وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت - كلية الزراعة
قسم علوم الاغذية

المادة: مبادئ الأحياء المجهرية النظري

المرحلة: الثانية

القسم : علوم الاغذية ، المحاصيل الحقلية

مدرس المادة

أ.م.د. ياسمين إسماعيل خليل

« المحاضرة الأولى »

المادة : الأحياء المجهرية
المرحلة : الثانية

المحاضرة الأولى : مقدمة تاريخية و تعريف الأحياء المجهرية وتسميتها وتصنيفها العام

الأحياء المجهرية :- يمكن أن يعرف بانه العلم الذي يختص بدراسة الكائنات الحية الدقيقة والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة من حيث التركيب أو الشكل وعلاقتها مع بعضها ومع الكائنات الأخرى وأهميتها بالاضافة إلى طرق السيطرة عليها ومن الأمثلة عليها :Bacteria البكتريا، Viruses الفيروسات ، Protozoa الابتدائيات ، Parasities طفيليات ،Fungi فطريات ، Algae الطحالب .

وبشكل عام أي كائن يكون حجمه أو قطره اقل من (mm1) يعتبر من الكائنات المجهرية .

وقد بزغ فجر علم الأحياء المجهرية في القرن التاسع عشر (th19) ولكن عدة حضارات قديمة مثل بلاد ما بين النهرين والمصرية تعاملت مع هذه الكائنات وهذا العلم كما استطاعوا معالجة بعض الأمراض الناتجة عن هذه الكائنات باستخدام مواد نباتية (نباتات طبية) وحافظوا على طعامهم من التلف باستخدام الملح لمنع عمل هذه الكائنات وباستخدام التجفيف أيضا.

رغم التطورات في هذا العلم فإن التقديرات تقول انه لم يتم دراسة إلا 0.03% من الجراثيم الموجودة في البيئة الأرضية فبالرغم من أن الجراثيم اكتشفت منذ 300 عام إلا ان علم الأحياء الدقيقة ما زال يعتبر في بداياته مقارنة بالعلوم الإحيائية الأخرى.

أهمية دراسة الكائنات الدقيقة

- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً هاما إعادة إستخدام مياه الصرف.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في إنتاج الكيميائيات الحيوية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في التقنية الحيوية الطبية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً التقنية الحيوية الغذائية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً التعدين الميكروبي.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً التقنية الحيوية الزراعية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في الإنتاج الميكروبي للكيميائيات والوقود.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في إنتاج البروتينات وحيدة الخلية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في الامتصاص الحيوي للملوثات المعدنية.
- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في صناعة الورق .

- تلعب الكائنات الدقيقة دوراً في جميع الصناعات الحيائية كما سيذكر في هذا المقرر.

م/ لمحة تاريخية عن تطور علم الأحياء الدقيقة

Year	Scientist	Event
1664	Robert Hooke	تمكن هذا العالم الانجليزى من استخدام ميكروسكوبا مركب ووصف فطر Mucor بكل دقة
1632-1723	Anton van Leeuwenhoek	اول من تمكن من صنع مجهر بدائى واستطاع ان يرى الكائنات الدقيقة
1872	Ferdinand Julius Cohn (German botanist)	• عمل وصف كامل لدورة حياة البكتريا العصوية • ساهم بدورا فعال فى وضع نظام لتقسيم البكتريا
The concept of spontaneous generation theory نظرية التوالد الذاتي نظرية وضعها ارسطو في الفترة من 184-122 قبل الميلاد. والتي تشير الى إمكانية نشوء كائنات حية من مواد غير حية.		

1822-1895	The French chemist Leuis Pasteur	1. حطم نظرية التوالد الذاتي. 2. أكد الاعتقاد بأن الكائنات الحية الدقيقة هي المسئولة عن التخمر. 3. استخدم autoclave في التعقيم. 4. ابتكر طريقة التعقيم بالحرارة الجافة للأدوات الزجاجية 5. عمل لقاحات ضد. Fowl cholera, anthrax 6. ابتكر طريقة البسترة .
1843-1910	German physician Robert Koch	1. عمل وصفا كاملا للبكتريا العصوية المسببة للجمرة الخبيثة 2. ابتكر طريقة تجهيز وتثبيت وصبغ الاغشية المجهزة من البكتريا 3. نشر ابحاث عن الميكروب المسبب للكوليرا 4. وضع فرضيات كوخ
1882	Angelina Fannie and Walther Hesse in Koch's laboratory	استخدمت الاجار فى البيئات لزراعة الكائنات الحية الدقيقة.
1884	Hans Christian Gram	ابتكر صبغة الجرام الصبغة التفريقية المستخدمة فى صبغ البكتريا[
1884	Petri Julius R	استخدم اطباق البترى بدلا من الاطباق الزجاجية

