كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : بيولوجيا الجراثيم والفيروسات

المحاضرة : الرابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات والاتصالات

10

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

المحاضرة الرابعة

التنفس والنمو عند الأحياء الدقيقة

التنفس عند الأحياء الدقيقة

التنفس عبارة عن تفاعل معقد لعملية أكسدة بيولوجية (حيوية) لمواد عضوية مختلفة يترافق مع طاقة مطروحة.

من المعروف أن النباتات تحصل على الطاقة الشمسية باستخدام اليخضور(الكلوروفيل) لممارسة نشاطها الحياتي، في حين أن الأحياء الدقيقة تحصل على طاقتها باستخدام التفاعلات الكيميائية التي تترافق مع نشر الطاقة، وهذه الطاقة تعتبر القوة المحركة للخلية حيث تستفيد منها الخلايا بتركيب المركبات العضوية المعقدة الضرورية لحياتها.

وحسب نمط التنفس يمكن تقسم الأحياء الدقيقة إلى مجموعتين:

الأحياء الدقيقة الهوائية :

أو الأحياء الدقيقة ذات التنفس الهوائي Aerobic (التي تستخدم أكسجين الهواء).

الأحياء الدقيقة اللاهوائية :

أو الأحياء الدقيقة ذات التنفس اللاهوائي Anaerobic (لا تتطلب أكسجين الهواء)، وتنقسم بدورها إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى: الأحياء الدقيقة اللاهوائية، يكون أكسجين الهواء ساماً لها.

المجموعة الثانية: الأحياء الدقيقة اللاهوائية الاختيارية وتعيش بوجود الأكسجين أو بمعزل عنه على حد سواء.

إن عملية التصنيف حسب نمط التنفس شرطية لأن التنفس لا يتعلق فقط بعلاقة الأحياء الدقيقة بأكسجين الهواء، بل بنوعية الأنزيمات المشاركة فيه.

إن الفصل بين عمليتي التغذية والتنفس عند الأحياء الدقيقة غير ممكن، لأنهما تسيران على التوازي، والحرارة اللازمة لتشكيل البروتينات والمركبات العضوية الأخرى خلال العملية الأولى (التغذية) تستمدها الخلايا من العملية الثانية (التنفس) التي تترافق مع نشر الطاقة وبعمليتي التنفس والتغذية يمكن أن يشترك مركب واحد مثل السكر الذي يحرق في عملية التنفس لنشر الطاقة، ويستخدم بنفس الوقت في عملية بناء المركبات الخلوية.

في الطبيعة كذلك توجد مجموعة من البكتريا تتم فيها عملية التنفس بأكسدة بعض المواد اللاعضوية مثل البكتريا المشكلة للنتريت والتي تقوم بأكسدة أملاح الأمونيوم إلى أملاح النتريت ، ومن ثم إلى أملاح النترات .

في عام ١٨٦١ اكتشف باستور البكتريا التي تقوم بعملية التنفس بمعزل عن أكسجين الهواء، وتسمى هذه العملية بالتخمر Fermentation، وقد أحدث اكتشافها خللاً في نظرية التنفس التي اعتمدت في ذلك الوقت على ربط الحياة بالأكسجين.

في السنوات الأخيرة حددت نظرية الطاقة الحيوية أن المرحلة الأولى من عملية التنفس تتم بنزع الهيدروجين من المواد المغذية بواسطة أنزيمات معينة، والمرحلة الثانية تتم باتحاد الهيدروجين المنزوع مع أكسجين الهواء فتتشكل جزيئة ماء، وهذا يعني حدوث تفاعلات أكسدة وإرجاع لذرات الكربون.

وخلال عملية التنفس الهوائي تتم عملية أكسدة تامة للمواد العضوية وصولاً إلى المنتجات النهائية (غاز ثاني أكسيد الكربون والماء) وانتشار كمية من الطاقة.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O - 2822\ kj$$ (674 k.kal)

(إن معدل الاستفادة من هذه الحرارة جزئي ولا يتجاوز ١٥ – ٢٥ % من الحرارة الكلية).

ويمكن أن تتم عملية الأكسدة بشكل جزئي، ويبقى السكر في الخلية كطاقة احتياطية وعلى سبيل المثال فإن بكتريا حمض الخل تعمل على أكسدة الكحول الإيتيلي إلى حمض الخل :

$$C_2H_5OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O - 487\ kj\ (\ 116\ k.kal\ )$$

وعند الضرورة وبالظروف المناسبة تتم الأكسدة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون والماء

$$C_6H_5OH + 3O_2 = 3CO_2 + 3H_2O - 1369\ kJ\ (\ 326\ k.kal\ )$$

أما في عمليات التنفس اللاهوائي (التخمر) فتستخدم الأحياء الدقيقة الكربوهيدرات وبعض الحموض العضوية كمصدر للطاقة، وضمن المنتجات النهائية يكون أحد المركبات غير متأكسد بالشكل الكامل:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2 - 113\ kJ\ (\ 27\ k.kal$$

الأنزيمات وأهميتها في حياة الأحياء الدقيقة

إن عمليتي التغذية والتنفس في خلايا الأحياء الدقيقة تتم بمشاركة الأنزيمات التي تعتبر كوسيط عضوي معقد، أي أن كمية ضئيلة من الأنزيم قادرة على الدخول كوسيط في عدد لامتناه من التفاعلات (في حالة عدم عطب هذا الأنزيم).

مثال: جزء واحد من أنزيم الأنفحة قادر على تحويل ١٢مليون جزء من الحليب في حال عدم عطبه، وكذلك الأمر فإن غراماً من أنزيم الأميلاز قادر على الدخول كوسيط في عملية تحويل طن واحد من النشاء إلى الغلوكوز.

إن تركيب الأنزيمات يتم داخل الخلية البكترية، وتمارس هذه الأنزيمات نشاطها داخل الخلية، وبعضها يحتفظ بنشاطه حتى خارج الخلية.

