nm)



منظومة الضوء الومضي عالي الشدة
high-intensity pulsed-light system



Published Data for the Inactivation of Microorganisms in Liquid Substrates by Pulsed Light

Treated Substrate	Microorganism	Dose (fluence) (J/cm²)	Fluence/ pulse (J/cm²)	No. Pulses	Distance to Lamp (mm)	Inoculum (log CFU/ mL)	Reduction (log CFU/ mL)	Source
Apple cider	*Escherichia coli*	11.7	n.d.	n.d.	50.8	n.d.	5.5	Sauer and Moraru (2007)
Apple juice	*Escherichia coli*	8.8	n.d.	n.d.	50.8	n.d.	>7	Sauer and Moraru (2007)
Butterfield phosphate buffer	*Listeria innocua*	13.3	n.d.	12	50.8	7.45	6.04	Uesugi et al. (2007)
Milk	*Serratia marcescens*	25.1	n.d.	n.d.	n.d.	4.4	>2.0	Smith et al. (2002)
Phosphate buffer	*Staphylococcus aureus*	84	5.6	15	80	7–8	7.5	Krishnamurthy et al. (2004)
Potassium phosphate buffer	*Saccharomyces cerevisiae*	n.d.	0.7	5	n.d.	6.8	5.8	Takeshita et al. (2003)
Water	Bacteriophage MS-2	n.d.	0.25	2	n.d.	4.3	>4.3	Huffman et al. (2000)
Water	Bacteriophage PRD-1	n.d.	0.25	2	n.d.	5.8	4.8	Huffman et al. (2000)
Water	*Cryptosporidium parvum*	n.d.	0.25	2	n.d.	5.6	4.2	Huffman et al. (2000)
Water	*Klebsiella terrigena*	n.d.	0.25	2	n.d.	5.5	>7.4	Huffman et al. (2000)
Water	Poliovirus type 1	n.d.	0.25	2	n.d.	4.6	4.1	Huffman et al. (2000)
Water	Rotavirus SA11	n.d.	0.25	2	n.d.	5.1	4.1	Huffman et al. (2000)

Note: n.d. = no data available.

النشاط الانزيمي لا يتأثر باشعة UV

محددات اشعة UV

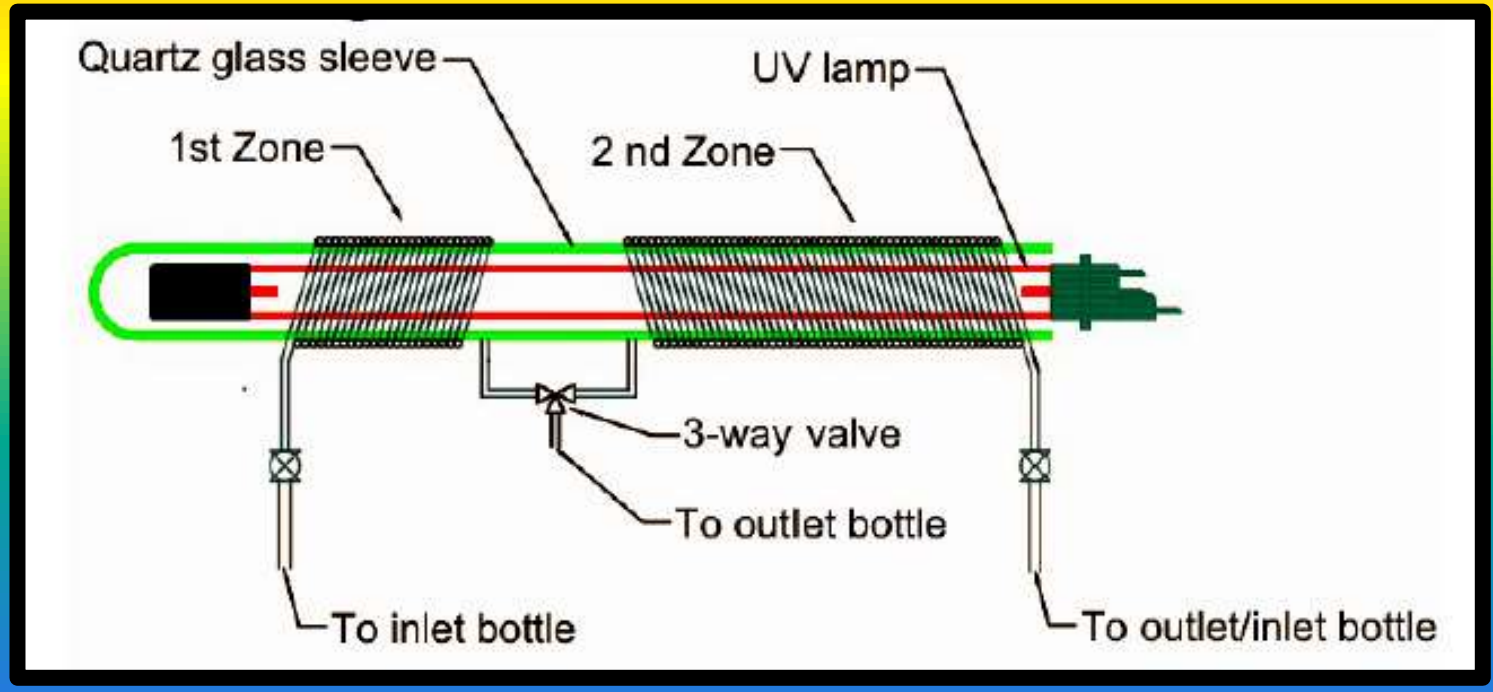
الخمائر والاعفان تتاثر بصورة قليلة بuv

يكون الغذاء غير مرغوب به نتيجة التفاعلات الكيميائية الجانبية وهذه تعتمد على جزيئات المنتج والطول الموجي وتوفر الاوكسجين

