البكتيريا

تشكل البكتيريا مجموعة الكائنات بدائية النوى ، تعامل معها الإنسان دون أن يراها فقد عرف أنها سبب المرض واستعمل بعضها في عمليات تخمر مختلفة . ولقد كان لاكتشاف المجهر الأثر الكبير في التعرف عليها.

وهي أجسام دقيقة حية لاترى بالعين المجردة بل تحت المكبرات البسيطة والمكبرات المركبة، وأول من اكتشف هذه الأحياء هو العالم مولر Moler حيث شاهدها خلال عدسات قد أتم صنعها العالم الهولندي لوفنهوك Lufenhok عام ١٦٧٦، وبعده عمل العالمان شيفان Shifan ولاتور Lator على فصل البكتيريا من بين مجاميع مختلفة من جراثيم الخمائر الموجودة وسط سوائل حاوية على مواد عضوية قابلة للتحلل البروتيني، ثم توالى بعدهما علماء كثيرون مثل باستور عام ١٨٥٠ وكوهن عام ١٨٧١ ولستر عام ١٨٦٠ في دراسة هذه الأحياء الدقيقة وقسموها إلى بكتيريا طبية Medical Bacteriology وبكتيريا صناعية Industrial Bacteriology وبكتيريا زراعية Agricultural Bacteriology وبكتيريا غذائية Bacteriology Food. وقد اكتشف العالم الكيميائي الفرنسي "باستير" البكتيريا الهوائية واللاهوائية من خلال تجاربه على التخمر واكتشف أيضاً طعومها وارتبط اسمه بعملية البسترة لقتل الكائنات الحية المجهرية التي يمكن ان توجد بالسوائل وخاصة الحليب. أما العالم الألماني روبرت كوخ فقد أسهم في اكتشاف علاقة البكتيريا بالمرض وأول من عمل مزارع نقية للبكتيريا.

الخصائص العامة للبكتيريا :

١. كائنات دقيقة مجهرية بدائية النوى .

٢. تتميز ببساطة التركيب :

إذ تتركب من جدار وغشاء خلويين يحيطان بالسيتوبلازم الذي يحوي كروموسوماً حلقياً واحد DNA ولا يحتوي على بروتين الهستون وقد يحتوي على واحد أو اكثر من جزيئات

DNA على شكل دوائر صغيرة تسمى البلازميدات وتتكاثر بصورة مستقلة عن الكروموسوم ، والرايبوسومات وبعض الأجسام التخزينية. خالية من البلاستيدات الخضراء ومنها حوالي ٢٠٠٠ نوعاً ومعظم الخلايا البكتيرية لا تحتوي على الكلوروفيل إلا أنواع قليلة منها. ولذلك فإن معظم أنواع البكتريا تعيش مترممة أو متطفلة على الكائنات الحية الأخرى كما أن البكتريا إما أن تكون متحركة بأسواط أو غير متحركة.

٣. ولكل من هذه البكتيريا شكله الخاص وتركيبه الخاص وعلاقته الخاصة بالمواد الأخرى من حيث النمو والنشاط. ولقد وجد علماء آخرون في هذه الأحياء صفات النباتات الدنيئة كالفطريات والطحالب حيث أنها ذات خلية واحدة لها نفس التركيب ونفس الانقسام ونفس طرق المعيشة. تتواجد في الطبيعة داخل الأجسام وعلى سطح المواد الغذائية وفي الماء والهواء وفي طبقات التربة السطحية. وفي دم الحيوانات السليمة وقمم الجبال المغطاة بالثلوج وخلايا النبات.

٤. بعض هذه البكتيريا ضار وبعضها نافع، لكل منها أنواع عديدة تزيد على الألفين حجمها صغير جداً ، الكروية منها ذات قطر يتراوح بين ٠.١٥-٢ ميكرون والعضوية حجمها يتراوح بين ٤×١.٥-٦×٢.٥ ميكرون.

٥. ارتبط اسم البكتيريا كثيراً بالأمراض التي تسببها للإنسان ولكن الاكتشافات الحديثة والتقدم السريع الذي حدث في العلوم التطبيقية أظهرت أن البكتيريا تلعب دوراً هاماً في كثير من الصناعات الغذائية والدوائية والتخلص من المواد العضوية وغير العضوية وكذلك معالجة المياه العادمة والمعالجة الحيوية لمخلفات المزارع واستخدامها في إنتاج الطاقة وغاز الميثان .

وتشمل:

أولاً : البكتريا الحقيقية Eubacteria

§ **التركـــــيب** :

يتركب جسم البكتيريا من المواد الكيماوية التالية:

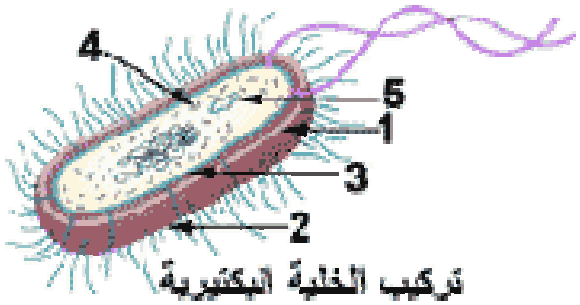
- من الماء ويوجد فيها بنسبة تتراوح بين ٤٠-٧٥ % من وزنها الجاف.
- الآزوت ويوجد فيها بنسبة تتراوح بين ١-١٠% من وزنها الجاف.
- من الدهن يوجد فيها بنسبة تتراوح بين ٣٥-٤٠% من وزنها الجاف.
- من المواد المعدنية واللامعدنية نسبتها تتراوح بين ٢-٣٠ % من وزنها الجاف وتتألف من الفوسفور والكالسيوم والصوديوم والألمنيوم والنحـــاس والمنغنيـــز ومن مواد أخرى كالأنزيمات والتوكسينات. وقد وجد بنتيجة التحليل أن مـــادة الفوسفور في الخلية ذات نسبة أكبر من جميع المواد التي تتركب منها الخلية.