تمتاز الأنزيمات بعدم ثباتها وعطبها عند ارتفاع درجة الحرارة، وتمتاز كذلك بتأثيرها النوعي، فأنزيم اللاكتاز يدخل في حلمهة اللاكتوز كوسيط، ولا يؤثر في السكاكر الثنائية الأخرى كالمالتوز والسكروز.

كما أن هناك أنزيمات تمارس نشاطها خارج الخلية (تسمى Exoferment) تنحل في الوسط المغذي، وتكون مرتبطة بشكل رئيسي بعملية التغذية وتعمل على تفكيك مكونات الوسط المعقدة (بروتين، نشاء، سيللوز..) إلى جزئيات أبسط تمهيداً لانتقالها إلى داخل الخلية.

بينما الأنزيمات التي تمارس نشاطها فقط داخل الخلية (تسمى Endoferment) فإنها تبقى مرتبطة بالسيتوبلازما وتعمل على عمليات التفكيك التالية للمواد العضوية تمهيداً لتمثلها.

نمو البكتريا Bacterial Growth

عند وصول خلايا أحد أنواع البكتريا إلى بيئة مغذية مناسبة للنمو من حيث تركيب الوسط المغذي ، pH الوسط، درجة الحرارة، هوائية الوسط، وتركيز المواد السامة أو المثبطة للنمو..... ، تبدأ هذه الخلايا بالنمو والتكاثر مشكلة المزرعة البكترية ذات المواصفات الوظيفية المرتبطة بمواصفات الخلايا الأم.

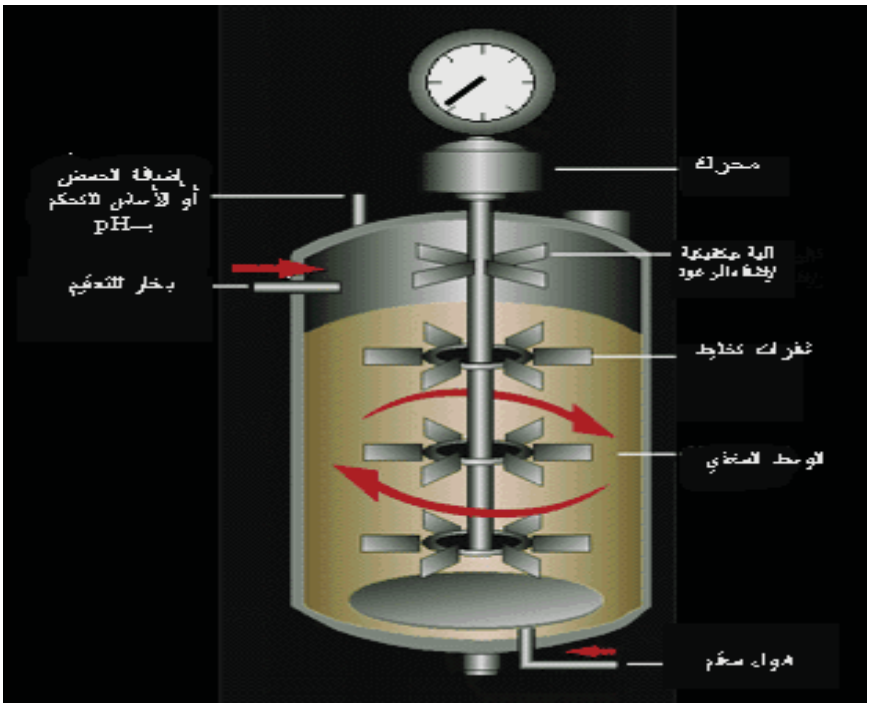
يعتمد تكاثر خلايا البكتريا على استهلاك مكونات الوسط المغذي، والاستفادة من عناصره في الحصول على الطاقة، وتركيب خلايا جديدة إضافة إلى المحافظة على حياة الخلايا الموجودة وتأمين متطلباتها الفيزيولوجية المختلفة، ويرافق ذلك طرح نواتج الاستقلاب والفضلات ونواتج نشاط الخلايا إلى الوسط الخارجي، مما يزيد من تركيزها لحظة بعد لحظة، وتستمر عملية النمو والتكاثر مادام هناك وفر من المواد المغذية الضرورية للنمو، وتتوقف عند نفاذ مصدر الطاقة أو أي عنصر من العناصر الضرورية لعملية النمو، أو عند ارتفاع تركيز الفضلات والسموم أو نواتج النشاط الفيزيولوجي للبكتريا.

فعلى سبيل المثال تقوم البكتريا اللبنية بتحويل اللاكتوز إلى حمض اللبن، وفي حال ثبات الشروط الأخرى يستمر نشاط البكتريا اللبنية ما دام هناك وفر من سكر اللاكتوز في الوسط المغذي، ويتوقف عند نفاذه، ويتوقف كذلك عند ارتفاع تركيز الفضلات والسموم، أوارتفاع تركيز نواتج عملية التخمر (حمض اللبن الناتج) الذي يصل إلى درجة معينة لا تتحملها البكتريا فيتوقف نشاطها.

وخلال عملية نمو البكتريا في الوسط المغذي نميز حالتين:

الحالة الأولى : لا يضاف إلى المخمر (المزرعة البكتيرية أو الوسط المغذي) أي مواد مغذية جديدة، ولا يطرح من الوسط أي من نواتج نشاط الخلايا أو نواتج الاستقلاب إلى الوسط الخارجي، وتسمى المزرعة البكتيرية في هذه الحالة بالمجموعة الساكنة أو الجملة المغلقة الساكنة.

