

محاضرة حول:

التقنيات الحديثة في هندسة تصنيع الألبان

New technologies in the dairy
processing Engineering

أ.م.د. أسعد رحمان سعيد الحلفي

قسم علوم الاغية

كلية الزراعة

جامعة البصرة

٢٠١٤

التسخين الأومي Ohmic Heating

يعد التسخين الأومي والذي يعرف أيضا بـ Joule Heating وكذلك بـ Resistive heating من التقنيات الحديثة في هندسة تصنيع الأغذية ، وهو عملية حرارية متقدمة يتحول فيها الغذاء إلى مقاومه كهربائية حيث تمر الكهرباء 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 الأومي:

* 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 كالميكروويف والذبذبات الراديوية .

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

*تقليل مشاكل تجمع الاوساخ FOULING على سطوح الانابيب .

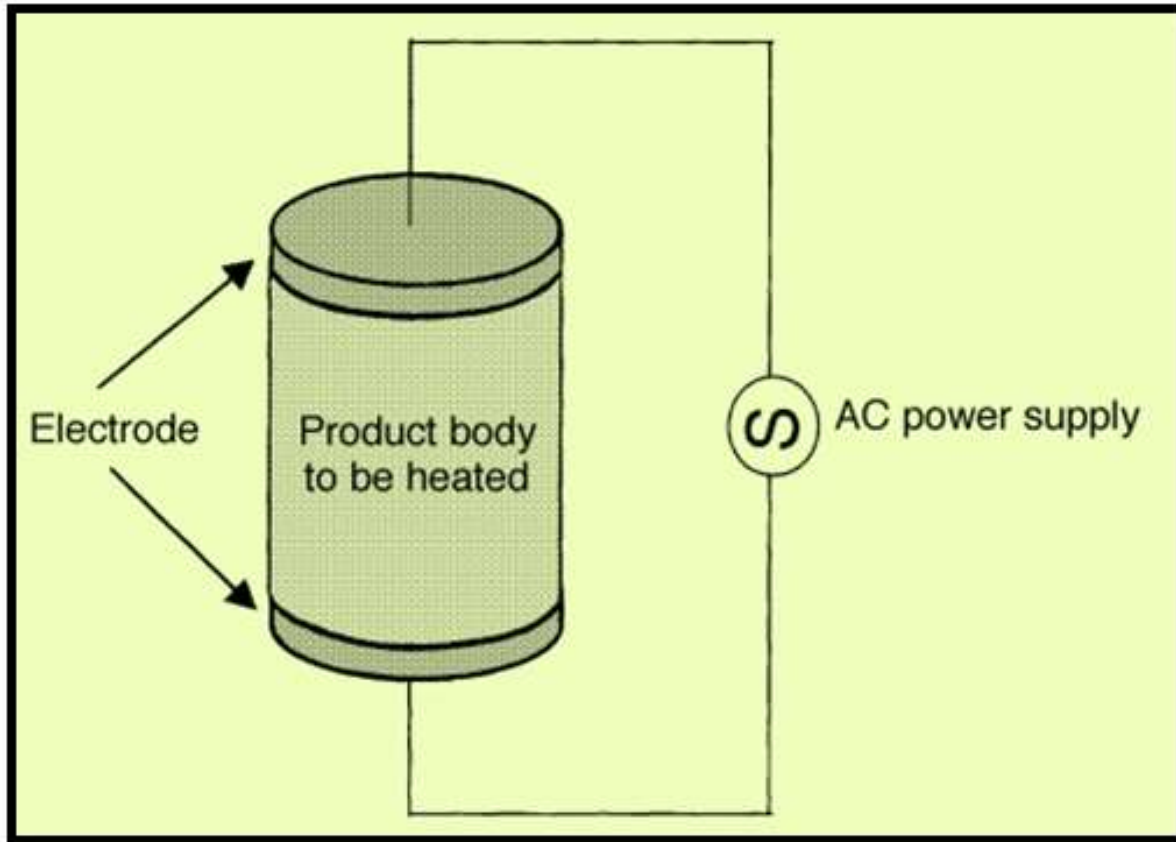
*لا توجد بقايا لانتقال الحرارة بعد قطع التيار عن الغذاء .

*تكاليف الصيانة قليلة وكفاءة تحويل الطاقة عالية .

العيوب:

*تكاليف الاستثمارية والتشغيلية في البداية عالية .

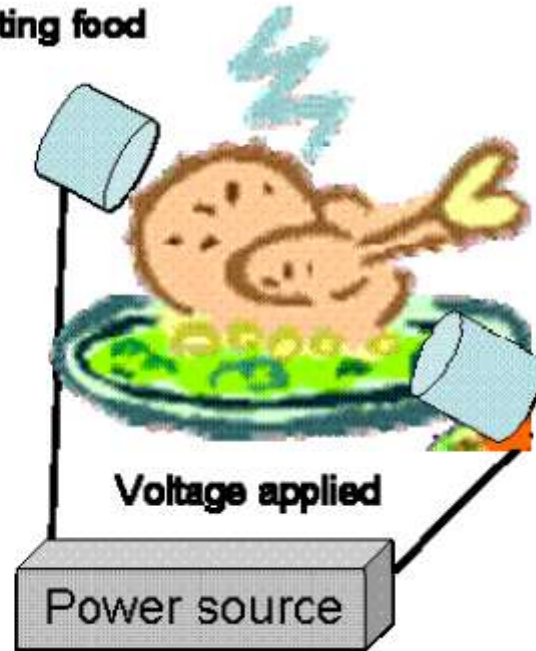
*تفتقر الى تعميم المعلومات حولها .



شكل يوضح مبدأ تقنية التسخين الأومي .

مبدأ عمل التسخين الاومي

Electrode contacting food



Food Heating

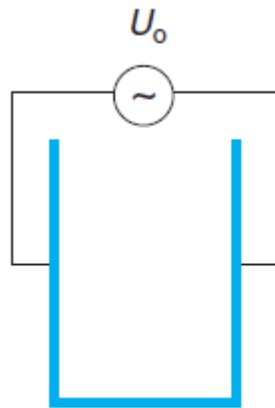
Electrode contacting food

الاقطاب الكهربائية:

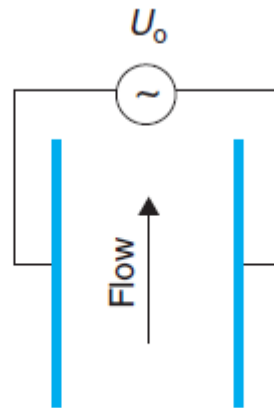
استخدام أقطاب من الحديد المقاوم للصدأ تعتبر من المواد النشيطة جدا كهروكيميائيا خلال التسخين الأومي في مقاومة جميع قيم pH.

تستخدم أقطاب من التيتانيوم المطلية بالبلاتينيوم او اليرثيوم لمنع التحليل الكهربائي الذي يحدث أثناء التيار المتناوب ذو التردد الواطئ (50 Hz او 60).

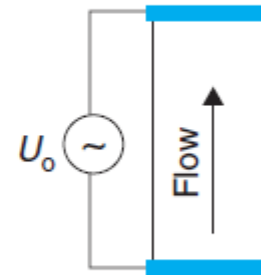
انواع التسخين الاومي



(a) Batch



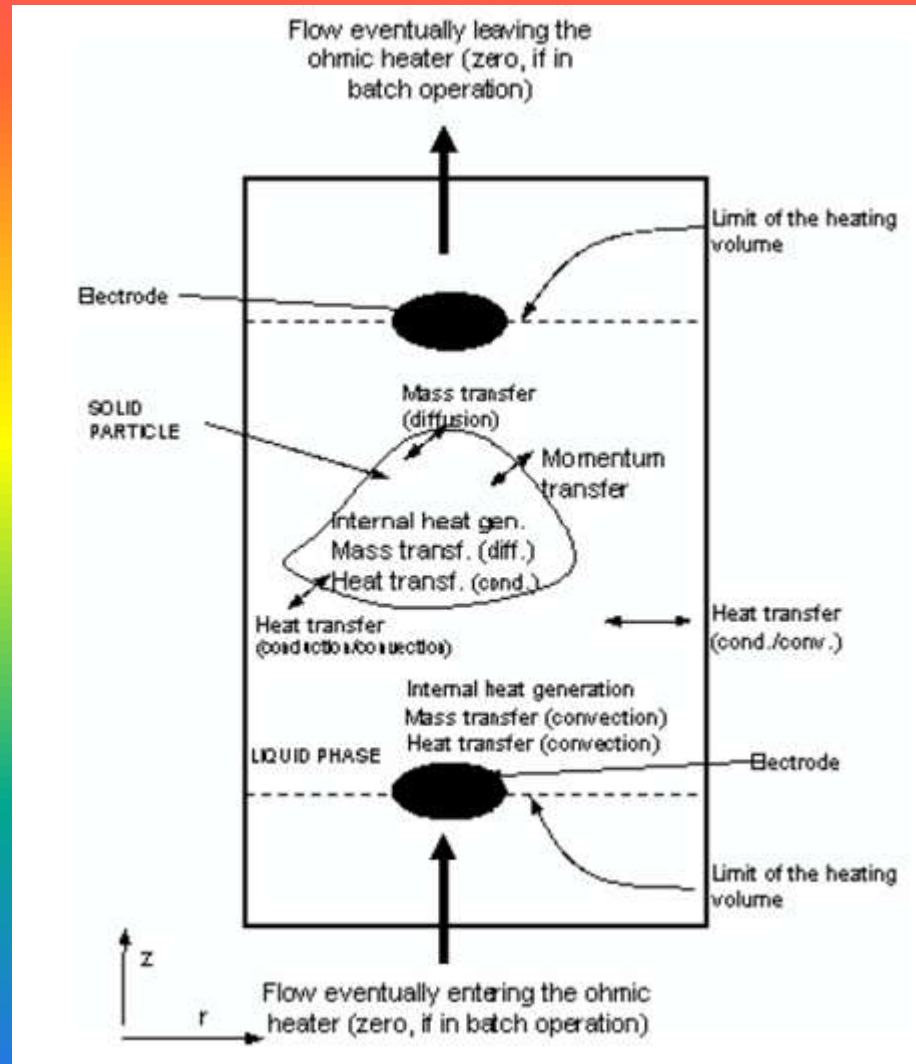
(b) Transverse

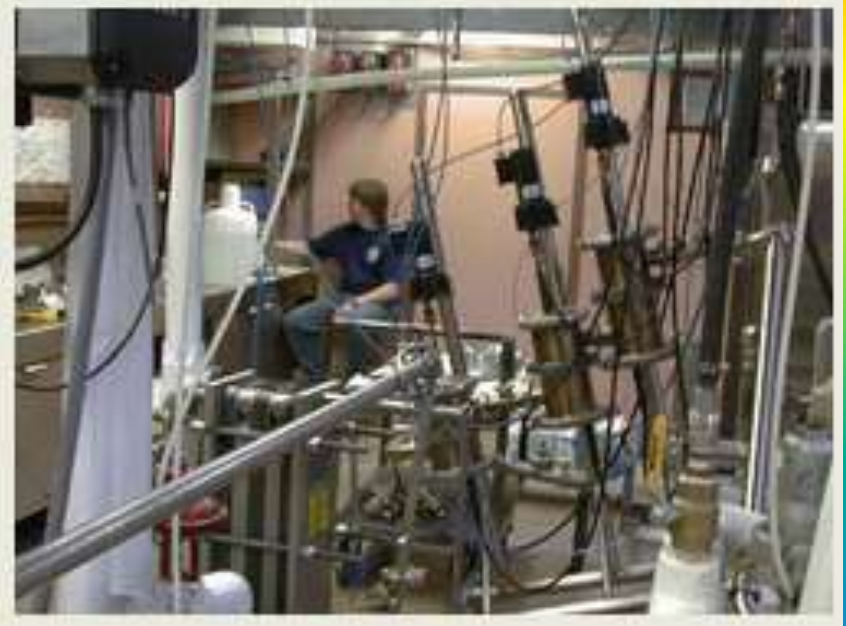


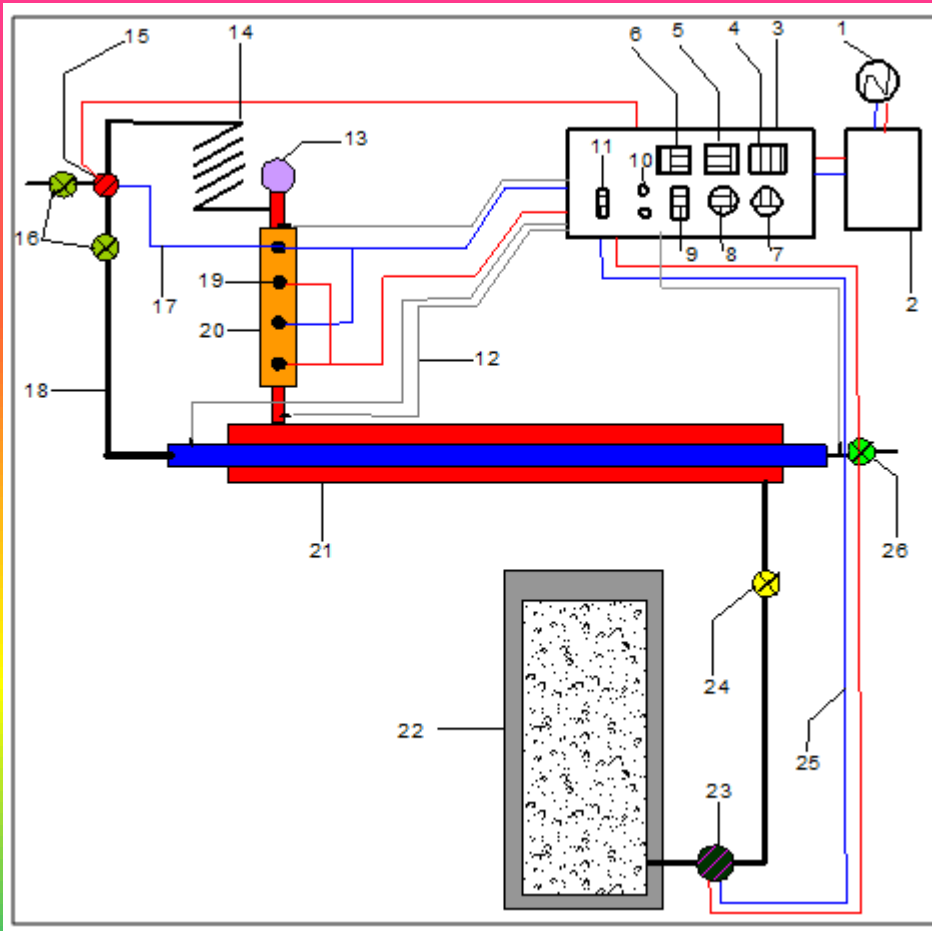
(c) Collinear



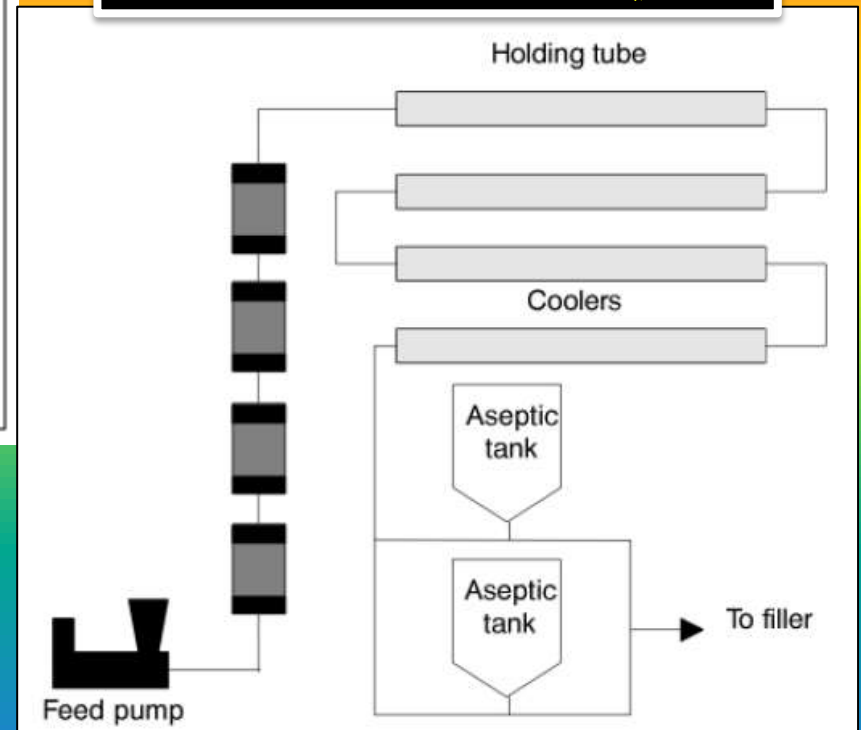
الآلية التسخين الاومي







جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاولمي ذو الغرف المتعددة



جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاولمي المستمر



جهاز بسترة الحليب بالتسخين
الاولمي المستمر

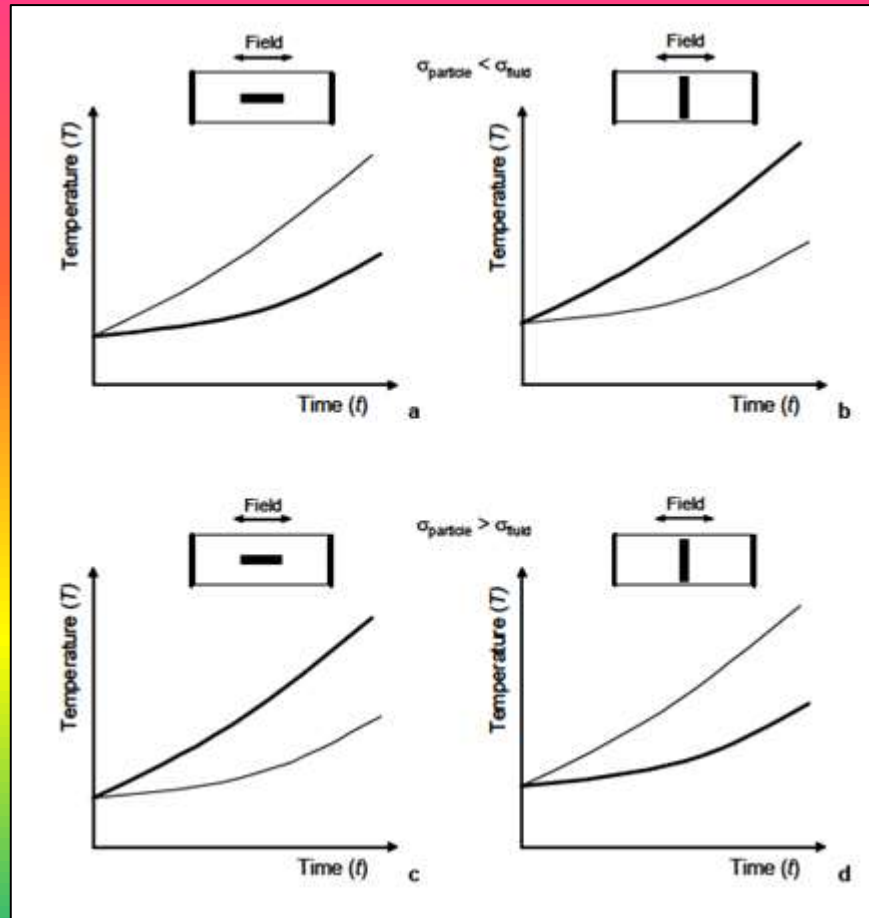
التوصيل الكهربائي Electric conductivity :

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 الأساسية بحيث يزداد التوصيل الكهربائي في حاله وجود الأملاح المعدنية والحوامض والرطوبة ويقل التوصيل عند وجود الدهن والكحول فيها . ويحسب التوصيل الكهربائي من المعادلة التالية

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

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



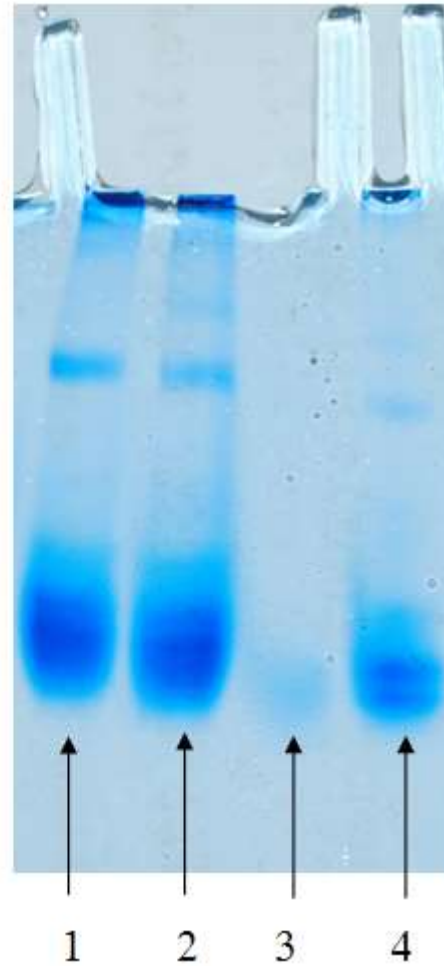
منحنيات تسخين الغذاء للمائع والدقائق (- particle; - fluid)

تأثير التسخين الأومي على بروتينات الحليب:

تعتمد كمية الترسبات المتكونة على نوع الحليب الخام ونوع المعاملة الحرارية وشدة هذه المعاملة ، حيث وجد إن كمية الراسب تزداد بزيادة شدة المعاملة 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 دنثرة بروتينات الشرش وهو المسؤول عن تكوين الرواسب البروتينيه من النوع الناعم (حبيبات صغيرة) . التفاعل الثاني عبارة عن انخفاض ذوبان فوسفات الكالسيوم الثلاثية بزيادة درجة الحرارة مما يؤدي إلى تكوين حبيبات كبيرة الحجم .

اتجاه الترحيل الكهربائي

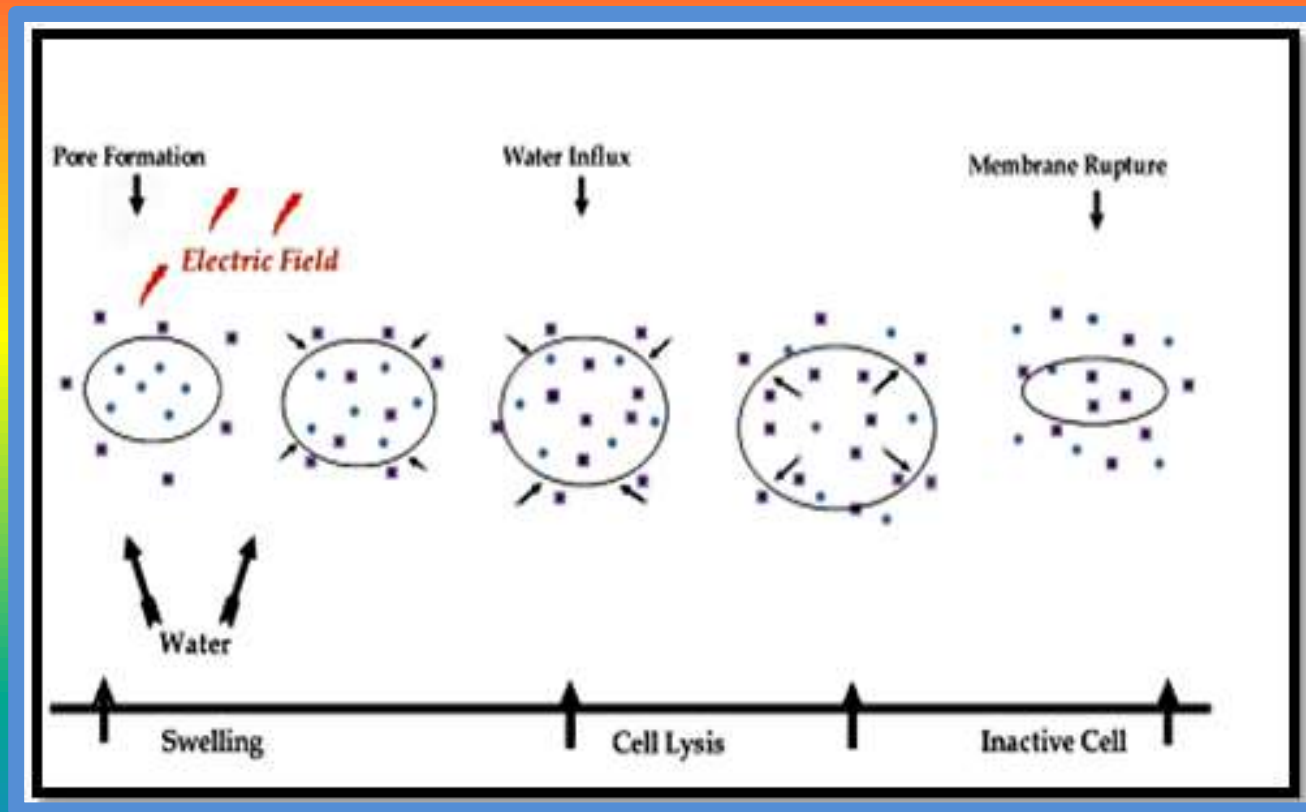


شكل (4-19) الترحيل الكهربائي على هلام متعدد الاكريل امايد لبروتينات الشرش
على فروق جهد مختلفة والعينة القياسية : (1) 80 V (2) العينة القياسية
110 V (4) 220 V (3)

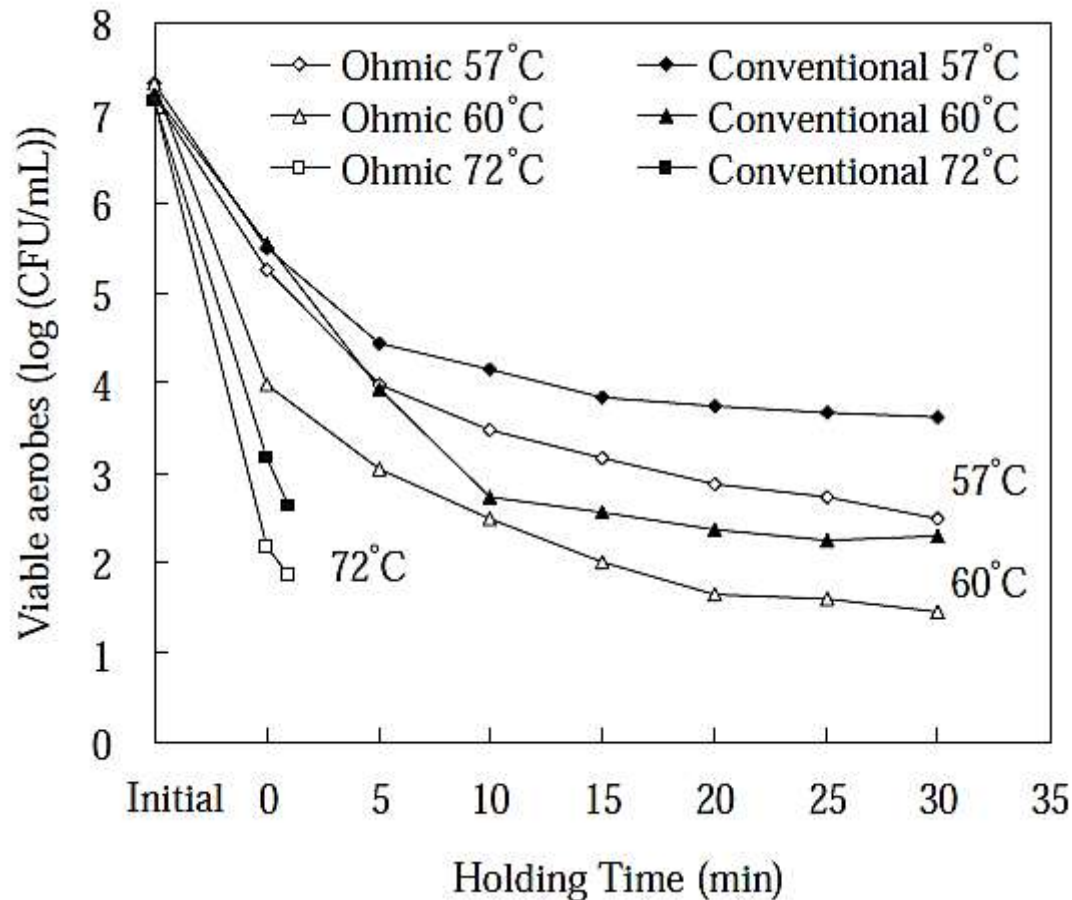
تأثير التسخين الأومي في القضاء على الأحياء المجهرية :

لتقنية التسخين الأومي الدور المهم في القضاء على الأحياء المجهرية الحية الدقيقة الموجودة في الحليب ، إذ إن هناك الكثير من التقارير والبحوث أشارت إلى قابلية التقنية الأومية في القضاء على الأحياء المجهرية بواسطة التأثير القاتل الحراري غير الحراري (التيار المتناوب) وخاصة تأثيرها على *Viable aerobes* و *S. Thermophilus 2646*، إذ إن هناك الكثير من الدراسات السابقة بينت الدور الهام لتأثير التيار المتناوب على الخطورة المايكروبيه في الحليب (Sicard, 1970, Parelleu & Shimada & Shimahara) و (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 صلة وثيقة بفرق الجهد الكهربائي أو التردد ، وأشار أيضا إلى إن تثبيط الميكروبات المتسبب بواسطة التسخين الأومي كان بسبب Electroporation على أغشية الخلايا بواسطة التيار الكهربائي .

الآلية القتل المايكروبي بالتسخين الاومي



التثبيت 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

^asignificance level of 5%

تقنية المجال الكهربائي Electric Field Tech.