وتتركب الخلية البكتيرية من :

١. الجدار الخلوي ٢. الكبسولة

٣. الغشاء البلازمي ٤. السيتوبلازم

٥. النواة البدائية



تركيب الخلية البكتيرية

١-الجدار الخلوي Cell wall

وهو الذي يعطى للخلية النباتية شكلها الثابت والمميز. كما انـــه يقـــوم بحمايـــة محتويات الخلية الداخلية ويتركب الجدار من مادتين همـــا مـــادة الكربوهيـــدرات

والبيتيدات . وتنقسم البكتريا الى نوعين رئيسين وذلك وفقا لقدرة الجدار على تقبل صبغة جرام (Gram) .

فهناك خلايا بكتيرية موجبة لصبغة جرام (Gram +ve) وهى الخلايا التي يسمح الجدار الخلوي فيها بنفاذ الصبغة مما يؤدى إلى تلون السيتوبلازم باللون البنفسجى أوالآزرق وعند غسل الخلايا بالكحول فان بعض الخلايا لا تسمح بخروج الصبغة مرة أخرى وبذلك تحتفظ باللون البنفسجى أو الأزرق، أما الخلايا البكتيرية التى لا يستطيع جدارها الاحتفاظ بالصبغة ويمكنها آن تصبغ بصبغة معاكسة مثل صبغة الصفرانين الحمراء وتعرف هذه البكتيريا سالبة لصبغ جرام (Gram -ve) .

وتعتبر صبغة جرام من الصفات الهامة فى التعرف على البكتيريا ولها دور مهم فى تشخيص الكثير من الآمراض التي تسببها .

٢- الكبسولة Capsule

الكبسولة عبارة عن طبقة هلامية تكون غلافا حول الخلية وتتكون من مادة كربوهدراتيه وتقوم هذه الطبقة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف أما عند وجود هذه الطبقة حول خلايا البكتيريا المسببة لبعض الأمراض فيكون دورها هو حماية الخلية من الإفرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتيريا .

٣- الغشاء البلازمي Plasma membrane

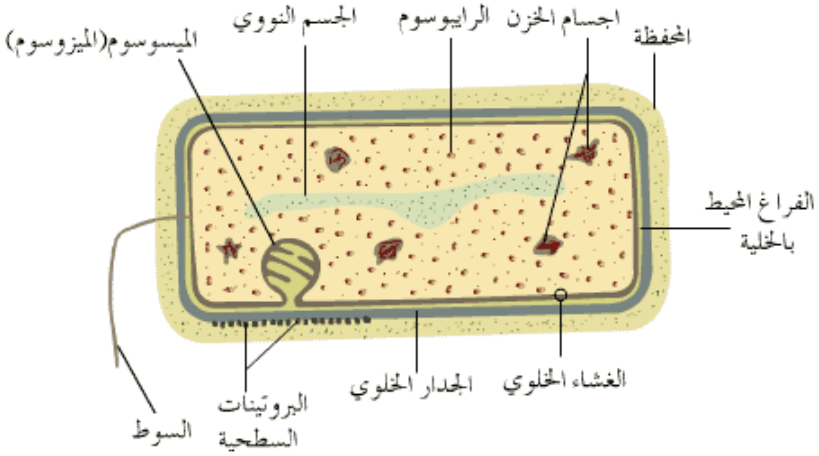
يحيط الغشاء البلازمي باالسيتوبلازم الداخلي وهو غشاء رقيق جدا ويتميز بخاصية النفاذية الاختيارية ويحتوى على كثير من الإنزيمات الهامة مثل إنزيم التنفس وذلك لعدم احتواء الخلية البكتيرية على الميتوكوندريا.

٤ - السيتوبلازم Cytoplasm

يتكون من خليط معقد من مواد بروتينية وكربوهيدراتية ودهون وأحماض أمينيـــة واملاح وفيتامينات ، وتوجد هذه المواد مذابة في الماء أو معلقـــة فيـــه ووظيفـــة السيتوبلازم انه مركز العمليات الحيوية بالخلية ويتكون من حوالي ٨٥% من وزنه ماء و١٥% مواد صلبة كما يحتوى السيتوبلازم مواد غذائية مدخرة .

٥ - النواة Nucleus

النواة في البكتيريا نواة بدائية توجد مغموسة فى السيتوبلازم وتتكـــون مـــن خليط من الحامض النووي (DNA) ولكنها لا يوجد لها غلا ف نووي ولا تحتوى عصير نووي .