الحالة الثانية : عندما تضاف إلى المجموعة خلال عملية التكاثر مواد مغذية جديدة بتدفق ثابت أو متغير، وتطرح نواتج نشاط الخلايا جزئيا أو كليا أو نواتج الاستقلاب إلى الوسط الخارجي، وتسمى المجموعة أو الجملة في هذه الحالة بالمجموعة أو الجملة المفتوحة.



منحني النمو : growth curve

إن دراسة المستعمرة البكتيرية من الناحية الديناميكية والحركية في الجملة المغلقة (الحالة الأولى) ، تتطلب تحديد عدد عناصرها (الخلايا البكتيرية) أو تحديد وزن كل (الكتلة الحيوية B) Biomass . وتجدر الملاحظة إلى أن تغيير أبعاد الخلية في ذات المزرعة لسبب ما مع الاحتفاظ بعدد الخلايا، يؤدي إلى تغيير في الكتلة الحيوية بشكل ملحوظ.

كثافة المزرعة البكترية Density : تحدد بعدد الخلايا في وحدة الحجم (وأحياناً الموجودة في وحدة السطح) ، وفي المجال الميكروبيولوجي يستخدم مصطلح التركيز Concentration، حيث أن تركيز الكتلة الحيوية يعبر عنه بنسبة الكتلة الحيوية إلى حجمها (غ / ل ، مغ / مل ...) .

تعرف **سرعة النمو**V بأنها زيادة تركيز الكتلة الحيوية في وحدة الزمن

زمن الجيل الواحد g لبعض أنواع البكتريا

البكتريا Bacterium	الوسط المغذي Medium	Generation Time g (minutes)
Escherichia coli	Glucose-salts	17
Bacillus megaterium	Sucrose-salts	25
Streptococcus lactis	Milk	26
Streptococcus lactis	Lactose broth	48
Staphylococcus aureus	Heart infusion broth	27-30
Lactobacillus acidophilus	Milk	66-87
Rhizobium japonicum	Mannitol-salts-yeast extract	344-461
Mycobacterium tuberculosis	صنعي Synthetic	792-932

أولاً : الطريقة الدورية للنمو: (الطريقة المتقطعة على دفعات)

تتم هذه الطريقة في المخمر(مجموعة مغلقة) دون اتصال مع الوسط الخارجي (ويقصد بالاتصال مع الوسط الخارجي من حيث إضافة مواد مغذية جديدة كمصدر للطاقة، أو طرح لنواتج التمثيل الغذائي).

يقسم منحني نمو البكتريا في هذه الحالة إلى أربع مراحل أو أطوار :

الطور التمهيدي أو طور التأقلم Lag Phase .

الطور اللوغاريتمي Logarithmic Phase .

طور الثبات أو الاستقرار Stationary Phase .

طور الموت Death Phase .

ثانياً : الطريقة المستمرة في النمو

تتم هذه الطريقة في مجموعة مفتوحة على اتصال دائم مع الوسط الخارجي، حيث يتم ضخ المادة المغذية إلى داخل المجموعة بتدفق ثابت وطرح كمية مقابلة من وسط المادة بما تحويه من مخلفات عمليات الاستقلاب خارجاً، وبشكل آخر يمكن أن نقول إن حجم سائل التخمر(وسط النمو) في المفاعل الحيوي Fermenteur يبقى ثابتاً لأن حجم السائل المغذي الذي يتم إمداد المفاعل الحيوي به يساوي حجم السائل المطروح، مما يضمن تأمين شروط قريبة جداً من شروط الطور اللوغاريتمي، حيث يتبين إمكانية المحافظة على الحجم الثابت للوسط المغذي عن طريق انسياب الفائض من السائل عبر فتحة (مخرج) على مستوى معين، مما يضمن حجماً ثابتاً لسائل التخمر داخل المفاعل الحيوي، ويمكن استخدام مضخة مثبتة عند مستوى معين لطرح الفائض، وبهذه الطريقة يمكن التحكم بحجم سائل التخمر داخل المخمر.

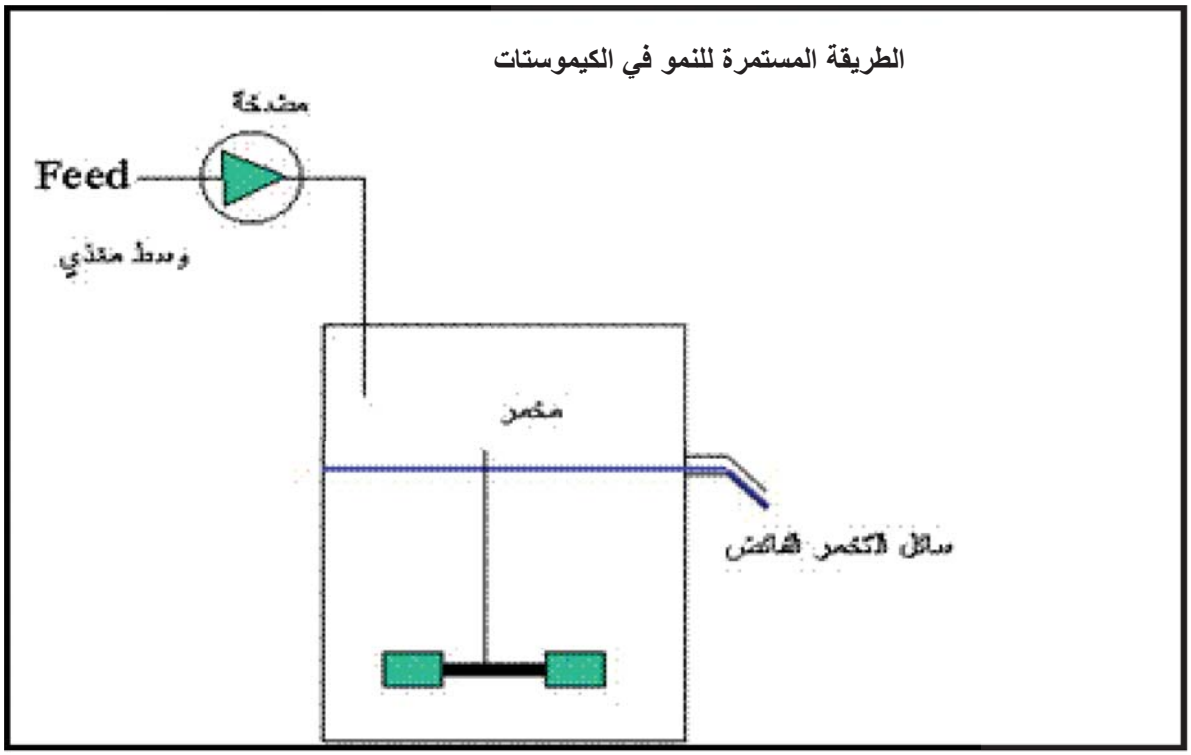
إن المفهوم الحركي للطريقة المستمرة في الكيموستات Chemostat يتحدد من خلال عمليتين متعاكستين:

العملية الأولى:

تنحصر في تكاثر خلايا البكتريا وانقسامها الذي يترافق مع تدفق مصدر الطاقة إلى المفاعل الحيوي

العملية الثانية:

تنحصر في طرح جزء من سائل التخمر من المفاعل الحيوي بحجم يساوي الكمية المتدفقة إليه.



أثر العوامل الخارجية في نشاط الأحياء الدقيقة

للوسط الخارجي تأثير كبير في حياة الأحياء الدقيقة. فالرطوبة والحرارة والضوء ووجود الأكسجين وغيرها من العوامل الخارجية التي تؤثر في نمو وتوزع الأحياء الدقيقة في الطبيعة، ويرتبط هذا التأثير بالخواص البيولوجية للكائن الحي، كما يعتمد على آلية تأثير العامل، إذ يمكن أن يكون تأثير أحد العوامل إيجابياً ومنشطاً على كائن ما ، وبنفس الوقت يمكن أن يؤثر بشكل سلبي ومميت على آخر.

من العوامل الخارجية التي تؤثر في نمو ونشاط الأحياء الدقيقة:

العوامل الفيزيائية :

الحرارة ، الرطوبة ، الضوء ، الإشعاع ، الكهرباء ، المؤثرات الميكانيكية والضغط ...

العوامل الكيميائية :

الحموض ، كلوريد الزئبق، كلور الكلس القاصر ... ومواد كيميائية أخرى كثيرة ...

العوامل الحيوية (البيولوجية) :

العلاقات بين الأحياء الدقيقة والكائنات الأخرى ، المضادات الحيوية Antibiotics ، ملتهم الجراثيم Bacteriophage ، الليزوزيم Lysozyme.

– ١ - العوامل الفيزيائية :

١– الحرارة temperature :

تمارس الأحياء الدقيقة نشاطها في مجال حراري محدد، وعند تعرضها لدرجات حرارة غير مناسبة فإن هذا النشاط يضعف أو يتوقف نهائياً . وتعد الميكروبات أكثر الكائنات الحية تأقلماً مع درجات الحرارة المتغيرة مقارنة بالكائنات الراقية،

فالبكتريا الرمية Saprophytic Bact.تمارس نشاطها في المجال الحراري[٢٠ - ٣٠]في حين أن بكتريا Bacillus subtilisتمارس نشاطها في المجال الحراري [٥٠- ٦٠] وأوج نشاطها في المجال [٣٧–٥٠].

تمارس الميكروبات الممرضة التي تصيب أجسام الكائنات ذات الدم الحار نشاطها الاعتيادي بدرجة حرارة متقاربة مع حرارة الأجسام المضيفة [٣٥-٣٧] ولا تتحمل تغيرات درجات الحرارة.

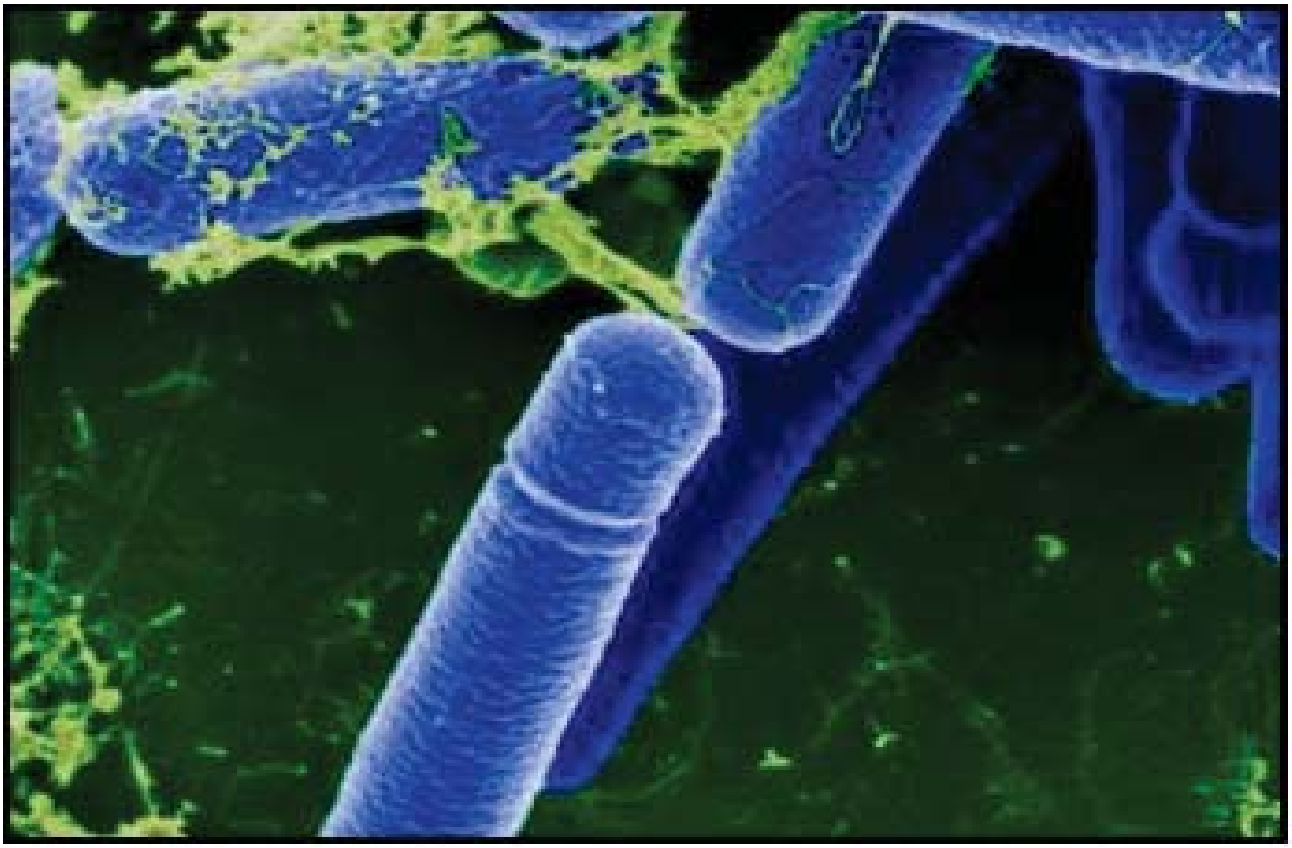
يمكن أن نميز ثلاث درجات حرارة في حياة الميكروبات: درجة الحرارة الدنيا والعظمى ، والمثلى .