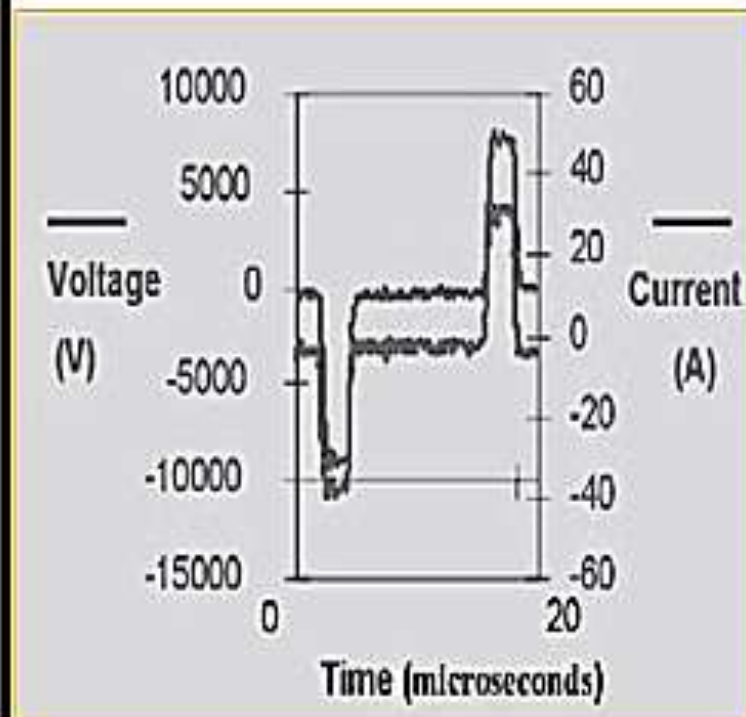
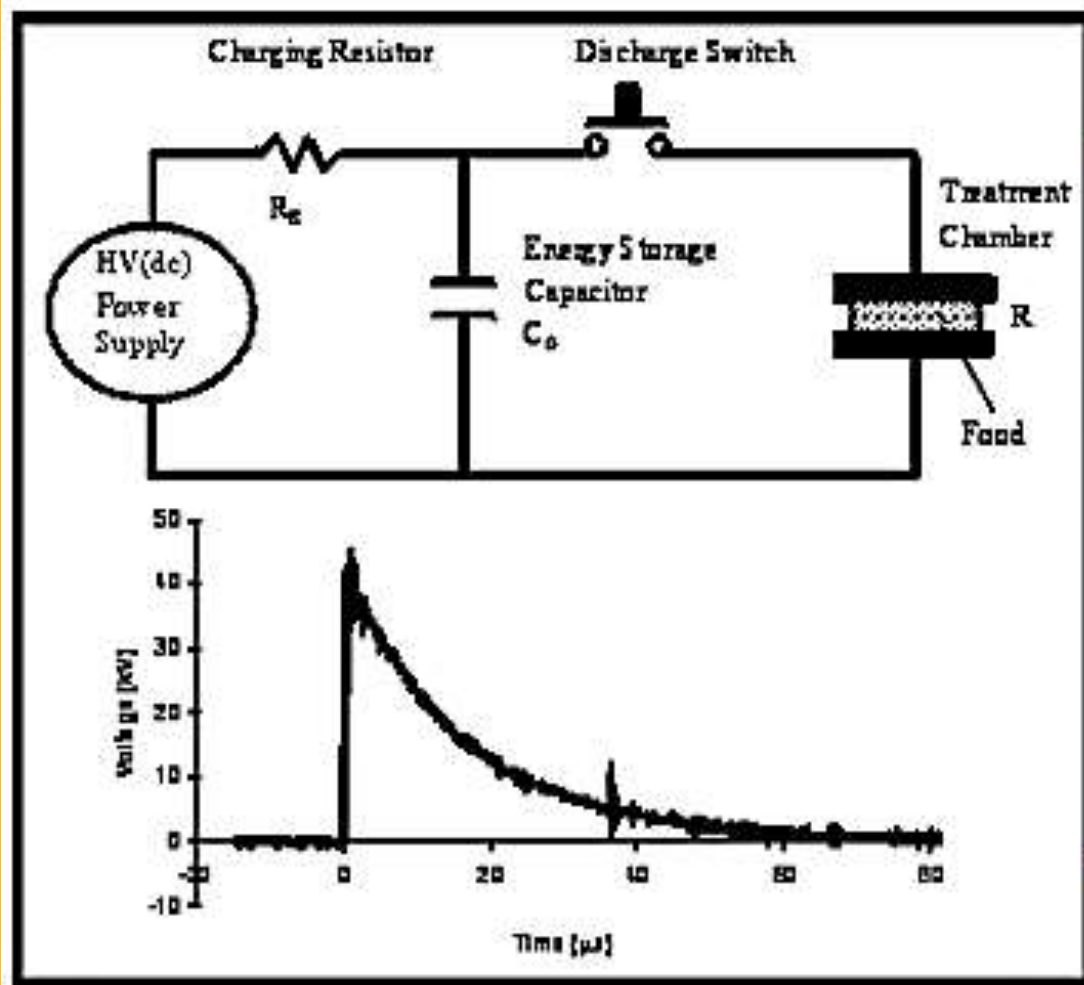
١. المجال الكهربائي النبضي المستمر Pulsed electric field
مميزاته:

الغذاء يكون ذو نوعية عالية ويحافظ على قيمته الغذائية ونكهته وعمره الخزن طويل وتتم عملية التصنيع بدون حرارة. ويكون طعم الغذاء ولونه افضل من الطرائق الأخرى.

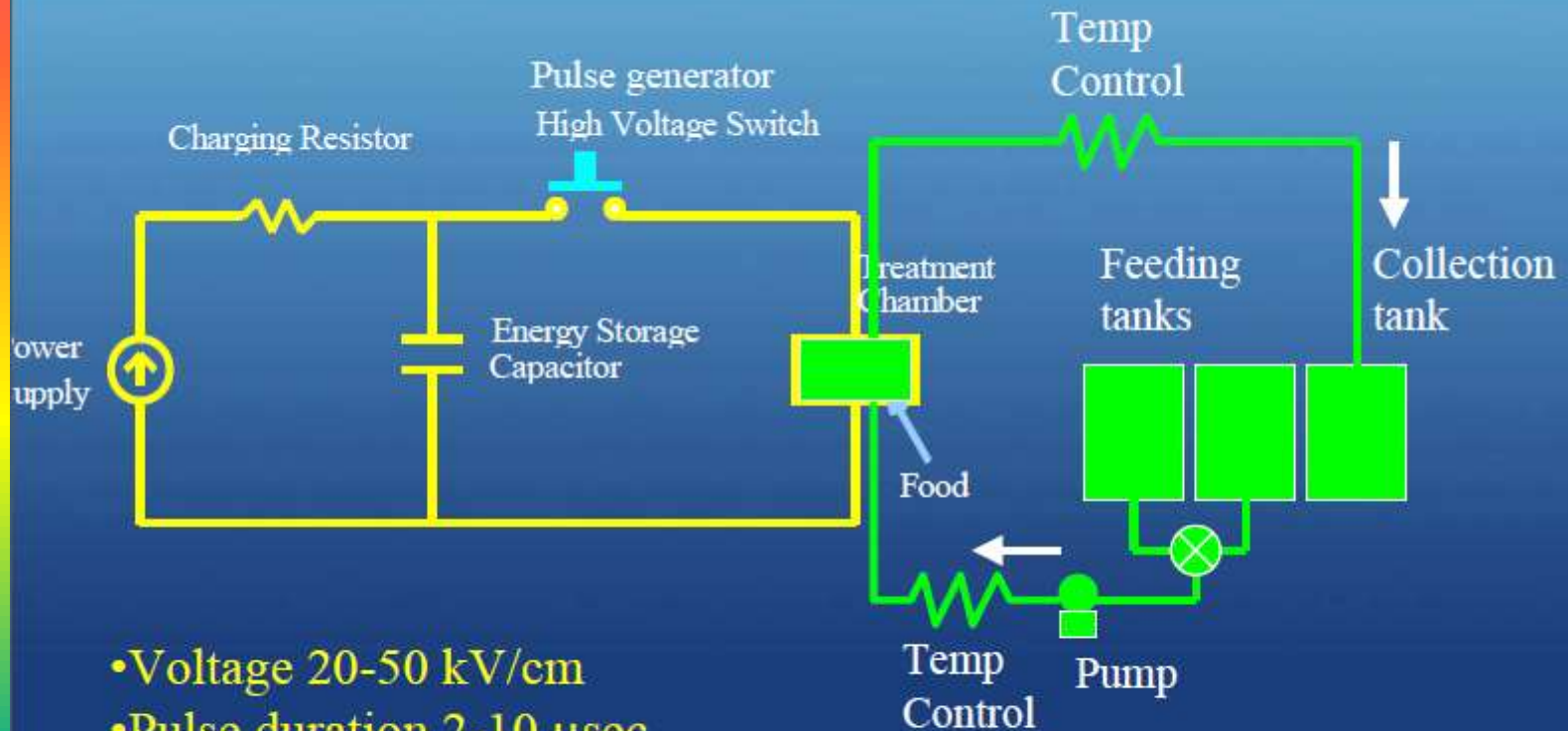
إلا أنه باهض التكاليف وتصنيعه معقد نوعاً ما. ويسبب تلف الغذاء إذا بقي فيه فترة طويلة

يتعرض الغذاء إلى مجال مقداره 20–80 Kv/cm

مخطط لمكونات جهاز البسترة بالمجال الكهربائي النبضي

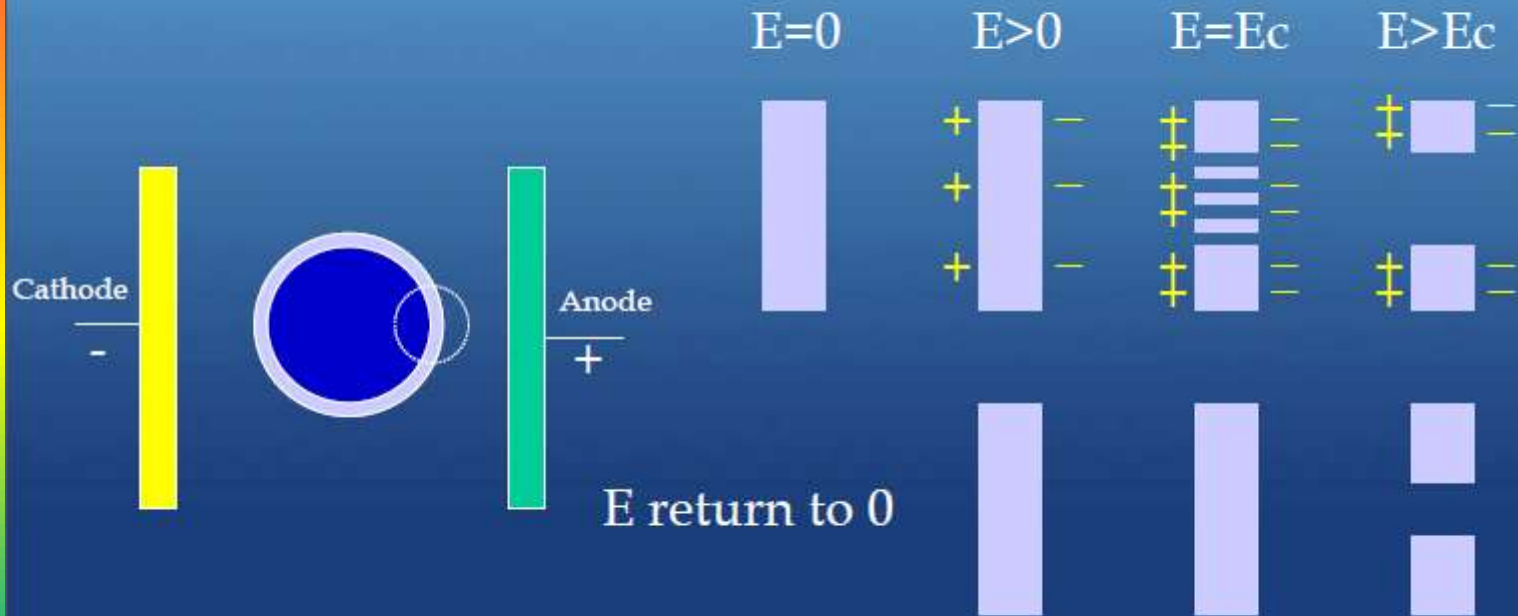


PEF processing system



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

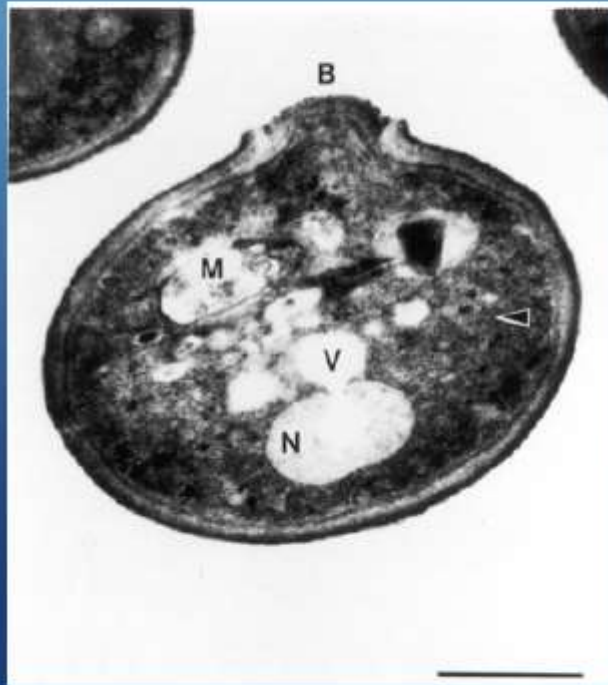
PEF Dielectric Rupture Theory



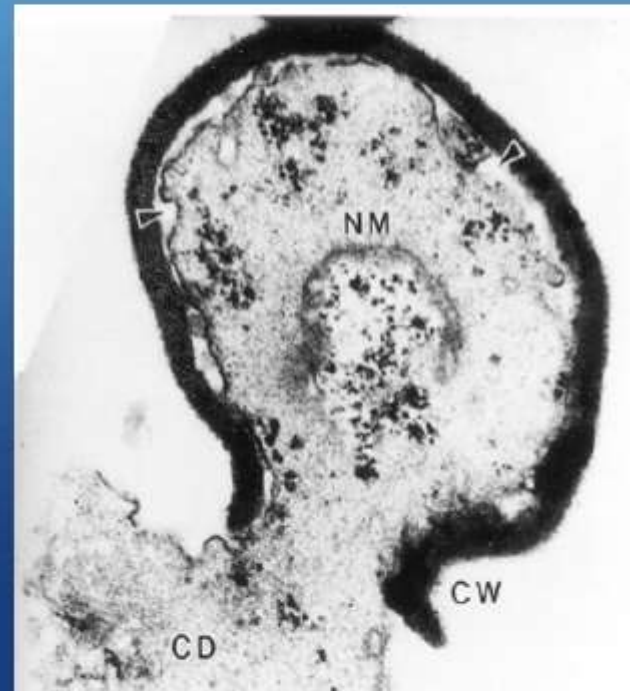
E_c is 15,000 V/cm for vegetative cells

Zhang, OSU, USA

Cell Damage after PEF treatment
Saccharomyces cerevisiae in apple juice



Control Cell

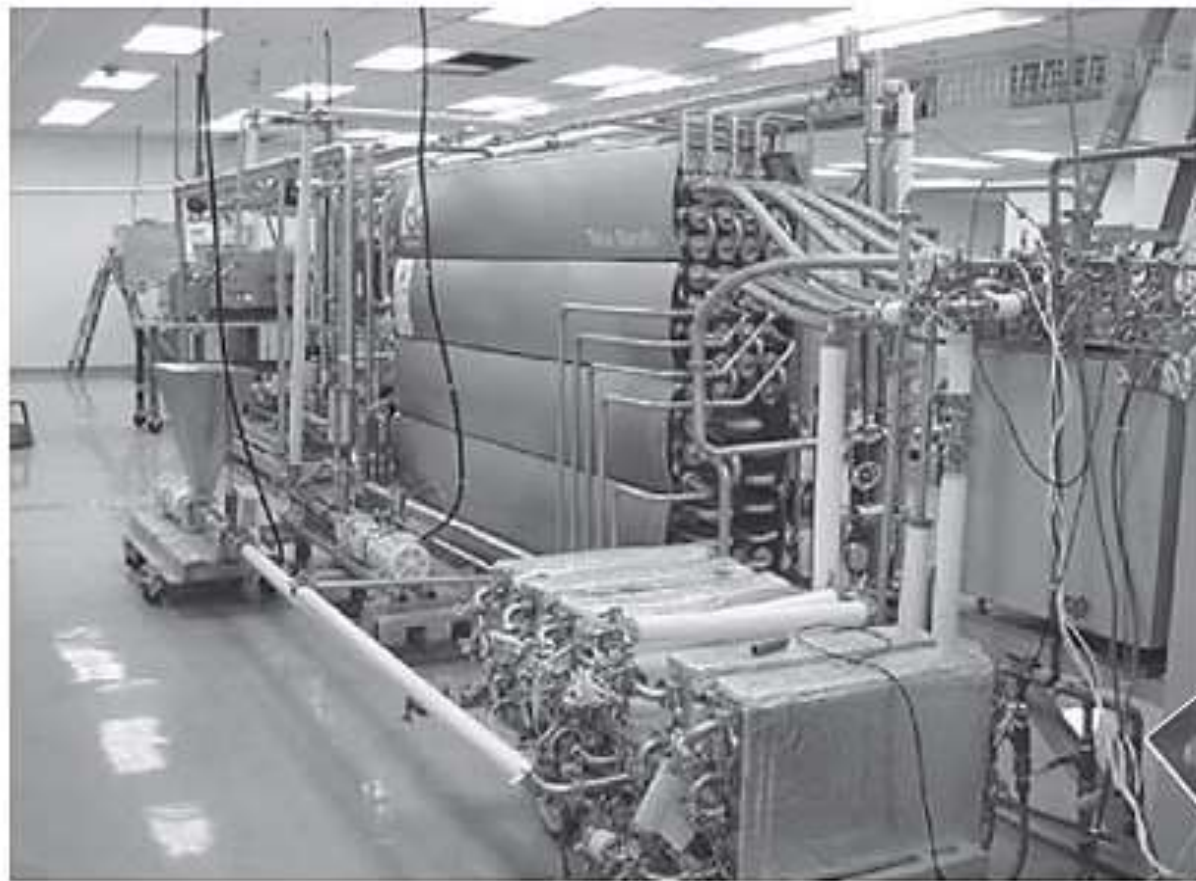


PEF Treated Cell

Continuous-flow PEF system at Food Science Australia



وحدة بسترة بالمجال الكهربائي النبضي



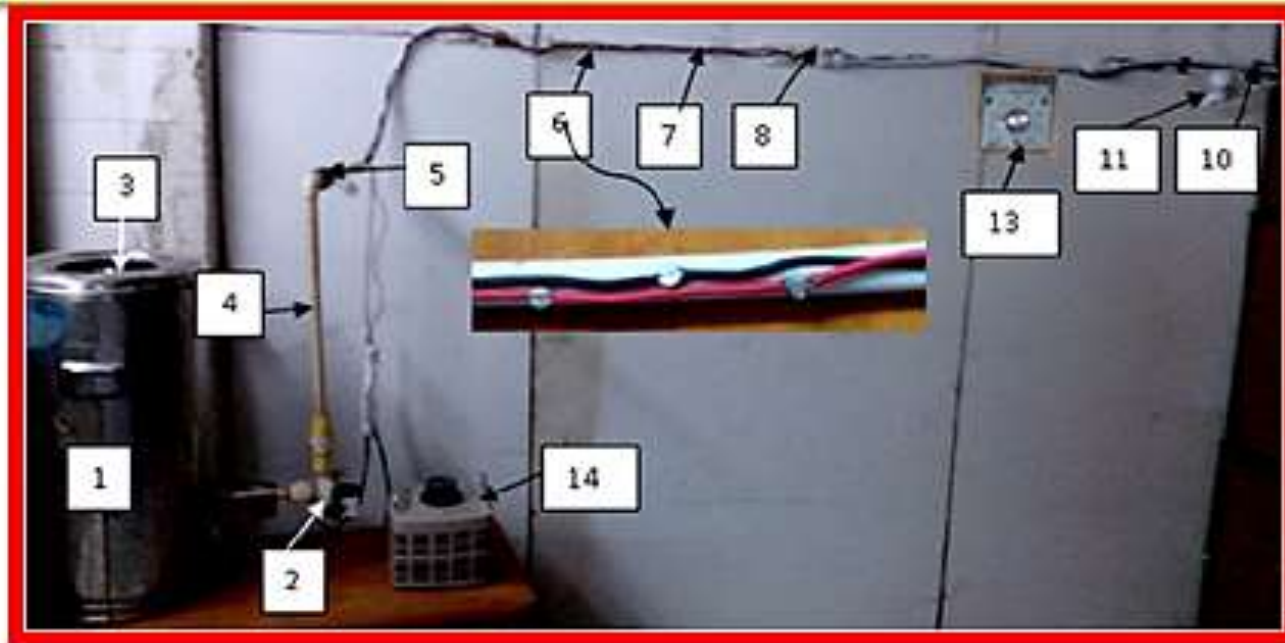
Pulse electric field processing.



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 وهو على نوعين :
أ. ذو اقطاب عمودية:



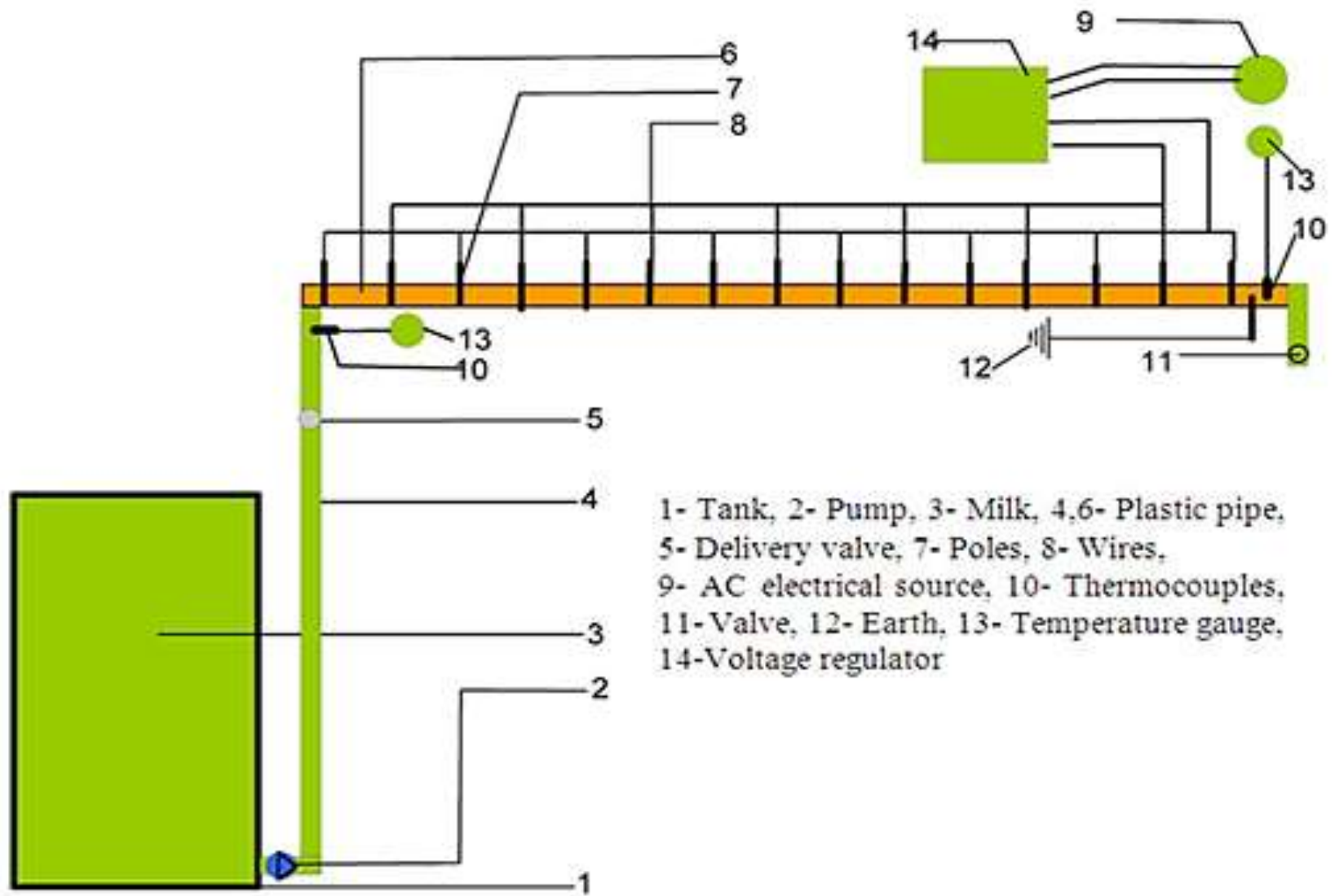
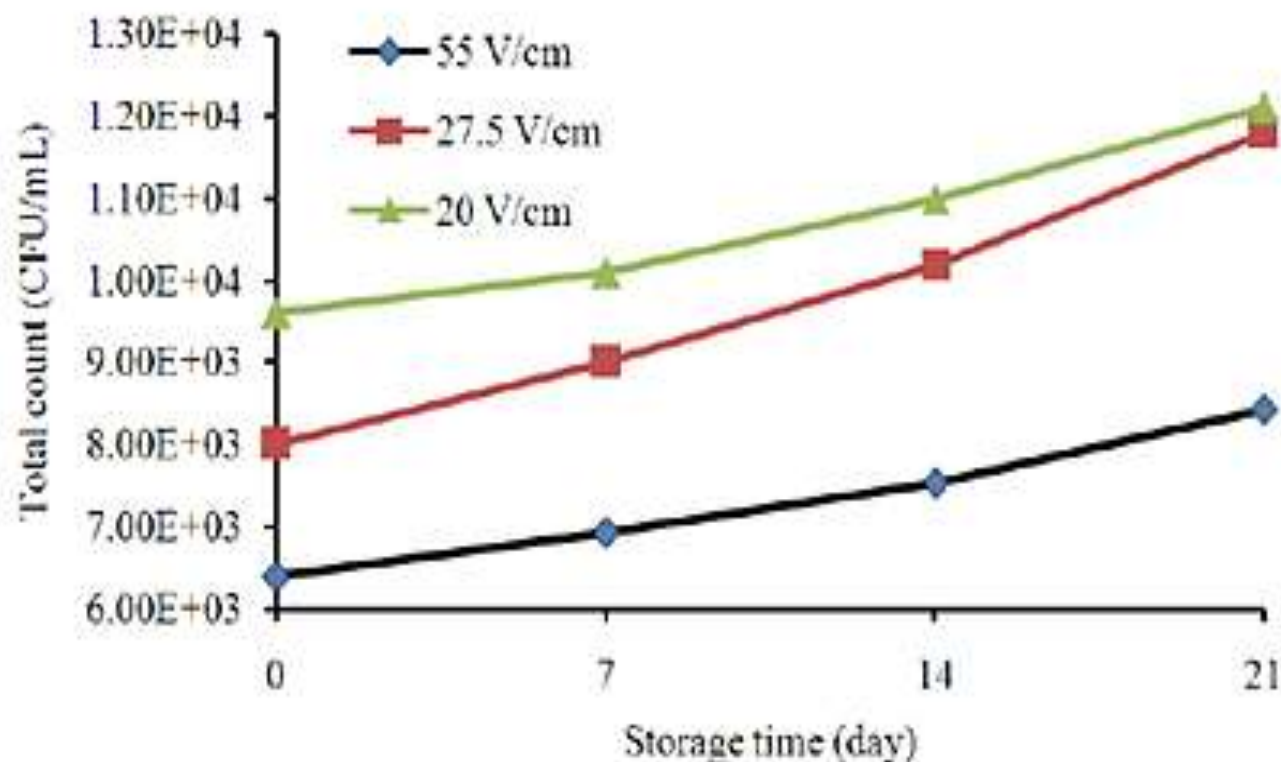
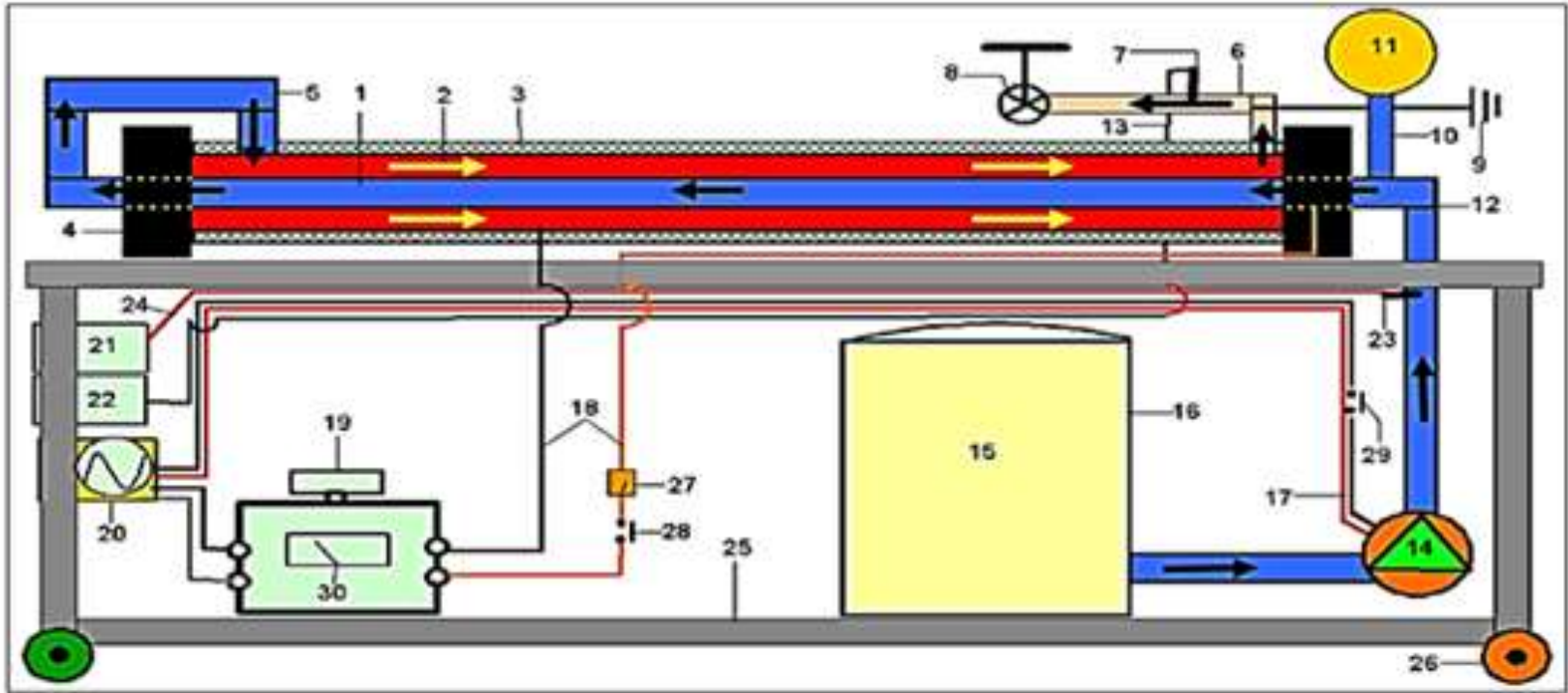


Table 3. Microbiological data for raw and pasteurized milk by electrical field

Electrical field (V/cm)	Total count (CFU/ml)	<i>Enterobactor</i>	<i>E-coli</i>	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:



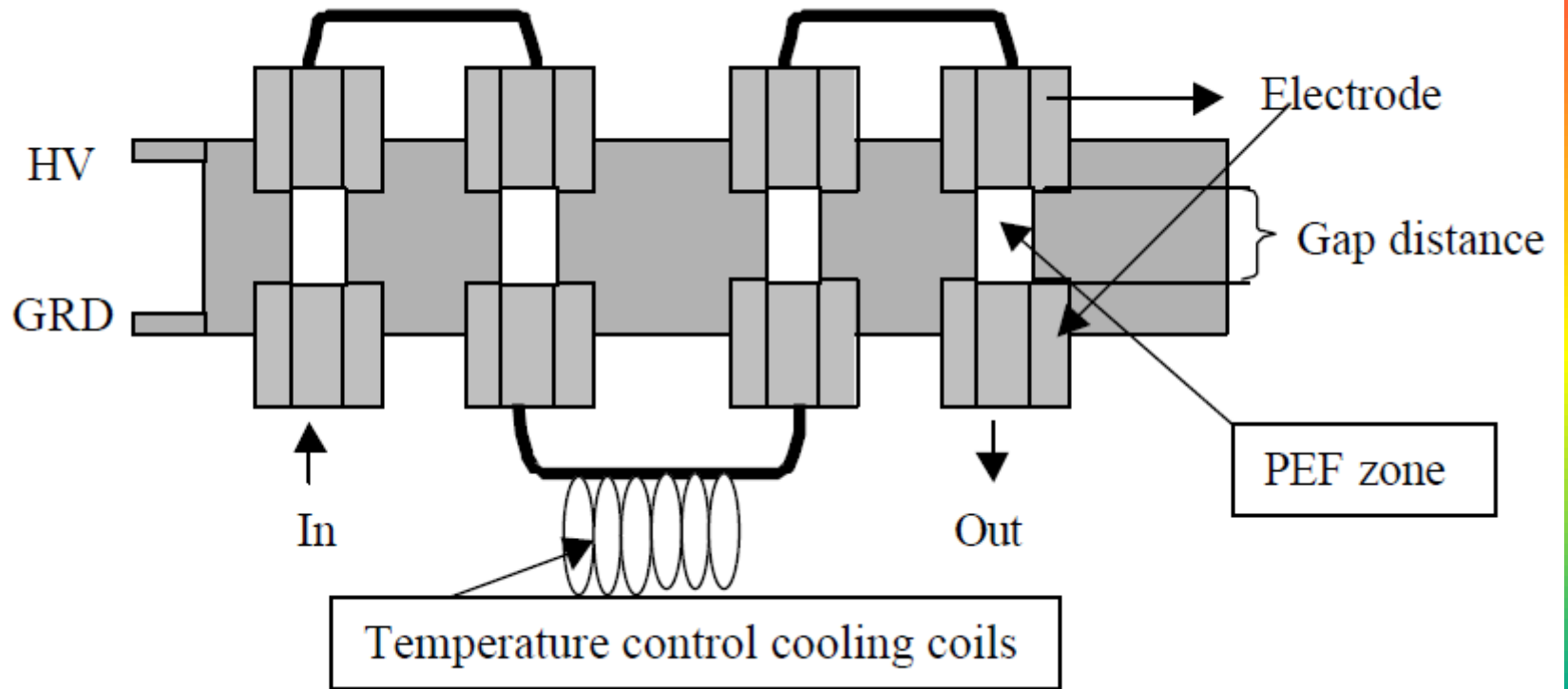
1. انبوب داخلي من الحديد المقاوم للصدأ 2. انبوب خارجي من الحديد المقاوم للصدأ 3. عازل 4. تحويلة من التفلون 5. انبوب بلاستيكي
6. انبوب خروج الحليب المبستر 7. 23. مزدوج حراري 8. صمام 9. ارضي 10. انبوب 11. مقياس الضغط 12. 17. 18. اسلاك
21. (AC) كهربائية 13. 24. اسلاك المزدوجات الحرارية 14. مضخة 15. حليب 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

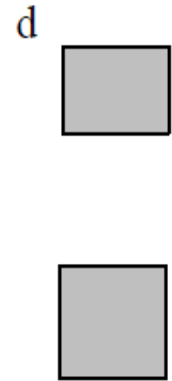
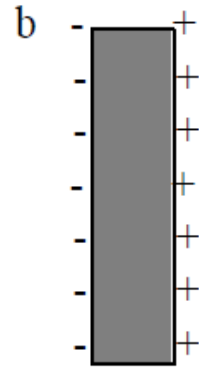
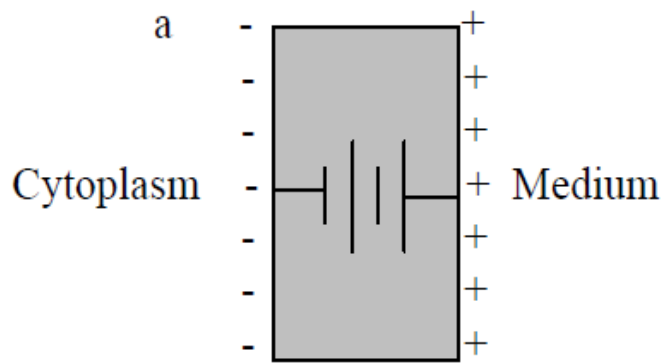


الأعداد المايكروبية وأنزيم الفوسفاتيز القاعدي في الحليب قبل وبعد البسترة بالمجال الكهربائي عند معدلات جريان مختلفة والبسترة التقليدية.