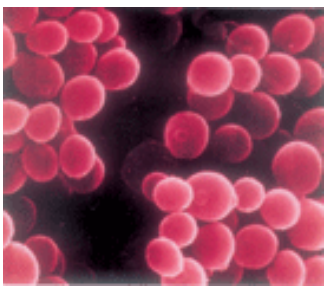


§ **أشكال بعض البكتريا Shape of some bacteria**

١ - الشكل الكروي :

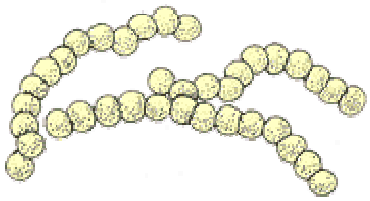
وتسمى Coccus وجمعه Cocci وتوجد في شكل فردى أو أزواج أو رباعيات أو مكعبات ويندرج تحتها الأشكال الآتية :

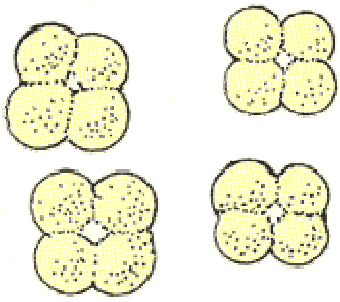
ا- بكتريا كروية فردية Coccus



ب- بكتريا كروية ثنائية Diplococcus

ج - بكتريا سبحية Streptococcus

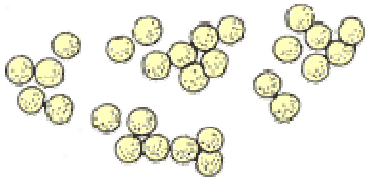




د- بكتريا كروية رباعية Tetrads

هـ ــ بكتريا كروية مكعبة Sarcinae

و ــ بكتريا كروية عنقودية Staphylococcus

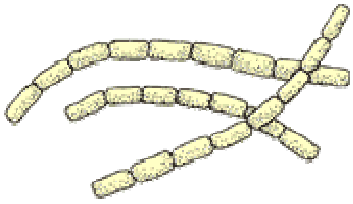


٢ــ البكتريا العصوية Rod shaped bacteria

وتسمى Bacillus وجمعها Bacilli وتعني باللاتينية عصاه ومنها ثلاثة أشكال:

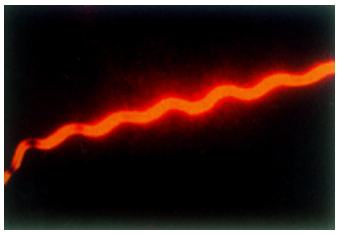
أ ــ بكتريا عصوية فردية Monobacillus

ب ــ بكتريا عصوية في ثنائيات Diplobacillus أو سبحية Streptobacillus



٣ ــ الشكل اللولبي أو الحلزوني وبه ثلاثة أشكال

أ ــ بكتريا حلزونية Spirillum



ب ــ بكتريا ضمية واوية Vibrio

ج ــ بكتريا منثنية Spirochete

ــ الشكل الخيطي Filamentous bacteria (Actinomycetes):

تحتوي على أنواع وحيدة الخلية إلا أنها أكبر حجما" نسبيا" من البكتريا العصوية وتتخذ شكل (L,X,Y)

ومن أهم ما يميز البكتريا الخيطية الشكل قدرتها على إفراز أنماط مختلفة من المضادات الحيوية مثل (الإستربتو مايسين Streptomycin) و (التتراسيكليين Tetracycline) و (الكلورامفينيكول Chloramphenicol)

ــ الشكل الخيطي Filamentous bacteria (Actinomycetes):

تحتوي على أنواع وحيدة الخلية إلا أنها أكبر حجما" نسبيا" من البكتريا العصوية وتتخذ شكل (L,X,Y)

ومن أهم ما يميز البكتريا الخيطية الشكل قدرتها على إفراز أنماط مختلفة من المضادات الحيوية مثل (الإستربتو مايسين Streptomycin) و (التتراسيكليين Tetracycline) و (الكلورامفينيكول Chloramphenicol).

§ حركة البكتريا Movement of bacteria:

تختلف أنواع البكتريا من حيث قدرتها على الحركة فمنها عديمة الأسواط وبالتالي لا تستطيع الحركة مثل البكتريا الكروية وتنتقل هذه الأنواع من مكان لأخر بحركة الهواء أو الماء أو الحركة الميكانيكية من خلال التصاقها بالأشياء. ومنها المزودة بأعضاء حركة على هيئة أسواط flagellae تدفعها للانتقال ومن أنواعها البكتريا الحلزونية والضمية. وتختلف عدد الأسواط حسب نوع البكتيريا فمنها ما يحمل سوطاً واحداً ومنها ما يحمل أثنى عشر سوطا أو أكثر وتتميز البكتيريا المسوطة بثبوت عدد الأسواط وموضعها وترتيبها مما يجعلها صفة تصنيفية على جانب كبير من الأهمية .

وتنقسم البكتيريا من حيث الأسواط إلى :

أ ــ وحيدة السوط (monotrichous) وفيها يخرج سوط واحد من أحد قطبى الخلية البكتيرية.

ب ــ سوطية الطرف (lophotricous) وفيها تخرج حزمة سوطيه من قطب واحد في الخلية البكتيرية.

جـ ــ سوطية الطرفين (amphitrichous) وفيها يخرج سوط واحد أو حزمة سوطيه من كل قطب من قطبى الخلية البكتيرية .

د ــ محيطية الأسواط (eritrichous) وفيها تنتشر الآسواط من جميع الاتجاهات حول سطح الخلية البكتيرية .

وقد اثبت التحليل الكيميائي لمادة السوط انه يتكون من مادة بروتينيـــة يطلـــق عليها اسم (flugelin) وعند رؤية السوط بالميكروسكوب الإلكتروني فانه يظهر على شكل حبل مجدول حيث تلتف وحدات البروتين بطريقة حلزونيـــة . وتـــأتى حركة السوط عن طريق انقباض سلاسل البروتين مثلما يحـــدث عنـــد انقبـــاض بروتين العضلة في الكائنات المتقدمة.