يقصد بدرجة الحرارة المثلى تلك الدرجة التي يكون فيها نشاط الميكروب أعظمياً.

أما درجة الحرارة الدنيا فهي أدنى درجة حرارة يتحملها الميكروب ويمارس فيها نشاطه، ويتوقف هذا النشاط في حال تجاوزها انخفاضاً.

ودرجة الحرارة العظمى أعلى درجة حرارة يتحملها الميكروب ويمارس فيها نشاطه، ويتوقف هذا النشاط في حال تجاوزها ارتفاعا.

- عصيات *Bacillus subtilis*



يمكن تقسيم الأحياء الدقيقة تبعاً لعلاقتها بدرجة الحرارة إلى ثلاث مجموعات :

الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة Thermophiles :

هي مجموعة الأحياء الدقيقة التي تمارس نشاطها بدرجات الحرارة العالية نسبياً والتي تصل درجة حرارتها العظمى إلى ٨٠ °C و درجة حرارتها المثلى ٥٠ - ٦٠ °C أما درجة حرارتها الدنيا فهي ٣٥ °C ، وتعيش هذه الأحياء الدقيقة في مياه الينابيع الحارة والسطح الخارجي للتربة، وتمارس نشاطها على سطح الحبوب الرطبة ، الطحين ، والقطن حيث تفكك موادها العضوية وترتفع درجة حرارتها ، وفي حال وصول درجة الحرارة إلى ٩٠ °C يتوقف نشاط هذه الأحياء الدقيقة .

الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المتوسطة Mesophiles :

تضم هذه المجموعة العدد الأكبر من الأحياء الدقيقة لأن مجالها الحراري [٢٥ °C - ٣٦] معتدل ومناسب لنموها، ويتوقف نشاط هذه الأحياء الدقيقة في المجال [٤٣ °C - ٥٠] (درجة الحرارة العظمى) أما درجة حرارتها الصغرى فهي ١٠ °C .

وتنتمي إلى هذه المجموعة الميكروبات الممرضة التي تعيش في أجسام الكائنات الحية ذات الدم الحار وبكتريا التعفن (الرميات) Saprophilic .

الأحياء الدقيقة المحبة للبرودة Psychrophiles

تضم مجموعة الأحياء الدقيقة التي تنمو وتتطور بدرجة حرارة منخفضة مثل البكتريا التي تعيش في المستنقعات الباردة والأماكن الباردة (البرادات) وبعض أنواع البكتريا التي تسبب تعفن الأسماك والنباتات المائية ،

وتعد هذه المجموعة من الأحياء الدقيقة المسؤولة عن فساد الأغذية المحفوظة بالتبريد .

درجة الحرارة المثلى لهذه المجموعة [20C°- 15] والصغرى [°C 0 - 6-]

تأثير درجات الحرارة المنخفضة :

إن درجات الحرارة المنخفضة لا تميت الأحياء الدقيقة بل توقف نشاطها ، حيث تتوقف تفاعلات التعفن والتفسخ والتخمر ، لهذا تستخدم درجات الحرارة المنخفضة كوسيلة لحفظ المواد الغذائية (اللحوم ، الأجبان ، الأسماك) والمواد الأخرى سريعة التلف.

يتوقف نمو وتطور أغلب أنواع البكتريا العفنية مثل العصيات المعوية ، وكذلك الكثير من الخمائر في درجة الحرارة °C ٢-٣ ، أما البكتريا الممرضة والبكتريا اللبنية فلا تتكاثر بدرجات حرارة أقل من °C ١٠ .

تتحمل بعض أنواع البكتريا درجات حرارة منخفضة جداً لفترات زمنية طويلة جدا ، فمنها يتحمل درجة حرارة الهواء السائل(°C ١٩٠-) ودرجات حرارة الهيدروجين السائل (°C ٢٥٢-).

تتباطأ عمليات الاستقلاب الحيوي تدريجيا مع انخفاض درجة حرارة الوسط عن الدرجة المثلى للكائن الحي ، وتتوقف عملية الاستقلاب بانخفاض درجة الحرارة عن الدرجة الدنيا ، ويحافظ الكائن الحي الدقيق على قدرته على الحياة ، لكن مع استمرار تأثير درجات الحرارة المنخفضة (اخفض من الصفر المئوي) في الكائن الحي الدقيق يؤدي تدريجيا إلى موت الخلايا بسبب ارتفاع الضغط الحلولي في الخلية نتيجة تجمد الماء الحر في السيتوبلازما .