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

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



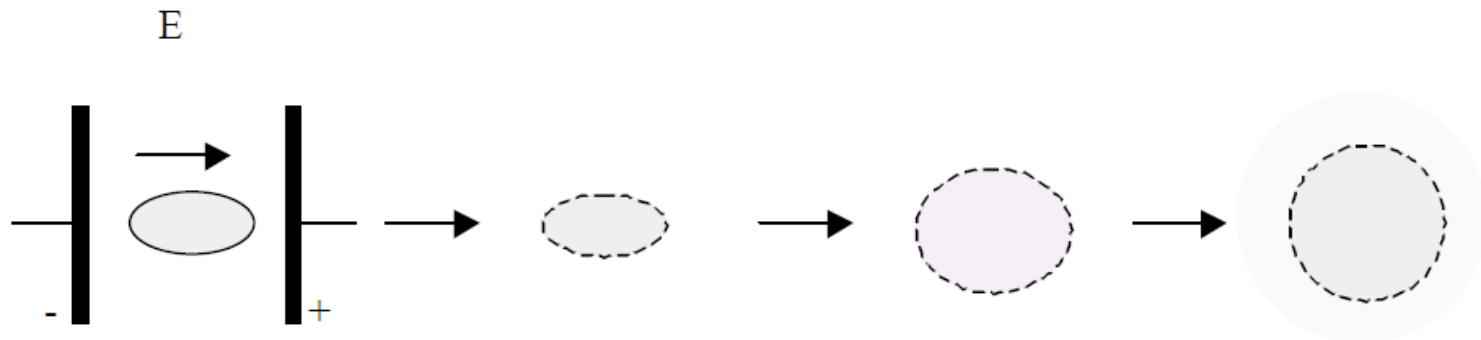


Electroporation

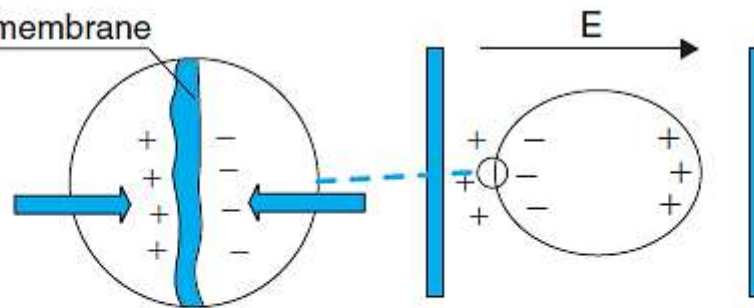
Osmotic imbalance

Swelling

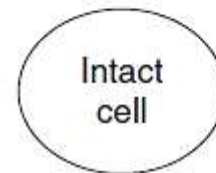
Membrane rupture



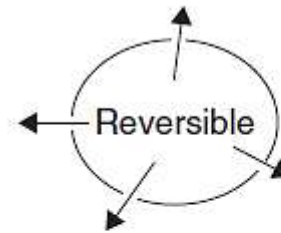
Cell membrane



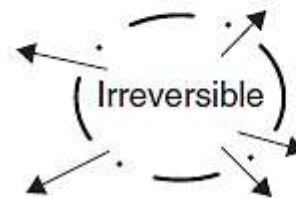
$$E < E_{crit}$$

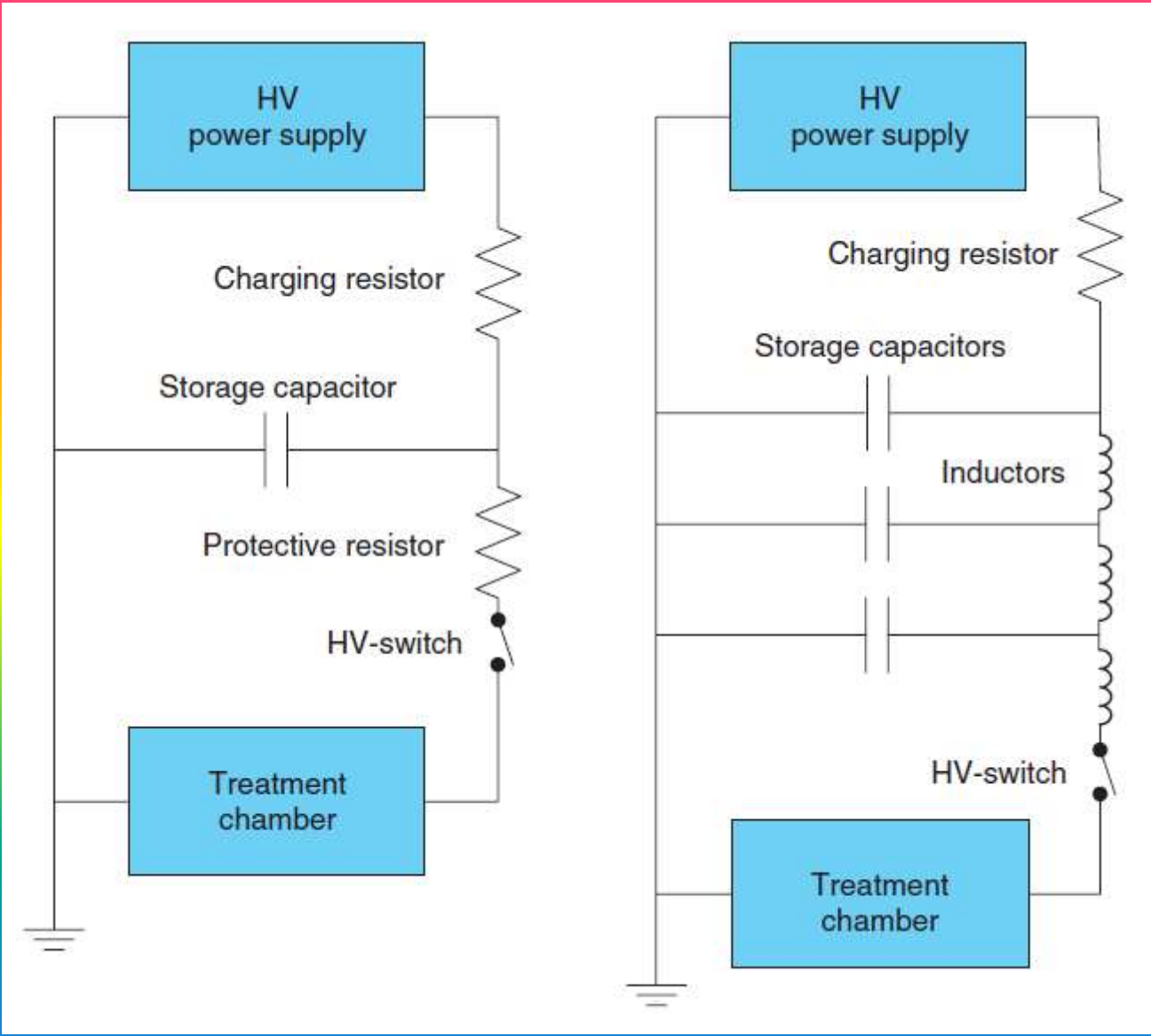


$$E > E_{crit}$$



$$E \gg E_{crit}$$





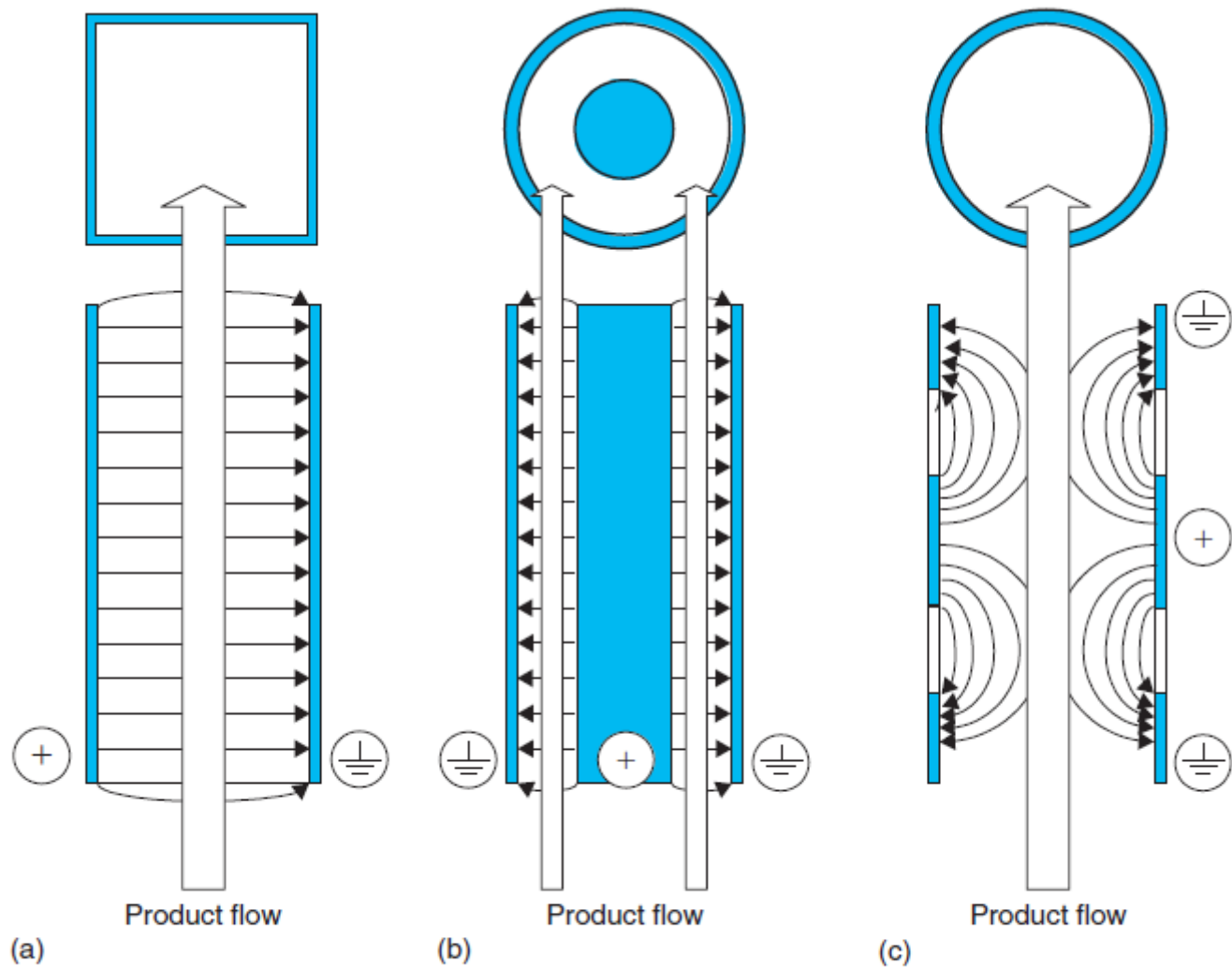
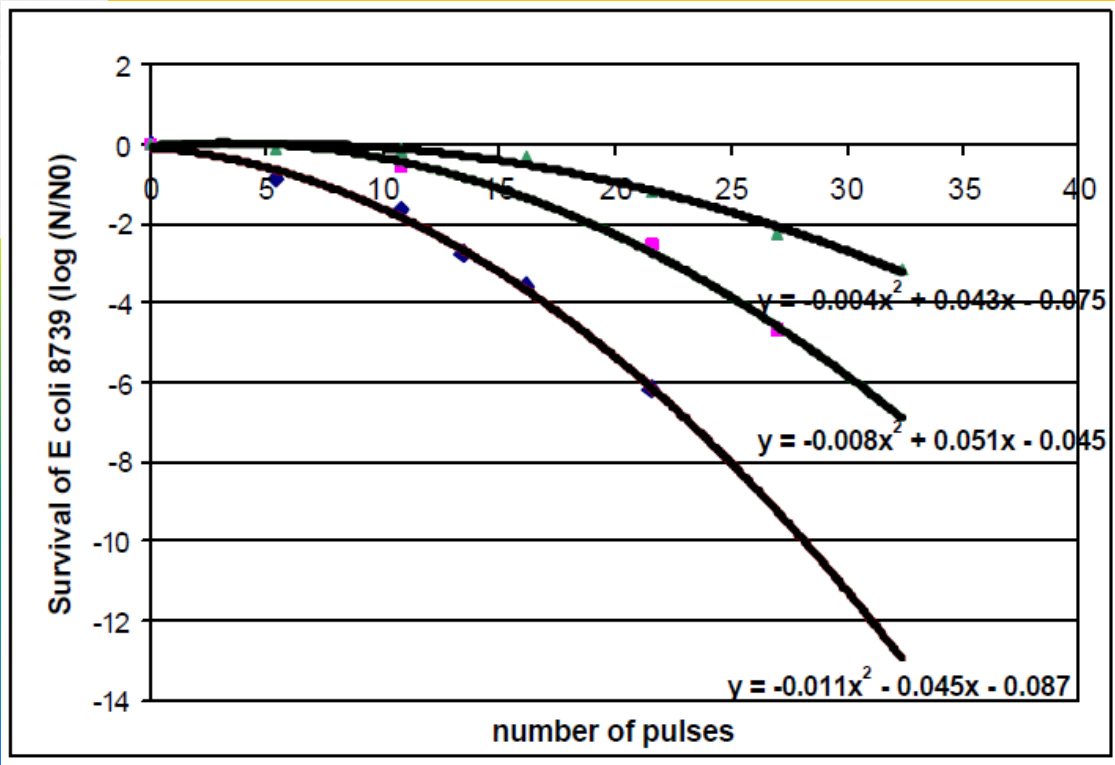
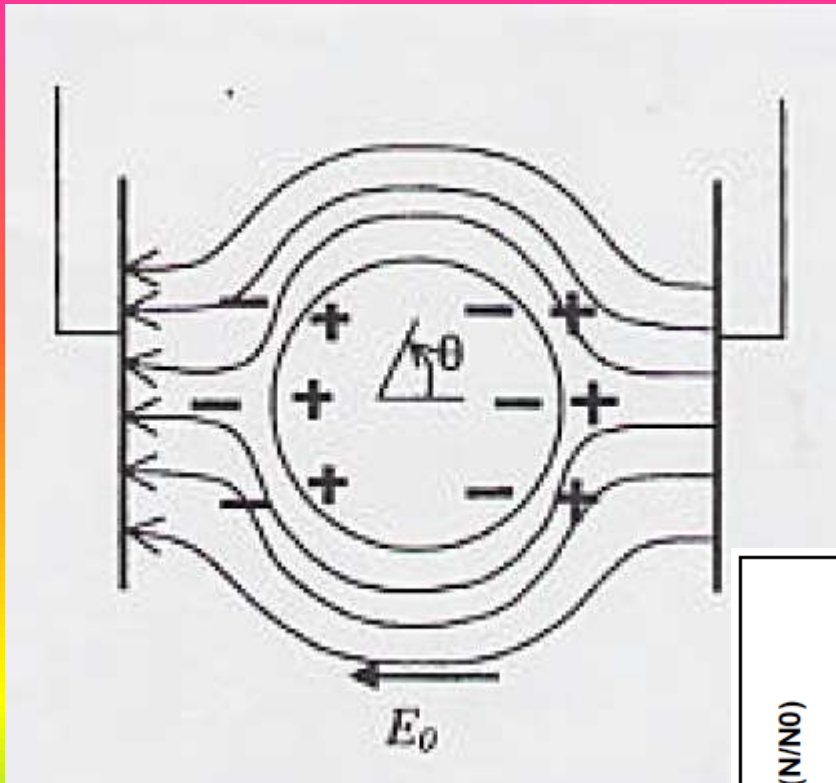
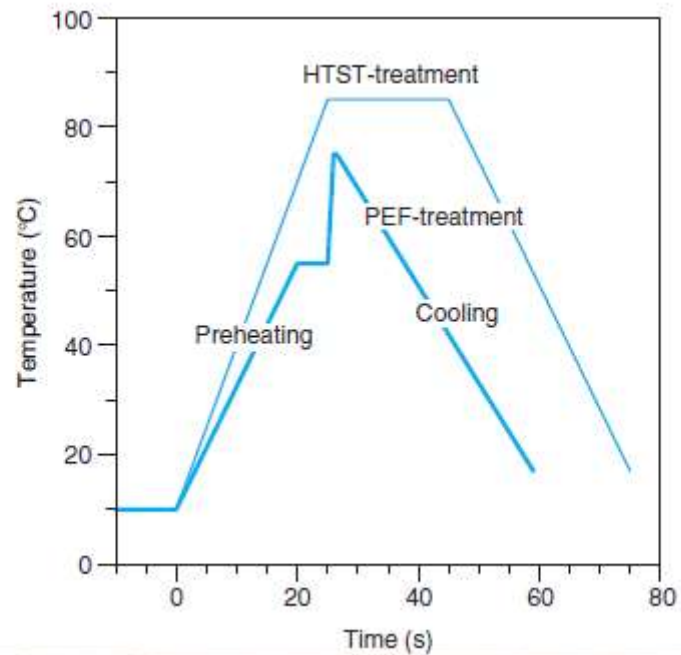
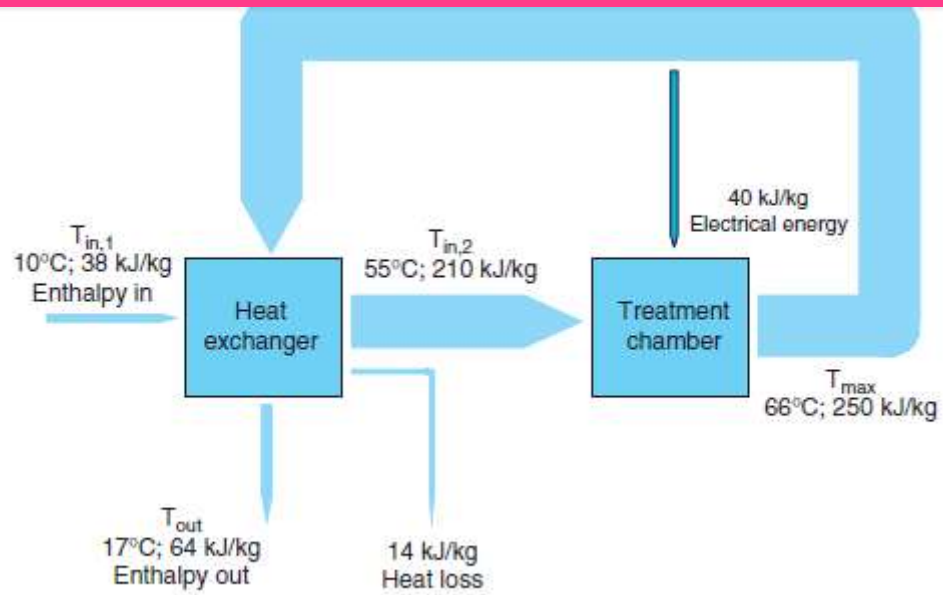


Figure 4.3 Configurations of treatment chambers for continuous PEF treatment: (a) parallel plate, (b) coaxial and (c) co-linear configuration.



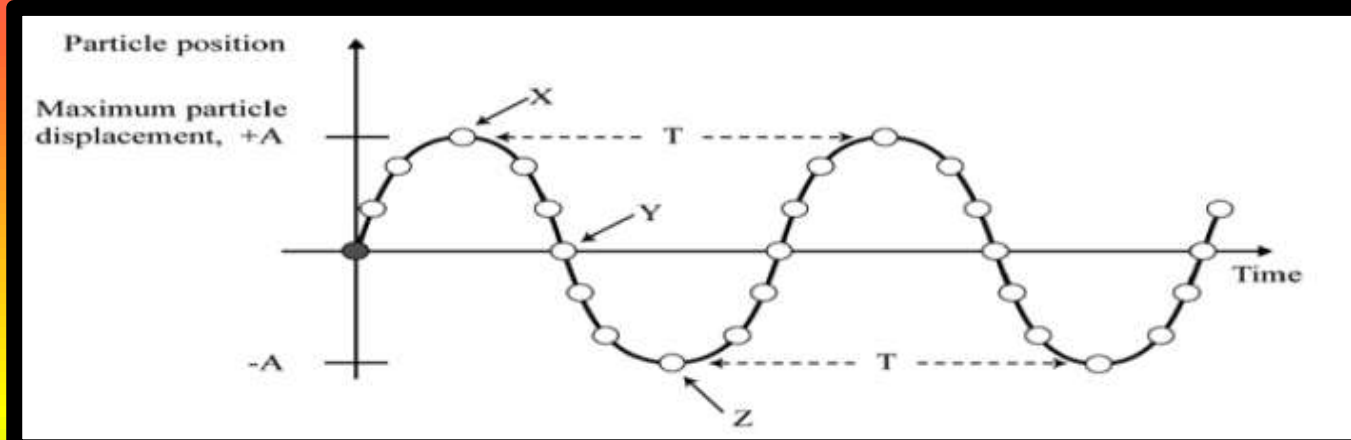


الموجات فوق الصوتية Ultrasound

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



سلوك الموجة الفوق صوتية

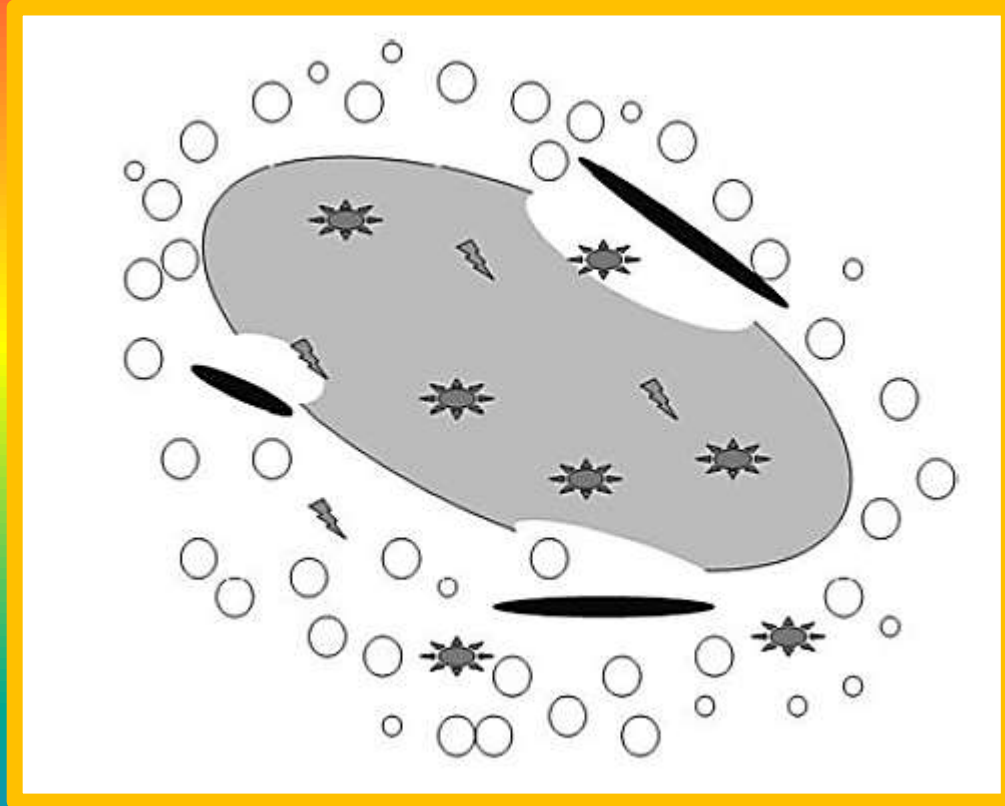


أن الموجات فوق الصوتية المستخدمة في المجال الغذائي تكون على نوعين :

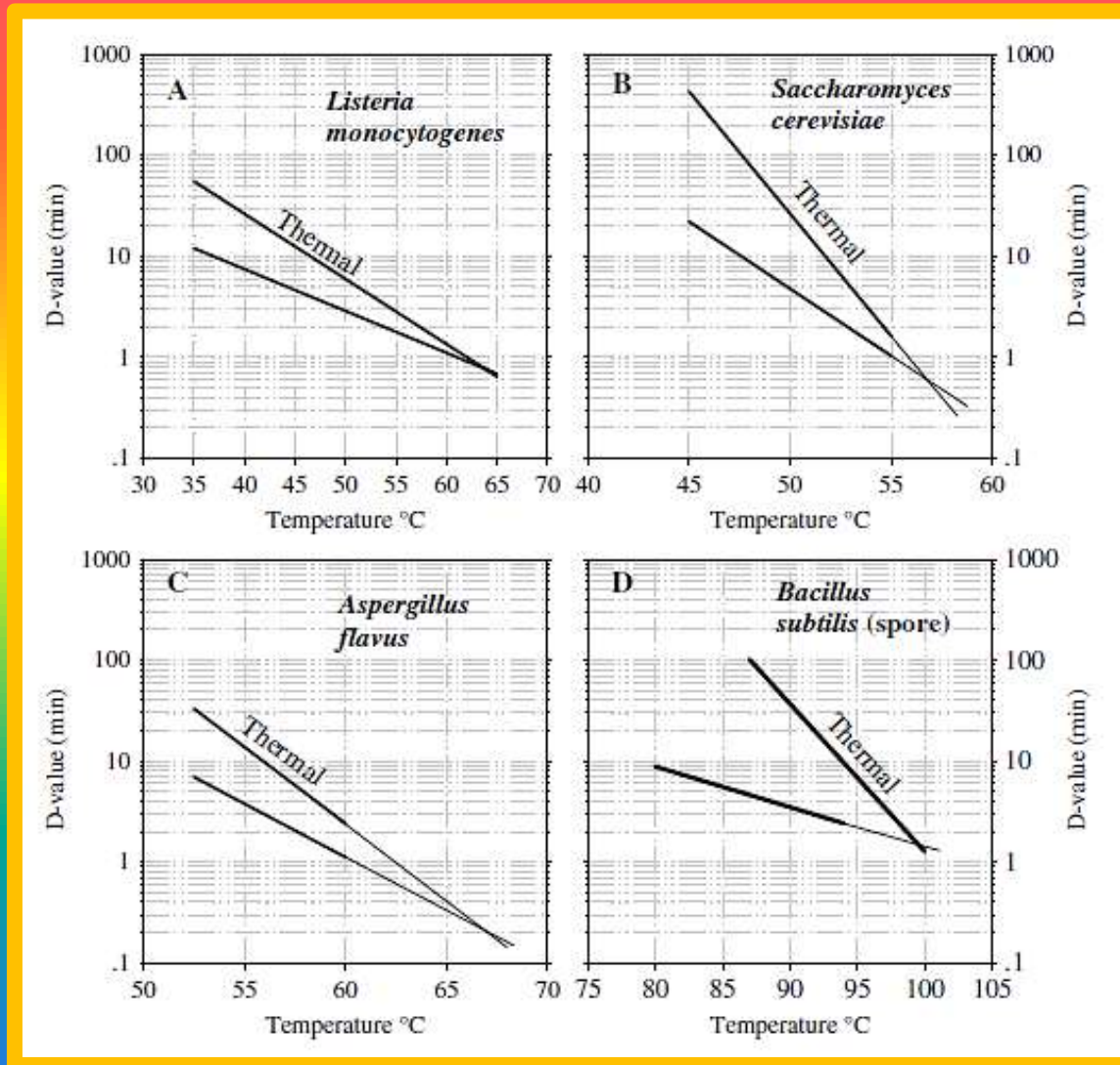
1. الموجات العالية الكثافة والتي تمتاز بمستويات طاقة عالية نسبياً $(10-1000) \text{ Wcm}^{-2}$ وترددات منخفضة $(\leq 0.1 \text{ MHz})$ والتي تتسبب في أحداث تغييرات فيزيائية وكيميائية في المنتجات المعاملة وقد استخدمت هذه الموجات لإزالة الغازات من الأغذية السائلة والحد من تفاعلات الأكسدة فضلاً عن استخراج الإنزيمات والبروتينات.
2. الموجات المنخفضة الكثافة وهي ذات مستويات طاقة منخفضة $(\leq 1 \text{ Wcm}^{-2})$ و ترددات عالية $(0.1-20 \text{ MHz})$ تعمل على ترك النظام من دون أي تغيير مما يجعلها أداة ممتازة في قياس خصائص الأغذية.