- تسمية المجاميع بمستوى أعلى من الجنس :-

نظام التسمية الثنائية Binomial system nomenclature

يعتبر العالم السويدى كارلوس لينياس (1707 -1778) Carolus Linnaeus

أول من وضع نظام التسمية الثنائية Binomial system nomenclature والذى ينص على ان كل كائن حي يطلق عليه اسما ثنائيا مكونا علي النحو التالي:

اسم الجنس Genus name ويبدا دائما بـ Capital letter

اسم النوع Species name ويبدا دائما بـ Small letter

يكتبان بحروف مائلة أو يوضع خطا تحتهما.

- مثال:

الأنسان Homo sapiens *Homo sapiens*

- اسم الجنس قد يكون معبرا عن شكل الخلية أو ترتيبها أو اسم لمكتشف أو بعض الصفات المميزة لها.

- اسم النوع يكون عادة من اسم مصدر الميكروب أو مكتشف البكتريا أو احد الصفات المميزة.

أمثلة:-

Bacillus anthracis يعود لاسم مرض شكل البكتريا عصوي

Spirillum rubrum لون احمر شكل حلزوني

Clostridium novyi اسم المكتشف

اسم المكتشف أمريكي Salmonella (Salmon)

اسم المكتشف ألماني Escherichia (Escherich)

م/ التصنيف Taxonomy

التصنيف:- هو العلم الذي يدرس ترتيب الكائنات الحية بمجاميع حسب بعض صفات التشابه والاختلاف فيما بينها لتسهيل عملية دراستها والتعرف عليها.

ويعتبر علم التصنيف من العلوم الصعبة جدا لأنه يعتمد على الإحصاء والرياضيات وحاليا على الكومبيوتر وفي عملية التصنيف يعتمد على صفات التشابه والاختلاف بين الأحياء المجهرية حيث

يتم تشخيص الأحياء المجهرية من خلال عزلها من مزارع نقية وإضافة إلى الصفات المذكورة أدناه يعتمد أيضا في التشخيص على الإثبات

يمكن تصنيف الكائنات الحية الى :مملكة – شعبة – طائفة – رتبة - عائلة – جنس – نوع.

Kingdom- Phylum- Class- Order-Family- Genus-Species

أشهر النظم التصنيفيه

- **نظام المملكتين:**

قسمت الكائنات الحية إلى مملكتين:

1- Plantae :- لاتتحرك ذاتية التغذية (تصنع غذائها بنفسها)

2- Animaliae :- تتحرك غير ذاتية التغذية (تتغذى بالتهام الطعام)

- **نظام الثلاث ممالك**

وضعه العالم الألماني Ernest Haeckel (1866)

1- Plantae :- لاتتحرك ذاتية التغذية (تصنع غذائها بنفسها)

2- Animaliae :- تتحرك غير ذاتية التغذية (تتغذى بالتهام الطعام)

3- Protista :- تضم الكائنات الاولية مثل البكتريا والفطريات والطحالب والبرتوزوا

- **نظامالأربع ممالك**

وضعه العالم Copeland (1956)

بالإضافة الى الثلاث ممالك السابقة أضيفت مملكة

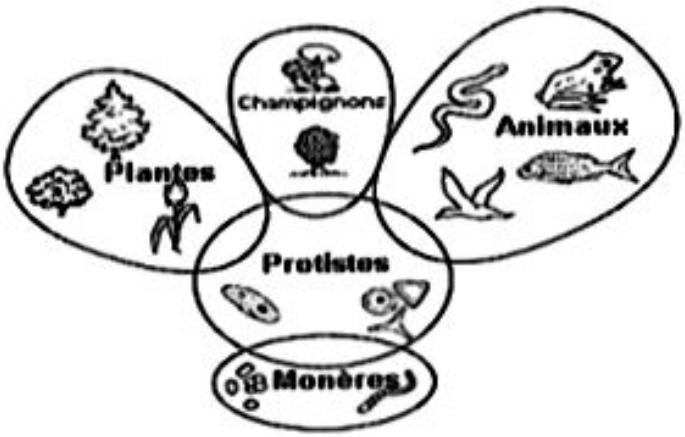
1-Monera bacteria) cyanobacteria and)