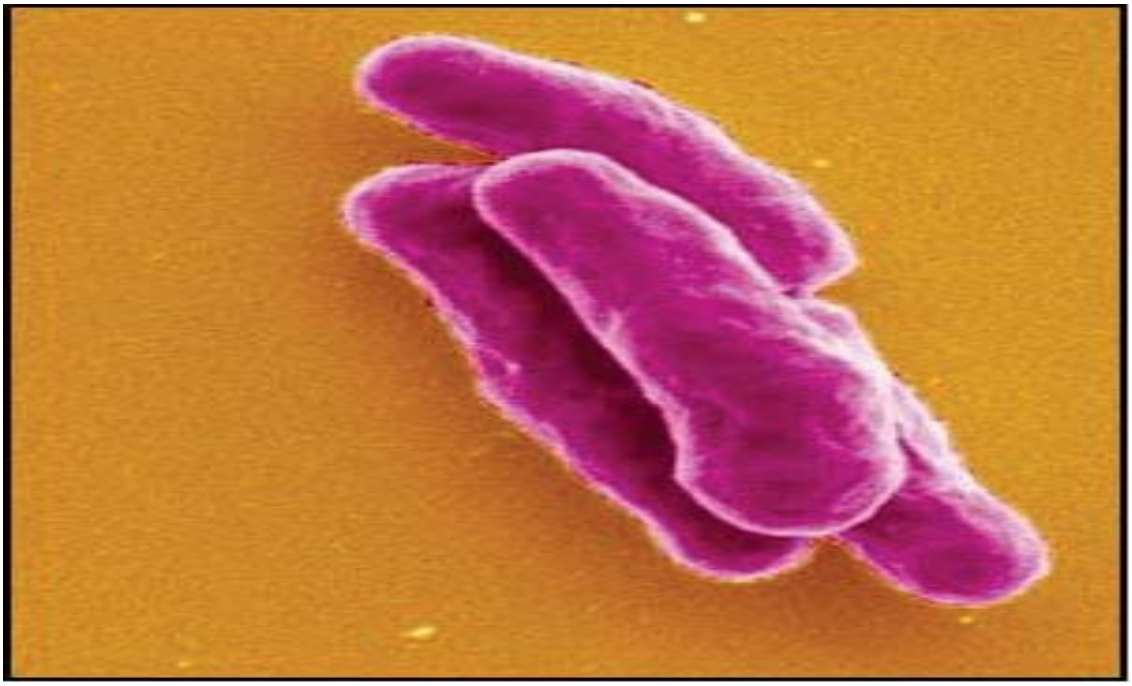
تحدث عدة تغيرات في خلايا الأحياء الدقيقة نتيجة لانخفاض درجات الحرارة مثل تغير لزوجة البروتوبلازما ، وتتغير درجة التشتت الغروي للمكونات البروتينية ، ويتوقف نشـاط الأنزيمات، وتنخفض سـرعة التفاعلات البيوكيميائية داخل الخلية ، وتشكل شوارد كلور الصوديوم المنحل في الماء خارج خلايا الأحياء الدقيقة أثراً مميتا في الخلايا عند انخفاض درجات الحرارة إلى أدنى من °C (٢٠ -) .

تأثير درجات الحرارة العالية :

ينخفض النشاط التكاثري عند الأحياء الدقيقة بارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى ، ويتوقف تطورها بشكل كامل بارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة العظمى وتموت فيما بعد ، وتسمى الأحياء الدقيقة الثابتة اتجاه الحرارة العالية Thermo stabile أو Heat resistant .

تحدث درجات الحرارة العالية تغيرات غير عكوسة تعرف بتخثر البروتين ، وحيث إن الأنزيمات تحوي في تركيبها على البروتين فإنها تتخثر وتتثبط بالحرارة ، وبالمقابل نجد أن البكتريا المقاومة للحرارة تحوي على أنزيمات مقاومة للحرارة ، لهذا نجد أن التسخين لدرجة الحرارة °C ٦٠ يميت معظم الأحياء الدقيقة باستثناء تلك المقاومة للحرارة والتي تتكاثر بالأبواغ .

إن تعرض الأحياء الدقيقة لدرجة الحرارة C° ٦٠ يميتها خلال ٣٠-٦٠ دقيقة ، في حين أن تعرضها لدرجة الحرارة C° ٧٠ يمينها خلال ١٠ – ١٥ دقيقة فقط ، أما التسخين لدرجة الغليان فيميت الأحياء الدقيقة بشكل آني ، ويعد عامل مرض السل من البكتريا غير المتبوغة والأكثر مقاومة للحرارة.



البكتريا المسببة لمرض السل Mycobacterium tuberculosis .

تتحمل الأحياء الدقيقة التي تتكاثر بالأبواغ درجات حرارة عالية نسبياً وأبواغ هذه الأحياء الدقيقة تتحمل درجة الغليان خلال زمن يبدأ من عدة دقائق كما في أبواغ Bacillus subtilis وينتهي عند زمن يزيد عن الست ساعات كما في Clostridium botulinum-

ومنها ما يتحمل درجة الحرارة C° ١٢٠ لمدة ١٥ دقيقة كأبواغ Actinomyces.

بكتريا Clostridium

إن خاصية مقاومة الحرارة عند نوع ما من الأحياء الدقيقة لا تعتبر صفة دائمة، وترتبط بعوامل كثيرة أهمها عمر الخلايا ، ومحتوى وخواص الوسط الموجودة فيه، فالخلايا المأخوذة بنهاية طور النمو اللوغاريتمي تعتبر أكثر مقاومة للحرارة ، ووجود الأملاح والبروتينات والدسم في الوسط يزيد من مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة ، لهذا نجد أن البكتريا المتواجدة في الحليب تتحمل درجات حرارة أعلى من تلك التي تتحملها فيما لو وجدت في الماء.