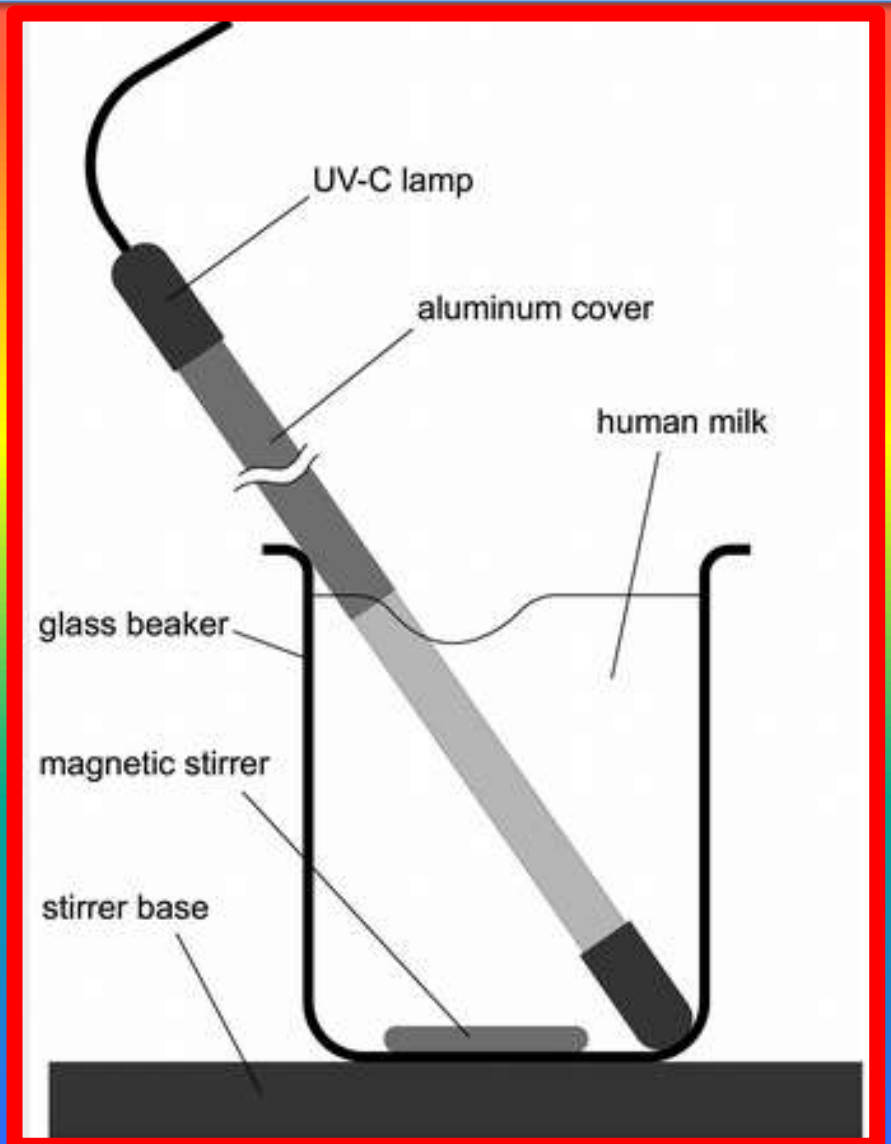
شدة الشمعة تنخفض مع الزمن

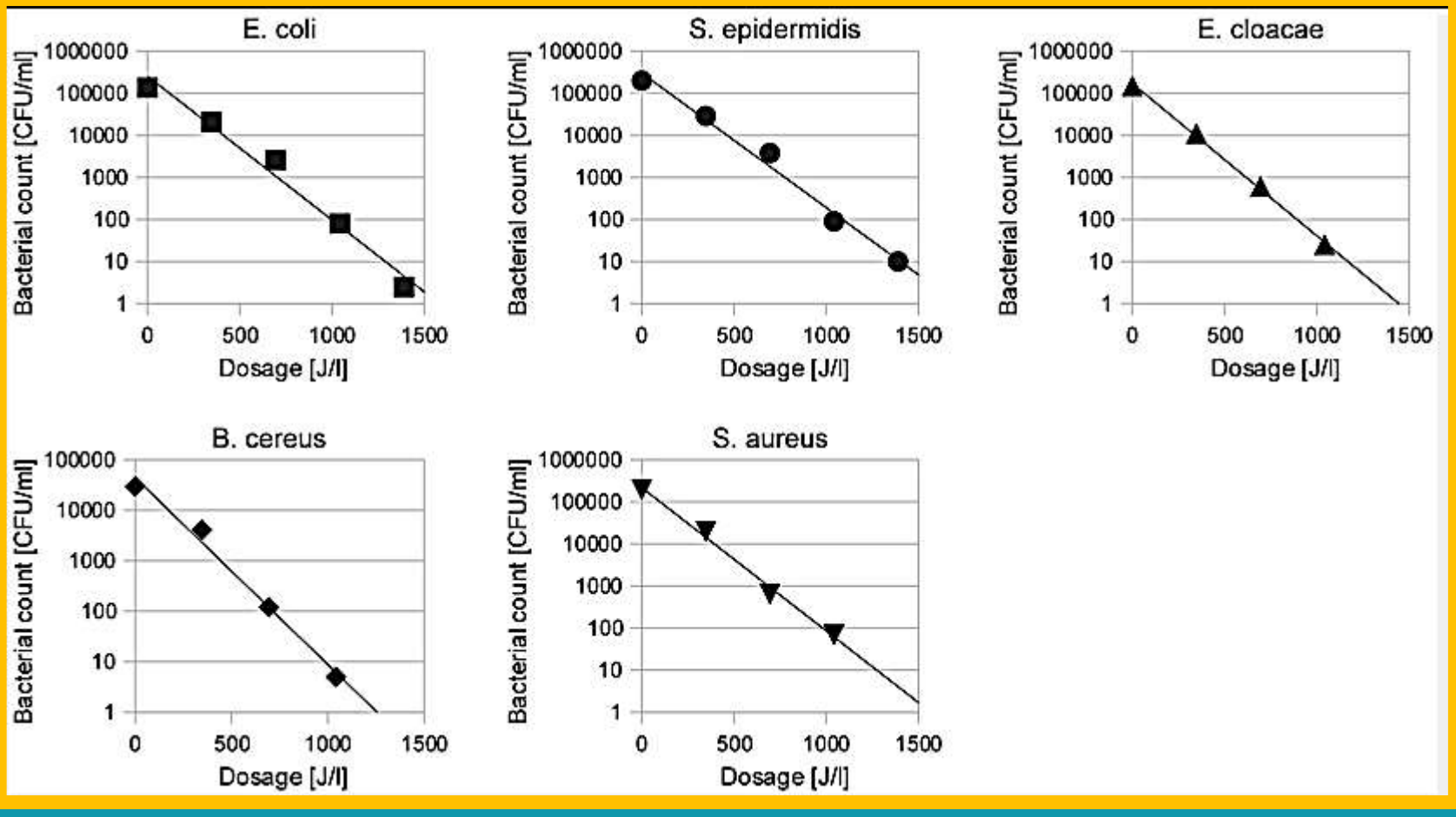
التصاق المادة السائلة بجدران الجهاز ممايضعف الطاقة المارة الى المادة.

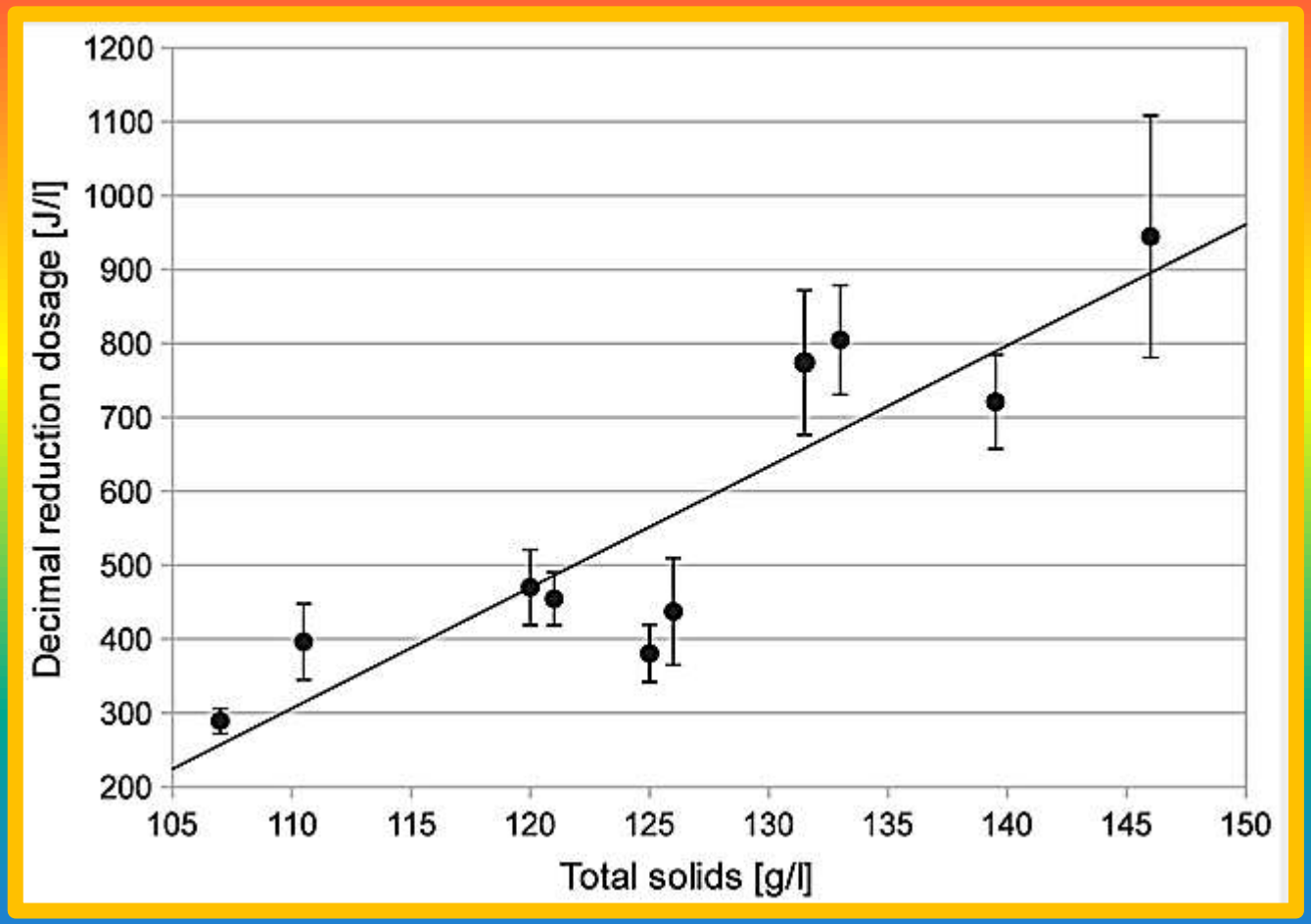
بسترة الحليب باشعة uv حيث يمر الحليب بواسطةانبوب شفاف ملفوف حول شمعة لتوليد اشعة uv فيدور الحليب حول الاشعة ويتعرض لها ويتم القضاء على الاحياء المجهرية.



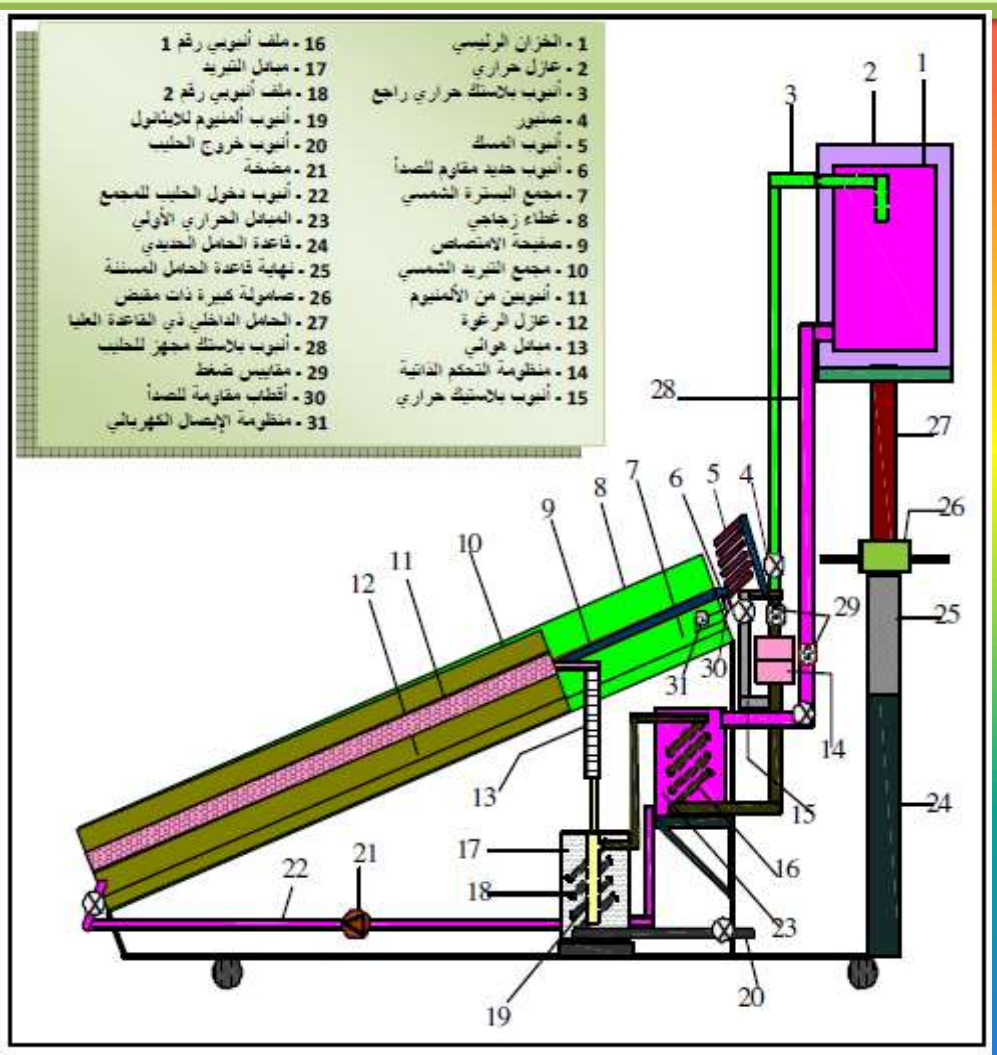
البسرة على دفعات باشعة uv




E. coli
S. epidermidis
E. cloacae
B. cereus
S. aureus
Bacterial count [CFU/ml]
Dosage [J/l]
1000000
100000
10000
1000
100
10
1
0
500
1000
1500

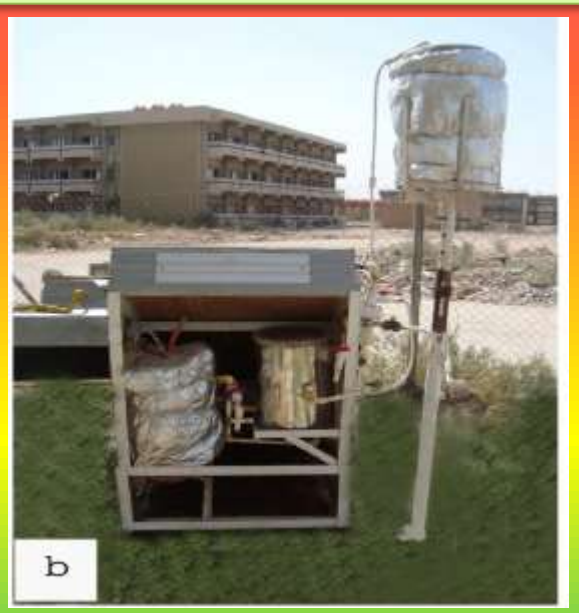

Decimal reduction dosage [J/l]
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
Total solids [g/l]