§ **التجرثـــــــــــم** :

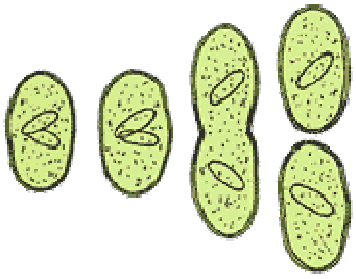
تتخذ بعض أنواع البكتريا من التجرثم أسلوباً لحفظ النوع وليست للتكاثر وذلك بتكوين جراثيم داخل الخلية وهذه الجراثيم شديدة المقاومة للظروف البيئيـــة غيـــر الملائمة كالحرارة والبرودة والجفاف وعندما تتحسن الظـــروف تنبـــت الجـــراثيم وتعطي خلية خضرية .

§ **التكاثر Reproduction**:

يتم التكاثر في البكتيريا بعدة طرق :

١. التكاثر بطريقة الانشقاق الثنائي Binary fission:

يحدث هذا النوع من الانقسام في الظروف الملائمة وفيه تستطيل الخلية البكتيريـــة وتتخصر عند وسطها ويستمر هذا التخصر حتى تنفصل الخلية الى خليتين ويـــتم هذا في فترة لا تتجاوز العشريين دقيقة فى بعض أنواع من البكتيريـــا بينمـــا قـــد تستغرق خمس أو ست ساعات في أنواع أخرى .

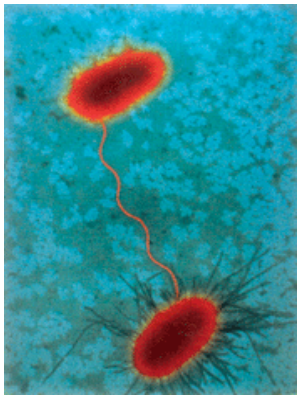


٢. التكاثر بتكوين الجراثيم الكونيدية Conidia :

يحدث هذا النوع في فصائل خاصة من البكتيريا الخيطية تعرف بفصيلة الفطريات السبحية (Streptomycetaceae) وتتميز بأنها تشبه الفطريات الحقيقية في كونها حقيقية ولكنها تفتقر لوجود نواة محددة يسهل الاستدلال عليها . ويتم التكاثر عن طريق سلسلة من الجراثيم الكونيدية التي تنشأ نتيجة لظهور جدر فاصلة في الأجزاء الطرفية للخيوط . وينتمى الى هذه الفصيلة جنس الفطرة السبحية (Streptomyces) التي تنتج بعض أنواع الاستربتومايسين والكلورومايستين وغيرها من المضادات الحيوية الميسينية Mycenic antibiotics .

٣. التكاثر الجنسي Sexualreproduction :

تم التعرف على هذا النوع من التكاثر فى البكتيريا بواسطة المجهر الالكترونى ، حيث تبين وجود جسر يصل ما بين بكتيريتين عضويتين وتنتقل الصبغيات خلال هذا الجسر من بكتيريا الى اخرى بل وجد ان بعض البكتيريا تدفع بصبغاتها الى بكتيريا اخرى من نفس النوع وتعرف البكتيريا التى تنتقل منها الصبغيات باسم البكتيريا الذكرية والبكتيريا التى تستقبل الصبغات باسم البكتيريا الانثوية .



§ التغذيـــــــــة:

تتغذى البكتيريا على جميع المواد التي تنتفع منها في تجديد أنســجتها الباليــة كالآزوت ، والكربون والأوكسجين، والايدروجين والمواد المعدنية الناتجــة مــن تحلل المواد العضوية وغير العضوية، ولكل من هذه المواد دوره في حياة الخليــة البكتيرية.

- فالأكسجين تحتاج إليه من أجل حرق المواد العضوية التي لديها كي تدفأ بها وتولد المجهود الذي يسبب نشاطها ونموها وحركتها.
- والآزوت : قد تحصل عليه من الوسط المحيط بهــا مــن أمــلاح النشادر والآزوتات من الآزوت الجوي لتبني به بعــض مركبــات جسمها.
- والحرارة هي العامل الأساسي في حياة البكتيريا إذ أن لكل نوع منها وسط حراري يلائم معيشتها فإذا تجاوزت الحد ضعف نشاطها وقل نموها. فالبكتيريا المحبة للبرودة توجد في المياه الباردة في وســط حرارته تتراوح من ٥-١٠م° تدعى السيكروفية. والبكتيريا المحبــة للدفء توجد في المياه وفي التربة وفي الحليب ضمن وسط حرارته بين ٢٠-٤٠ م° تدعى الميتوفيليه. والبكتيريا المحبة للحرارة توجد في تربة المناطق الاستوائية وفي السماد المتخمــر ضــمن وســط حرارته تزيد عن ٤٠ م° تدعى الثرموفيلية.

والخلية البكترية قد تنال حاجتها من الوسط الموجودة ضــمنه عــن طريــق البلزمة (الانتشار الأسموزي) حيث أن وجود الخلية في وسط تركيزه أقــل مــن تركيز سيتوبلازما يسمح بدخول الماء إلى جسمها وبالعكس. علماً بأن ارتفاع نسبة الماء بالوسط المحيط بالخلية قد يسبب توقف نشاطها وضــعف نموهــا وإن أدت النسبة إلى موتها.