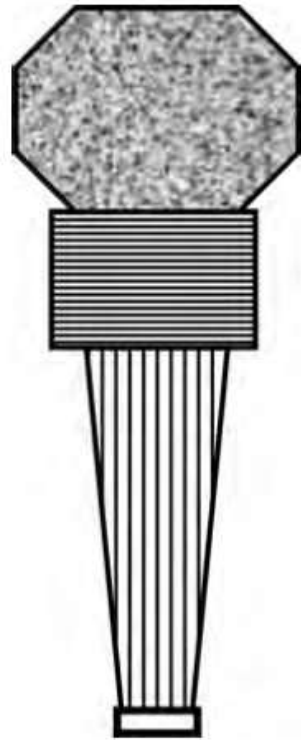
تکمن میکانیکی التثیط المیکروبی للموجات فوق الصوتية من خلال تكوين الجذور الحرة hydroperoxide في الاحماض الدهنية الغير المشبعة والتي تتسبب في تغير نفاذية غشاء الخلية (Earnshaw *et al.*, 1995) ، في حين تشير أبحاث أخرى إلى إن عملية التثیط تأتي من خلال تكوين وتشکیل فقاعات صغيرة بتأثیر الموجات فوق الصوتية المنتشرة في السائل والتي تعاني تحطم وانھیار سریع في كل ثانية وتدعی هذه الظاهرة بالتجويف cavitation حيث تصل درجة الحرارة داخل الفقاعة إلى أكثر 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





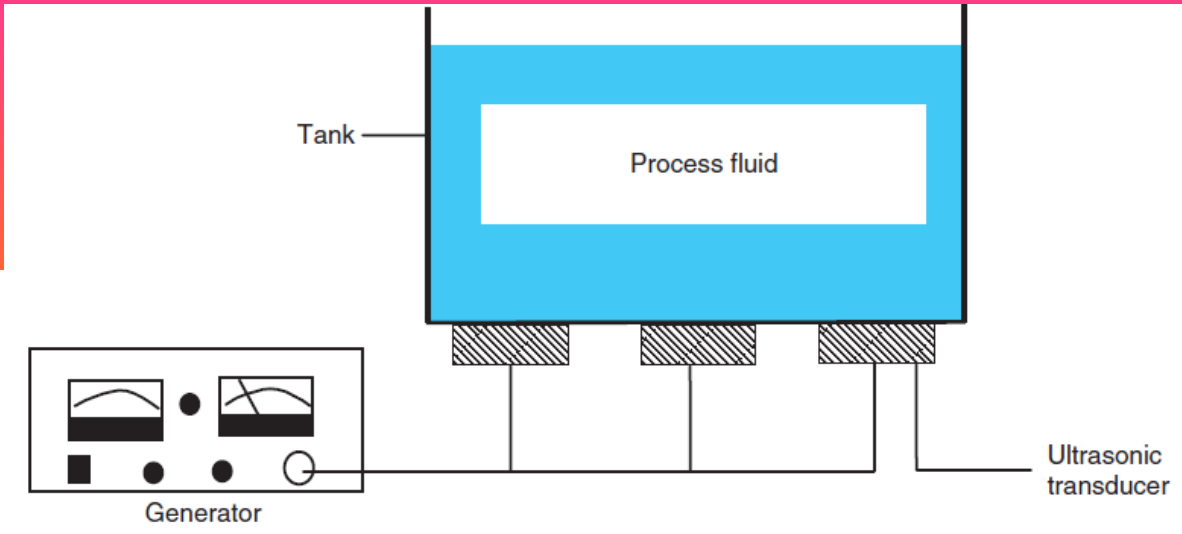
Transducer housing

Transducer

Horn

Replaceable cap

Ultrasonic probe (adapted from Mason, 1998).



Tank

Process fluid

Ultrasonic transducer

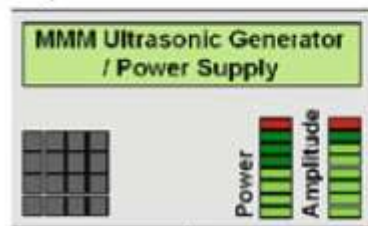


A) Multifrequency
Ultrasonic Power Supply

B) Ultrasonic
Converter

C) Acoustical
Wave-Guide

D) Acoustical Load,
Ultrasonic Reactor,
Oscillating Mechanical System

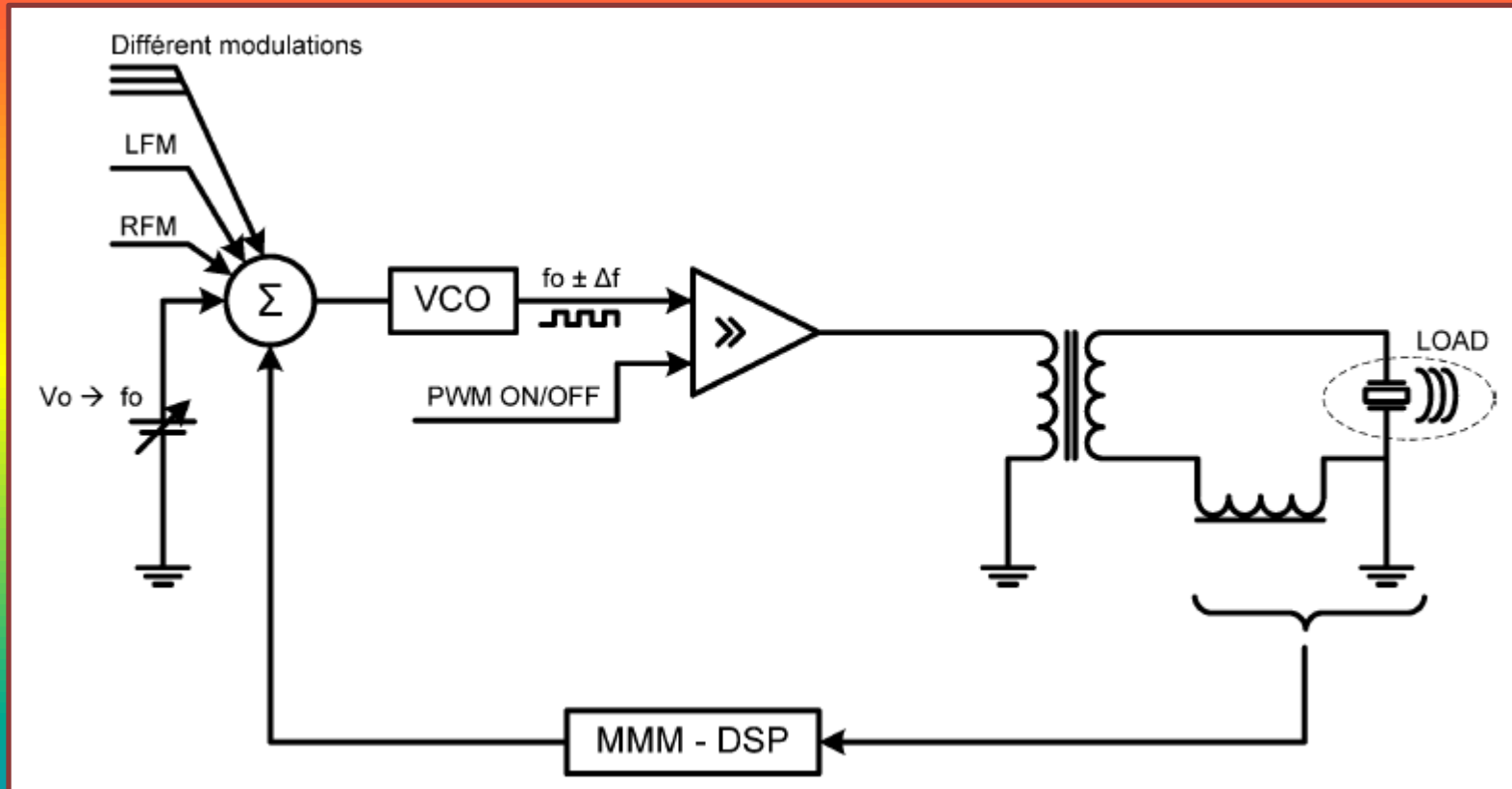


(Feedback Loop)

E) Acoustic Activity Sensor
(Item B Ultrasonic Converter,
may replace this external sensor)

MMM Ultrasonic System

دائرة عمل الموجات فوق الصوتية



تنشيط الاحياء المجهرية بواسطة الموجات فوق صوتية

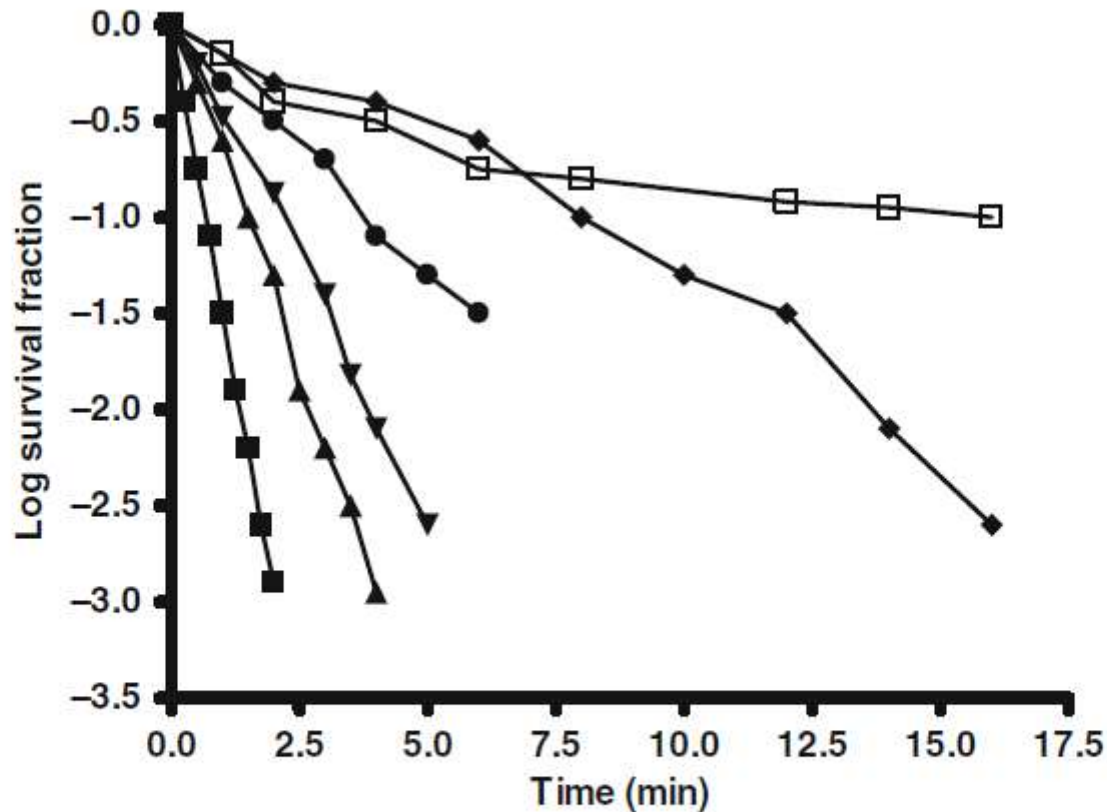


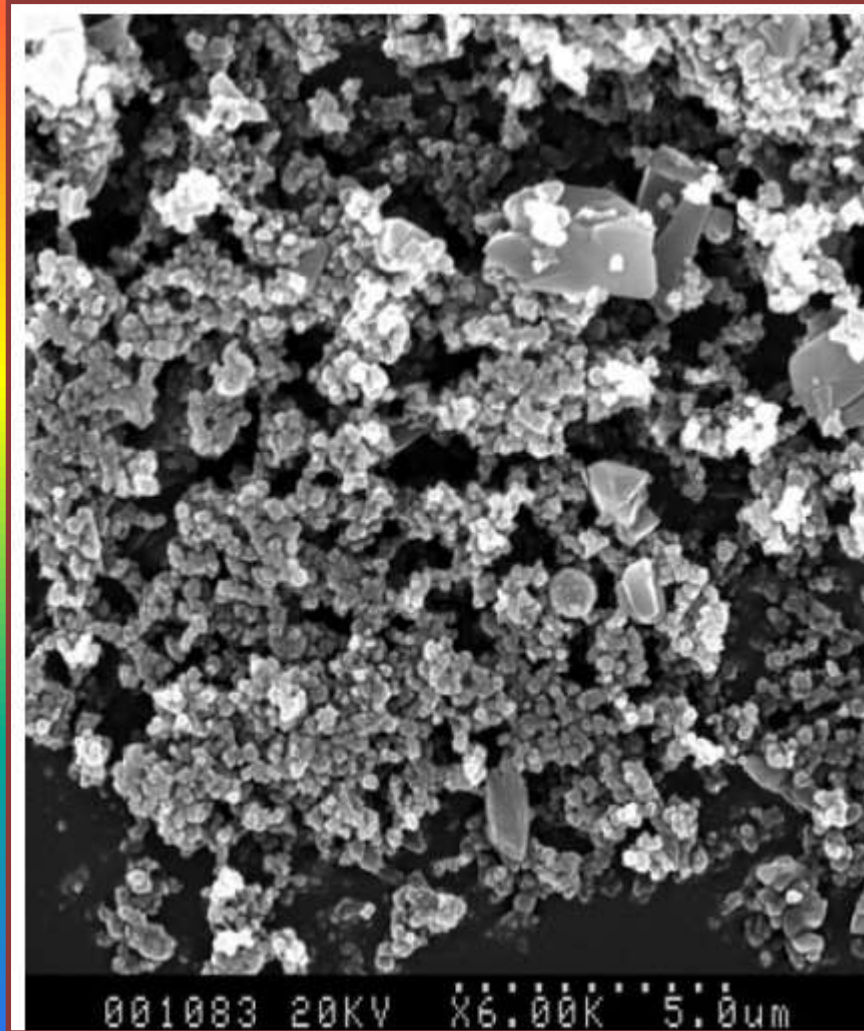
Fig. 11.1 Survival curves for ultrasonic under pressure treatments (40°C, 200 kPa, 117 μ m) of *B. subtilis* (□), *B. circulans* (◇), *E. faecium* (●), *S. aureus* (▼), *L. monocytogenes* (▲) and *A. hydrophila* (■)

زمن التخفيض العشري اثناء تعرض الحليب للموجات فوق الصوتية

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

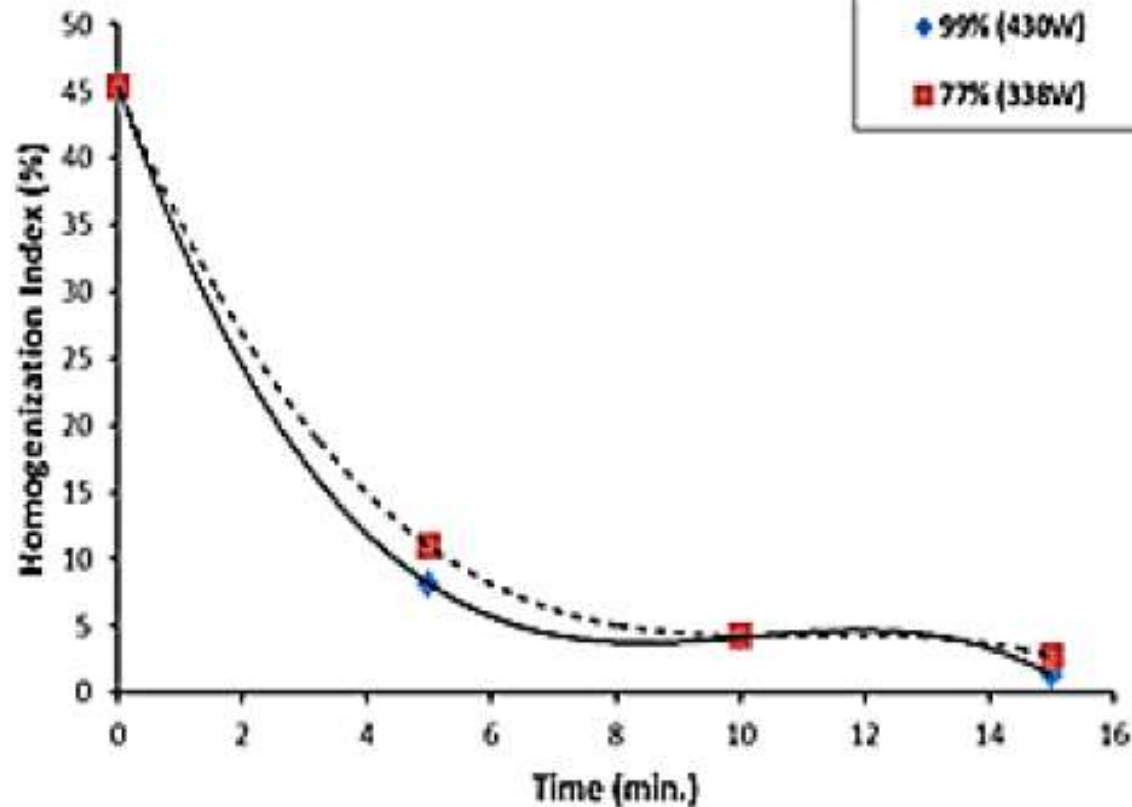
time (min.)	D (min.)	
	77%(338W)	99%(430W)
5	7.63	7.95
10	6.49	4.79
15	5.29	3.75
mean	6.47	5.49

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 لوغار يتم 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 تردداتها بين 300 MHz-300 GHz والمدى المستخدم في التصنيع هو 2,101 MHz

الضرر الناتج في الاغذية المصنعة بواسطته يكون اقل من الطرائق التقليدية ومعدل التسخين فيه سريع

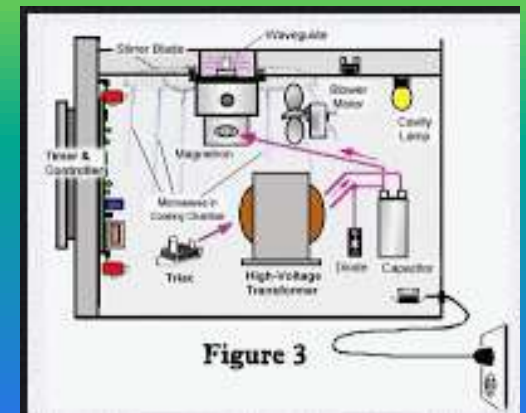
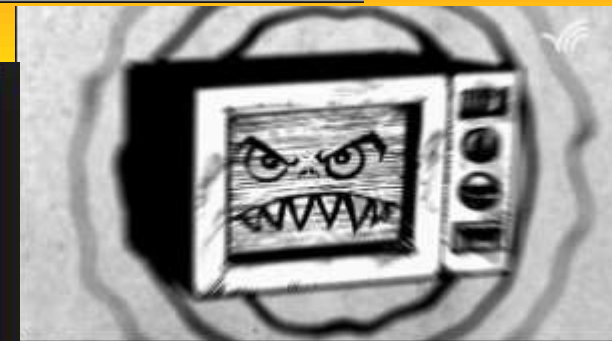
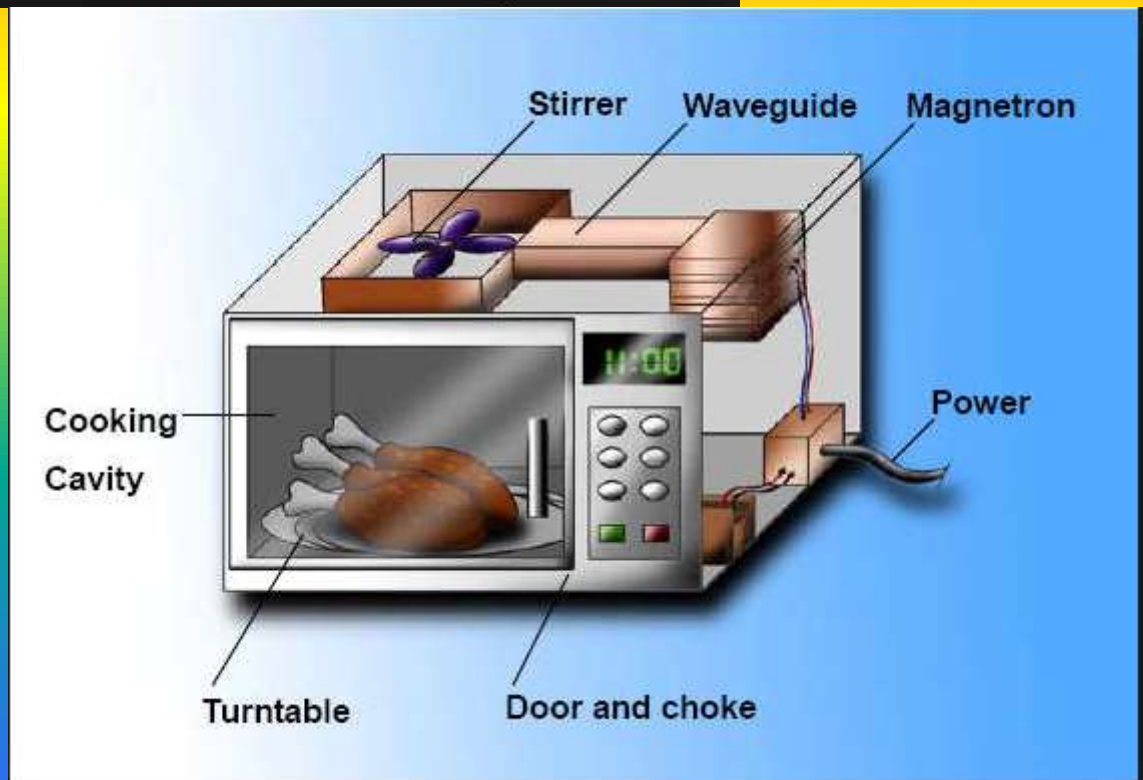
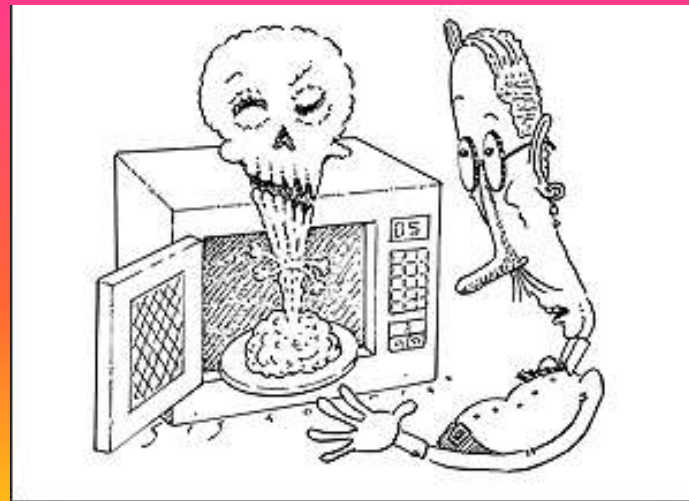
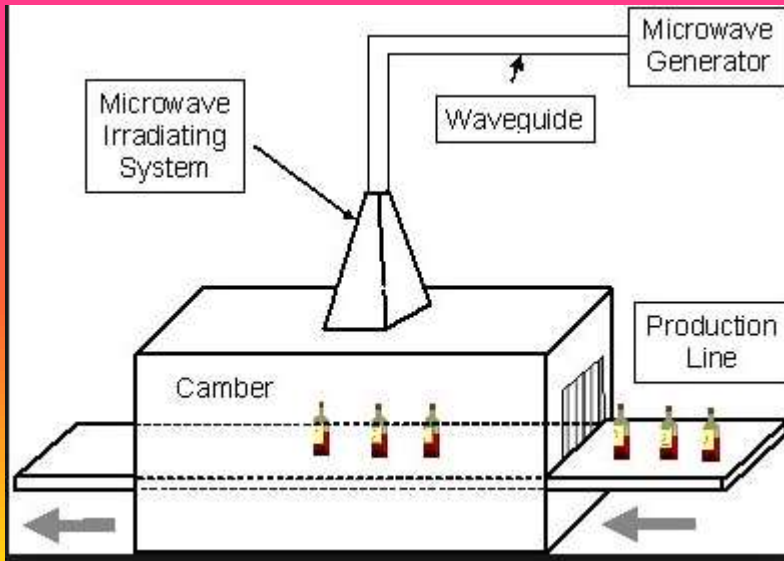
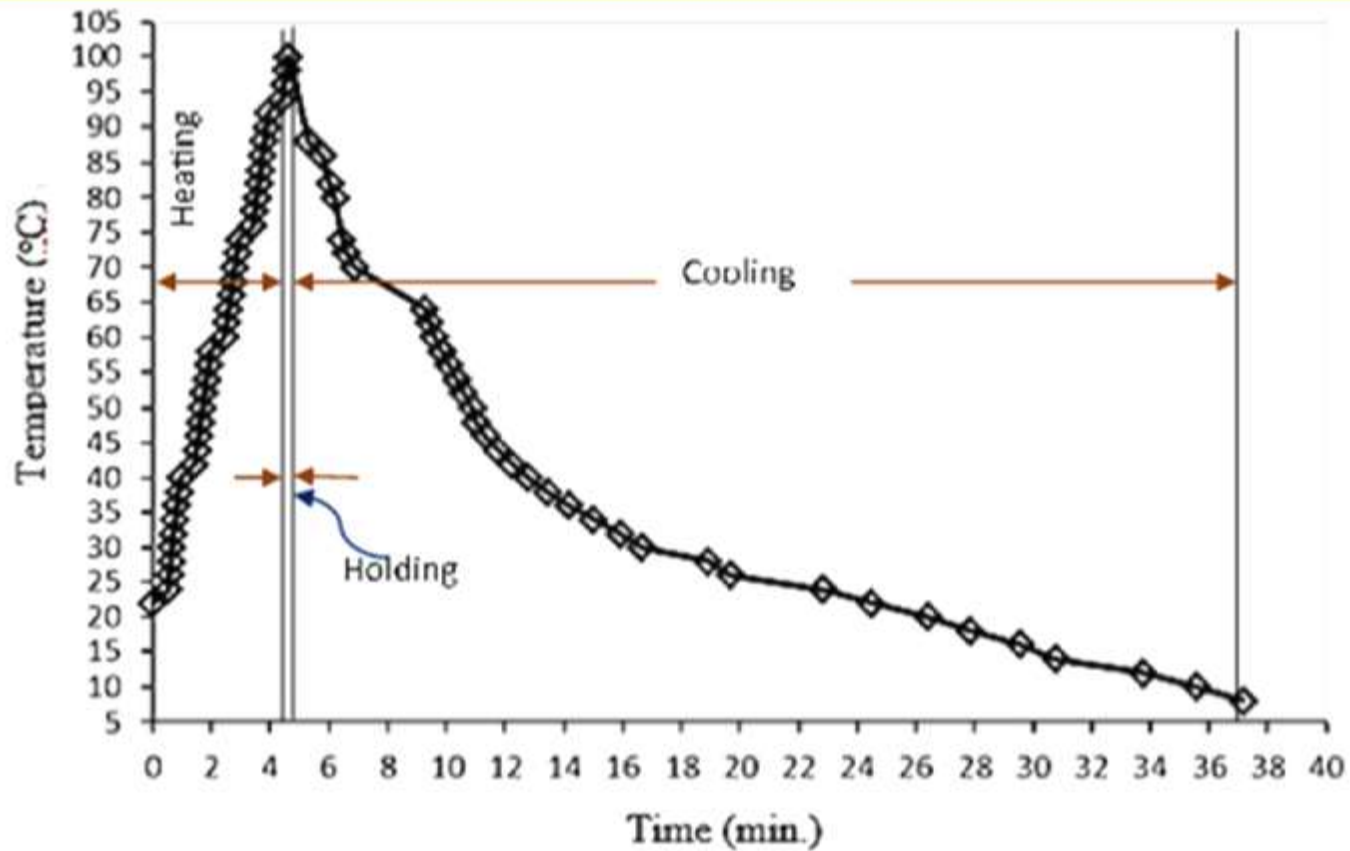


Figure 3

منحنى تسخين الحليب بالميكروويف 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	47×10^5 ^a	23×10^1 ^b
<i>E. coli</i>	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 الهيدروستاتيكي العالي

High Hydrostatic pressure

وهو تقنية بديلة لانتاج غذاء امن ويمكن حفظه 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 ما بين 300-700 MPa (7000 bar)

يقوم بتثبيط الخمائر والاعفان والخلايا البكتيرية واغلب الفايرووات. 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 التخزيني لليوغرت.
الحصول على منتجات البان (يوغرت) طازجة.
تنتج ايجبان امنة مايكروبييا 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
التخزيني.
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 تغييرات 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 Rosenthal و Calderón-Miranda *et al.*, (1998) and Silva, (1997) إلى إمكانية تقنية الضغط العالي على تدمير ما يصل إلى 8-log ومن دون التغير في الصفات الحسية والنوعية للمادة الغذائية

إن عملية التثبيت 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

تأثير 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 CO₂ treatment at 35°C and 30 MPa on the resistance of different *Bacillus* spp. spores

Organism	Treatment	D-value (min)
<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	Heat	
	Pressure	75.2
	CO ₂	385.0
<i>Bacillus subtilis</i>	Heat	19.0
	Pressure	9.3
	CO ₂	1667.0
<i>Bacillus coagulans</i>	Heat	9.5
	Pressure	6.9
	CO ₂	164.0
<i>Bacillus cereus</i>	Heat	8.5
	Pressure	6.9
	CO ₂	133.0
<i>Bacillus licheniformis</i>	Heat	7.9
	Pressure	8.5
	CO ₂	182.0

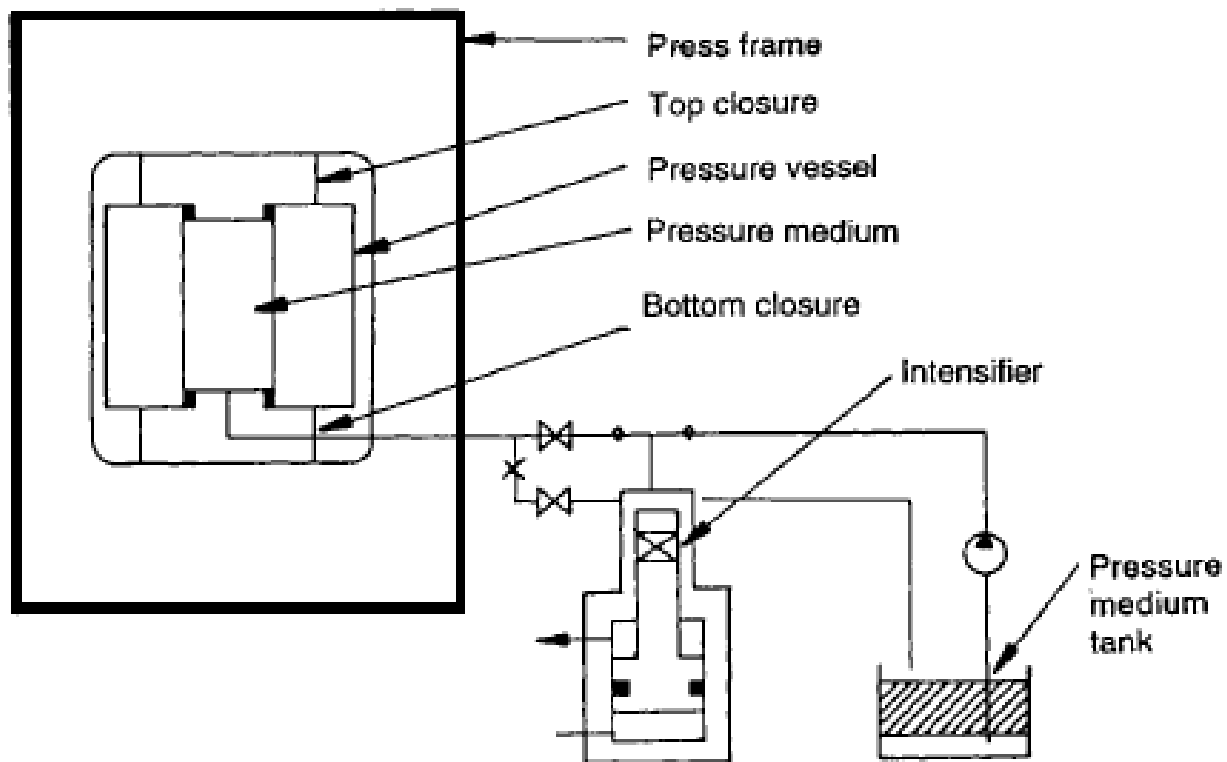
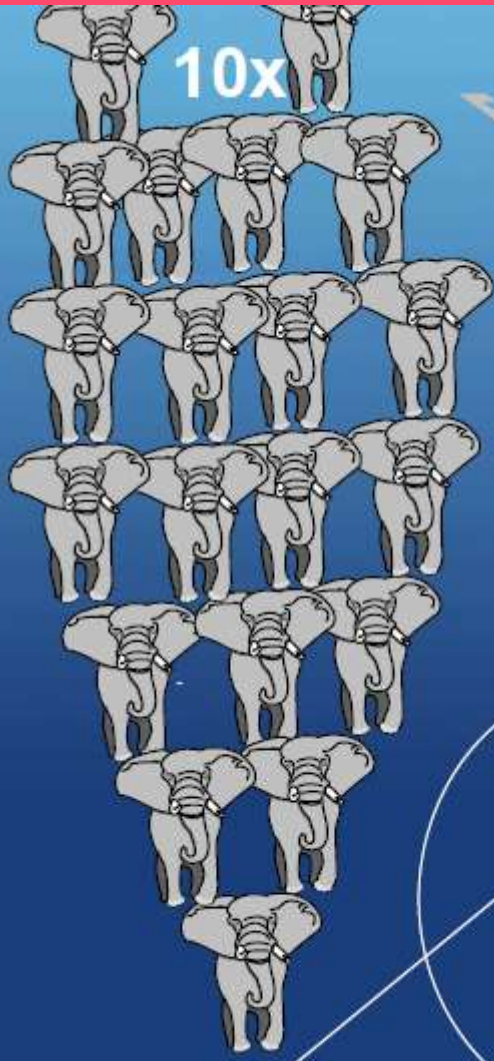


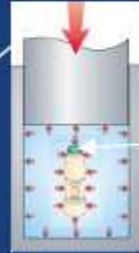
Fig. 9.2 Indirect compression equipment for high pressure processing.
(After Mertens (1995).)