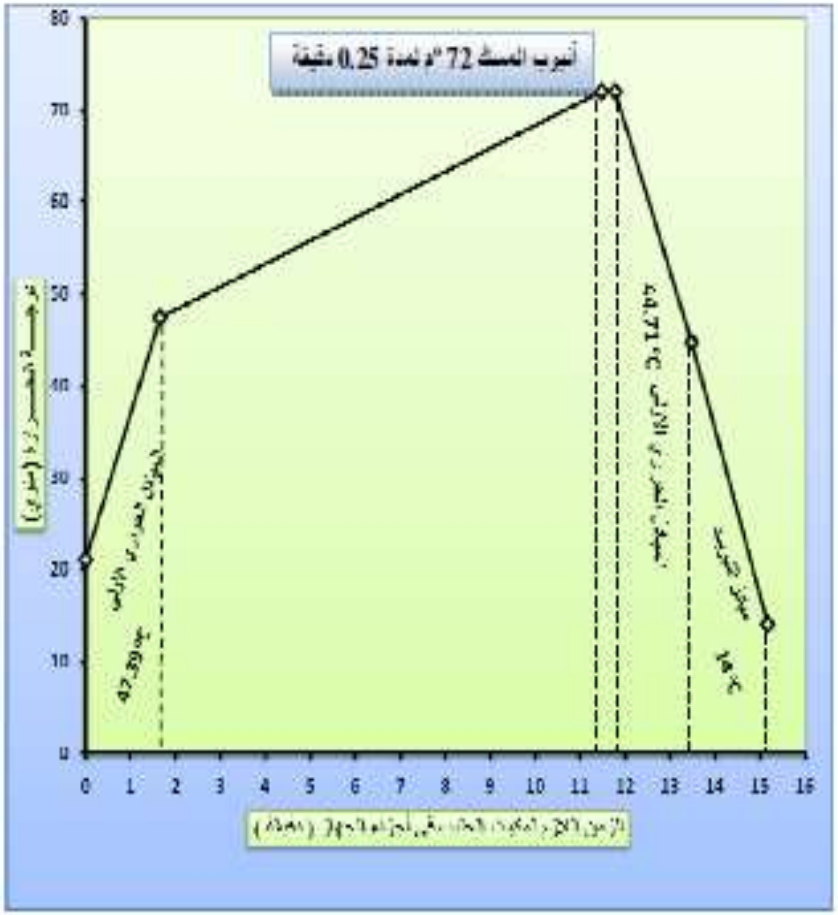
بسترة الحليب بالطاقة الشمسية



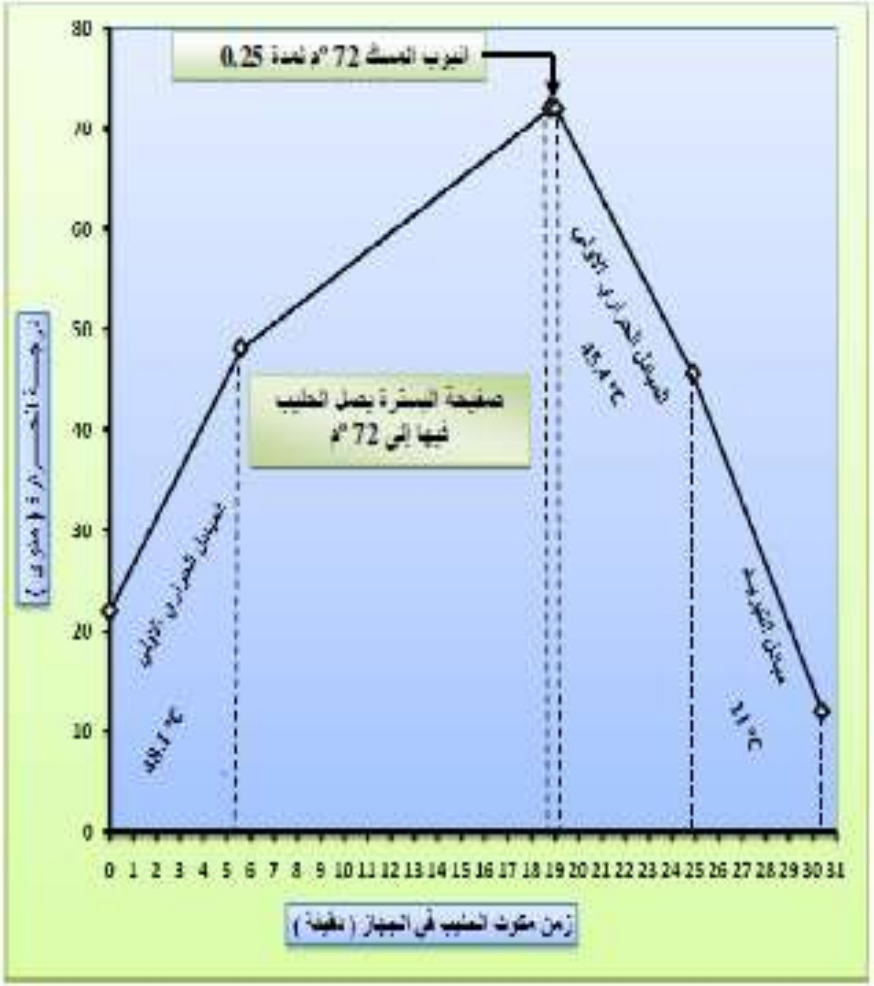
شكل (4 - 4) : رسم تخطيطي لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية .

صور المبستر الشمسي

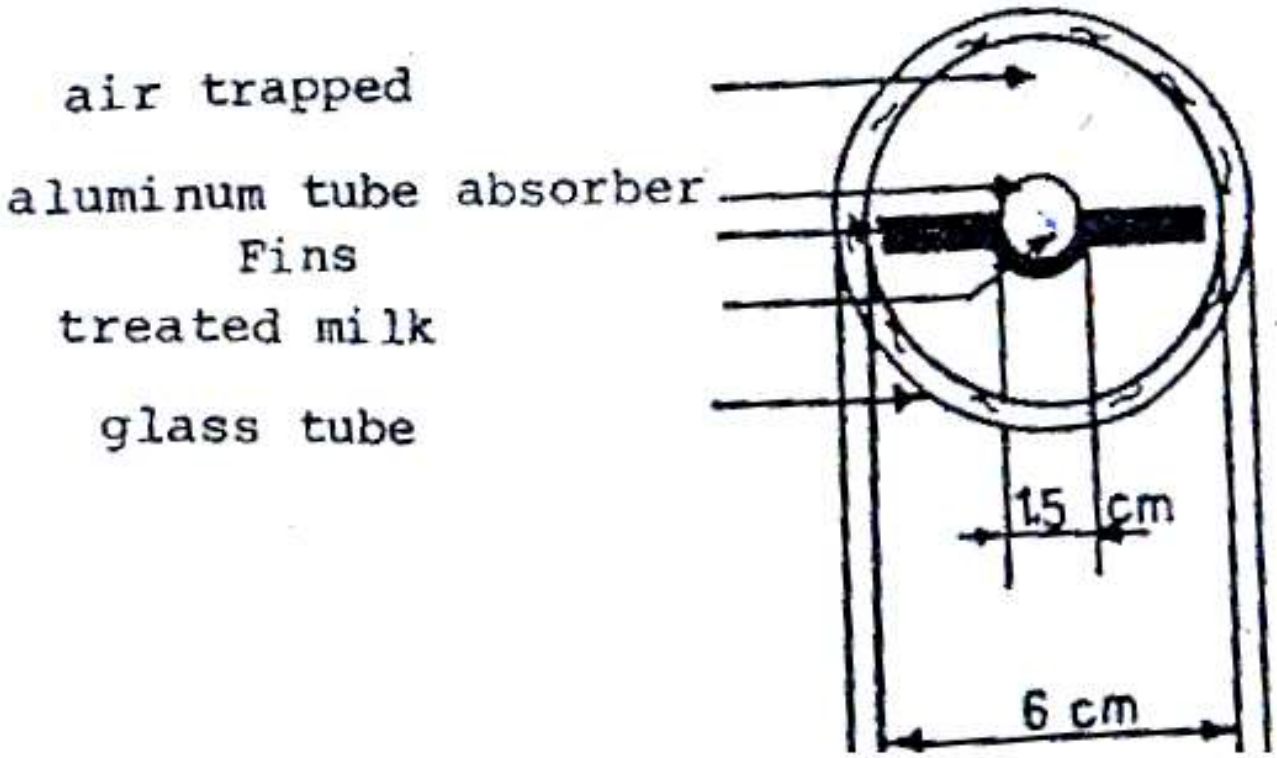




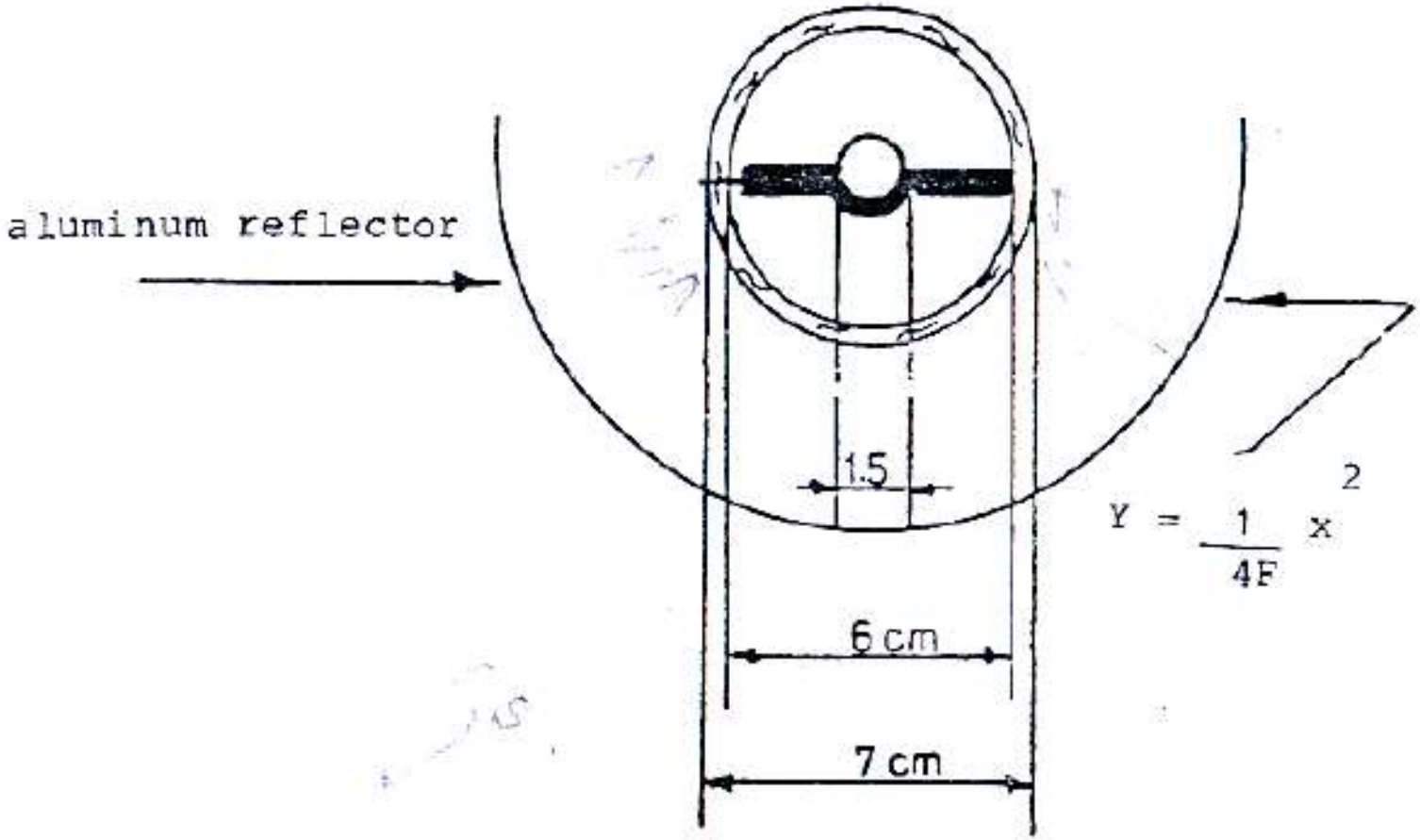
شكل (14 – 5) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الصيف(الربيعي ، 2010)