ومما يؤثر في حياة البكتيريا أيضاً:

- الضوء : تنشط بعض البكتيريا بضوء الشمس إذ تستمد منه جزء من المجهود الذي نحتاج إليه ، كما وإن بعضها قد ينجذب به ويتحرك نحوه وبعضها يؤثر عليه فينعدم، بالإضافة إلى أن للأشعة الزرقاء والبنفسجية تأثير على البكتيريا بعكس ما للأشعة الخضراء والحمراء.
- الكهرباء : ليس للكهرباء تأثير في حركة البكتيريا بل جل ماهنالك فإنها تتأثر من الحرارة المتولدة من مرور التيار وسط المحلول أو أنها تتأثر من الوسط الحمضي أو القلوي الناتج من تحليل الكهرباء لمادة الوسط الذي يحتوي على هذه البكتيريا.
- الضغط : إن الضغط على البكتيريا قد يحد من نشاطها دون أي تأثر مهما كان مرتفعاً.
- المعاملة الميكانيكية : إن الرج والاهتزاز يعملان على انقسام الخلايا البكترية إن ظلا لمدة قصيرة أما إذا طالت مدتهما فهما يتلفان البكتيريا بسبب تمزقها.

وإن أهم شيء تحتاج إليه البكتريا هو المجهود الكبير المستمر الذي تستعمله في تمثيل غذائها وفي تحويله إلى مواد خلوية كالبروتوبلازم وهي تستمده من أحد المصادر التالية:

١- من ضوء الشمس.

٢- من أكاسيد المواد العضوية وغير العضوية.

٣- من بعض الغازات كالايدروجين ومن أول أكسيد الكربون ومن الايدروجين المكبرت.

وإن لهذا المجهود ارتباط كبير مع مايستفيد منه من بكتيريا وفطر وخمائر حيث أنها قد تستفيد من المجهود الناتج من أكسدة المواد العضوية وكذا تستفيد من المجهود الناتج من أكسدة النشادر إلى آزوتيت ومن أكسدة الآزوتيت إلى آزوتات ومن أكسدة الكبريت والكربون.

وهذا المجهود قد ينتج من تفاعلين اثنين:

- من تفاعل هوائي بوجود أوكسجين الجو ويسمى :

أ- أكسدة المواد العضوية: كأكسدة حامض الخليك إلى مواد (ثاني أكسيد الكربون، ماء ومجهود) قد تستفيد منها البكتريا في بناء بروتوبلازم جسمها.

ب-أكسدة المواد غير العضوية: كأكسدة النشادر في التربة إلى آزوتات بواسطة بكتريا التأزت على درجتين هما:

١- أكسدة النشادر إلى حامض أزوتوز ينتج عنه مجهود يساوي ٩٧.١ سعراً.

٢- أكسدة حامض الأزوتوز إلى حامض الآزوتيك ينتج عنه مجهود يساوي ١٨.٣ سعراً.

- ومن تفاعل غير هوائي يحدث في غياب الهواء ويعرف بالاختزال: كاختزال الآزوتات إلى آزوتيت ومن ثم اختزال الآزوتيت إلى نشادر ينتج عنه مجهود ضئيل لاتستفيد منه البكتريا.

وتعيش أغلب انواع البكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophics على أنسجة ميتة وتسمى مترممة Saprophytes او على انسجة حية وتسمى متطفلة Parasites وبعضها تبنى المواد العضوية من مواد غير عضوية باستخدام الطاقة الكميائية الناتجة عن اكسدة بعض المركبات وتسمى كميائية التغذية الذاتية Chemo - autotrophics مثل بكتيريا التازت التى تؤكسد الأمونيا الى نيتريت، كما تقوم بعض الأنواع من البكتيريا بعملية البناء الضوئى وتسمى ببكتيريا البناء الضوئى Photosynthetic bacteria مثل بكتيريا الكبريت التى تحتوى على نوع خاص من الكلوروفيل البكتيرى تستطيع بواسطته استخدام الطاقة الضوئية فى بناء المركبات العضوية .

- ويمكن تمييز البكتيريا من حيث طريقة التغذية الى طرازين مختلفين :

ـ بكتيريا ذاتية التغذية Autotrophs :

وهذا النوع من البكتيريا بإمكانه توفير احتياجاته الكربوهيدراتية من مصادر عضوية باستعمال ثانى أكسيد الكربون الجوى ومن هنا فهى تعيش مستقلة غير معتمدة على غيرها.

ويوجد نوعان من البكتيريا ذاتية التغذية هما:

١. بكتيريا ضوئية ذاتية التغذية Photoautotrophs :

هذا النوع يستخدم الطاقة الضوئية مثله مثل باقى النباتات الخضراء وهى قلة بين البكتيريا غالبا ما يكون لونها اخضر أو احمر أو أرجوانى وذلك لاحتوائها على نوع خاص من الكلوروفيل البكتيرى .

٢. بكتيريا كميائية ذاتية التغذية Chemoautotrophs :

ولا تحتوى هذه النوعية على الكلوروفيل و بالتالى لا يمكنها استخدام الضوء كمصدر للطاقة ولكنها تقوم بأكسدة بعض المواد وتستغل الطاقة الناتجة لتمثيل ثانى أكسيد الكربون وبناء احتياجاتها مثل بكتيريا النيتريت Nitrite bacteria.

ـ بكتيريا غير ذاتية التغذية (متعددة التغذية) Heterotrophs :

ولا تستطيع هذه النوعية من البكتيريا أن تعيش مستقلة حيث لا يمكنها الاعتماد على نفسها فى صنع وتكوين احتياجاتها ولذلك فهى تعتمد على غيرها من الكائنات الأخرى من نباتات أو حيوان أو إنسان و تستمد منه المواد الكربوهيدراتية بصورة جاهزة .