Fresher under Pressure

鲜
高压加工使产品更新
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





Products after 600 Mpa 2 min



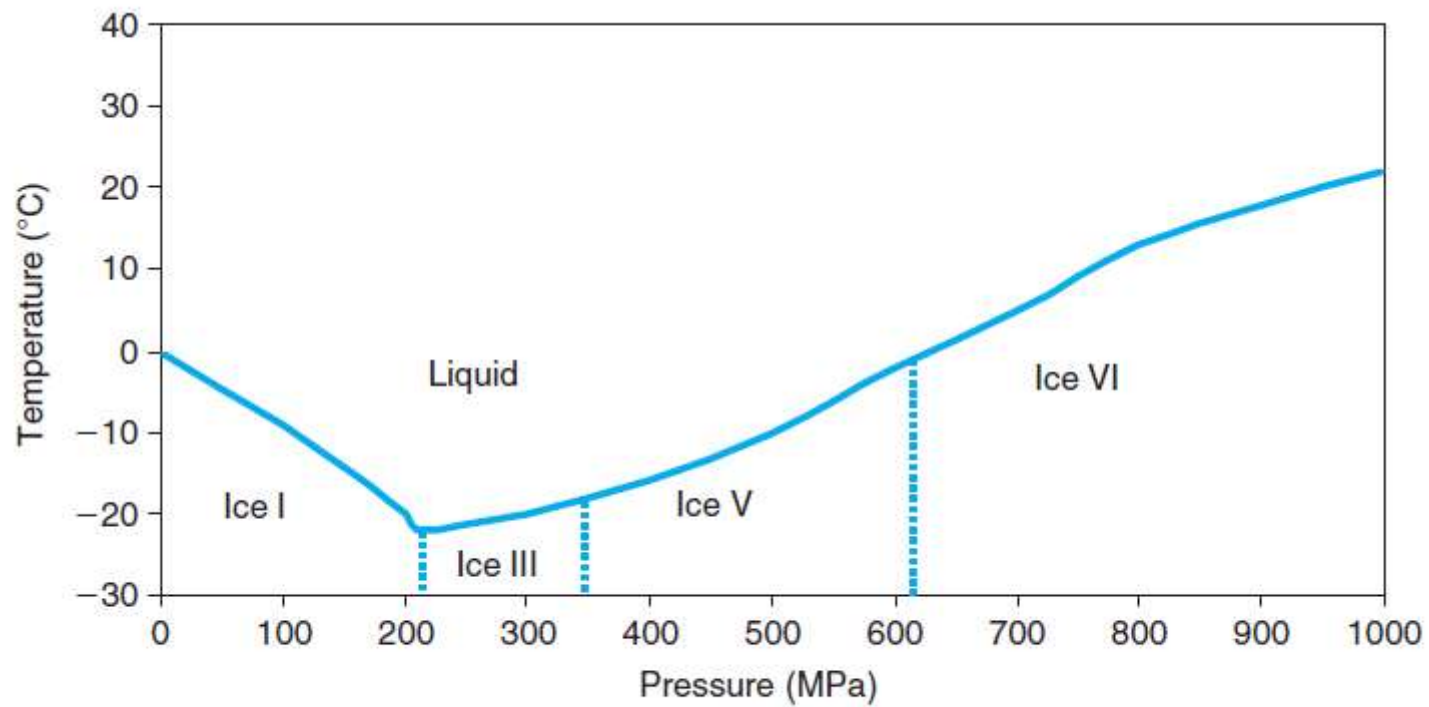
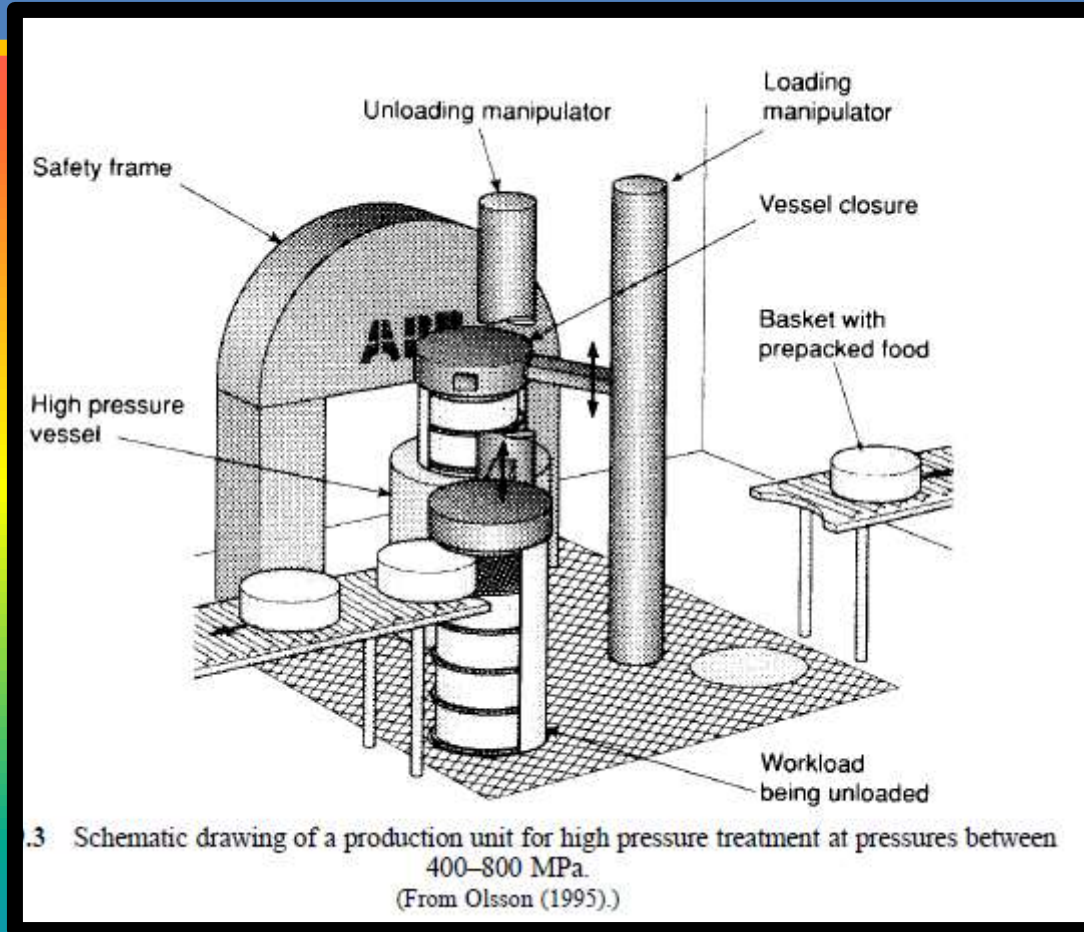


Figure 1.3 Phase diagram of water.

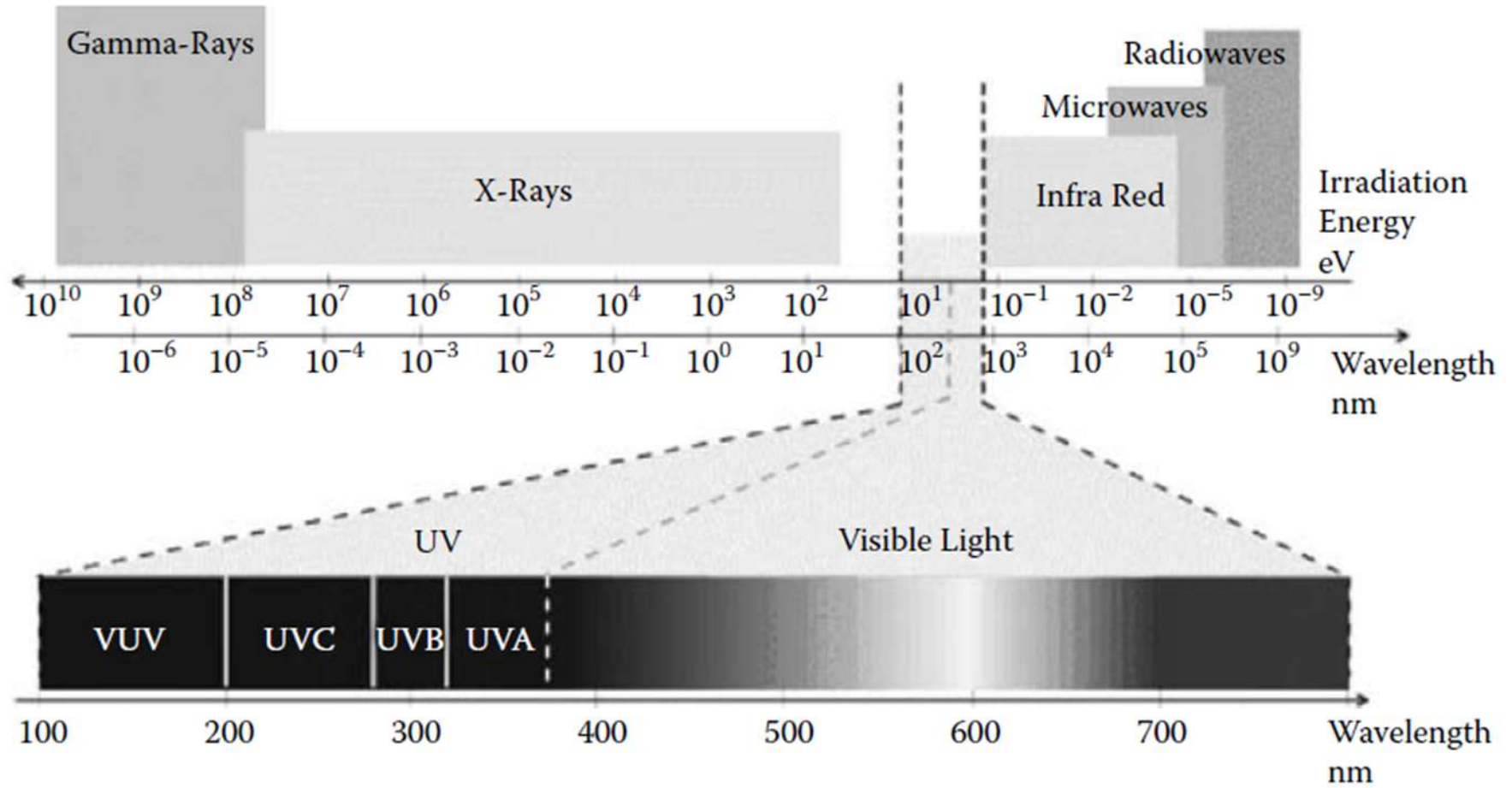
جهاز للتعقيم بالضغط الهيدروستاتيكي



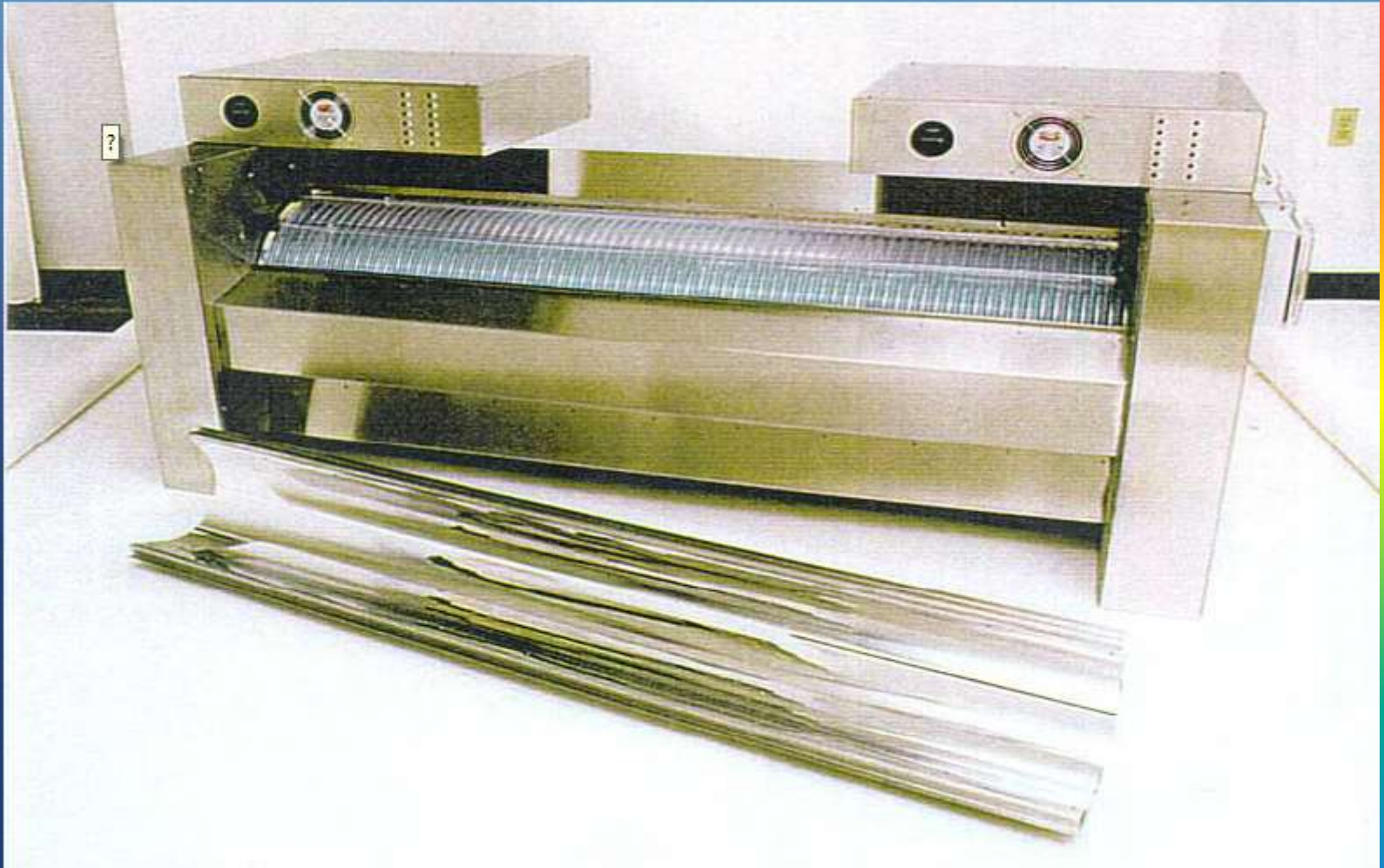
الأشعة فوق البنفسجية UV

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 أو اصر الكربون 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)

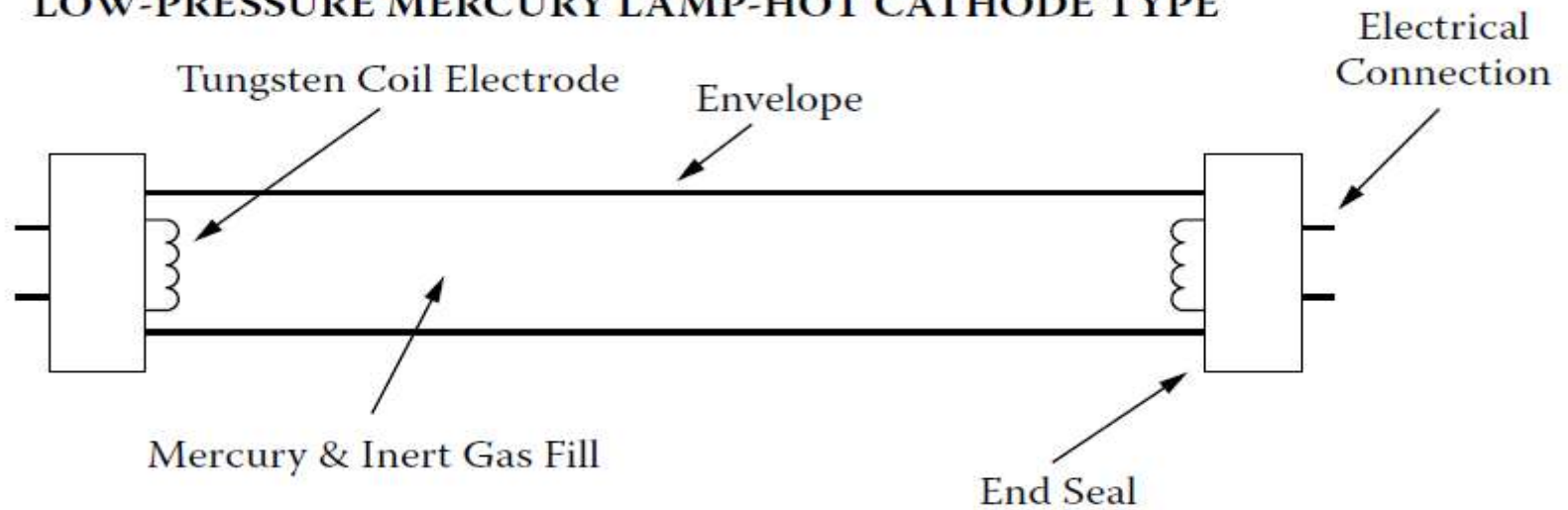
وقد أعطت إدارة الأغذية والعقاقير (FDA) Food and Drug Administration موافقة السوق على استخدام الأشعة فوق البنفسجية على علاج الماء والغذاء وتحت ظروف معينة (CFR, 2005). وأشار Koutchma, (2009) الى أن الأشعة فوق البنفسجية هي من أهم الوسائل اللاحرارية التي يمكن استخدامها في بسترة المواد الغذائية وتعرف على 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.



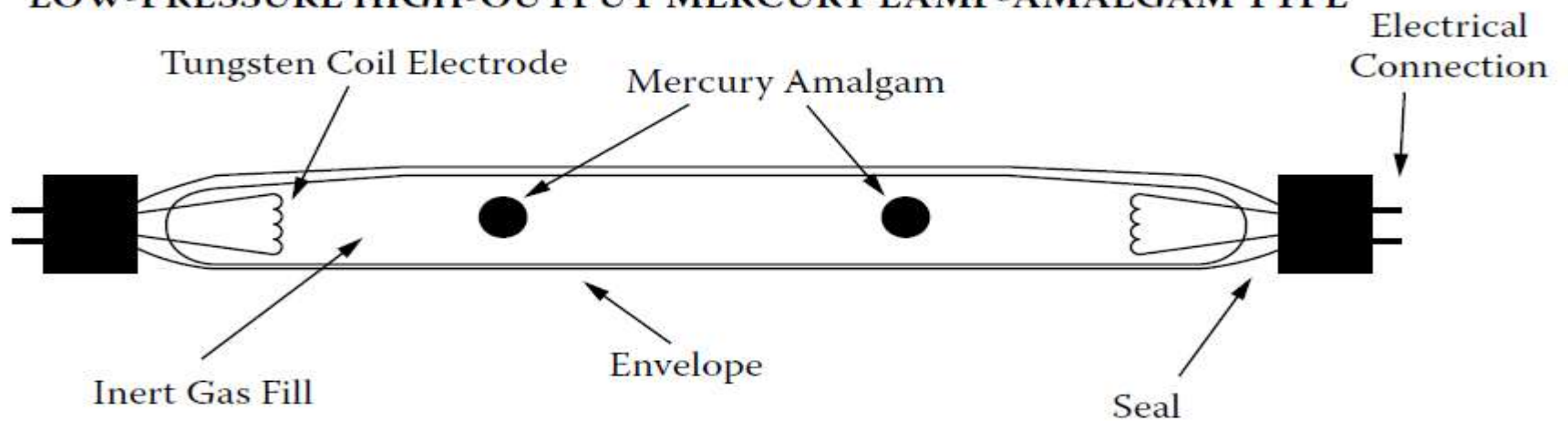
- Continuous Ultraviolet System at Food Science Australia

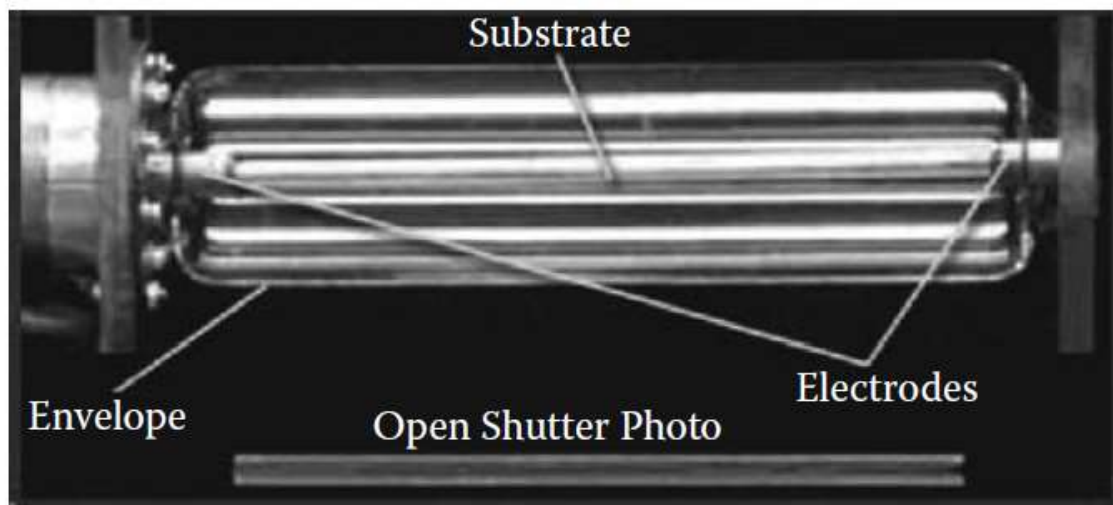


LOW-PRESSURE MERCURY LAMP-HOT CATHODE TYPE

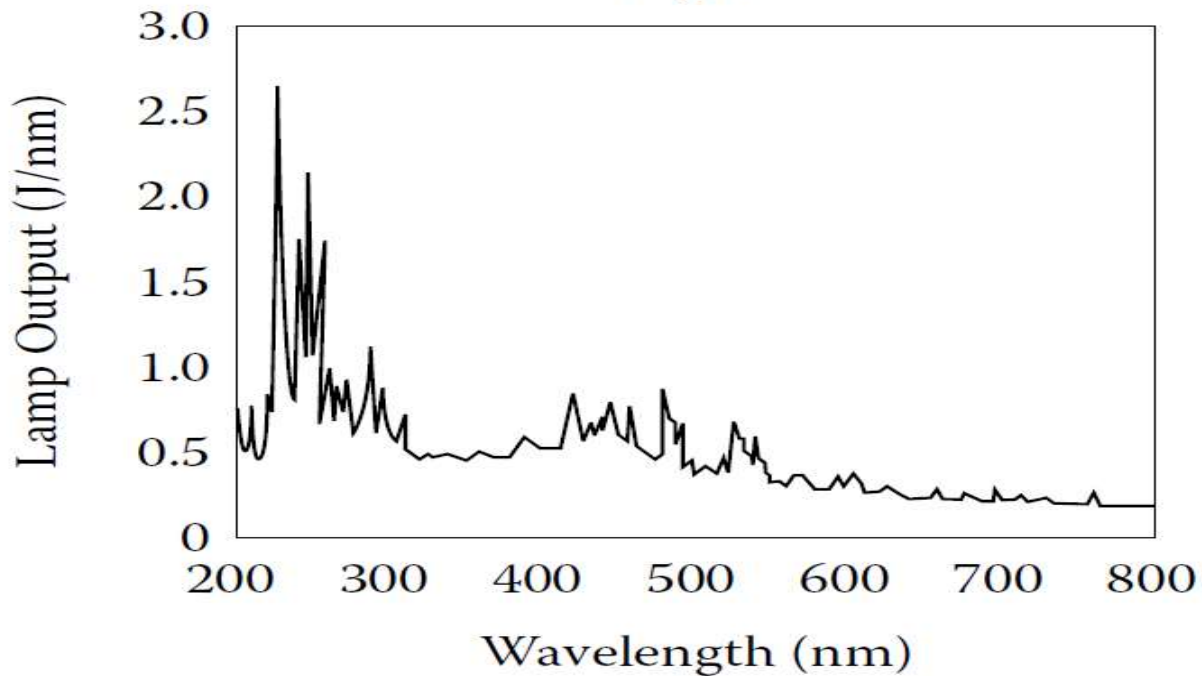


LOW-PRESSURE HIGH-OUTPUT MERCURY LAMP-AMALGAM TYPE

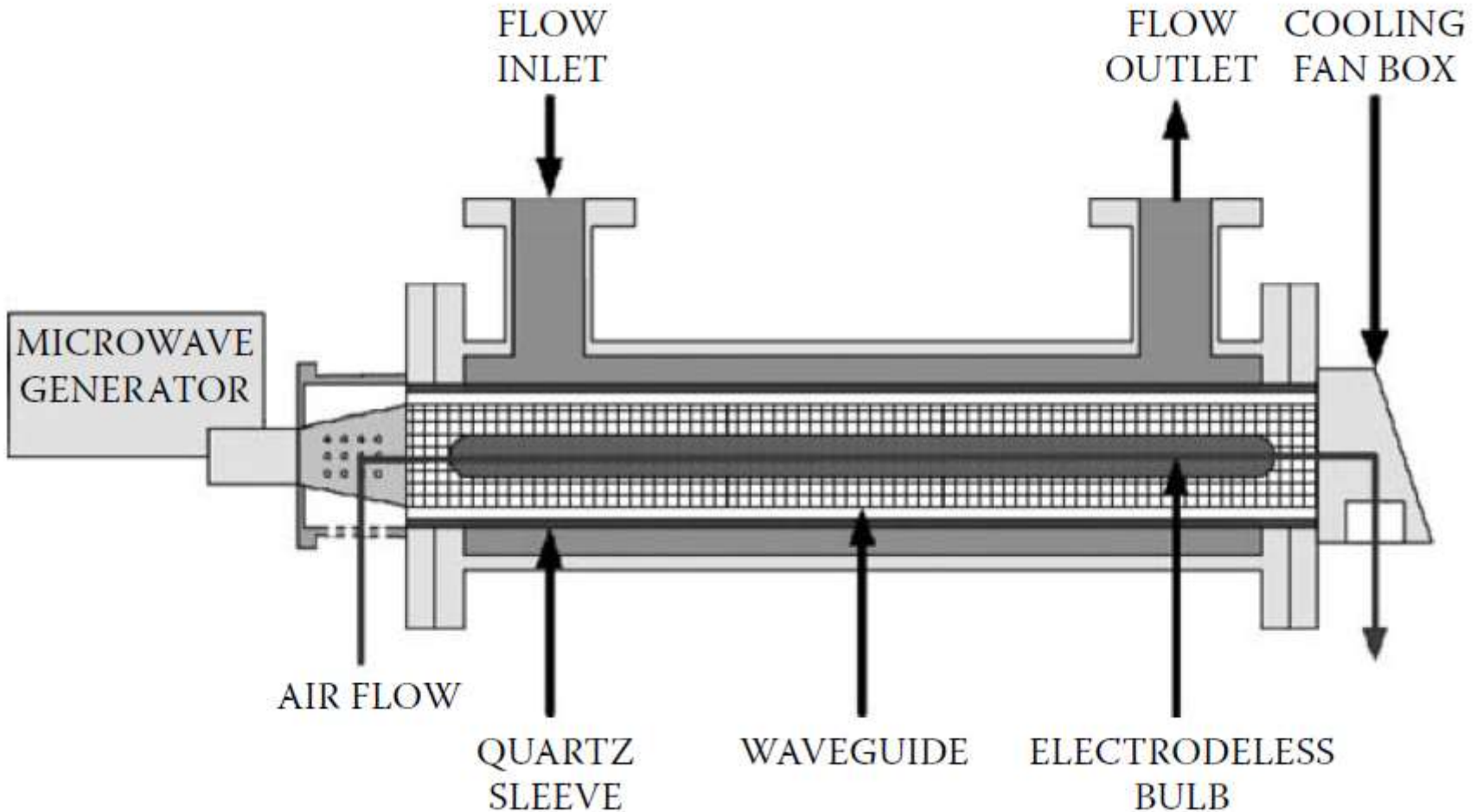




Pulsed electric discharge generates "light
Light



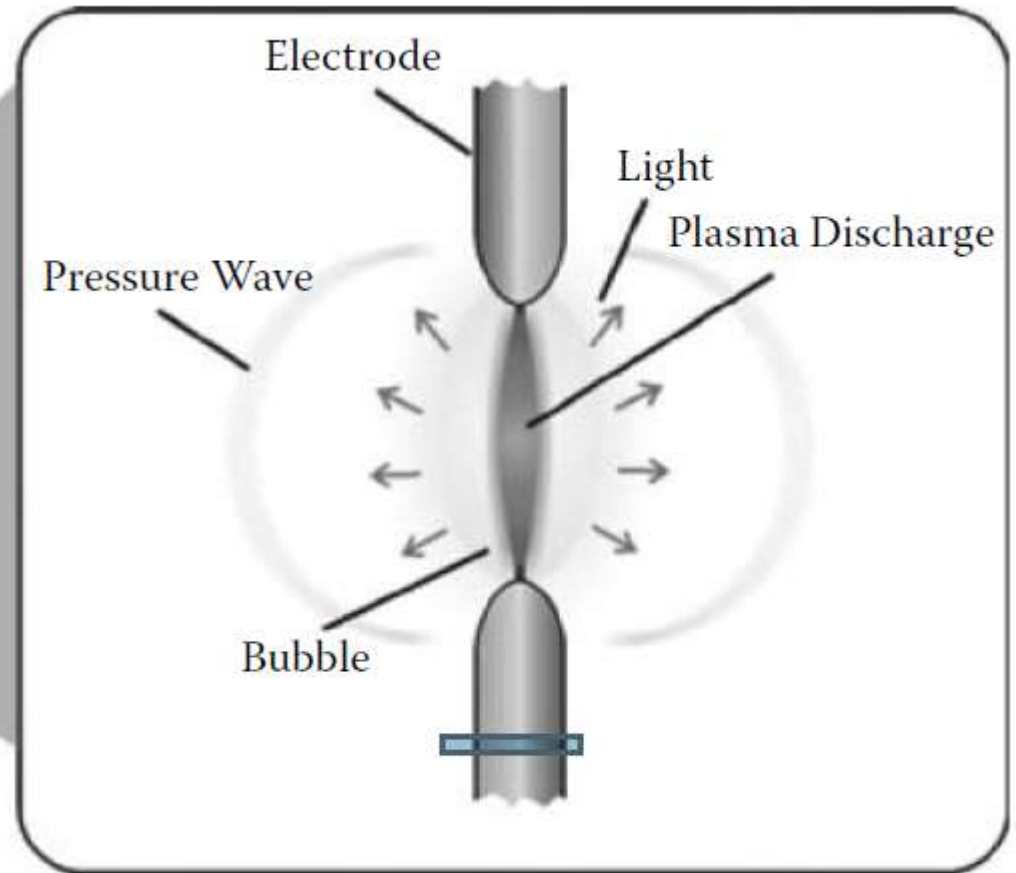
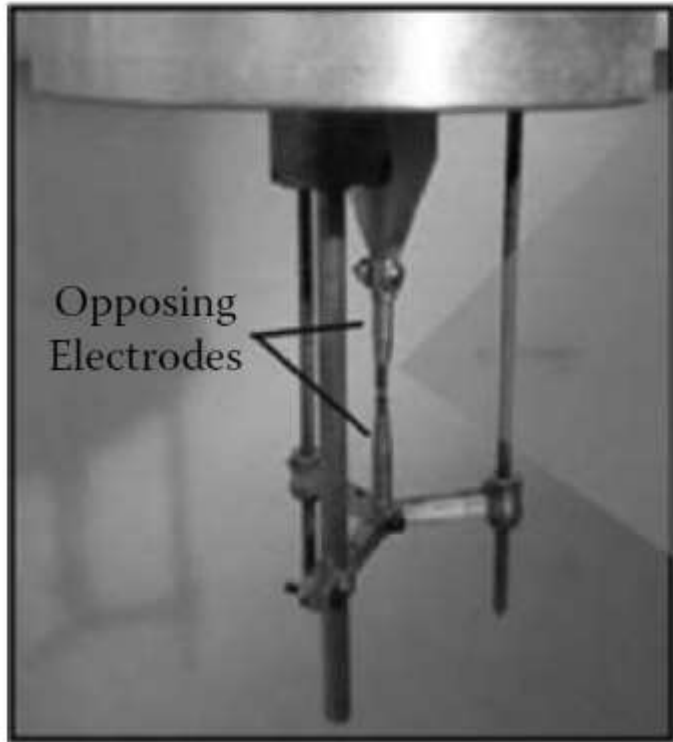
MICROWAVE UV LAMPS