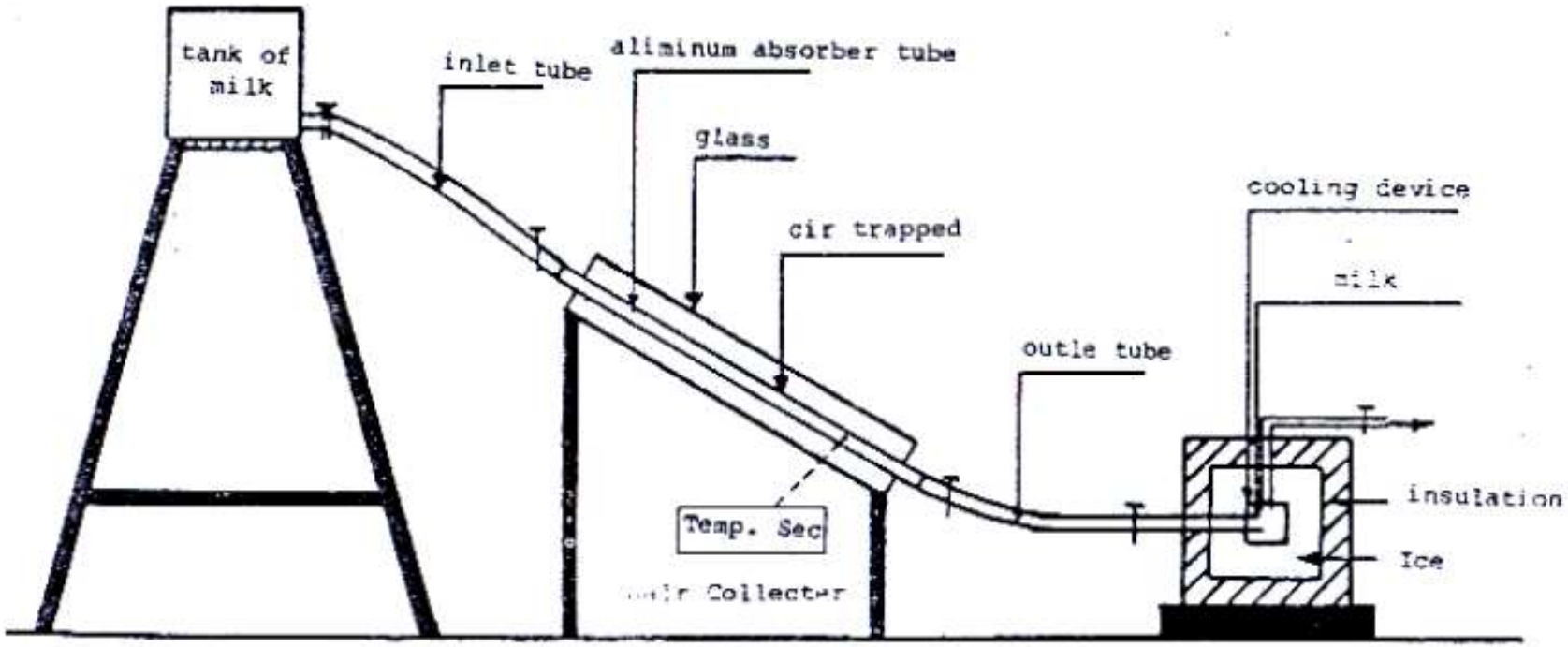
شكل (15 – 5) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الشتاء(الربيعي ، 2010)



شكل (1-5) : مقطع للمجمع الشمسي الانبوبي المفرغ لبسترة الحليب. (Razzak *et al.*, 1985)

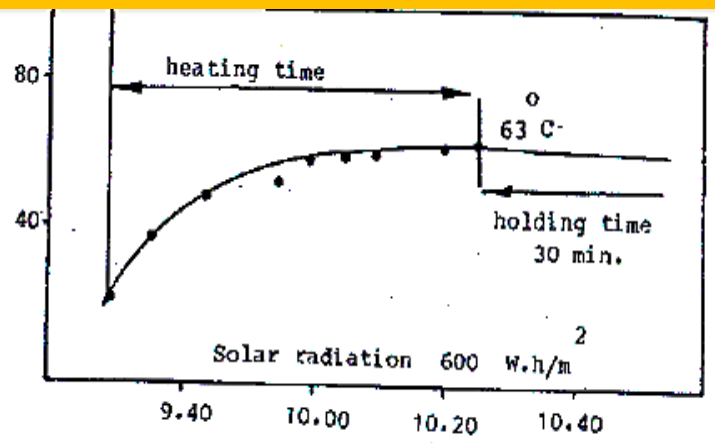


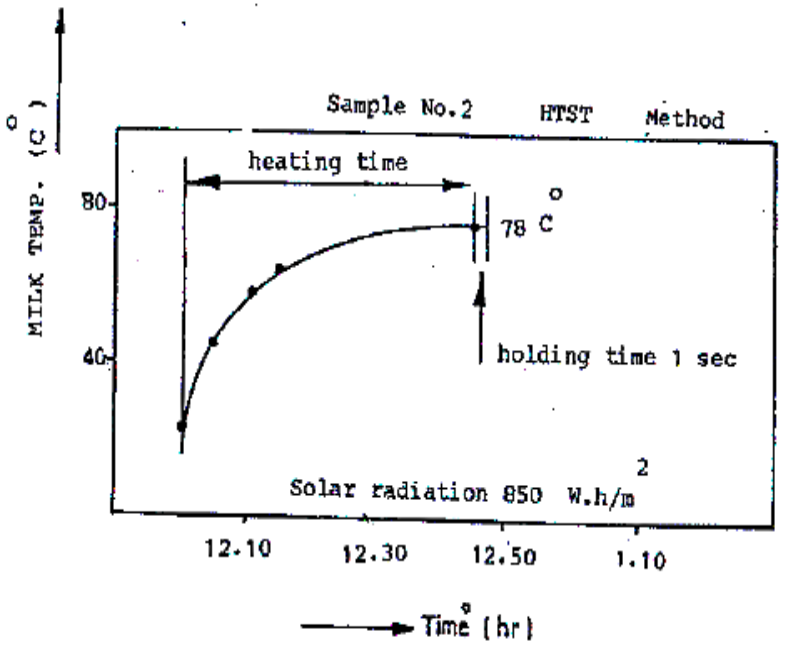
شكل (2-5) : مقطع للمجمع الشمسي الانبوبي المفرغ لبسترة الحليب ذو مركز شمسي.



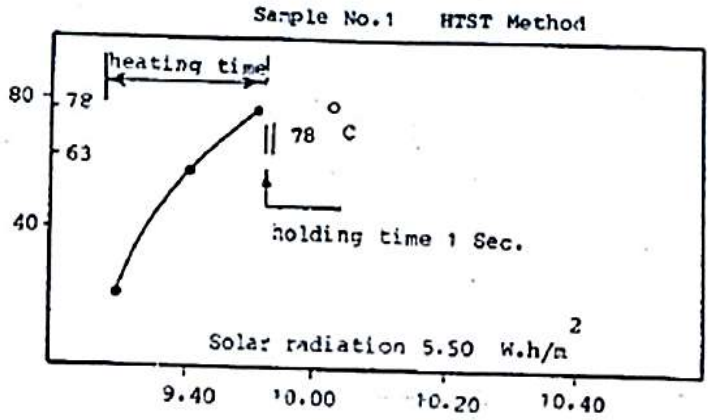
شكل (3-5) : جهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية.

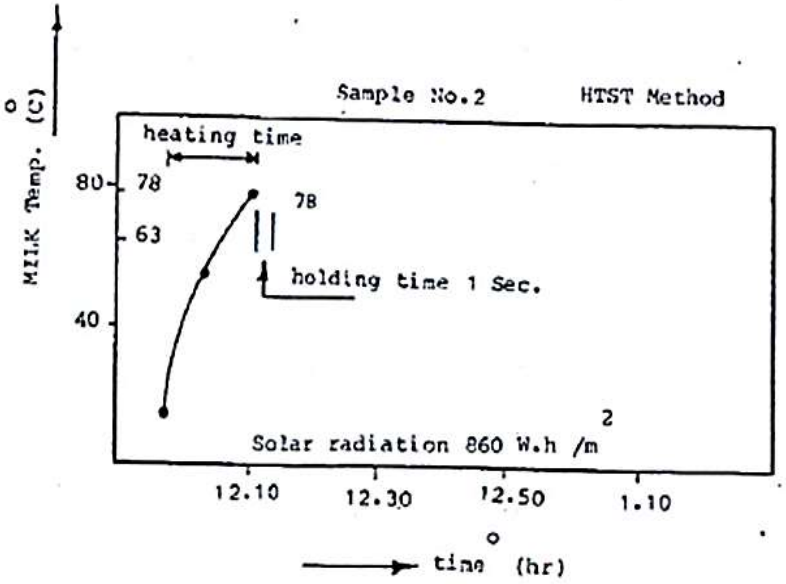
(Razzak *et al.*,1985)





شكل (5-4) : منحنى بسترة الحليب بالطاقة الشمسية بدون مركز شمسي.(Razzak *et al.*,1985)





شكل (5-5) : منحنى بسترة الحليب بالطاقة الشمسية باستخدام مركز شمسي.