ومنها البكتيريا التى تعيش متطفلة Parasitic ، ومنها ما تعيش مترممة Saprophytic ، ومنها ما تعيش متكافلة Symbiotic.

معيشة البكتريا:

أولاً: معيشة النفع المتبادل Simbiosis: وتتم هذه باشتراك طرفين في معيشة واحدة ينتج عنها نفع متبادل بينهما كمعيشة بكتيريا العقد الجذرية على جذور النباتات البقولية، بحيث تزود البكتيريا النبات بحاجته من الآزوت الذي كانت تثبتته في جسمها من الآزوت الجوي بينما يمدها النبات بالمجهود اللازم لها من الكربوايدرات المخزنة في جسده.

ثانياً: معيشة النفع المنفرد Metabiosis : وتتم باشتراك نوعين من البكتيريا في معيشة واحدة ويكون النفع لظرف واحد فقط كمعيشة بكتيريا التأزت (بكتيريا الآزوتات وبكتيريا الآزوتيت) على بيئة واحدة. فبكتيريا الآزوتيت تعمل على أكسدة النشادر كي نتج الآزوتيت فينتفع به بكتيريا الآزوتات في تحويل الآزوتيت إلى آزوتات بالإضافة إلى المجهود الناتج.

ثالثاً: معيشة التضاد Antibiosis : كوجود نوعين من البكتيريا في وسط لايتوفر النفع لأحدهما بوجود الآخر كوجود بكتيريا حامض اللكتيك والميكروبات التعفنية في الأمعاء إذ أن هذه الأخيرة لاتعيش في وسط حامضي ولايمكنها الاستفادة منه بشيء.

§ **التنفس في البكتريـــا:**

تختلف أنواع البكتريا في قدرتها على استخدام أكسجين الهواء الجوي في التنفس فمعظم أنواعها يستطيع امتصاص الأكسجين من الهواء أو الماء المحيط وتسمى (البكتريا الهوائية) Aerobic bacteria وهناك أنواع قليلة لا تستطيع استخدام أكسجين الهواء الجوي بل قد يكون وجوده ساما" لها فهي تعيش في الأماكن الخالية من الأكسجين كالمستنقعات الراكدة وأعماق التربة والمعلبات المحفوظة والأجهزة الهضمية للإنسان والحيوان وتسمى البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria .

ثانياً : الطحالب الخضراء المزرقة

Cyanobacteria (Blue green bacteria or blue green algae)

كانت تعرف هذه المجموعة سابقا باسم الطحالب الخضراء المزرقة ولكن أعيد تقسيمها حديثاً لتصبح أحد أقسام البكتيريا ضوئية التغذية الذاتية وذلك للأسباب الآتية :

١ ــ احتواء خلاياها على أنوية بدائية تتكون من الحامض النووي الحلقي (DNA) غير محاط بغلاف نووي وليس لها سائل نووي وهي صفة بكتيرية .

٢ ــ تنقسم خلاياها انقساماً ثنائياً بسيطاً (بالإنشطار) مثلها مثل البكتريا .

٣ ــ خلاياها سالبه لصبغ الجرام مثل بعض أنواع البكتيريا .

٤ ــ تتحرك الأنواع المتحركة منها بواسطة الانزلاق وهي تشبه في ذلك أنواع البكتيريا المنثنية .

§ **مميزات البكتيريا الخضراء المزرقة :**

من أهم مميزات البكتيريا الخضراء المزرقة الصفات الآتية :

١ ــ تعتبر أكبر مجموعة متنوعة الأشكال من البكتيريا ذاتية التغذية الضوئية وهي ذات انتشار واسع في الطبيعة .

٢ ــ للكثير من أنواعها القدرة على تثبيت نيتروجين الهواء الجوي .

٣ ــ توجد منها أنواع متحركة وأخرى غير متحركة .

٤ ــ يرجع لون هذه البكتيريا إلى وجود صبغ الكلوروفيل الأخضر (Chlorophyll II) وصبغ الفيكوسيانين الأزرق (Phycocyanin) ويوجد في بعض أنواعها صبغ الفيكوارثرين الأحمر (Phycoerythrin) وتتخذ هذه البكتيريا

اللون الأحمر هذا بالإضافة إلى وجود الأصباغ الصفراء الكاروتين (Carotene) والزانثوفيل(Xanthophyll II) .

٥ ــ المادة الغذائية المختزنة هي الجليكوجين .

§ **الصفات العامـــــــــة:**

تشبه الخلية في تركيبها الخلية البكتيرية من حيث الجدار الخلــوي وتنظــيم الخلية فهي بدائيات تخلو من نواة محاطة بغشاء من العضيات وتفتقر لوجــود أهداب .

o **أماكن معيشتهـــــا:**

تعيش معظم أنواعها وهي حوالي (٥٠٠) نوعاً في المياه المالحة أمــا بقيــة الأنواع فتعيش في المياه المالحة أو في المياه العذبــة أو فــي المنــاطق الرطبــة وخزانات المياه المفتوحة وتنتشر في معظم المناطق الجغرافية سواء كانت مناطق استوائية أو قطبية وحتى على قمم الجبال وفي الصحاري .

o **طريقة التغذيـــــــــة:**

الطحالب الخضراء المزرقة ذاتية التغذية حيث تقوم بعملية البناء الضوئي .