تنخفض مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة بانخفاض درجة pH الوسط وبارتفاع رطوبة الوسط ، حيث تموت الأحياء الدقيقة في الأوساط الرطبة بسرعة أكبر مقارنة بالأوساط الجافة ، نتيجة لتخثر البروتين بدرجة حرارة أخفض .

ـ التجفيف :

إن دخول المواد المغذية إلى الخلايا ، وطرح الفضلات منها يتم بواسطة المحاليل المائية ، لهذا تعد الميكروبات حساسة جداً تجاه الجفاف ، ودرجة تحملها للجفاف تختلف باختلاف مواصفاتها وطريقة التجفيف المتبعة ، في حين أن الأبواغ لا تتأثر بالجفاف ، حيث تحافظ على هذا الشكل من الحياة بحالة الجفاف عشرات السنين .

تتحمل المكورات العنقودية Staphylococcus- حالة الجفاف لمدة تصل إلى السنتين ، والعصيات اللبنية لغاية عشر سنوات ، أما عصيات السل فتتحمل الجفاف من ثلاثة أشهر وحتى تسعة أشهر نتيجة لنزع الماء من الخلية ، و تضعف التفاعلات الحياتية فيها وتتوقف عملية الانقسام ، لهذا وبهدف حفظ بعض الأغذية (اللحم ، السمك ، الحليب ، الخضار ، الفواكه) يتم تجفيفها ، وبإعادة ترطيب هذه المواد المجففة تنشط الأحياء الدقيقة وتتكاثر بسرعة مسببة تلفها .

لوقف نشاط الأحياء الدقيقة لا يتطلب الأمر التجفيف الكامل ، بل يكفي تخفيض نسبة الرطوبة لدرجة محددة كافية لوقف التفاعلات الحياتية (الرطوبة الحدية) ، والحد الأدنى الكافي لاستمرار نمو البكتريا يقارب ٣٠ % في حين أن الفطور تستمر بنموها في رطوبة ١٥ % .

تتميز عملية التجفيف تحت التفريغ في التجارب العملية بأهمية خاصة حيث يمكن حفظ المكورات العنقودية المجففة بهذه الطريقة لمدة تصل إلى ٢٥ عاماً وعصيات السل إلى ١٧ عاماً .

- الضوء Light :

تؤثر أشعة الشمس المباشرة بشكل مميت على كافة البكتريا باستثناء البكتريا الضوئية التي تنمو في الأماكن المضاءة وتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تستفيد منها .

يتوقف نمو البكتريا وتموت عند تعرضها لأشعة الشمس المباشرة خلال فترة زمنية محددة تبدأ بعدة دقائق وتنتهي بساعات ، أما الضوء المتبدد فيؤثر بشكل أضعف في الميكروبات ، ويختلف تأثيره باختلاف الفترة الزمنية لتعرض الميكروبات له . وحرصاً على عدم تعرض المستنبتات في المختبرات للضوء المتبدد وحرصاً على عدم جفافها ، يتم حفظها في أماكن مظلمة .

– الإشعاعات والكهرباء :

يختلف تأثير الإشعاعات على الخلايا الحية حسب طول الموجة وشدتها ومدة التأثير ، ويمكن أن نميز نمطين للإشعاعات :

الإشعاعات غير المؤينة Nonionizing radiation:

الإشعاعات غير المؤينة هي إشعاعات ذات موجات أطول من الإشعاعات المؤينة وأقل طاقة منها ، مثل الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet light (UV) حيث تصل طول موجاتها إلى ٢٦٠ نانوميتر ، وتعد أكثر الموجات إبادة للميكروبات ، لأنها تمتص بشكل جيد من قبل DNA مما يتسبب في تخربها .

وتستخدم الأشعة فوق البنفسجية على شكل مصابيح بنطاق واسع في تعقيم الهواء وتعقيم الصالات والأماكن التي يتم فيها استنبات مزارع ميكروبية بهدف التصنيع (تصنيع المضادات الحيوية والفيتامينات) ، وغرف العمليات ومصانع عديدة ،

حيث أن الأشعة فوق البنفسجية تقتل الميكروبات والأبواغ التي تتعرض مباشرة لها ، وبما أنها تمتاز بضعف النفاذية فالميكروبات المغطاة بالورق أو الزجاج والأقمشة لا تتأثر بها ، مع الإشارة إلى أن للأشعة فوق البنفسجية تأثيراً مدمراً إلى حد ما في جلد الإنسان وعينيه. إن أشعة الشمس تشمل إضافة إلى الأشعة فوق البنفسجية على الأشعة تحت الحمراء Infra red ، وهي ذات موجات طويلة وطاقة منخفضة ، تتحول بسرعة إلى طاقة حرارية .

الإشعاعات المؤينة Ionizing radiation:

الإشعاعات المؤينة هي إشعاعات ذات طول موجة أقصر من الإشعاعات غير المؤينة ، مثل أشعة الراديوم ورونتجن (أو أشعة X) ، و تنتج عند تفكك نواة العناصر المشعة ثلاثة أنواع من الأشعة : ألفا (α) ، بيتا (β) ، وغاما (γ) وأكثرها نفوذاً هي أشعة غاما ، والأثر الكيميائي والبيولوجي لهذه الأشعة غير متشابه ، إلا أن أشعة غاما تعتبر أقل نشاطاً من أشعة ألفا وبيتا ولها قدرة كبيرة على النفاذ إلى الخلايا مسببة تخربها نتيجة تأين الماء وتشكل جذور حرة فعالة قادرة على تخريب شريط DNA

إن الجرعات الصغيرة وبشكل غير مستمر تحفز الخلية البكتيرية على الانقسام و التكاثر ، وعند بعض الميكروبات يزداد نشاط التخليق للدهون والحموض النووية والمضادات الحيوية ...، أما في حال تعرضها لجرعات كبيرة تحدث تغيرات عميقة في بنيتها ، وتتسبب في تفاعلات غير عكوسة تؤدي إلى موتها

ومع ذلك لا تستخدم الإشعاعات المؤينة على نطاق واسع في التعقيم ، فالأغذية المعقمة بأشعة X أو أشعة γ يتبدل لونها ونكهتها ورائحتها ، إضافة إلى غلاء الأجهزة المستخدمة ، وتستخدم مثلا في تعقيم المواد الصيدلانية والأدوات الطبية التي تستعمل لمرة واحدة .