جدول (1-5):الصفات البكتريولوجية والكيميائية للحليب المبستر بالطاقة الشمسية. (Razzak *et al.*,1985)

الطريقة	العدد الكلي للبكتريا لكل ملل عند 37 °م بعد 24 ساعة		العدد للكوليفورمس لكل ملل عند 37 °م		اختبار صبغة الميثيلين			التزيم الفوسفتيز	
					التخفيف	الأنبوب الموجب بعد ساعة	الأنبوب الموجب بعد ساعتين		
	حليب طازج	حليب مبستر	حليب طازج	حليب مبستر		حليب طازج	حليب مبستر	حليب طازج	حليب مبستر
بدون مركزات	$10^{6}*5.01$	$10^{4}*3.1$	$10^{4}*4.2$	0	طبيعي	+	+	+ve	-ve
					10^{-1}	+	+		
					10^{-2}	+	+		
باستخدام مركزات	$10^{6}*3.08$	$10^{4}*4$	$10^{2}*50.2$	16	طبيعي	+	+	+ve	-ve
					10^{-1}	+	+		
					10^{-2}	+	+		

شكل (6-5): جهاز بسترة حليب الماعز بالطاقة الشمسية باستخدام المبستر الشمسي المركز.(Franco *et al.*,2004)

a

شكل (5-7) : تصنيع الهيكل.

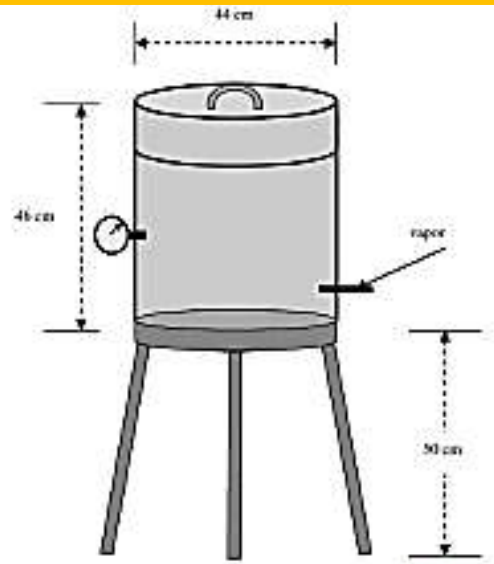
b

شكل (5-8) : ربط العاكسات على الهيكل.(Franco *et al.*,2004)

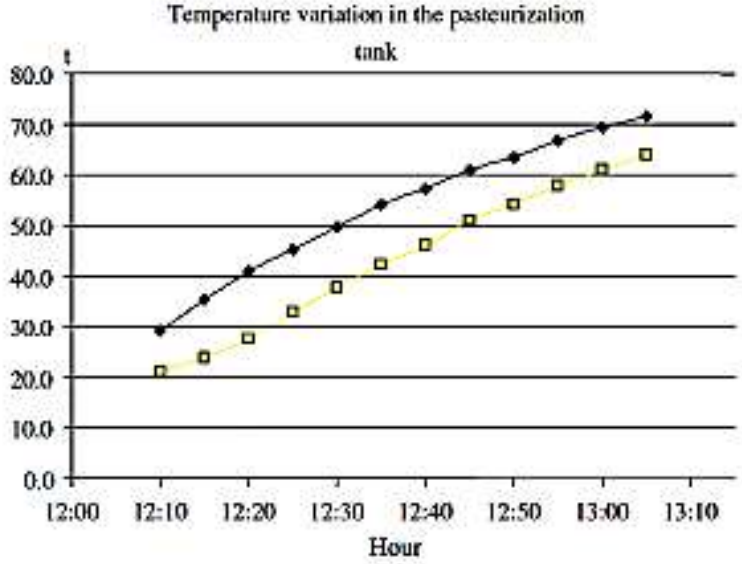
a

شكل (5-9) : المركز الشمسي بعد التصنيع.

شكل (5-10) : المركز الشمسي التقليدي.(Franco *et al.*,2004)



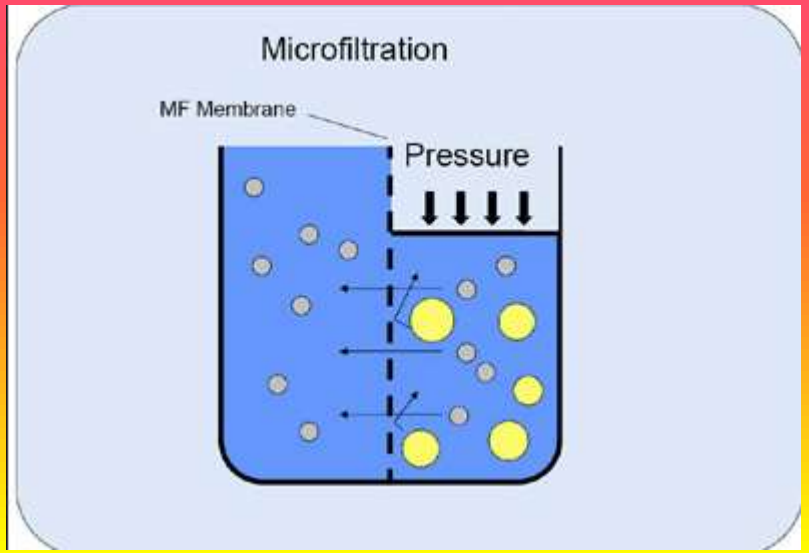
شكل (5-11) حوض بسترة الحليب (Franco *et al*.,2004)



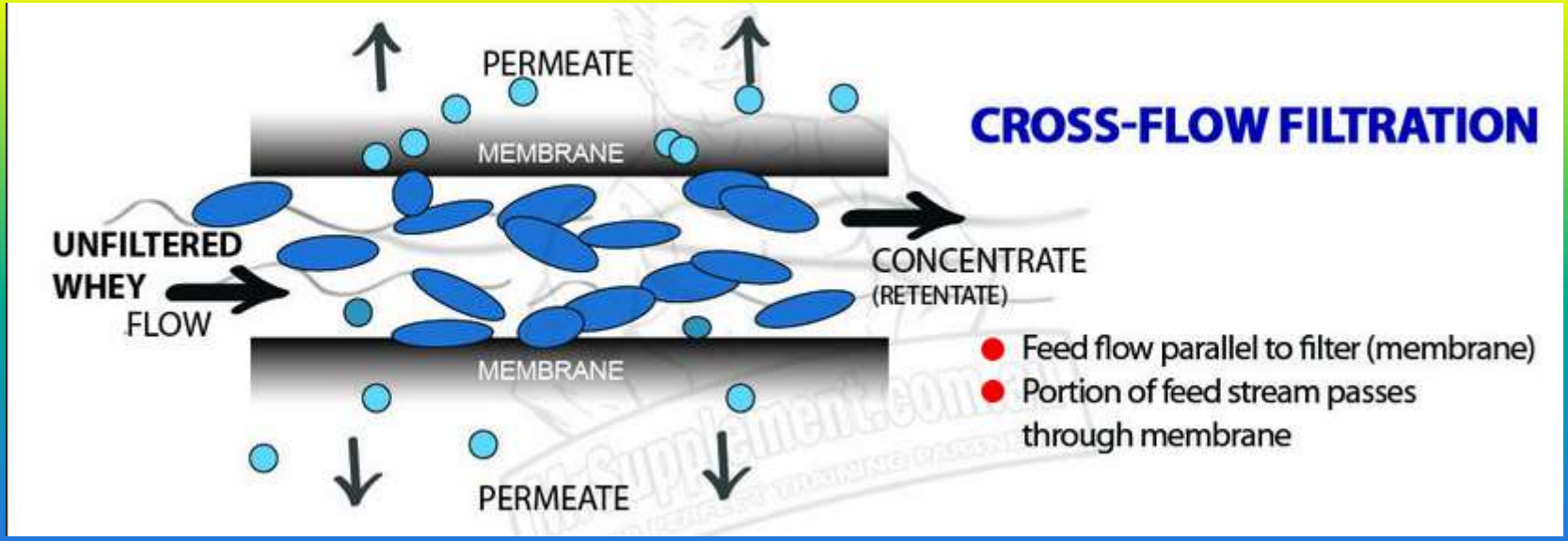
شكل (5-12): درجات الحرارة للماء والحليب خلال ساعات النهار.

الترشيح الدقيق (MF) Microfiltration

يعد الترشيح الدقيق أحد التقنيات اللاحرارية المستخدمة في معالجة الأغذية وخاصة الألبان لما لها من تأثير فعال في إزالة الجراثيم والبكتريا مقارنة مع البسترة التقليدية ، فالترشيح الدقيق عبارة عن عملية غشائية قادرة على إزالة الجسيمات العالقة في الأغذية السائلة من خلال أغشية ذات مسام بحدود (0.05 - 2.0)µm ونظراً لكفاءتها في استخدام الطاقة ومحافظتها على الصفات الحسية الريولوجية والتغذوية لعصائر الفاكهة ازدادت تطبيقاتها في الآونة الأخيرة ، ويمكن استخدام تقنية الترشيح الدقيق جنباً إلى جنب مع الأشعة فوق البنفسجية التي تعتبر احد الطرق البديلة في ولاية نيويورك في علاج العصائر وبالتالي زيادة كفاءة المعالجة من خلال تقليل الحمل الميكروبي والقضاء على بعض الميكروبات المقاومة للأشعة فوق البنفسجية، حيث تمتاز هذه تقنية بقابليتها على إنتاج حليب بنفس الخصائص الحسية للحليب الطازج فضلاً عن تحسين مدة صلاحية الحليب ومنتجاته والتي يمكن استخدامها في علاج الحليب المنزوع الدهن والمستخدم في صناعة الجبن


Microfiltration
MF Membrane
Pressure

Dairyland Plus
1%
Premium Microfiltered
Dairyland Plus
2%
Premium Microfiltered
Dairyland Plus
SKIM MILK
Premium Microfiltered
2L
2L
2L


PERMEATE
MEMBRANE
UNFILTERED
WHEY
FLOW
CONCENTRATE
(RETENTATE)
MEMBRANE
PERMEATE
CROSS-FLOW FILTRATION
Feed flow parallel to filter (membrane)
Portion of feed stream passes through membrane

تعمل تقنية الترشيح الدقيق على إزالة الخلايا الجسدية Somatic cellsحيث لوحظ ان وجود مثل هذه الخلايا له تأثير سلبي على فترة صلاحية الحليب وعلى فترة تخثر الحليب المعد لصناعة الجبن، كما قد يتم الاحتفاظ بالكريات الدهنية جزئياً بسبب حجمها المماثل للبكتريا مقارنة بالبروتينات التي يصعب حجزها بسبب حجمها الصغير