o **شكل مستعمراتهـــــــــا:**

هذه الكائنات أساساً وحيدة الخلية ، إلا أنه في كثير من الأحيــان لا تنفصــل الخلايا بعد الانقسام لذلك تبدو في شكل مستعمرات (منتظمة أو خيطيه) ومن هنــا نجد في هذا القسم كائنات منفردة الخلية وأخرى خيطيــة وثالثــة فــي صــورة مستعمرة. ونجد أن البكتيريا الخضراء المزرقة منها أشكال متعددة ومختلفة فمنها ما هو وحيد الخلية ويتخذ شكلاً كروياً أو عصوياً أو مغزلياً. وتستطيع هذه الخلية أن تنقسم بواسطة الانقسام الثنائي البســيط أو التبــرعم ومــن أمثلتهــا بكتيريــا

الكروكوكس (Chroococcus) ومن هذه البكتيريا ما يتجمع في شكل مستعمرات لها أشكال مختلفة وتتكاثر مثل هذه المستعمرات بواسطة الانقسامات المتعددة لتكون وحدات صغيرة تتحرر عندما يتمزق جدار الخلية الأم لتنمو كل وحدة منها إلى خلية جديدة ومن أمثلتها الجليوكابسا (Gleococapsa).

- **التكاثـــــــر**:

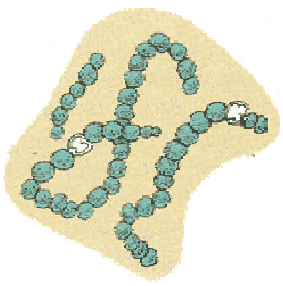
التكاثر لا جنسي بالانقسام الثنائي البسيط أما في الكائنات الخيطية فيكون التكاثر بالتجزئة .

بعض أجناس الطحالب الخضراء المزرقـــة

- **النوستوك (Nostoc)**:

- **تركيبـــــــــه**:

عبارة عن خيوط تتكون من خلايا متراصة تشبه المسبحة وتعرف بالخلايا الخضرية وتتوسطها خلايا أكبر حجماً عديمة اللون محاطة بجدار سميك تسمى بالحويصلة المغايرة (Heterocyst) وتتم عملية تثبيت نيتروجين الهواء الجوي في هذه الحويصلات .



- التكاثر **في النوستوك** :

يتكاثر النوستوك بإحدى الطرق الآتية :

١ ــ تقطع الخيوط :

وذلك بتقطيع الخيوط إلى أجزاء صغيرة حيث يحدث الانفصال عادة بين خليتين متتاليتين من الحويصلات المغايرة ويستطيع كل جزء النمو إلى خيط جديد .

٢ ــ الانقسام الثنائي البسيط :

وذلك بانقسام الخلايا الخضرية انقساماً ثنائياً بسيطاً لتكون خليتين وبــذلك يــزداد طول الخيط

٣ ــ التكاثر بتكوين الجراثيم :

تستطيع بعض الخلايا الخضرية في هذه الطريقة من التكاثر أن تغلف نفسها بجدر سميكة لتكون جراثيماً ساكنة في مقدورها مقاومة الظروف غير الملائمــة مثــل الجفاف، وتنمو عند تحسن الظروف كل جرثومة ساكنة لتكون خيطاً جديداً .

- **الأهمية الاقتصادية للبكتريا:**

١ ــ تقوم بعض أنواع البكتريا بأكسدة المركبات الكيميائية مثل بكتريا الكبريت أو الحديد أو الأزوت .

٢ ــ تسبب بعض أنواع البكتريا معظم الأمراض التي تصيب الإنسان والحيــوان وكذلك النبات مثل مرض التيفود والسل والدفتيريا والكوليرا والتيتــانوس ومــن الأمراض النباتية ذبول القرعيات البكتيري وعفن جذور الكرنب وعفن ساق الذرة .

٣ ــ تدخل البكتريا في كثير من الصناعات مثل صناعة الخل والزبد وبعض أصناف الجبن ودباغة الجلود وفصل ألياف الكتان .

٤ ــ تعمل بعض أنواع البكتريا على المساعدة في هضم المواد الغذائية فمثلا" توجد في القناة الهضمية للحيوانات كالجمال والماشية أنواع من البكتريا تفرز انزيما" يساعد على هضم السليلوز الذي كثيرا" ما يحتوي عليه غذاء هذه الحيوانات .

٥ ــ يمكن تخمر مخلفات النباتات الزراعية بواسطة البكتريا اللاهوائية لإنتاج نوع من العلف الحيواني المعروف باسم السيلاج .

§ **الأهمية الاقتصادية للطحالب الخضراء المزرقة:**

١ ــ تعتبر الطحالب الخضراء المزرقة مصدراً لغذاء الأسماك والكائنات البحرية الحيوانية الأخرى .

٢ــ تعمل بعض الأنواع على خصوبة التربة عن طريق إمدادها بالنيتروجين مما يضاعف من الإنتاج الزراعي .

٣ ــ تفرز الكثير من الطحالب الخضراء المزرقة مركبات كريهة الرائحة قد تكون سامة للإنسان .

§ **الإنسان والبكتيريـــــا:**

١ــ يعلق العلماء أملا كبير على استخدام مجموعة من البكتيريا فى إنتاج غاز الميثان وذلك تمهيدا لاستخدام هذا الغاز كوقود حيث يمكن استخدامه كبديل للغاز الطبيعى وتستطيع هذه البكتيريا ان تكون غاز الميثان بواسطة تحليل الفضلات العضوية فى غياب الأكسجين وكذلك يعتبر غاز الميثان هو المصدر الصناعى لغاز الهيدروجين المستخدم فى إنتاج الأمونيا صناعيا .