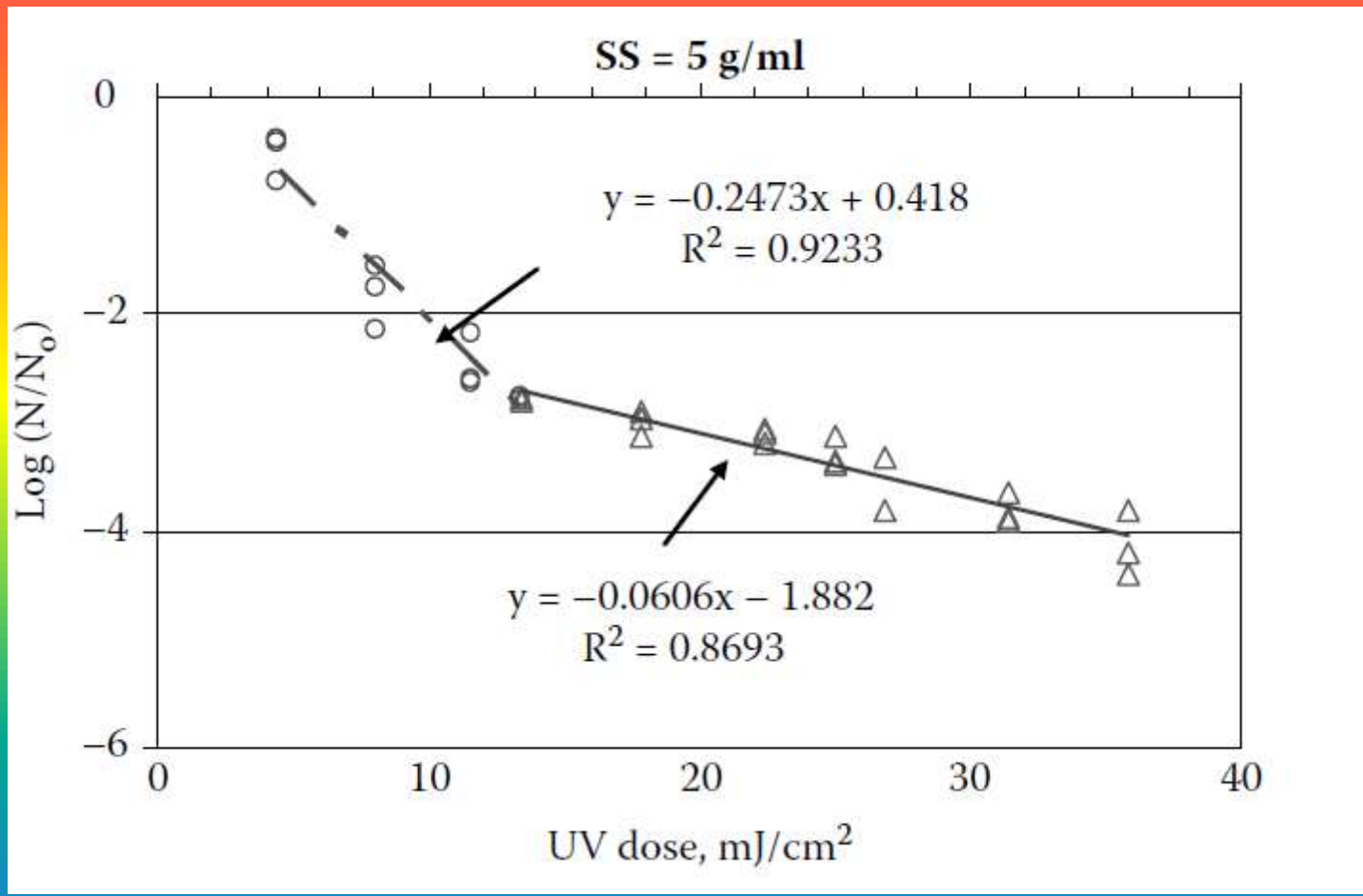


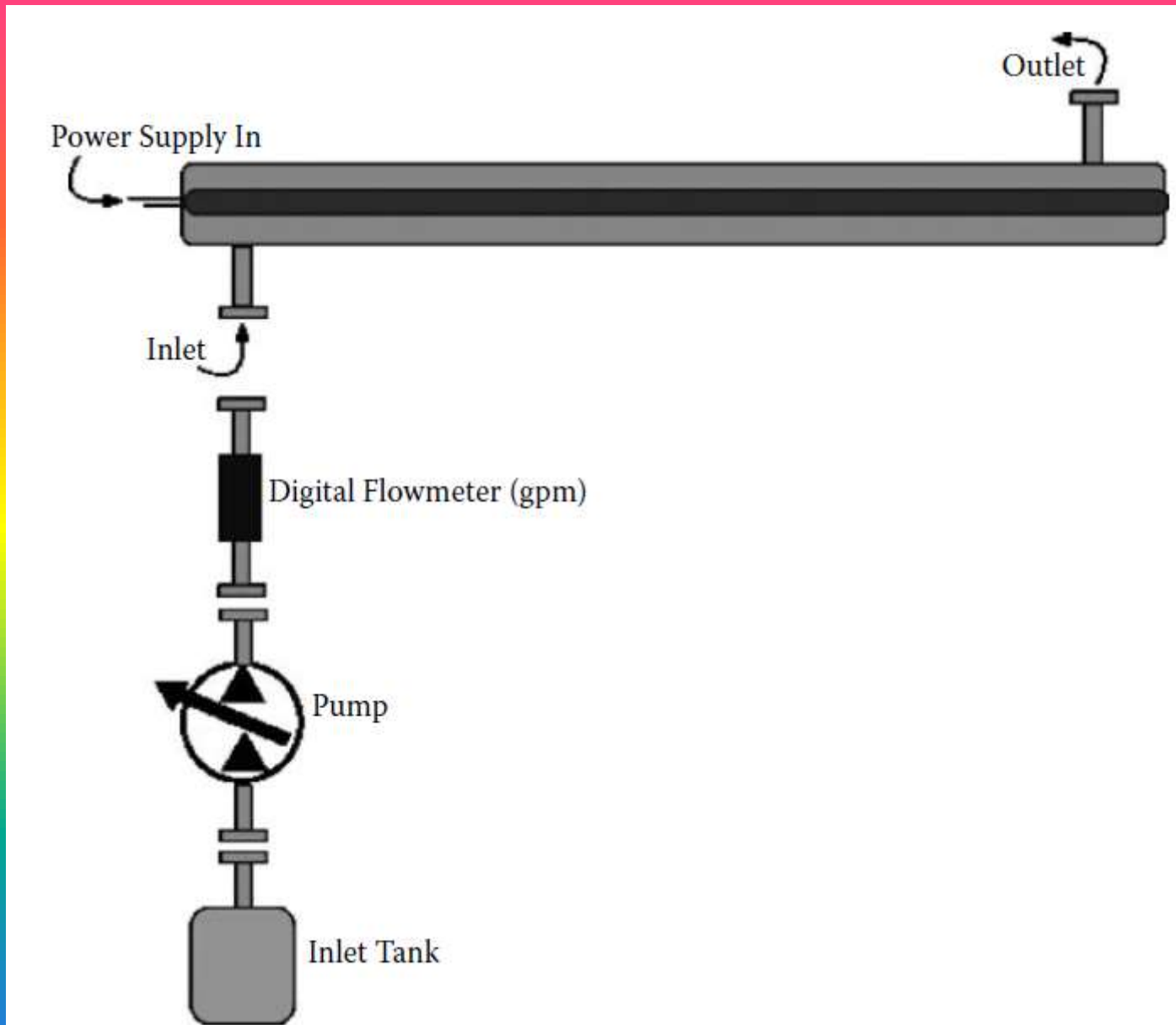
Efficiency Comparison for Mercury Lamps, Flash Lamp, Surface Discharge, and Sparker

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.





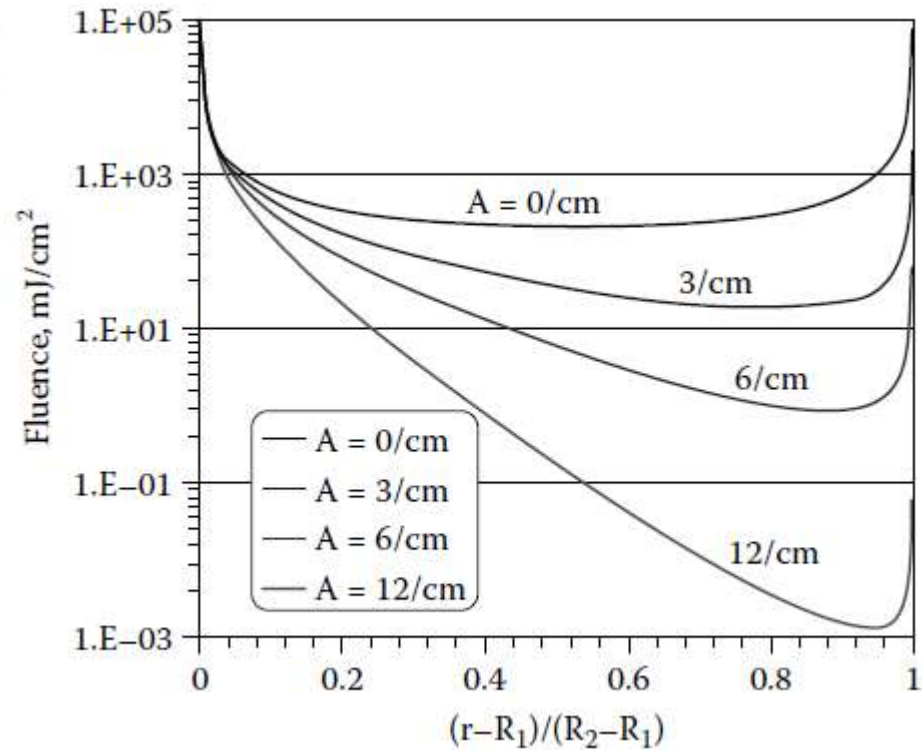
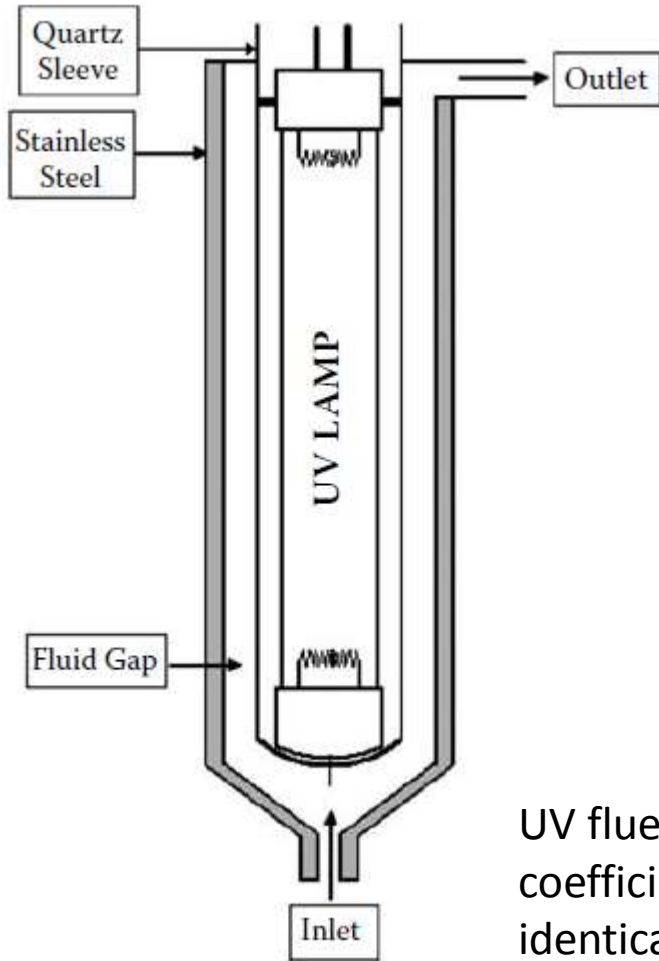


تأثير اشعة UV على نوعية الحليب

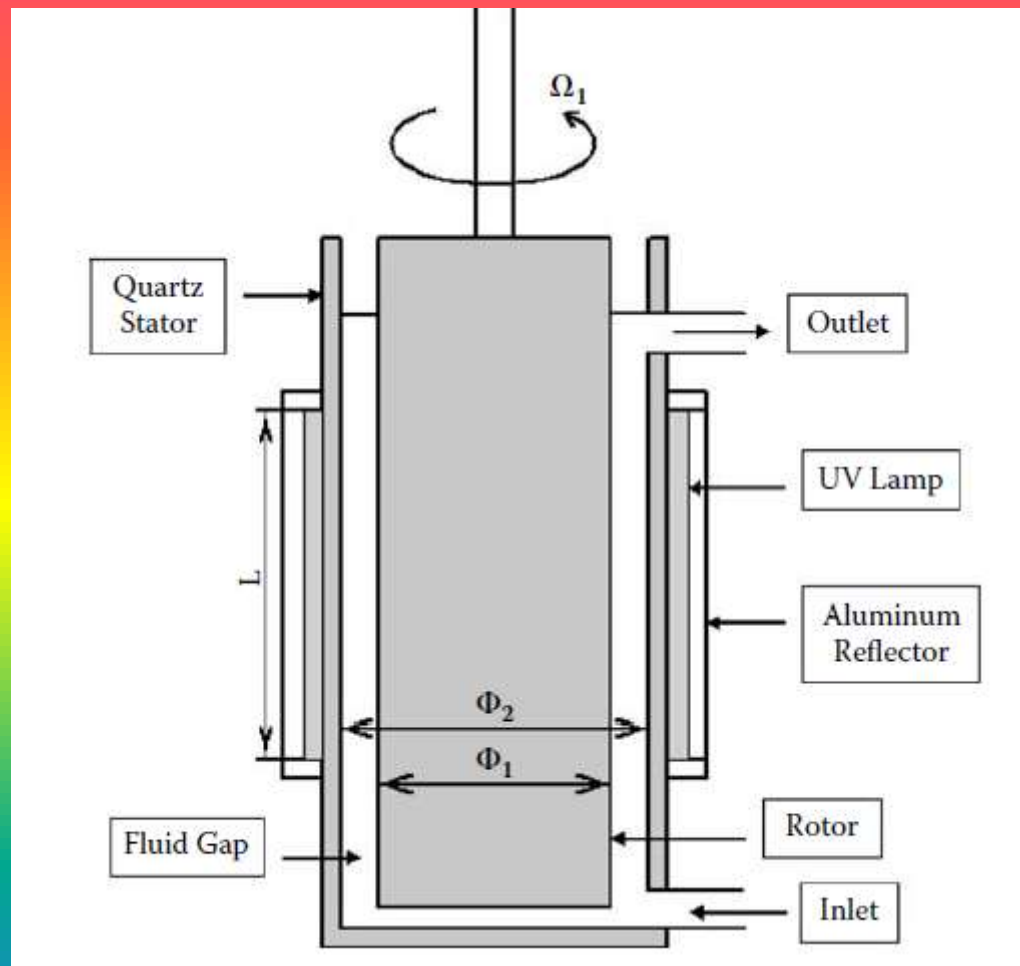
الحليب ومنتجاته حساسة بشدة الى الضوء ويفقد نوعيته اذا وضع في عبوات شفافة ويفقد نكهته ويحصل مايسمى بالبروتين المحروق "burnt protein," والملفوف (Spikes cabbage) (1981).>

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.

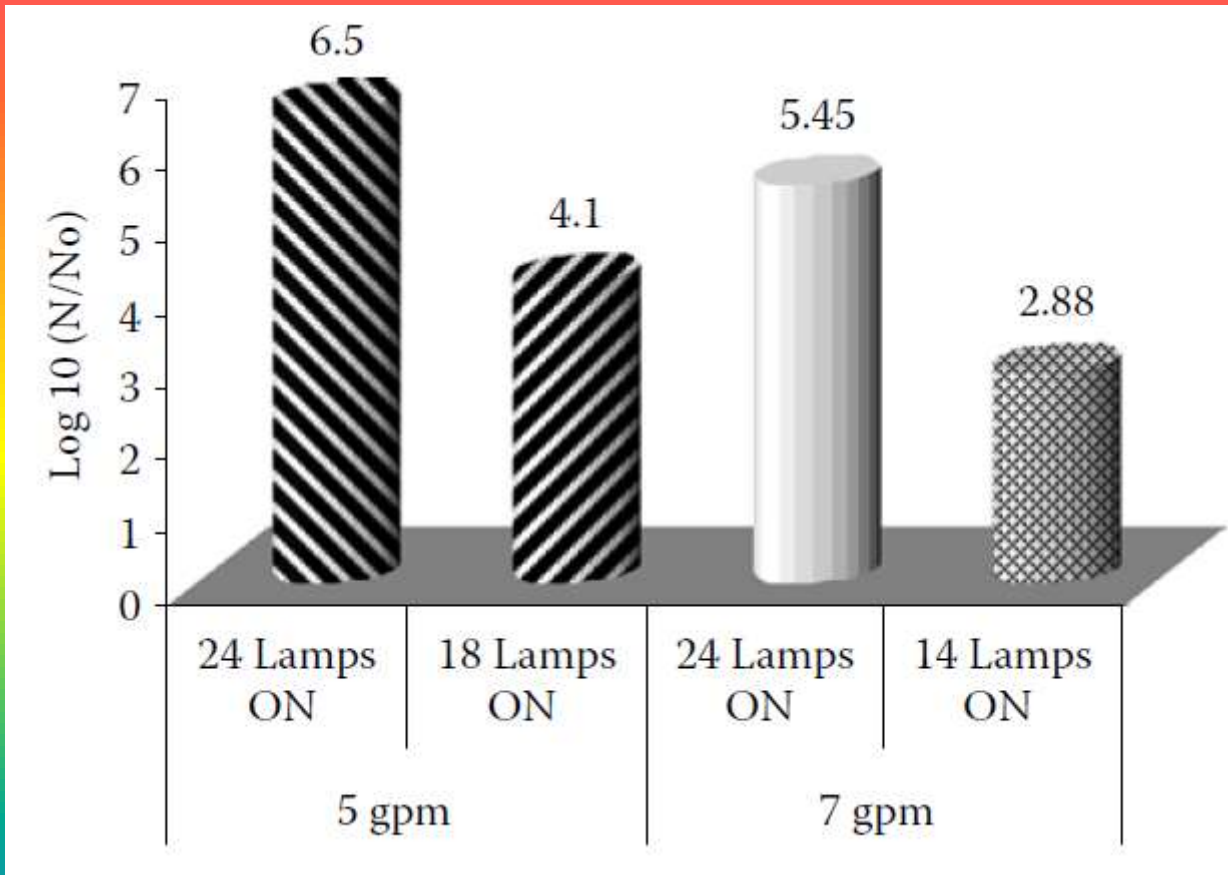
وجد باحثون انه عند معاملة حليب الماعز علة 254 nm انتج تغيرات في الخواص الحسية والكيميائية للحليب.



UV fluence profile in laminar flow with different absorption coefficients and $Q = 12 \text{ mL/s}$. 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. With permission.)



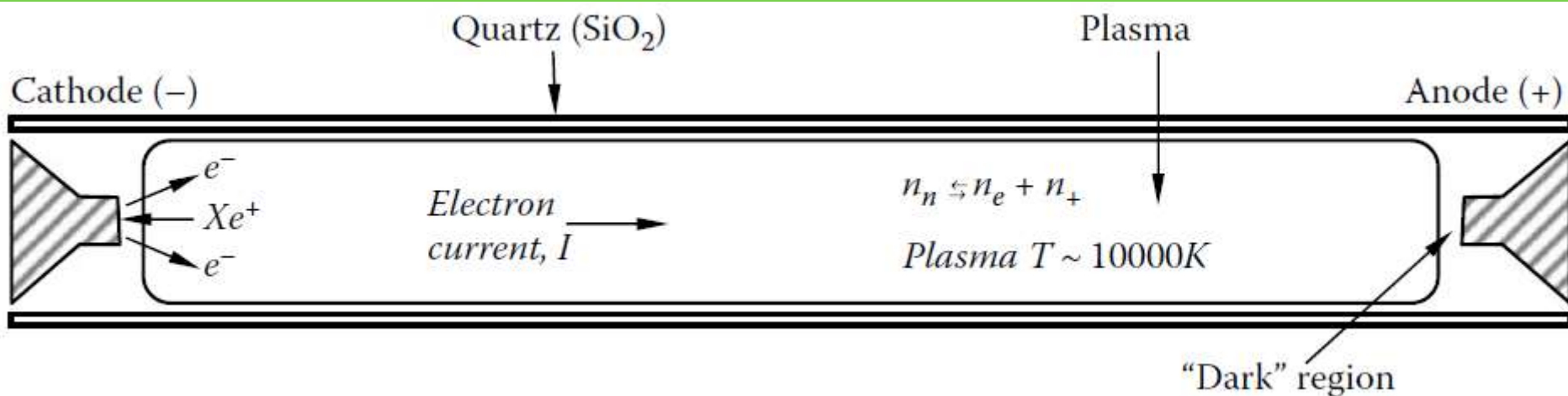
Effect of output power (24, 18, and 14 UV lamps “on”) and flow rate on inactivation of *E. coli* K12 in 0.2% model caramel solution

المعاملة بالضوء الومضي

Pulsed-Light Treatment

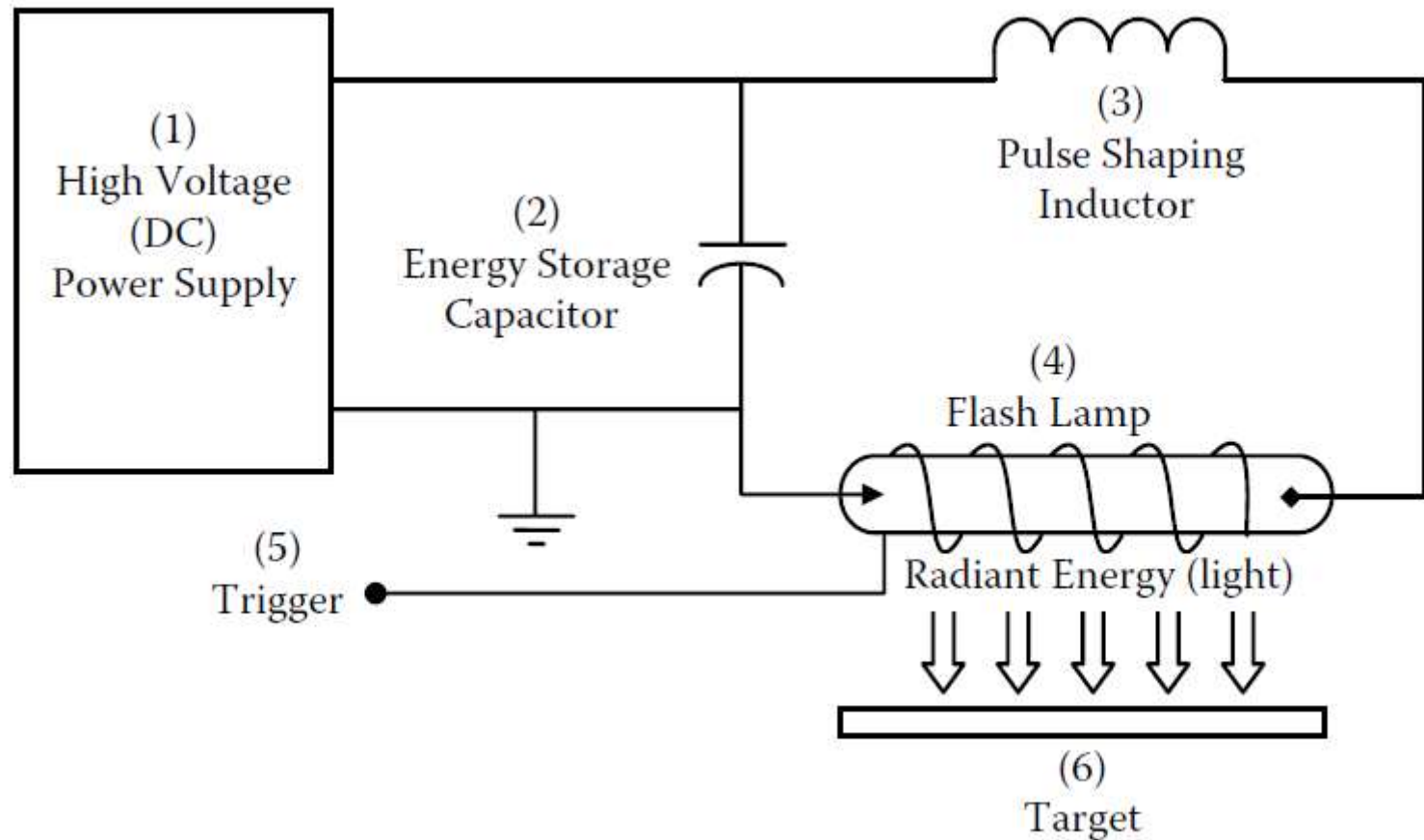
وهي من التقنيات الحديثة للقضاء على الاحياء المجهرية المرضية والمسببة للتلف في الاغذية وهو يقضي على الاحياء المجهرية المتواجدة على سطح الاغذية. وتتم العملية بتوجيه ومضات قصيرة ذات قدرة عالية على الغذاء للقضاء على البكتريا والخمائر والفايروسات.

فترة الومضة تتراوح بين $1 \mu\text{s}$ 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/cm ²)	Fluence/pulse (J/cm ²)	No. Pulses	Distance to Lamp (mm)	Inoculum (log CFU/mL)	Reduction (log CFU/mL)	Source
Apple cider	<i>Escherichia coli</i>	11.7	n.d.	n.d.	50.8	n.d.	5.5	Sauer and Moraru (2007)
Apple juice	<i>Escherichia coli</i>	8.8	n.d.	n.d.	50.8	n.d.	>7	Sauer and Moraru (2007)
Butterfield phosphate buffer	<i>Listeria innocua</i>	13.3	n.d.	12	50.8	7.45	6.04	Uesugi et al. (2007)
Milk	<i>Serratia marcescens</i>	25.1	n.d.	n.d.	n.d.	4.4	>2.0	Smith et al. (2002)
Phosphate buffer	<i>Staphylococcus aureus</i>	84	5.6	15	80	7–8	7.5	Krishnamurthy et al. (2004)
Potassium phosphate buffer	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	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	<i>Cryptosporidium parvum</i>	n.d.	0.25	2	n.d.	5.6	4.2	Huffman et al. (2000)
Water	<i>Klebsiella terrigena</i>	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)

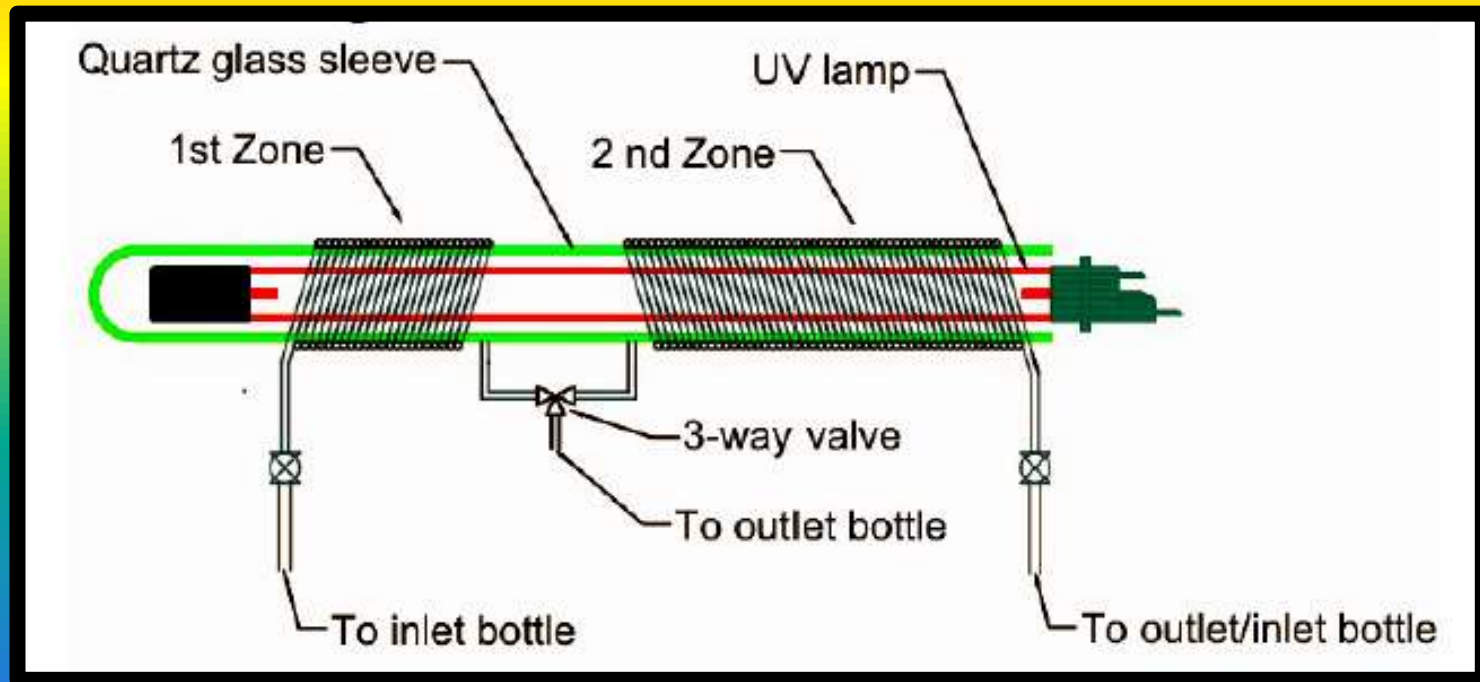
Note: n.d. = no data available.