الترشيح النانوي

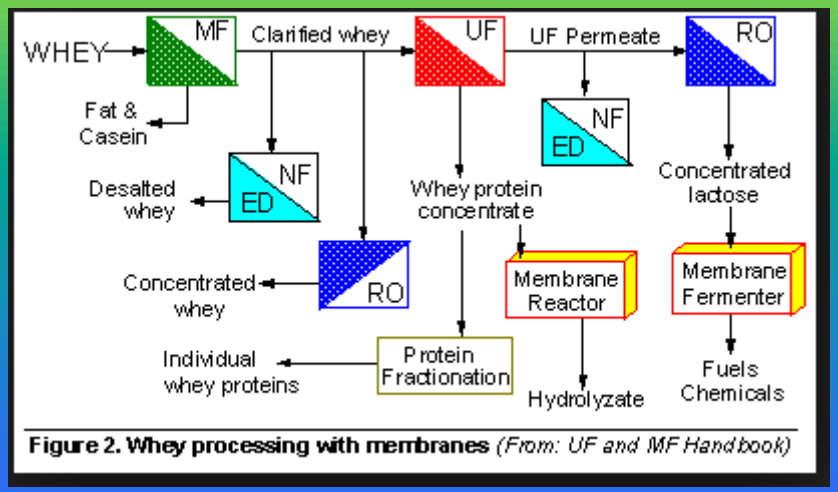
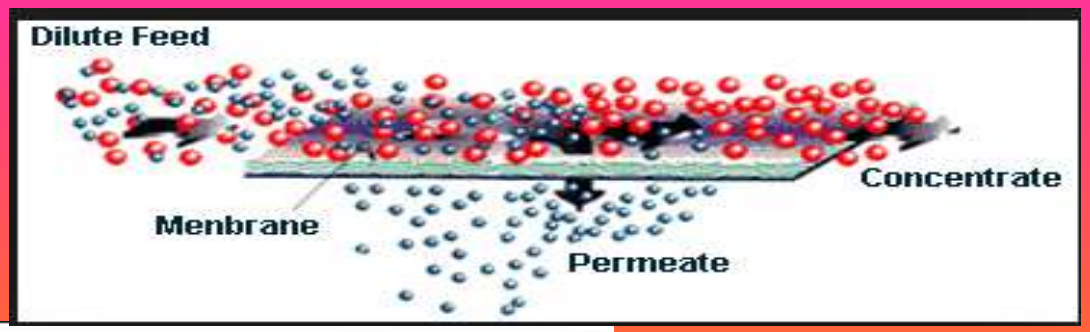
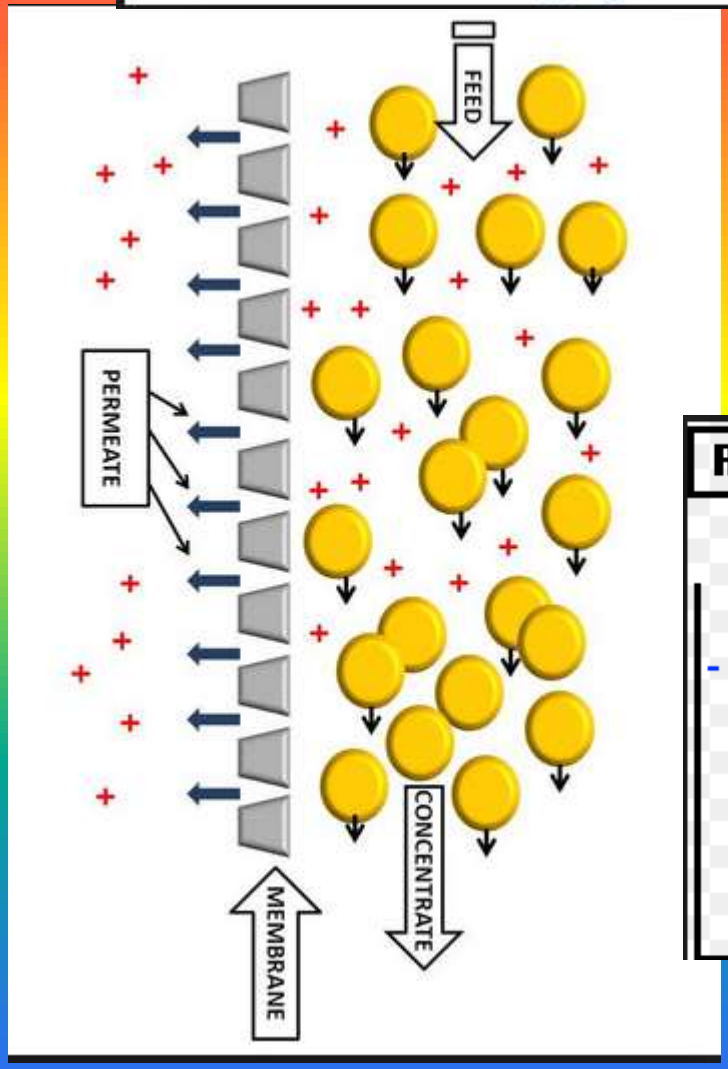
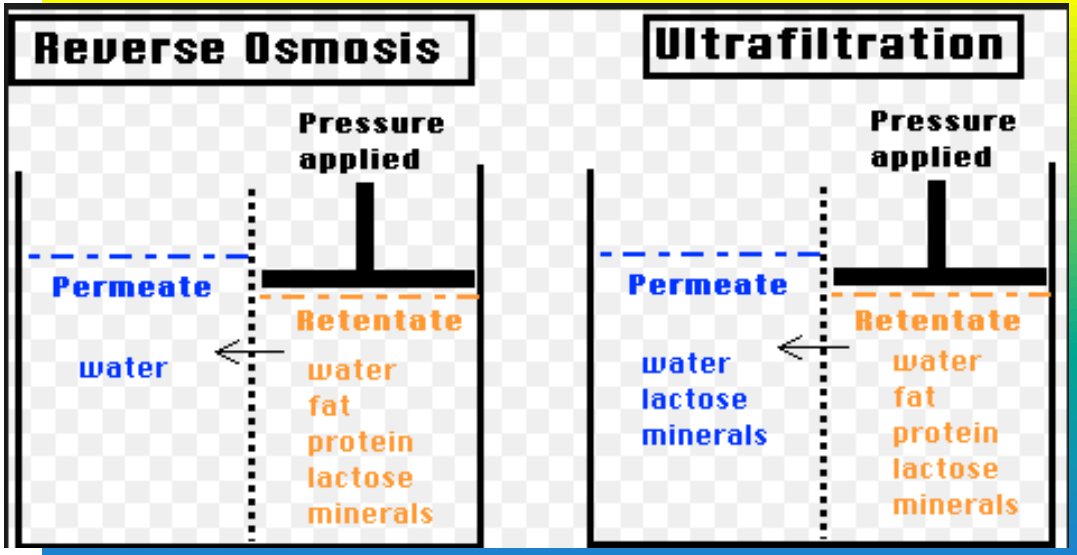


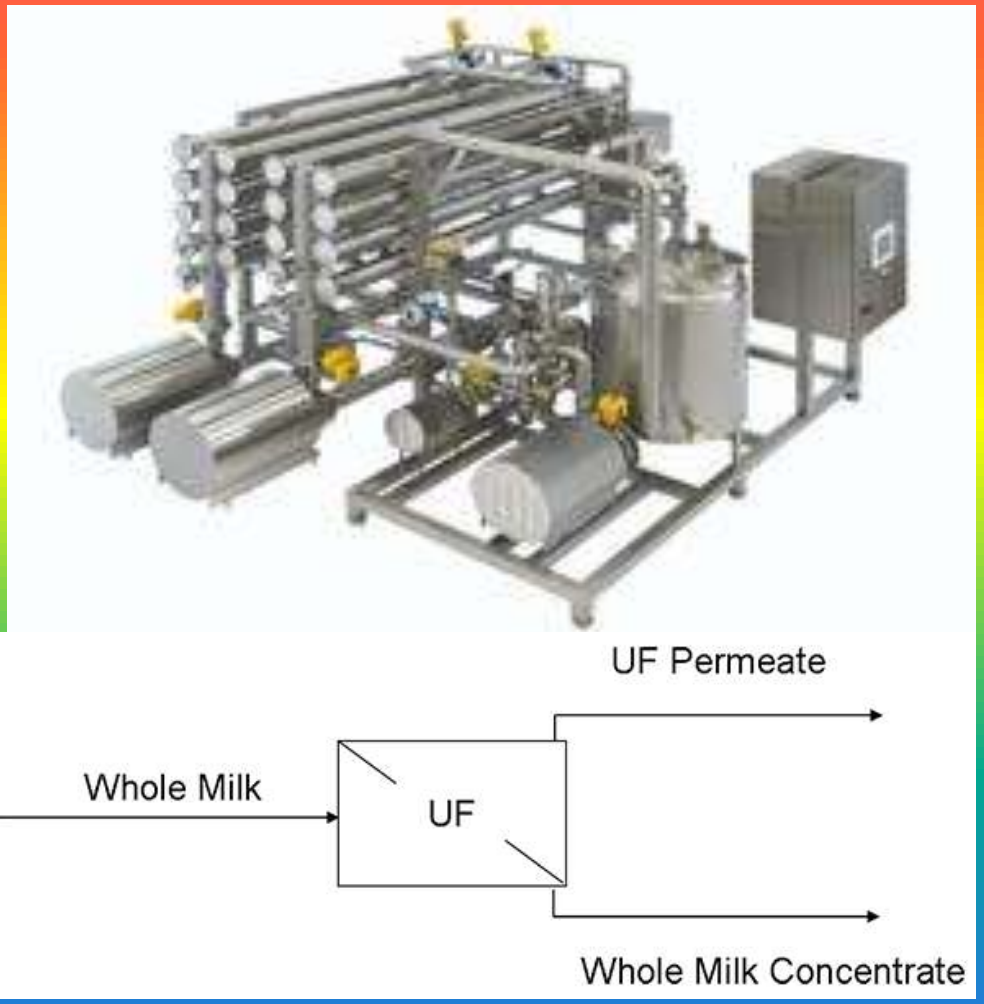
Figure 2. Whey processing with membranes *(From: UF and MF Handbook)*


Dilute Feed
Concentrate
Menbrane
Permeate


FEED
PERMEATE
CONCENTRATE
MEMBRANE


Reverse Osmosis
Pressure applied
Permeate
water
Retentate
water
fat
protein
lactose
minerals
Ultrafiltration
Pressure applied
Permeate
water
lactose
minerals
Retentate
water
fat
protein
lactose
minerals

الترشيح الفائق Ultrafiltration



ازالة Beanie taste من حليب الصويا

المجال المغناطيسي

الطاقة المغناطيسية هي احدى انواع الطاقة الموجودة في الكون ، والارض محاطة بمجال مغناطيسي يؤثر على كل شيء بدرجات متفاوتة وهو يتناقص في القدرة حيث اثبت العلماء انه في خلال ١٠٠٠ سنة الاخيرة فقدت الارض ٥٠% من ، مغناطيسيتها وهذه الطاقة مهمة جدا للحياة على الارض بالنسبة للكائنات الحية فهي تمنع وصول الاشعة الكونية المهلكة الى الارض . كما تلعب دورا في الوظائف الحيوية للكائنات الحية كافة.