٢ــ تساهم البكتيريا بدورا كبير فى خصوبة التربة و ذلك بتوفيرها للسماد البلدى. عن طريق تحليلها للمخلفات الطبيعية وتحويلها إلى مواد بسيطة دون الحاجة إلـــى أى إضافات و لكنة بمجرد وجود المواد القابلة للتحلل فان الكائنات الحية الدقيقـــة تبدأ عملها بواسطة التكاثر و الزيادة فى العدد و ينتج عن هذا التحلل طاقة حرارية عالية تسبب ارتفاع درجة حرارة كومة السباخ حتى انها قد تصل فى عمق الكومة الى ٧٠° م وتعمل هذة الحرارة على قتل الميكروبات التى لا تستطيع تحمل هـــذه الحرارة .

٣ ــ تستطيع بعض أنواع البكتيريا أن تصيب أنواعا مختلفة من النباتات والثمـــار والخضروات مسببة خسائر اقتصادية كبيرة ومن أمثلة النباتـــات التـــى تتعـــرض للإصابة بالأمراض البكترية :

البطاطس – الطماطم- الجزر- الكمثرى – الشمام- الليمون –الكرنب – القطن – وغيرها، كذلك تسبب بعض البكتريا تلوث المواد الغذائية وتسبب فسادها بواسطة التعطين وهو ما يعرف باسم مرض التسويق .

٤ – تأخذ علاقة البكتريا بالإنسان بعدا آخر يرتبط بصحته فهناك بعض أنواع من البكتريا ممرضة تسبب وله أمراضا كثيرة ومن أمثلة الأمراض التى تنتقل للإنسان عن طريق البكتريا هى :

الدفتريا – السعال الديكى – الالتهاب السحائى – التهاب الرئوى .

٥ – يعطى عدم مراعاة الطرق الصحية فى تحضير الطعام فرصة كبيرة للانتقال الأمراض بواسطة العاملين على إعداده أو بواسطة الحشرات ومـــن أمثلـــة هـــذه الأمراض التى تنتقل بهذه الطرق هى :

الكوليرا – الدوسنتاريا – التسمم الغذائى – التيفود – البارا تيفود .

٦ – هناك نوع من البكتريا يستطيع أن يلوث الجروح التى تحدث للإنسان وتسبب له أمراضا خطيرة كما أن هناك أنواع أخرى من البكتريا تدخل الجسم عن طريق الجروح يسبب مرضا خطيراً هو الغرغرينا الغازية وكان هذا المرض يسبب سابقا رعبا للمريض لأنة يتسبب فى بتر العضو المصاب أما الآن فقد اكتشفت المضادات الحيوية وطرق التعقيم المختلفة مما حد من انتشار هذا الميكروب .

٧- إن أقوى أنواع السموم البيولوجية هى التى تفرزها بكتريا التسمم البوتيولينى وتختلف هذه البكتريا عن الأنواع الأخرى المعروفة بأنها تسبب التسمم الغذائى مثل بكتريا السلامونيلا، والتسمم البوتيولينى ليس إصابة بمرض ولكنها سموم تتكون بواسطة البكتريا ومما يزيد من خطورة هذه البكتريا انها تستطيع تكوين هذه السموم تحت الظروف اللا هوائية أى فى غياب الأكسجين وقد قدرت سمية هذه السموم فوجد ان جراما واحدا فقط منها كافيا لقتل ١٤ مليون شخص بالغ أى أن حوالى نصف كيلوجرام من هذه السموم كافية للقضاء على جنس البشر جميعا .

٨- تدخل البكتريا المسئولة عن أمراض السيلان والزهرى والجمرة الخبيثة الجسم عن طريق الأغشية المخاطية اما مرض الجمرة الخبيثة فهو مرض ينتقل من حيوانات المنزل (القطط والكلاب) بالإضافة إلى الحيوانات البرية الأخرى .

٩- كانت المبيدات السامة تستخدم لسنوات طويلة للقضاء على الحشرات الضارة للنبات إلا أنه اكتشف تأثير هذه المبيدات الضارة على جسم الإنسان كما أن استخدام المبيدات يمكنه القضاء على الكائنات الحية المفيدة الموجودة بالتربة ومن هنا فقد بدأ البحث عن طرق أخرى للقضاء على الآفات المهلكة للمحاصيل وتم استبدال هذه المبيدات السامة بواسطة استخدام طرق المقاومة البيولوجية فالبكتريا تستطيع القضاء على مجموعة كبيرة من الديدان واليرقات التى تهاجم المحاصيل الزراعية وترش هذه البكتريا فى صورة مسحوق على سطح النباتات ومما هو جديرا بالذكر ان هذة البكتريا لا تسبب أضرارا للإنسان أو الحيوان .

١٠- أثبتت البكتيريا فاعلية كبيرة فى مساعدة الإنسان على التخلص من ملوثات البيئة حتى أصبح هناك علم يسمى بعلم العلاج البيولوجى وهو علم يختص بدراسة كيفية استخدام الكائنات الحية الدقيقة فى التخلص من المخلفات السامة الملوثة للبيئة ومن أمثلة هذه البكتريا.

ويتفاءل بعض العلماء بأنه يمكن مستقبلا استخدام البكتريا فى التخلص من النفايات النووية خاصة عندما يصبح فى الإمكان استحداث أنواع من البكتريا الخاصة باستخدام تكنولوجيا الهندسة الوراثية ويمكن القول بان الاهتمام الحالى بقضية تلوث البيئة سوف يتنامى فى المستقبل القريب ليشمل استخدام البكتريا فى علاج هذا التلوث.