تعد الميكروبات بشكل عام أكثر تحملاً **للإشعاعات النووية** من أجسام الحيوانات ، وبمرات عديدة تصل إلى المئات والآلاف ، وتعتبر الخمائر والفطور العفنية أكثر من البكتيريا تحملاً لهذه الأشعة ، والجرعة المميتة لأشعة غاما بحدود ٥٠٠ ألف رونتجن في الدقيقة ، وتختلف من ميكروب لآخر ، أما تأثير التيار (المستمر والمتناوب) في الميكروب فهو غير ملحوظ ، أما التيار الكهربائي ذو التوتر العالي فيقتلها .

ـ الموجات فوق الصوتية Supersonic Wave

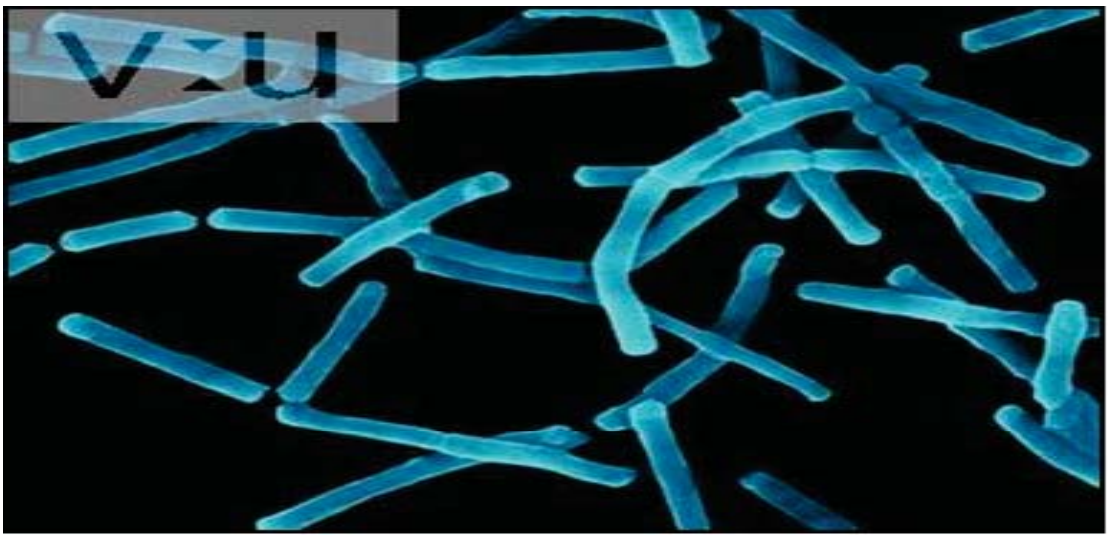
إن الموجات فوق الصوتية (بتردد أعلى من ٢٠ كيلو هرتز وخارج مجال السمع البشري الذي يتراوح مجاله بين ١٦-٢٠ كيلو هرتز) التي يمكن الحصول عليها في ظروف المختبر تحمل طاقة ميكانيكية ، وتحدث عدة تغيرات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية في خلايا الميكروبات في حال التعرض إليها ، فيحدث تعطيل وإبطال للأنزيمات والذيفانات والفيروسات وتتهدم الخلايا .

يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية في مجال تعقيم المياه والحليب وعصير الفواكه ، وفي تطهير الأدوات ، وفي استخراج المواد داخل الخلوية كالأنزيمات والسموم والفيتامينات والحموض النووية والمركبات الأخرى .. .

– المؤثرات الميكانيكية :

للمؤثرات الميكانيكية انعكاس مختلف على الأحياء الدقيقة ، فالاهتزازات الضعيفة بطيئة التواتر تؤثر بشكل إيجابي في نمو وتطور الأحياء الدقيقة ، بعكس الاهتزازات القوية سريعة التواتر ، مع الإشارة إلى أن التأثيرات المتكررة تسبب تخرب وموت الأحياء الدقيقة عدا الفيروسات .

تعد البكتريا التي تعيش في التربة أكثر حساسية للمؤثرات الميكانيكية مثل عصية Bacillus megatherium ، أما البكتريا التي تعيش في المياه الجارية فتعد مقاومة للتأثيرات الميكانيكية.



بكتريا *Bacillus megatherium*

ـ تأثير الضغط :

إن ارتفاع الضغط يؤثر بشكل ضعيف في الأحياء الدقيقة ، حيث تعيش الأحياء الدقيقة في قاع البحار والمحيطات وتنمو وتتكاثر في شروط من الضغط الهيدروستاتي المرتفع ، والذي يصل إلى عدة مئات من الميغاباسكال (MPa) ، وتبين نتيجة عدة دراسات أن مجموعات مختلفة من البكتريا والخمائر والفطور العفنية تستطيع أن تتحمل ضغوطاً تصل حتى ٣٠٠ ميغاباسكال ، مع الإشارة إلى أن الأحياء الدقيقة أكثر حساسية لانخفاض الضغط المفاجئ.

مكتبة A to Z