TABLE 3 Magnetic Field Inactivation of Food Spoilage Microorganisms

Type of food	Temperature (°C)	Field intensity (Tesla)	No. of pulses	Frequency of pulses (kHz)	Initial bacterial count/mL	Final bacterial count/mL
Milk	23.0	12.0	1	6.0	25,000	970
Yogurt	4.0	40.0	10	416.0	3,500	25
Orange juice	20.0	40.0	1	416.0	25,000	6
Brown'N Serve rolls dough		7.5	1	8.5	3,000	1

توليد المجال المغناطيسي عالي الشدة

TABLE 1 Units of Magnetism

Term	CGS unit	SI unit	Relationship
Flux a	Line	Weber (Wb)	1 Wb = 108 lines
Flux densityb (Wb/m2)	Gauss (G)	Tesla (T)	1 T = 1 Wb/ m2 = 104 G
Field intensityc	Oersted (Oe)	Ampere/meter (A/m)	1 Oe = 79.58 A/ m

تتولد المجالات المغناطيسية عن طريق توليد تيار كهربائي يمر في ملف. ان تثبيط الاحياء المجهرية يتطلب مجال مغناطيسي من ٥ الى ٥٠ تسلا..

المجال المغناطيسي المتذبذب يمكن تكوينه من لفات ذات توصيل عالي وملفات تنتج مجالات من التيار المستمراو باستخدام المتسعات لخزن وتفريغ التيار.

يمكن توليد المجالات المغناطيسية التي شدتها فوق ٣ تسلا وذلك بوضع قلب حديدي في الملف والاخير غير مفيد بسبب تشتت المجال. ويمكن استخدام الفجوة الهوائية للحصول على مجال عالي الشدة. وهذا يحتاج الى تيار عالي لكن يسبب ارتفاع درجة الحرارة بصورة كبيرة للملف. ولهذا فان المغناطيس فائق التوصيل لاتحدث فيه هذه المشكلة. وهذا النوع يمكنه تجهيز مجال مغناطيسي لحد ٢٠ تسلا

الحقول المغناطيسية مع كثافة تدفق أكبر من ١٥ إلى ٣٠ T يمكن الحصول عليها باستخدام المغناطيس الهجين، الذي هو مزيج من لفائف المغناطيسي فائق التوصيل مع لفائف مغناطيسية إتمر فيها المياه المبردة. تقع لفائف فائقة التوصيل في الهليوم لتوفير التبريد اللازم للفائف. التيار المطلوب لنظام هجين من المغناطيس هو ~ ٤٠ كيلو أمبير. يمكن أن تتولد مجالات مغناطيسية تفوق ٣٠ T في شكل نابض لمدة قصيرة. يتم الحصول على التيار المار في الملفات من المتسعة.
عندما يتم تحضين مزرعة في وجود مجال مغناطيسي غير متجانس مع شدة ١٥،٠٠٠ أورستد لمدة ١٠ ساعة عند ٢٧ درجة مئوية، وكان معدل نمو مماثل لمعدل نمو مزرعة السيطرة لمدة تصل إلى ٦ ساعة. بعد ٧ ساعات، والمزرعة المحتضنة في المجال المغناطيسي الوارد يبلغ كثافتها أقل من خلية كثافة السيطرة. كان الفرق في عدد كثافة الخلية أكبر بعد ٨ ساعات وانخفضت إلى ١٠ ساعة. بعد ١٠ ساعة، وكان عدد الخلايا في المزرعة المحتضنة في المجال المغناطيسي أي ما يعادل كثافة السيطرة. لم تتاثر الحضانة من المكورات العنقودية الذهبية عند ٣٧ درجة مئوية في المجال المغناطيسي وانه لا يؤثر على معدل النمو. ومع ذلك، وزيادة التدرج من عدم التجانس في المجال المغناطيسي من ٢٣٠٠ Oe/cm إلى معدل 5200 Oe/cm

TABLE 2 Magnetic Field Effects in the Presence and Absence of Salts

Time of incubation (h)	Cells (millions)/ mL					
	Control (no magnet)		0% NaCl (+ magnet)		1.5% NaCl (+ magnet)	
	28°C	38°C	28°C	38°C	28°C	38°C
24	14.4	5.5	15.7	0.7	8.8	3.8
48	39	12.4	37.0	3.5	31.0	16.0
72	40.5	12.5	33.0	7.9	31.4	17.0

Source: From Ref. 18.

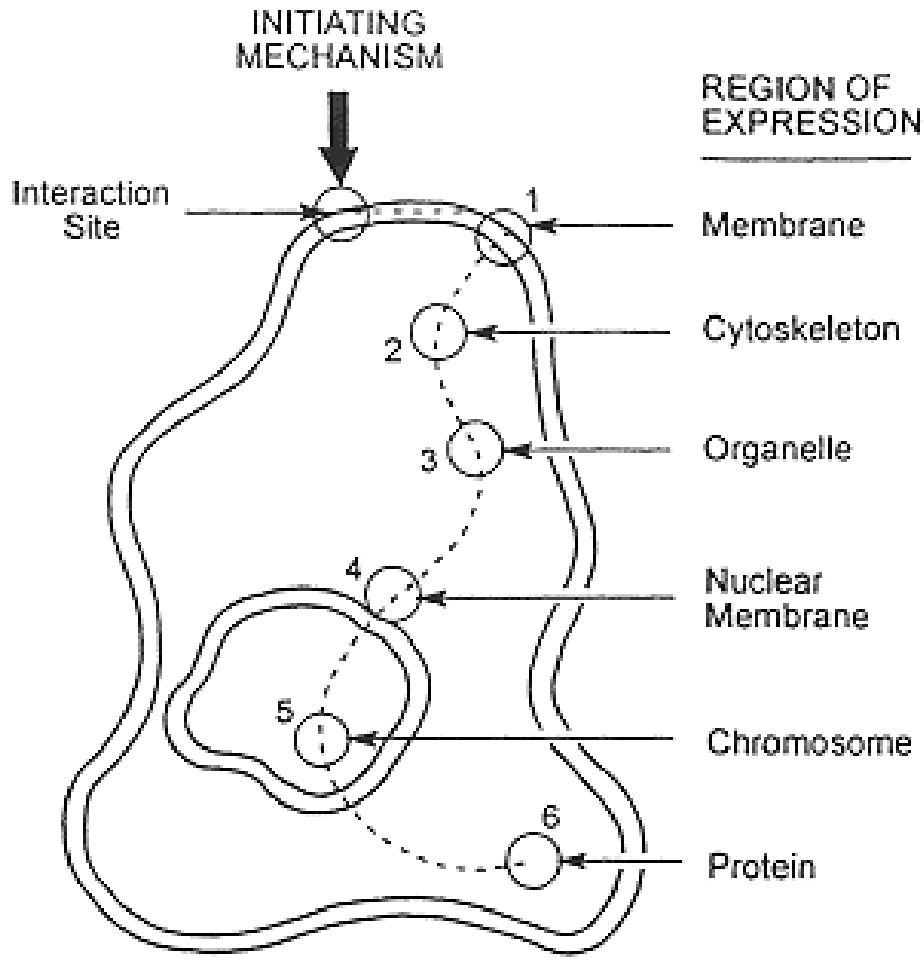


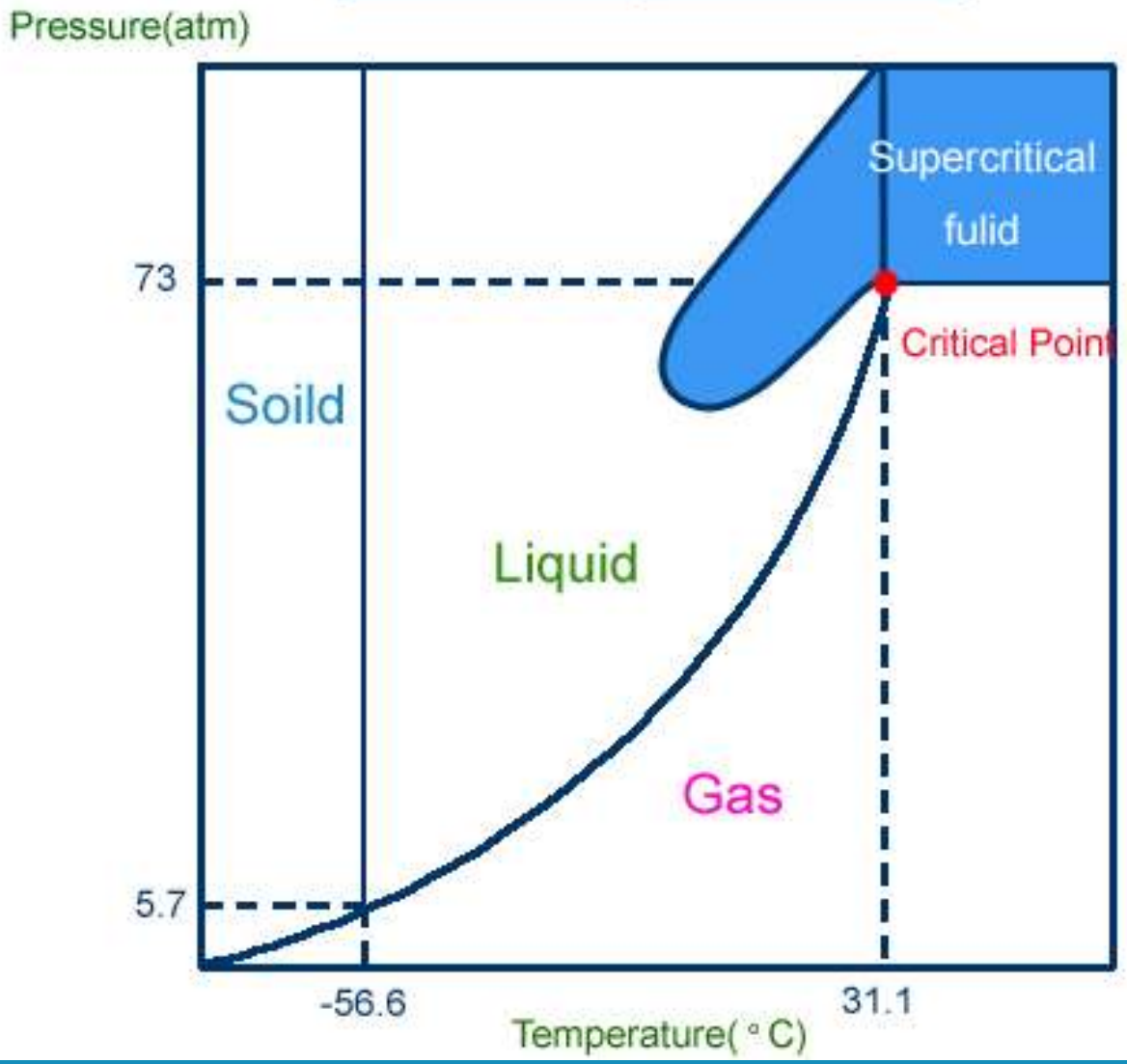
FIGURE 8
Cascade of responses in a biological cell exposed to magnetic field. (From Ref. 33.)