النشاط الانزيمي لا يتأثر بأشعة UV

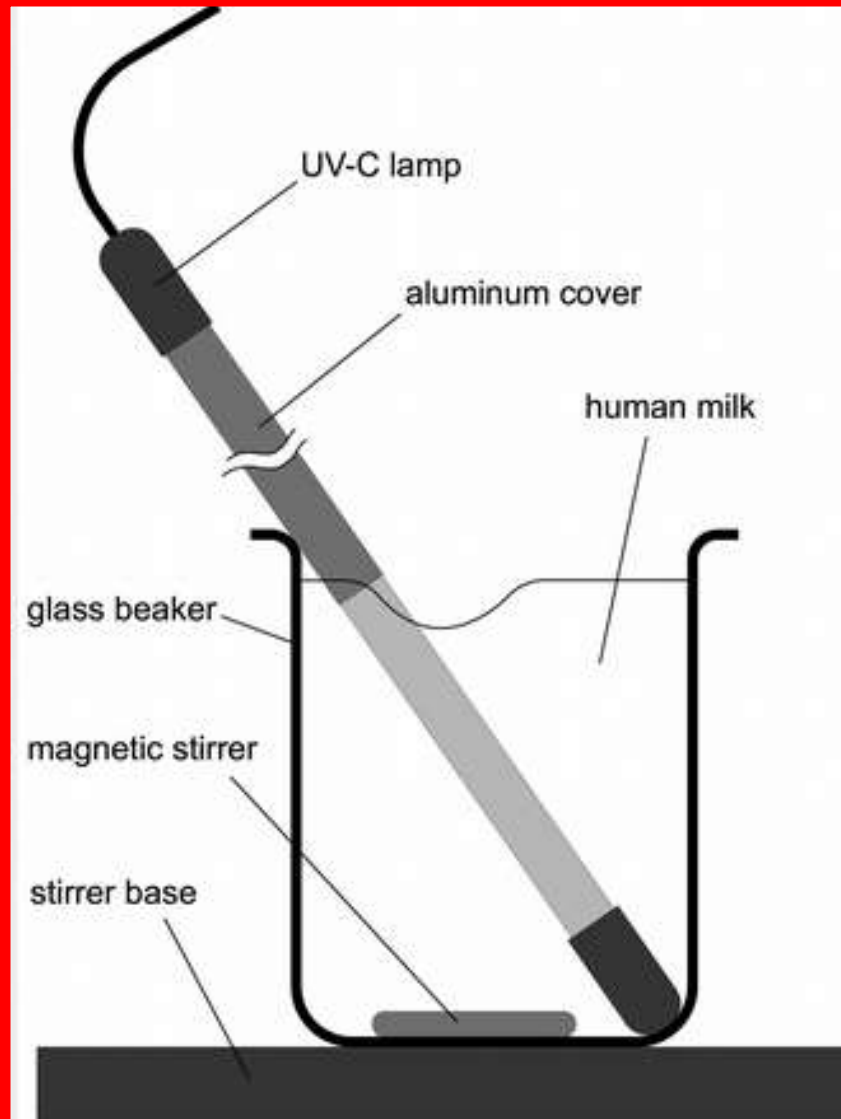
محددات اشعة UV

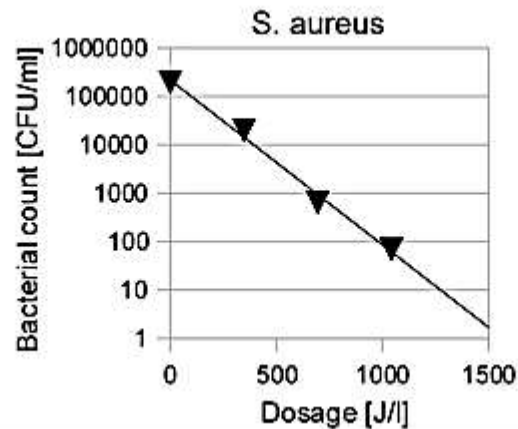
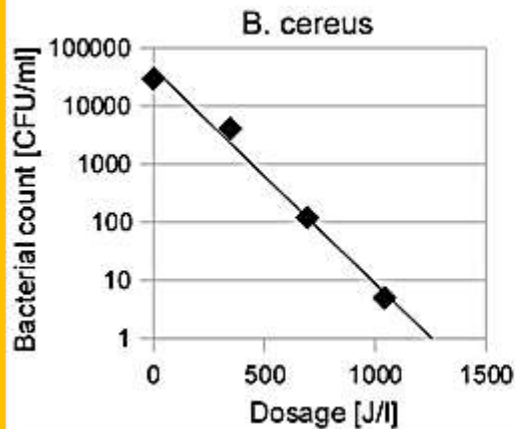
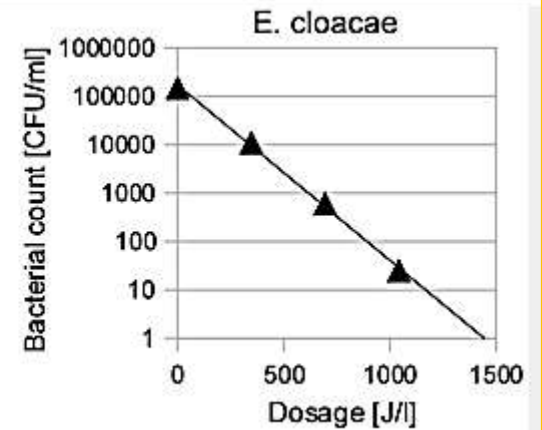
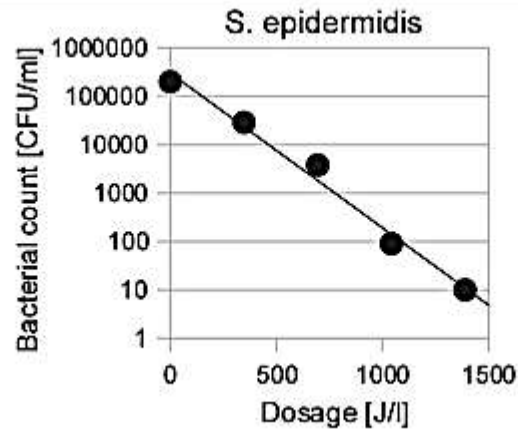
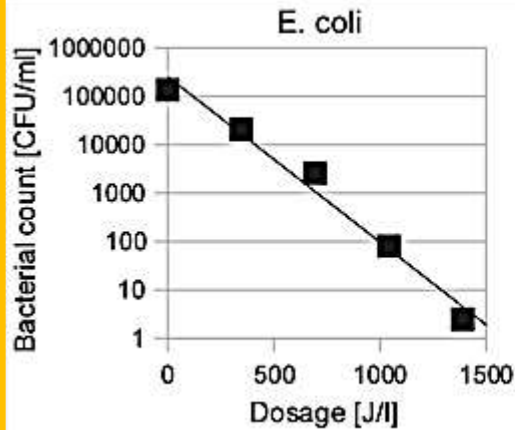
الخمائر والأعفان تتأثر بصورة قليلة بـ UV
يكون الغذاء غير مرغوب به نتيجة التفاعلات
الكيميائية الجانبية وهذه تعتمد على جزيئات
المنتج والطول الموجي وتوفر الأوكسجين
شدة الشمعة تتخفف مع الزمن
التصاق المادة السائلة بجدران الجهاز مما يضعف
الطاقة المارة إلى المادة.

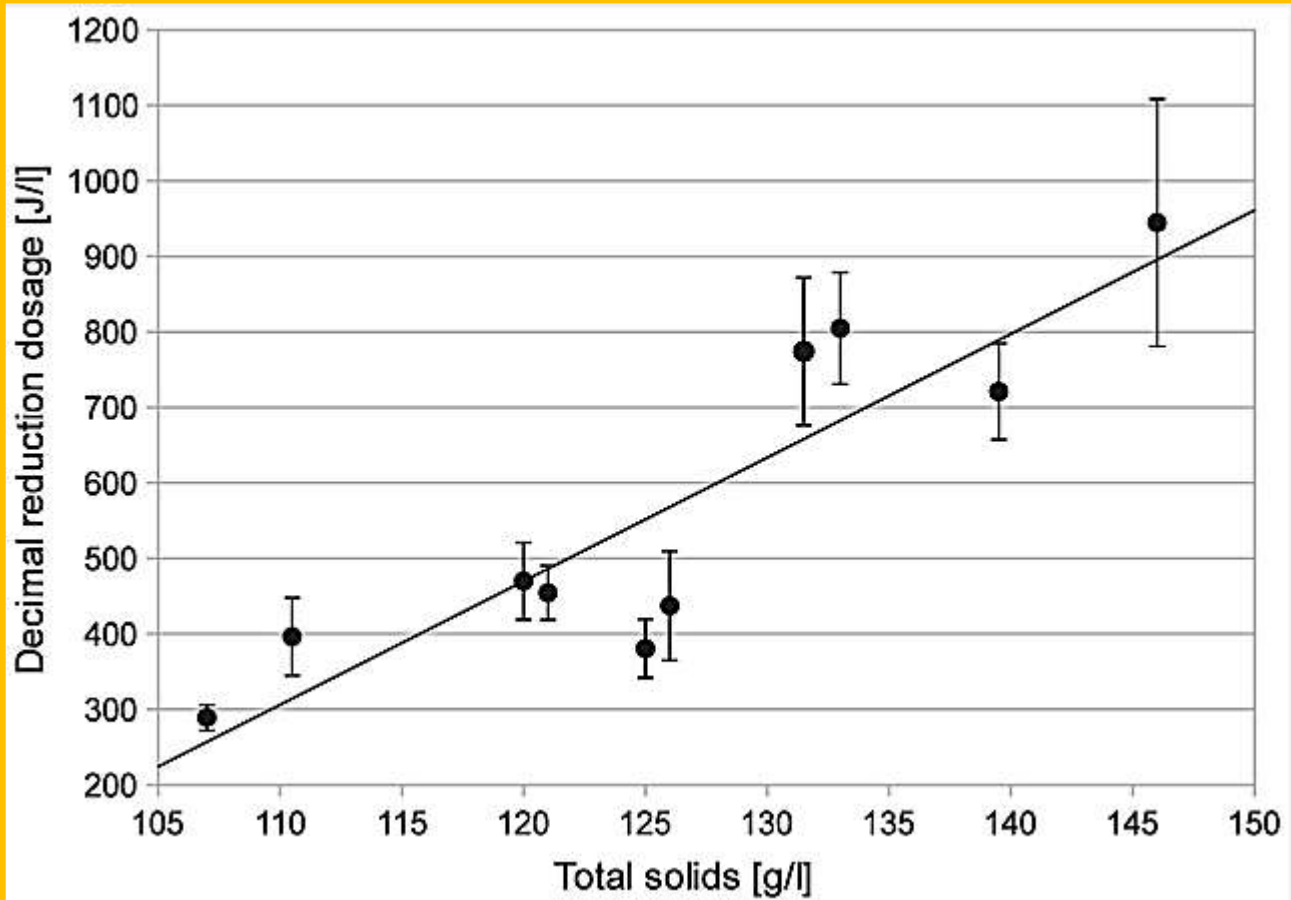
بسترة الحليب باشعة UV حيث يمر الحليب
بواسطة انبوب شفاف ملفوف حول شمعة لتوليد
اشعة UV فيدور الحليب حول الاشعة ويتعرض لها
ويتم القضاء على الاحياء المجهرية.



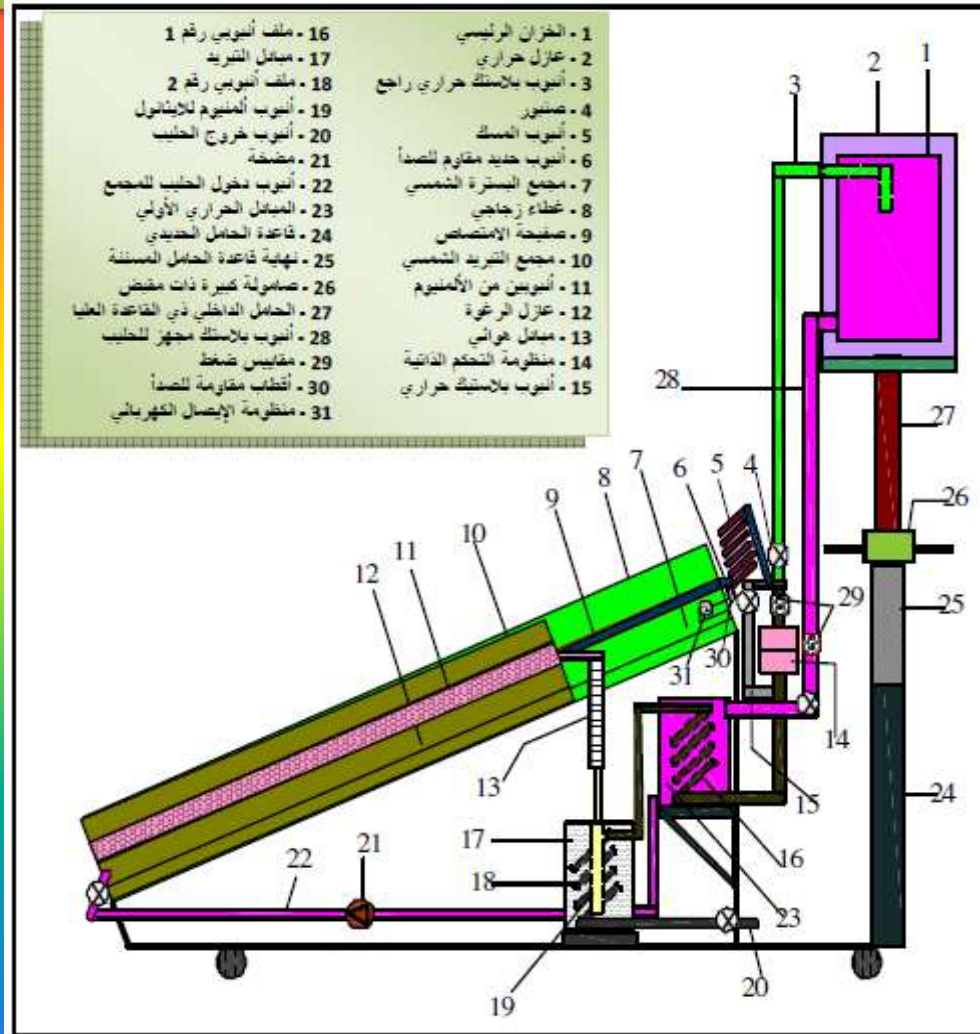
البسرة على دفعات بأشعة uv







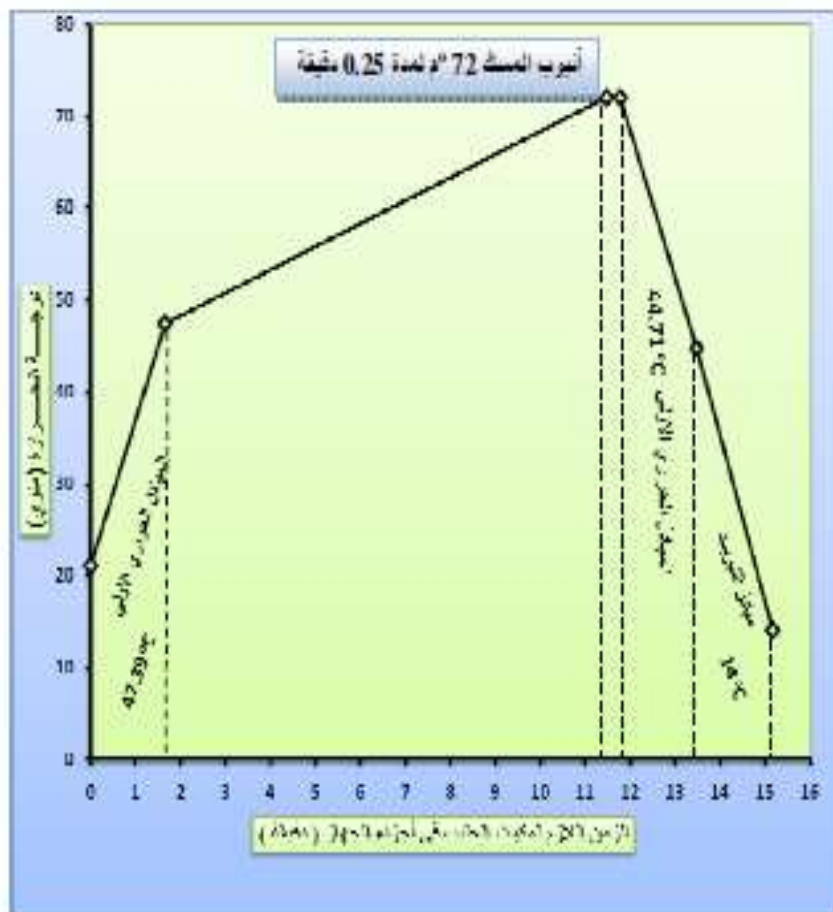
بسترة الحليب بالطاقة الشمسية



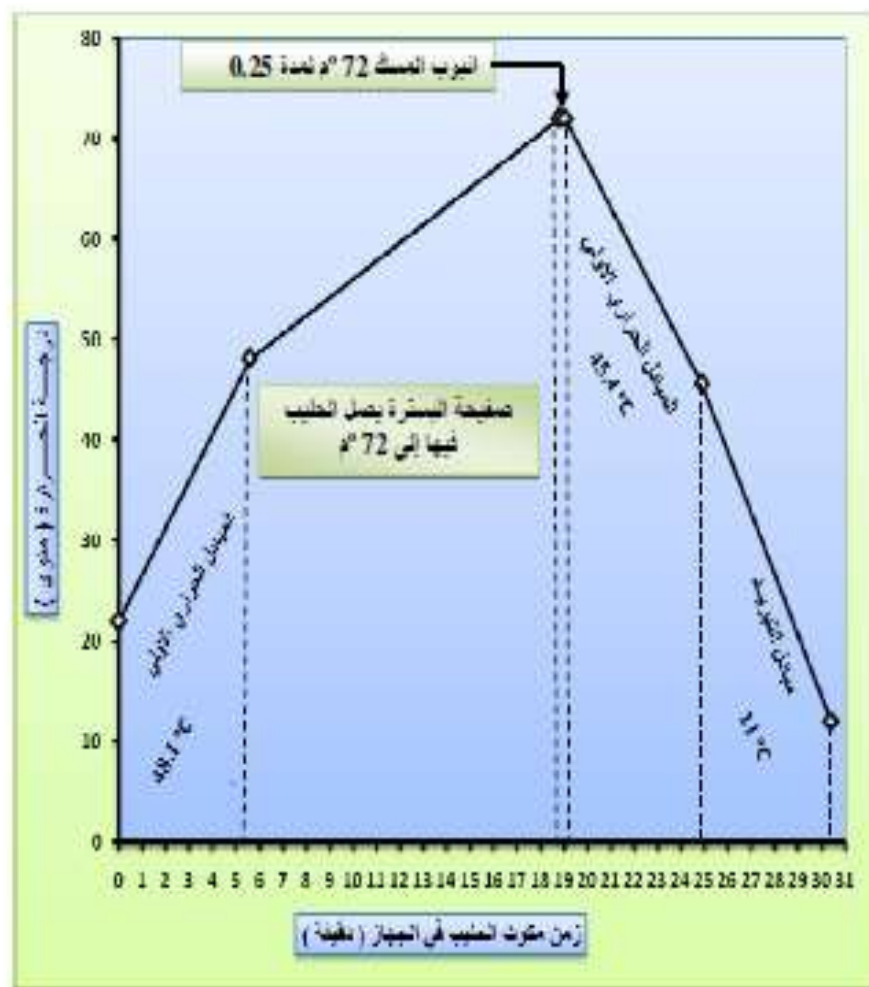
شكل (4-4) : رسم تخطيطي لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية .

صور المبستر الشمسي

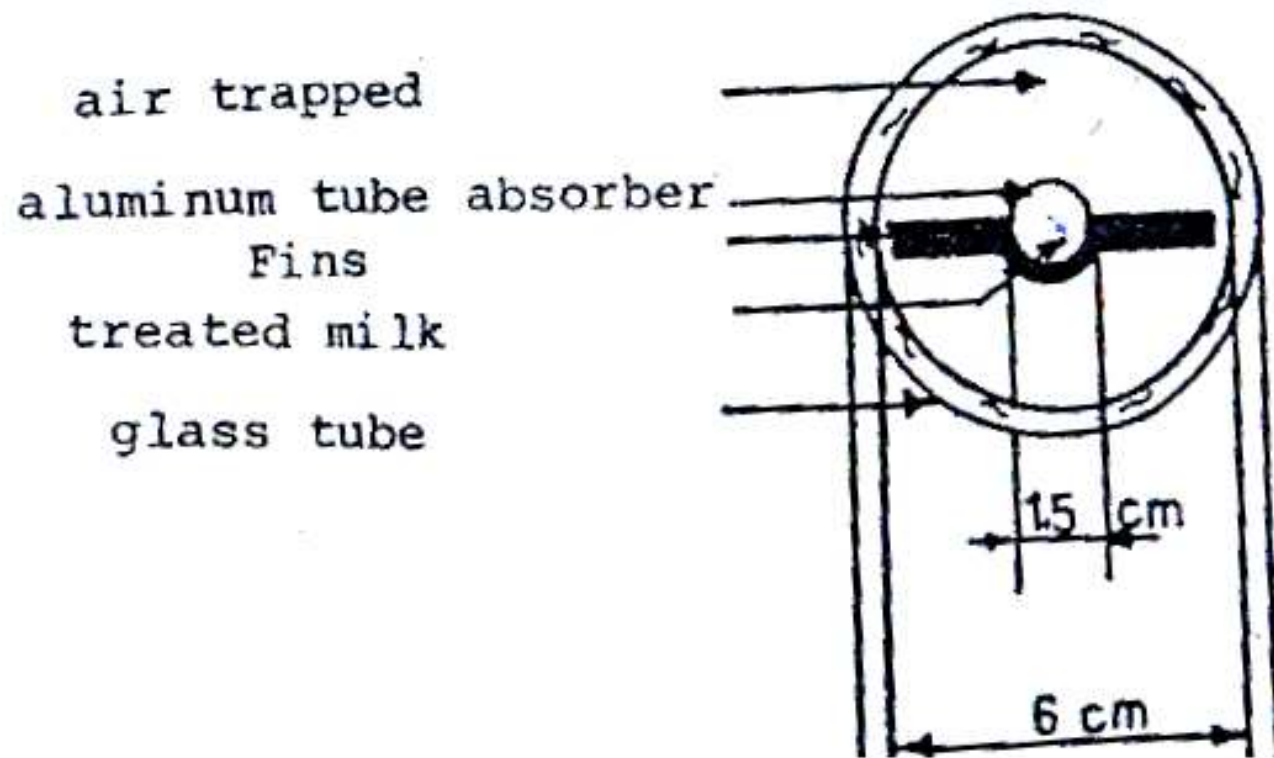




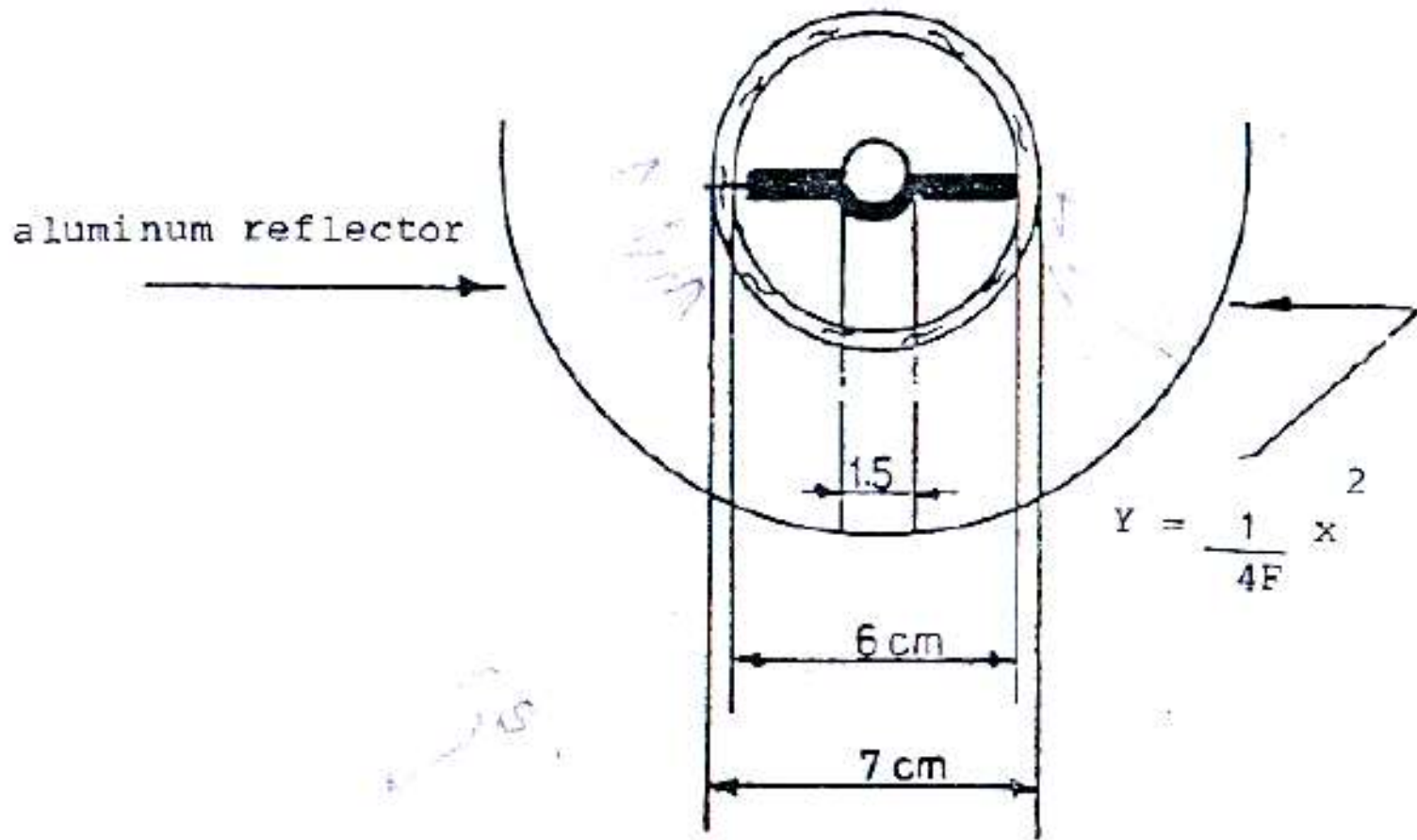
شكل (14 - 5) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الصيف (الربيع، 2010)



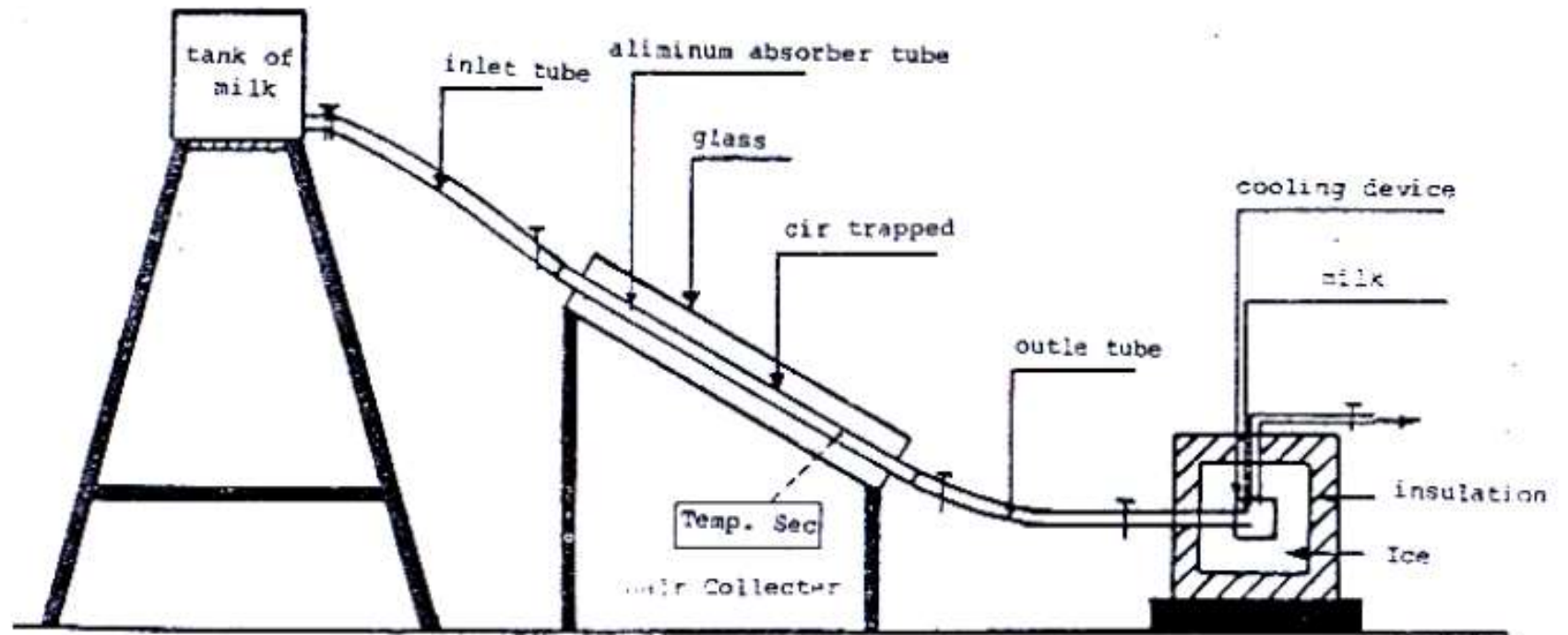
شكل (15 - 5) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الشتاء (الربيع، 2010)



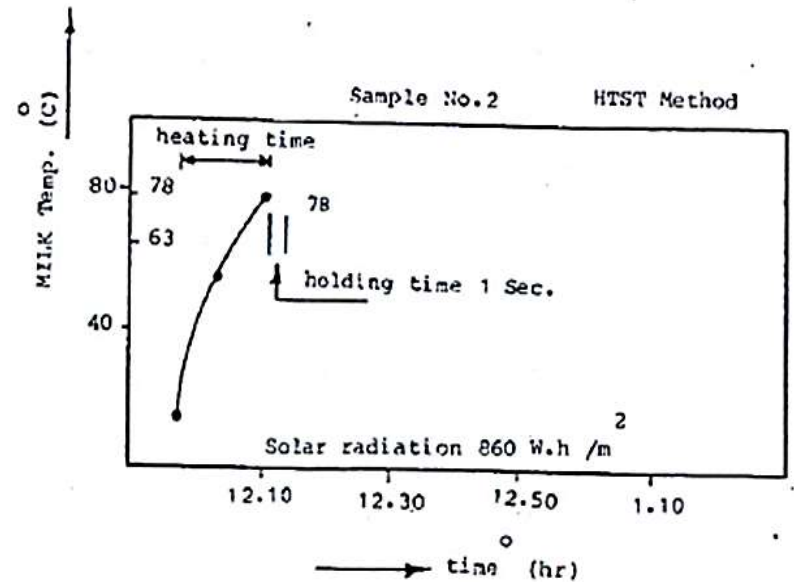
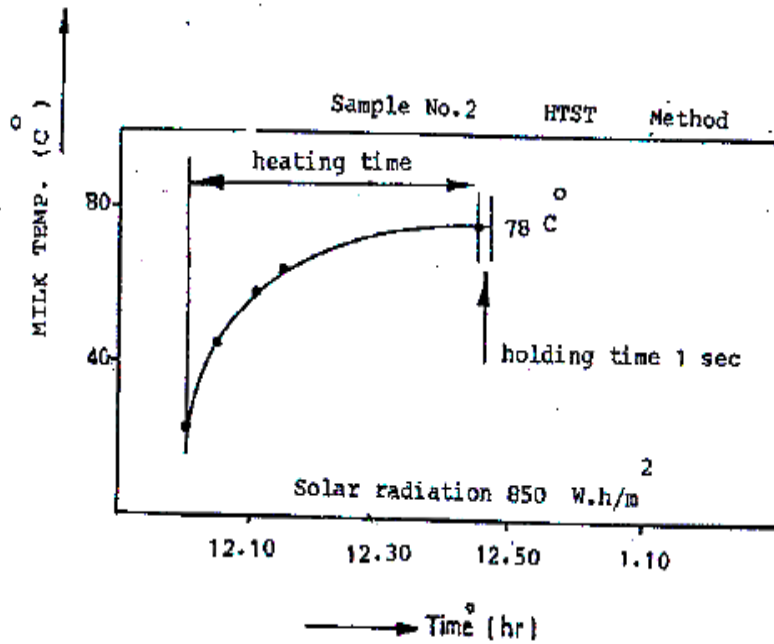
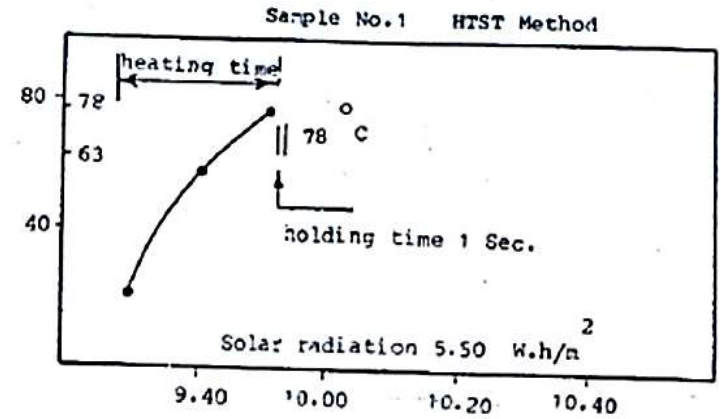
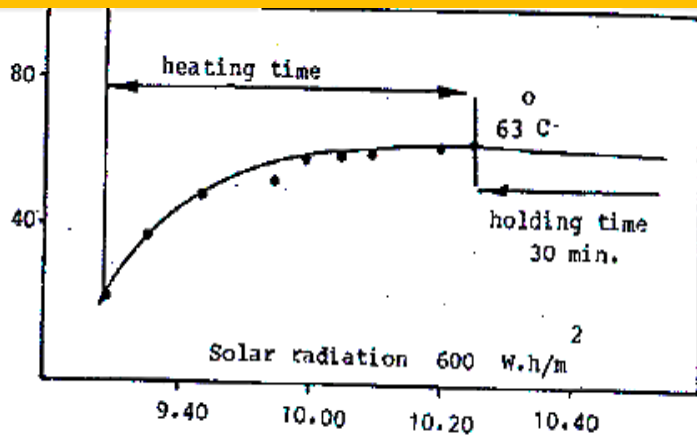
شكل (5-1) : مقطع للمجمع الشمسي الانبوبي المفرغ
لبسترة الحليب. (Razzak et al., 1985).