- **نظام الخمس ممالك**

وضعه العالم Whittaker (1969)

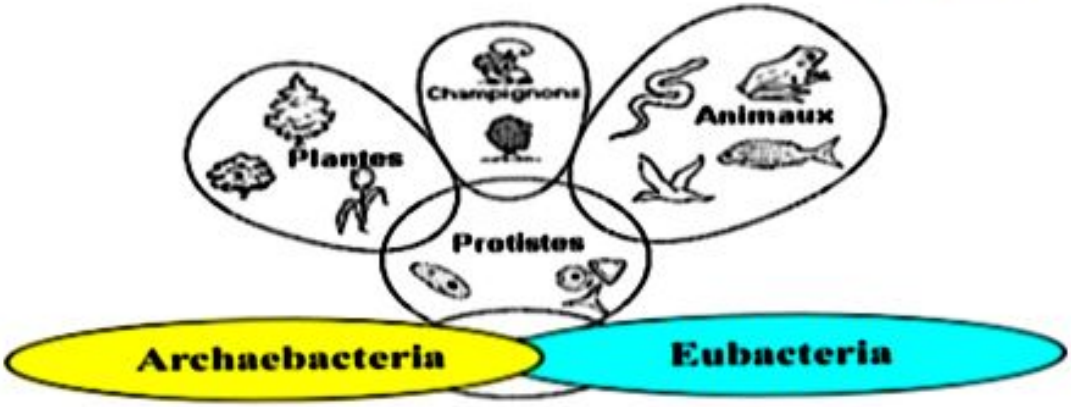
قسمت الكائنات الحية تبعا للبناء الخلوي للخلية، تركيب النواة، طريقة التغذية.

ان الفطريات و بالرغم من إنها حقيقية النواة الا انها تختلف في نواحي عديدة عن الكائنات الاولية ، لذا اقترح العالم ويتكر وضع الفطريات في مملكة منفصلة هي مملكة الفطريات.



- **نظام الست ممالك**

مع تقدم العلم وتقدم Molecular Biology Techniques قسمت البكتريا إلى مجموعتين domains :Two



المحاضرة الثانية النظري : البكتريا

البكتريا The bacteria

عبارة عن كائنات حية تعود إلى مملكة البروكاريوتا وحيدة الخلية تتراوح ابعاد البكتريا ما بين 0.6 – 1 مايكرو ميتر طولا و 0.5 – 2 مايكرو ميتر عرضا . باستثناء بعض انواع البكتريا الحلزونية التي قد يصل طولها الى حوالي 500 ميكروميتر طولا (مثل بكتريا *Epulopiscium fishelsoni*، العصوية التي يصل ابعادها الى 80 مايكرون عرضا و200 -600 مايكرون طولا وبكتريا *Thiomargarita namibiensis* الحلزونية 100 و 750 مايكرون) تستطيع النمو في أوساط زرعيه اصطناعية وتتكاثر لا جنسيا بواسطة الانقسام البسيط ، بعضها يسبب المرض وتلف الأغذية وبعضها لها دور في خصوبة التربة وتصنيع المركبات الثمينة وتصنيع الأغذية. والبكتريا Bacteria هي جمع لكلمة Bacterium وتعني باللغة اللاتينية بمعنى العصا وتعد من أكثر الكائنات الحية أنتشاراً وذلك لقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة.

الصفات المظهرية Morphological Characteristics

1- حجم الخلية Cell size

تتباين الخلايا البكتيرية بأحجامها وأشكالها من أصغرها بحدود(0.02) مايكروميتر وهي تقريبا بحجم أكبر الفايروسات والقليل منها كبير نسبيا مثل بعض الأنواع اللولبية Spirochetes طولها بحدود (500) مايكروميتر.