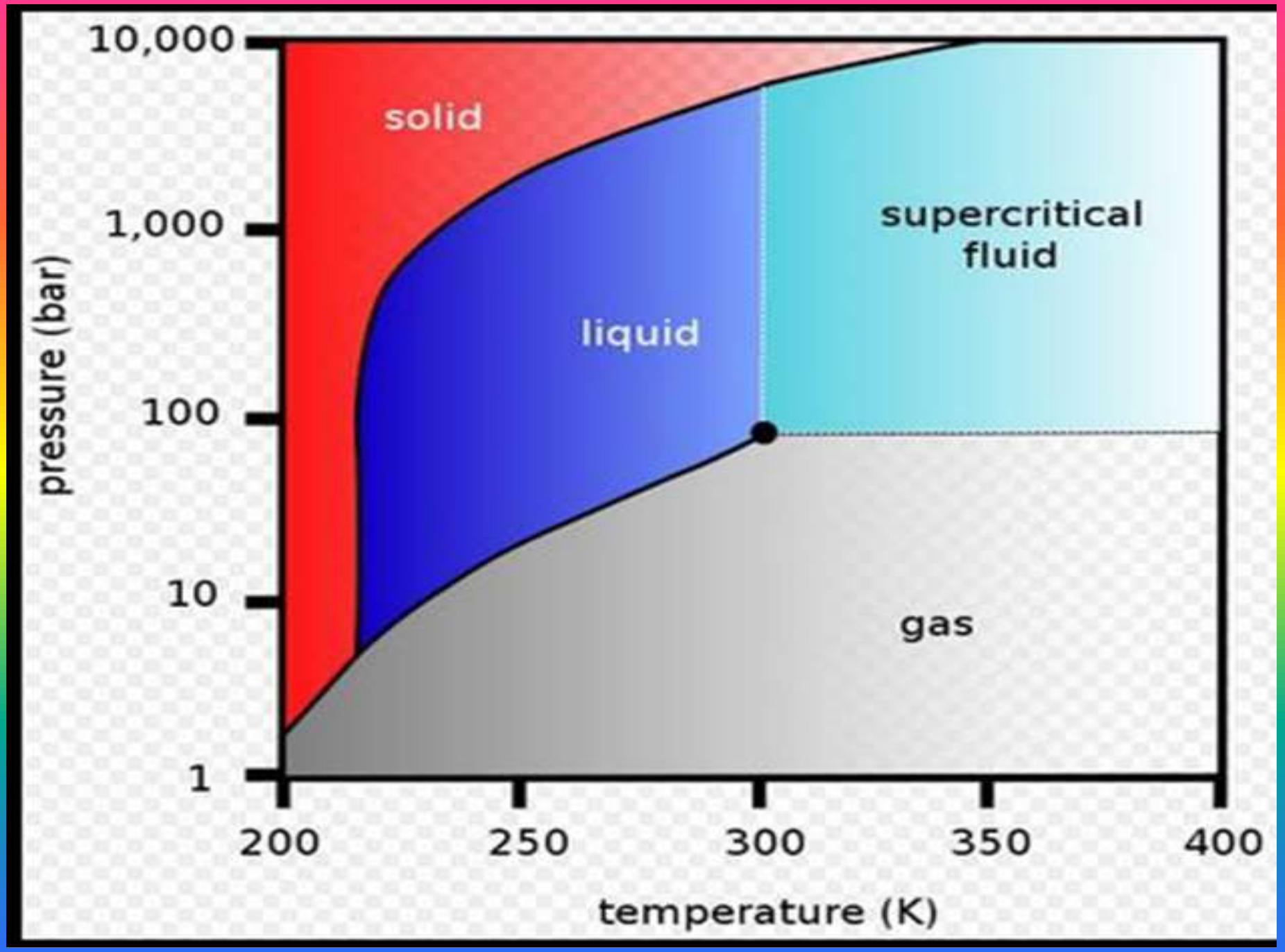
غاز ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج لازالة الكولسترول من دهن الحليب

ظروف غاز CO_2 عندما يضغط فوق الحرج :

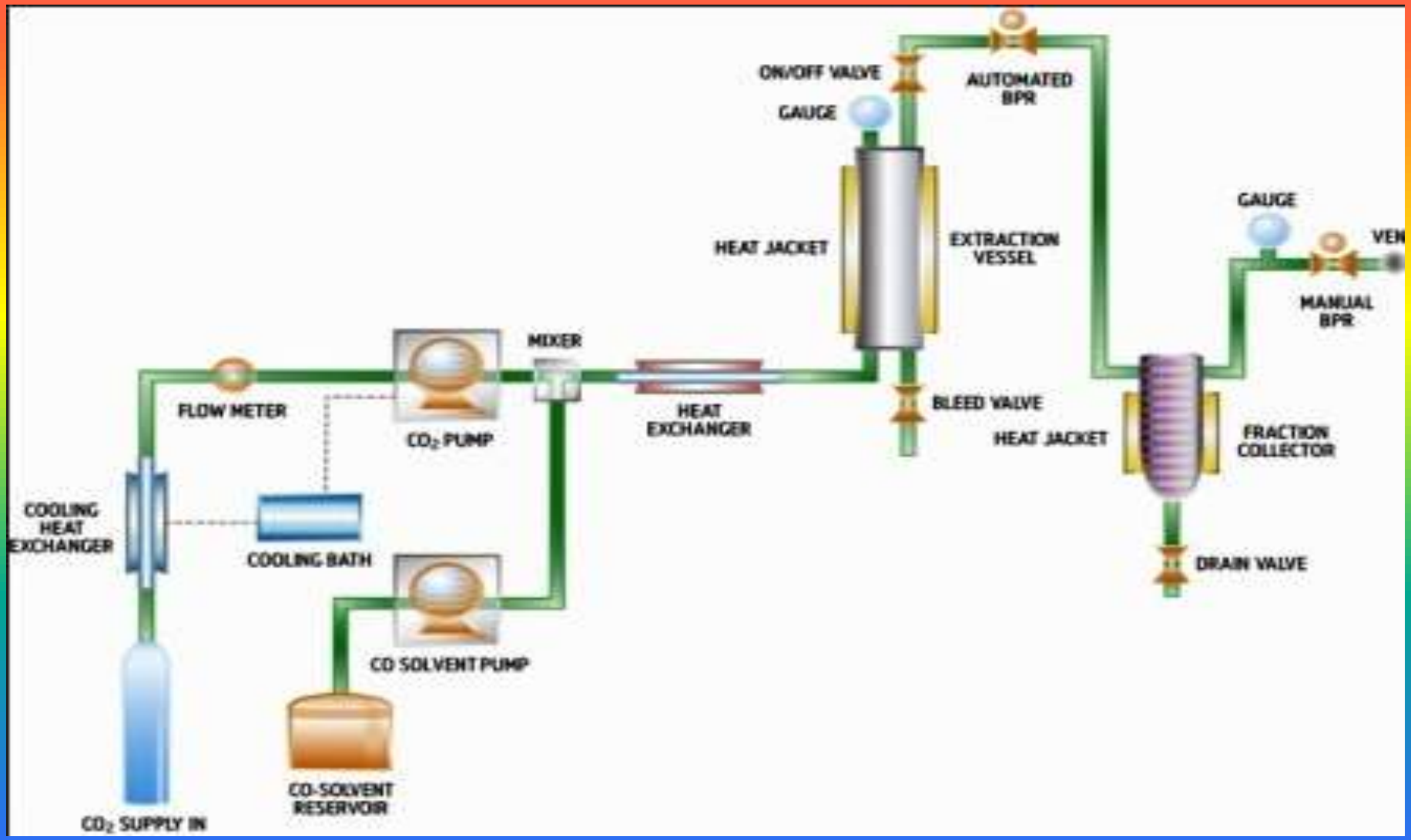
١. يكون الشد السطحي له صفر
٢. يمتلك خصائص الغازات من حيث الانتشار
٣. يمتلك خصائص السوائل من التوصيل
٤. هو ليس بغاز ولا سائل عندما يكون فوق الضغط الحرج
٥. يكون CO_2 عند الضغط الحرج عندما يكون الضغط٧٣ بار فما فوق ودرجة الحرارة ٣٢ مئوي فمافوق.
٦. يقوم بدورين في ان واحد يزيل الكولسترول ويقضي على الاحياء المجهرية

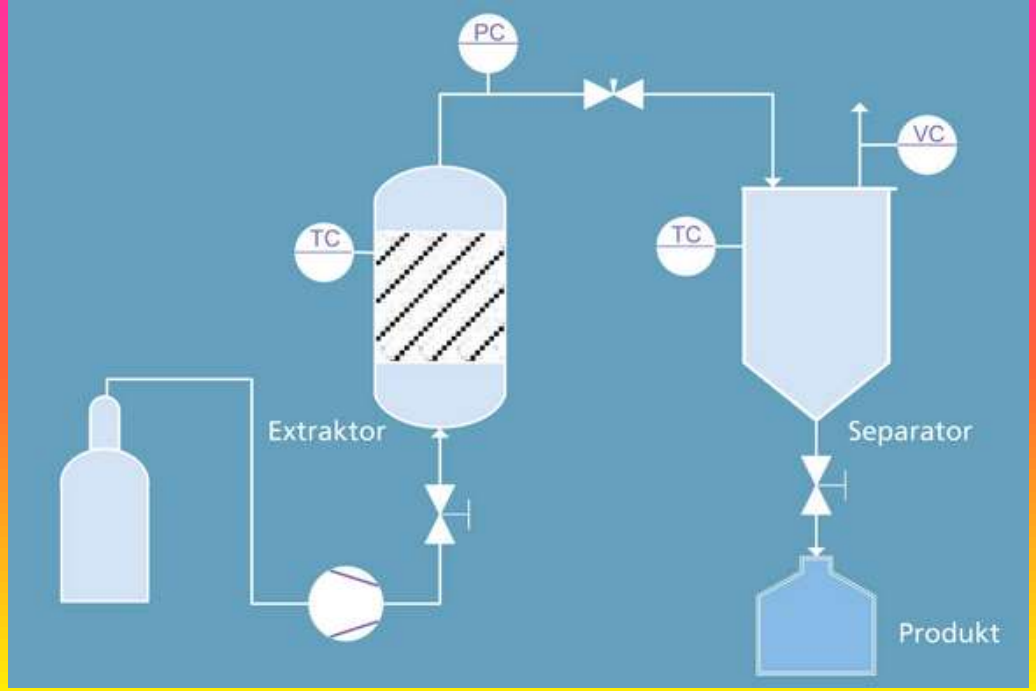
Phaes Diragram Of CO2




10,000
1,000
100
10
1
pressure (bar)
solid
liquid
supercritical
fluid
gas
200
250
300
350
400
temperature (K)

الية عمل CO2 فوق الحرج




PC
VC
TC
TC
Extraktor
Separator
Produkt

CO2