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



شكل (5-3) : جهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية.
(Razzak et al., 1985)



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

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



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

a



شكل (5-7) : تصنيع الهيكل.

b



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

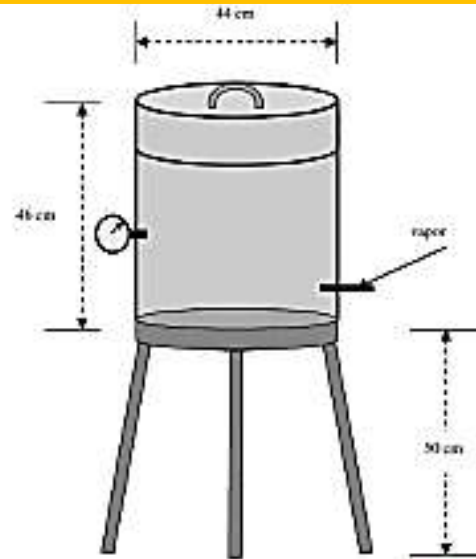
a



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

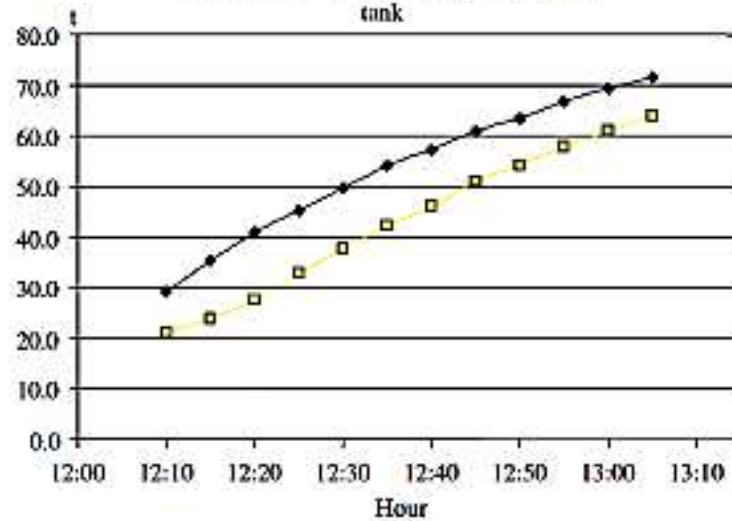


شكل (5-10) : المركز الشمسي التقليدي, (Franco et al., 2004)



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

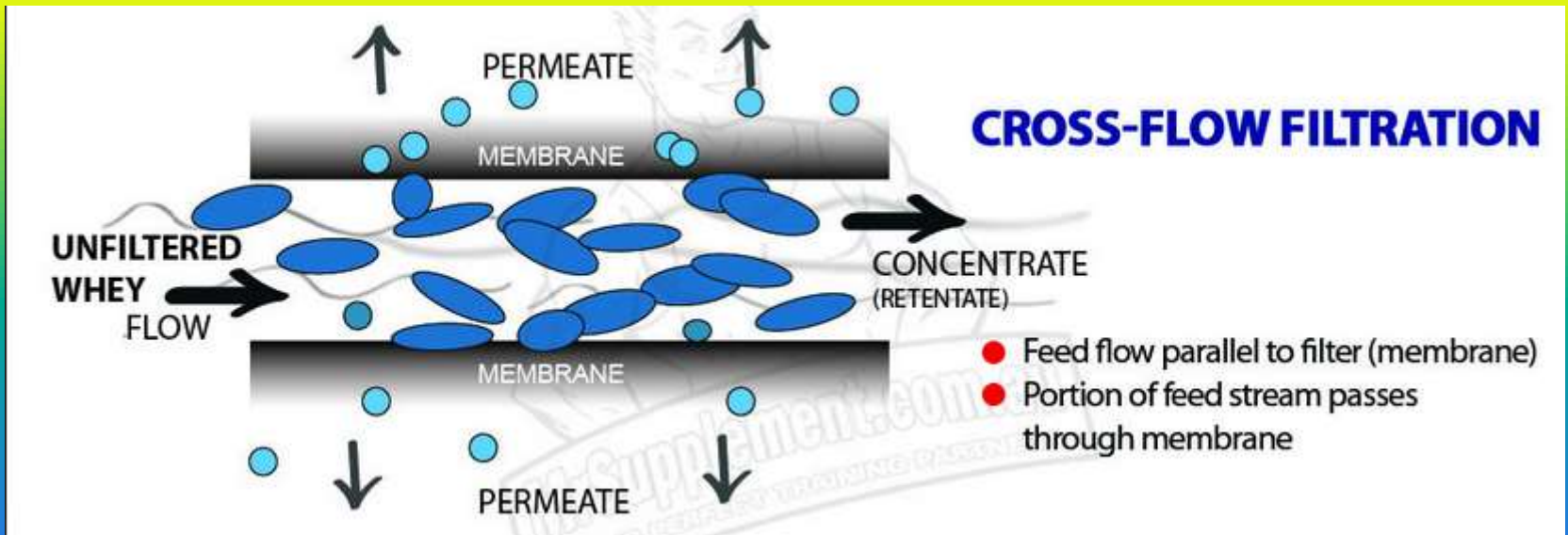
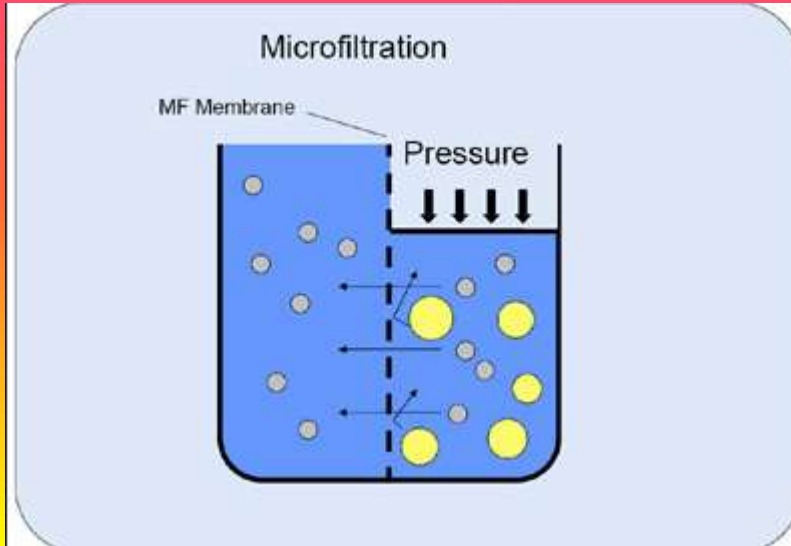
Temperature variation in the pasteurization tank



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

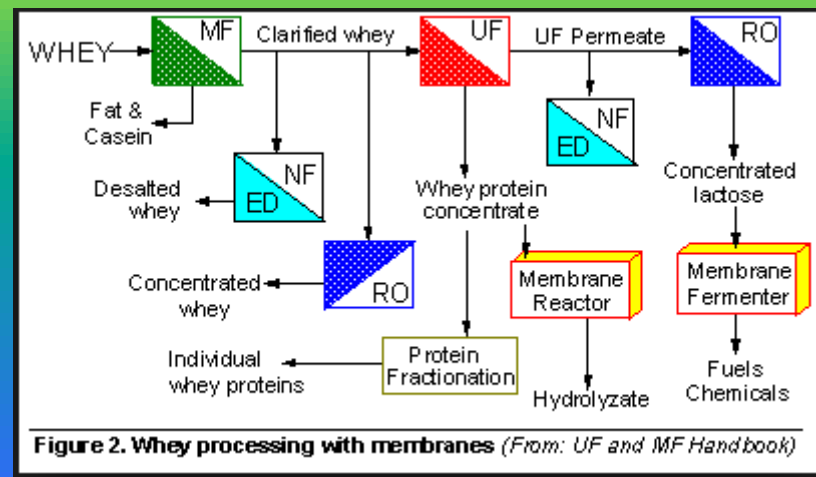
الترشيح الدقيق (MF) Microfiltration

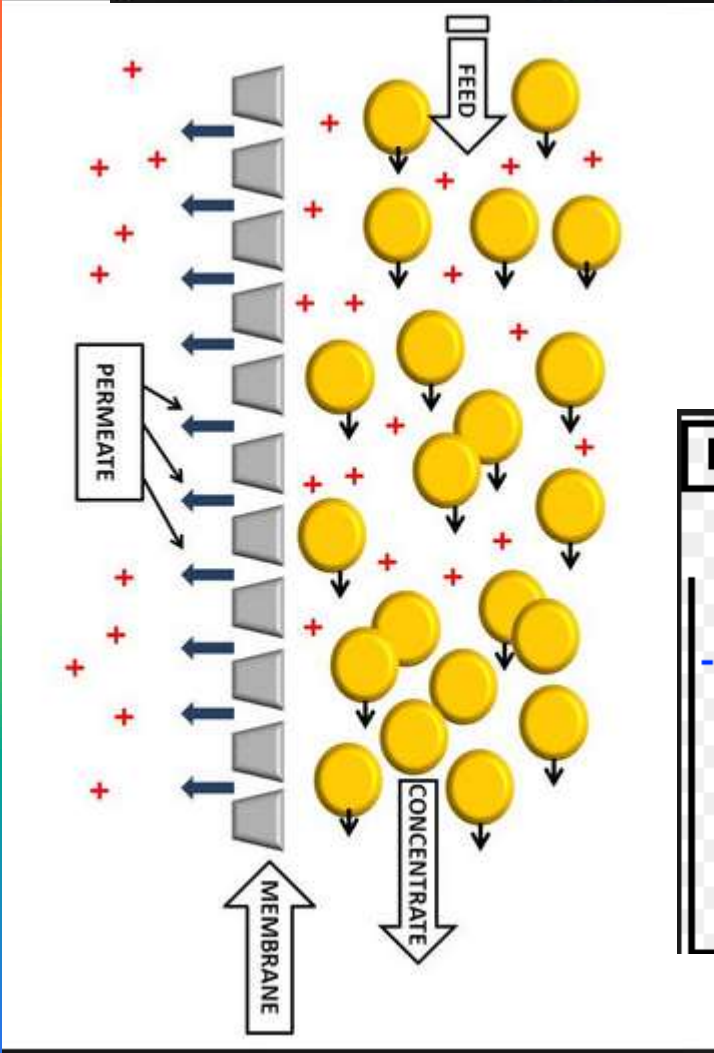
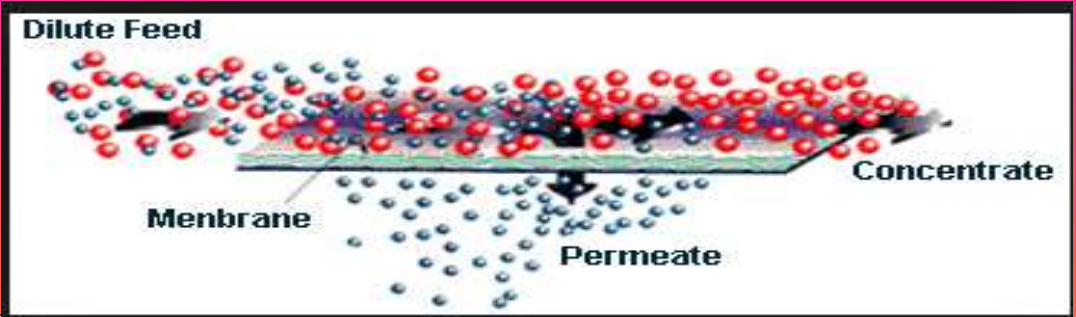
يعد الترشيح الدقيق أحد التقنيات اللاحرارية المستخدمة في معالجة الأغذية وخاصة الألبان لما لها من تأثير فعال في إزالة الجراثيم والبكتريا مقارنة مع البسترة التقليدية ، فالترشيح الدقيق عبارة عن عملية غشائية قادرة على إزالة الجسيمات العالقة في الأغذية السائلة من خلال أغشية ذات مسام بحدود $(0.05 - 2.0) \mu\text{m}$ ونظراً لكفاءتها في استخدام الطاقة ومحافظة 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



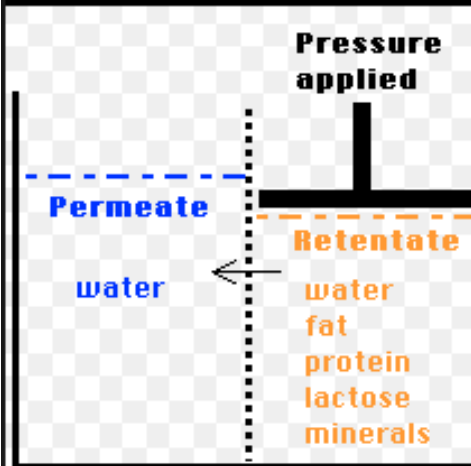
تعمل تقنية الترشيح الدقيق على إزالة الخلايا
الجسدية Somatic cells حيث لوحظ ان وجود
مثل هذه الخلايا له تأثير سلبي على فترة صلاحية
الحليب وعلى فترة تخثر الحليب المعد لصناعة
الجبن، كما قد يتم الاحتفاظ بالكريات الدهنية جزئياً
بسبب حجمها المماثل للبكتريا مقارنة بالبروتينات
التي يصعب حجزها بسبب حجمها الصغير

الترشيح النانوي

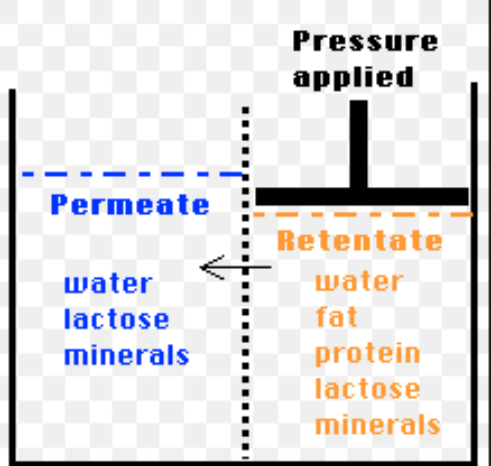




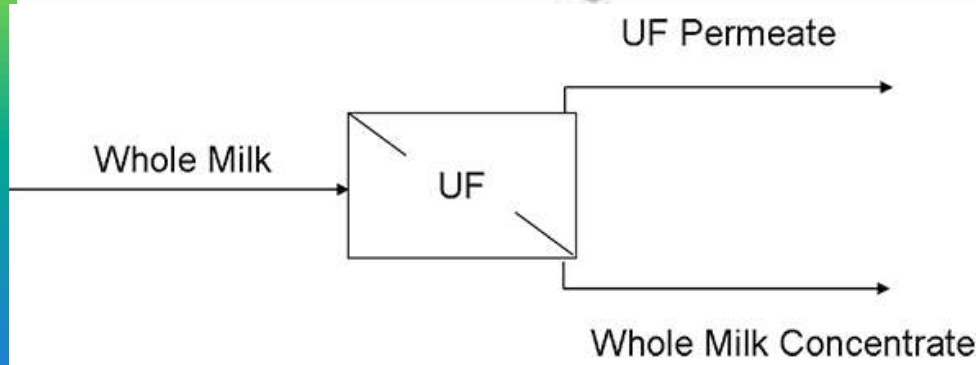
Reverse Osmosis



Ultrafiltration



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/m ²)	Gauss (G)	Tesla (T)	1 T = 1 Wb/ m ² = 10 ⁴ 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 تشييط 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 المستمر او باستخدام المتسعات لخرن وتفرغ 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 بسبب 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 لللفائف. 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 تتأثر الحضانة من المكورات العنقودية الذهبية عند ٣٧ درجة مئوية في المجال المغناطيسي وأنه 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)	
	<u>28°C</u>	<u>38°C</u>	<u>28°C</u>	<u>38°C</u>	<u>28°C</u>	<u>38°C</u>
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.

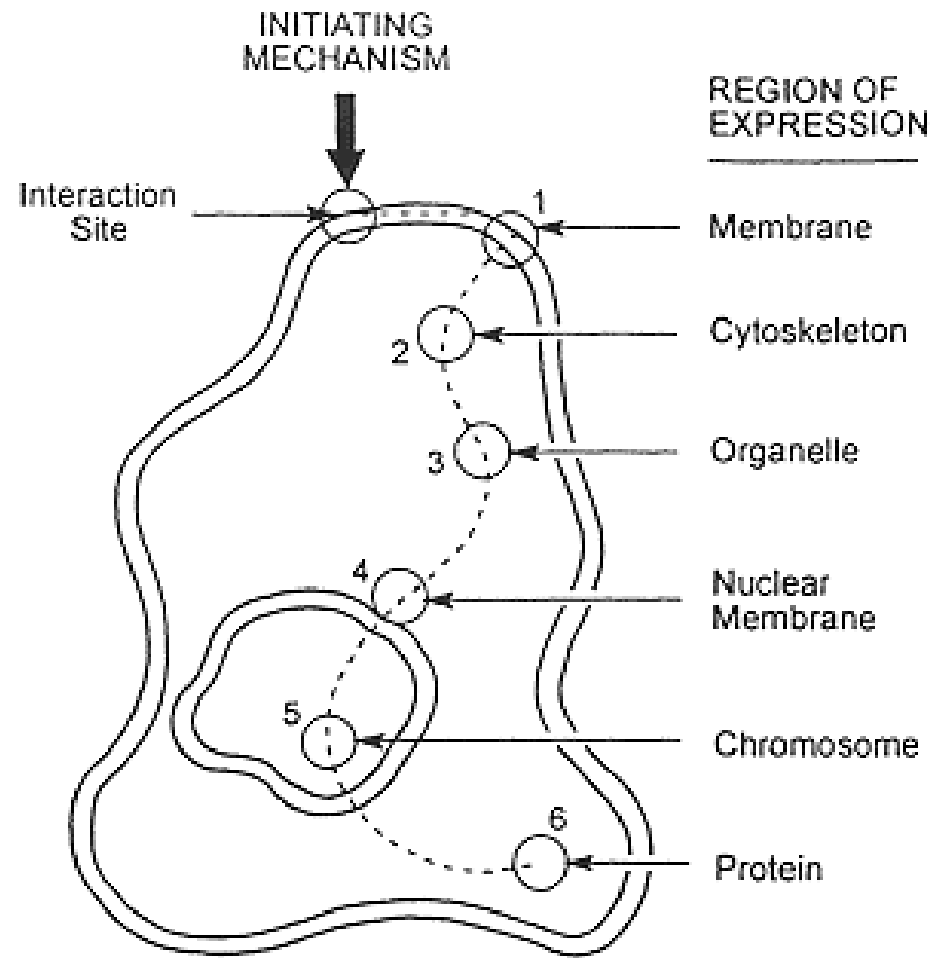


FIGURE 8
 Cascade of responses in a biological cell exposed to magnetic field. (From Ref. 33.)

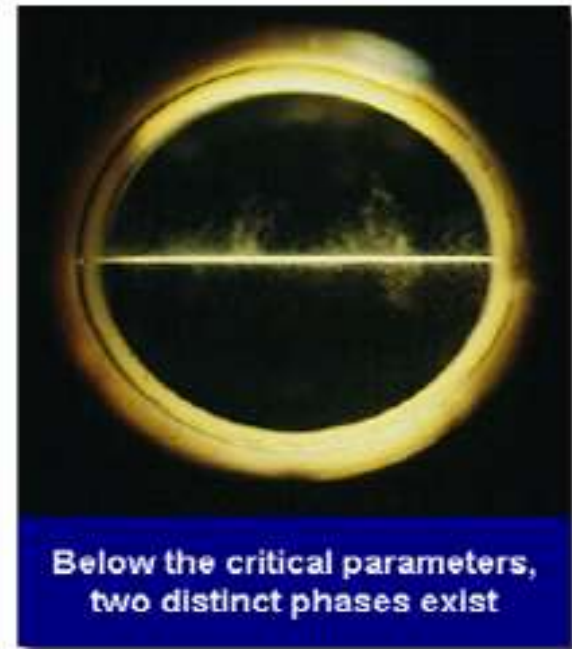
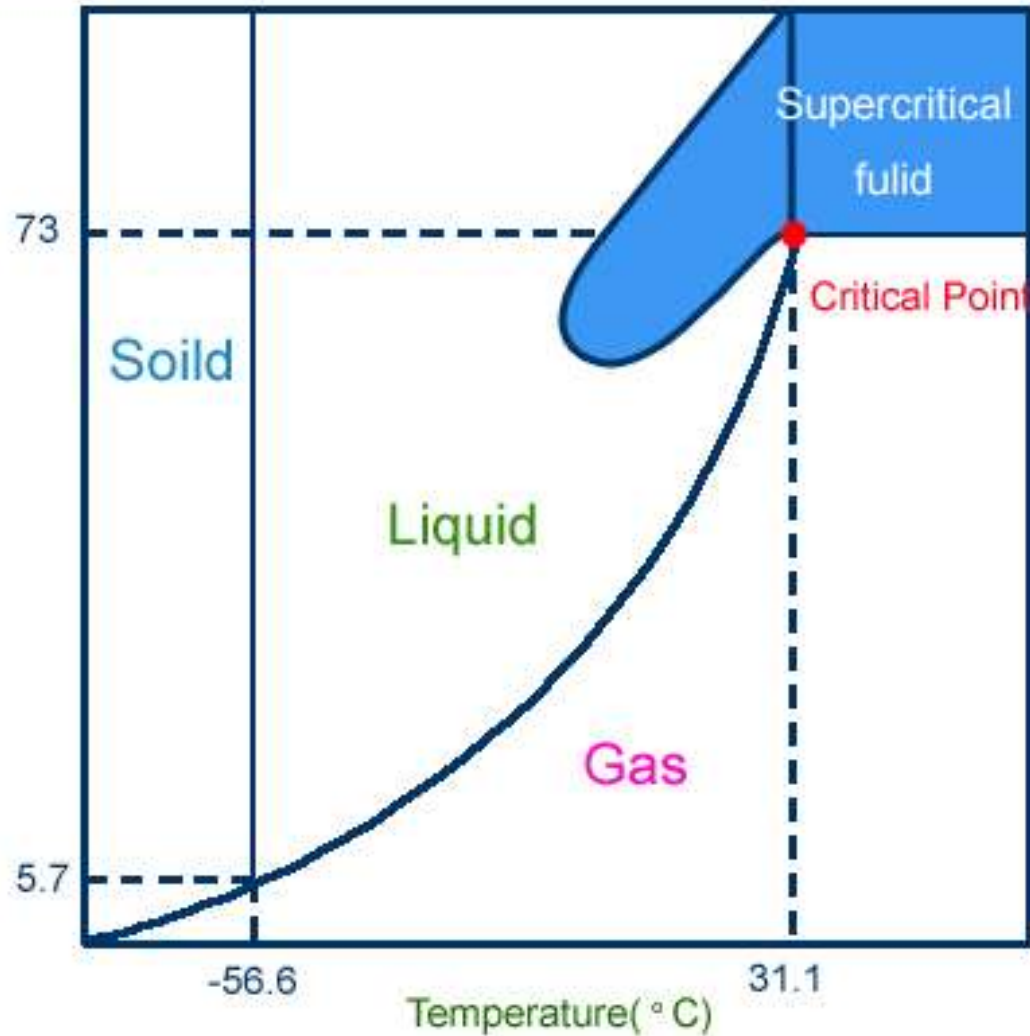
غاز ثاني اوكسيد الكاربون فوق الخرج لازالة الكولسترول من دهن الحليب

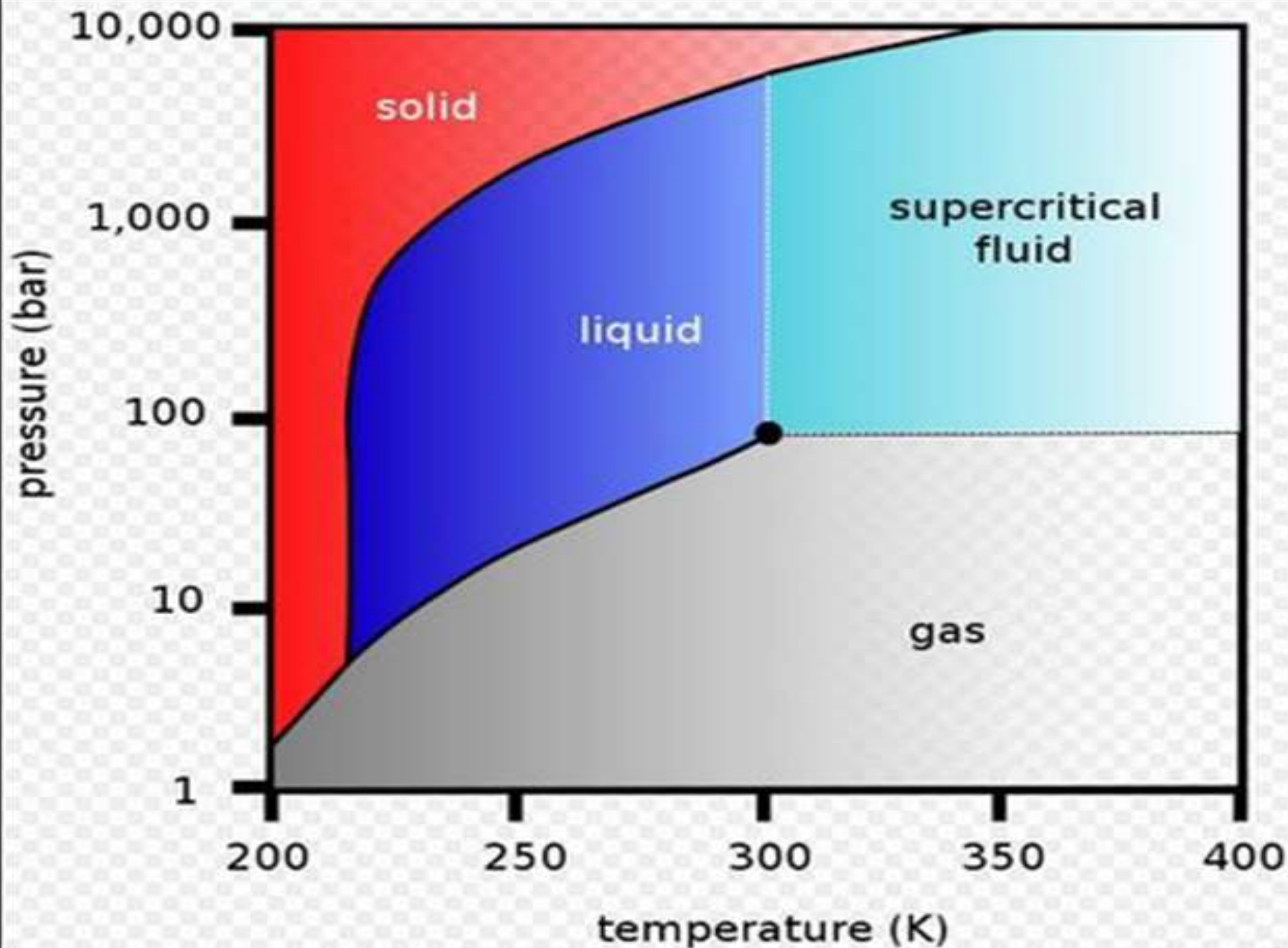
ظروف غاز CO2 عندما يضغط فوق الخرج :

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 الخرج
٥. يكون CO2 عند الضغط الخرج عندما يكون الضغط ٧٣ بار فما فوق ودرجة الحرارة ٣٢ مئوي فمافوق.
٦. يقوم بدورين في ان واحد يزيل الكولسترول ويقضي على الاحياء المجهرية

Phaes Diragram Of CO2

Pressure(atm)





الآلية عمل CO2 فوق الحرج