2- الأشكال البكتيرية Cell Shape

Shape of some bacteria أشكال بعض البكتريا

١-الشكل الكروي:

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

أ - بكتريا كروية فرديةCoccus

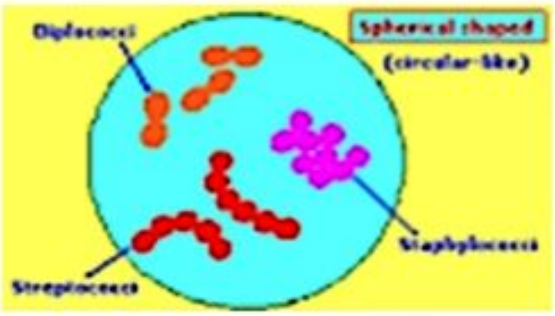
ب -بكتريا كروية ثنائيةDiplococcus

ج - بكتريا سبحيةStreptococcus

د -بكتريا كروية رباعيةTetrads

ه - بكتريا كروية مكعبة Sarcinae

و بكتريا كروية عنقوديةStaphylococcus

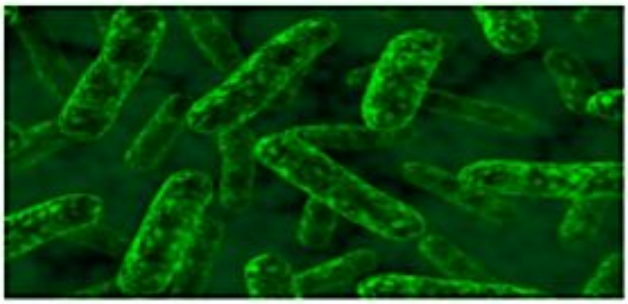


٢- البكتريا العصويةRod shaped bacteria

وتعني باللاتينية عصاه ومنها ثلاثة أشكال Bacilli :وجمعها Bacillus وتسمى Monobacillus

أ - بكتريا عصوية فردية Streptobacillus أو سبحية

ب - بكتريا عصوية في ثنائياتDiplobacillus

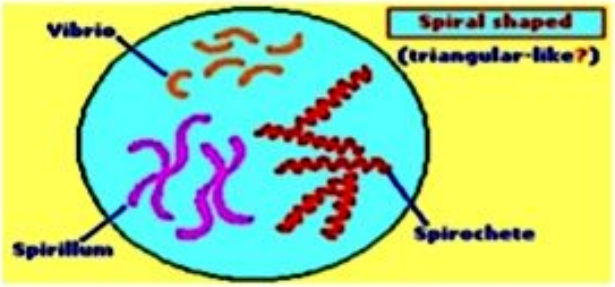


٣ - الشكل اللولبي أو الحلزوني وبه ثلاثة أشكال

أ - بكتريا حلزونيةSpirillum

ب- بكتريا ضمية واويةVibrio

ج - بكتريا منثنيةSpirochete



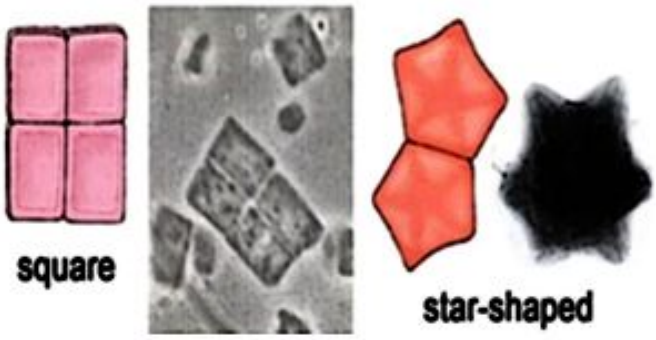
4- الشكل الخيطي Filamentous bacteria (Actinomycetes)

تحتوي على أنواع وحيدة الخلية إلا أنها أكبر حجما "نسبيا "من البكتريا العصوية(L,X,Y)وتتخذ شكل ومن أهم ما يميز البكتريا الخيطية الشكل قدرتها على إفراز أنماط مختلفة المضادات الحيوية من (Streptomycinو Tetracycline وChloramphenicol)

Filamentous bacteria (Actinomycetes:

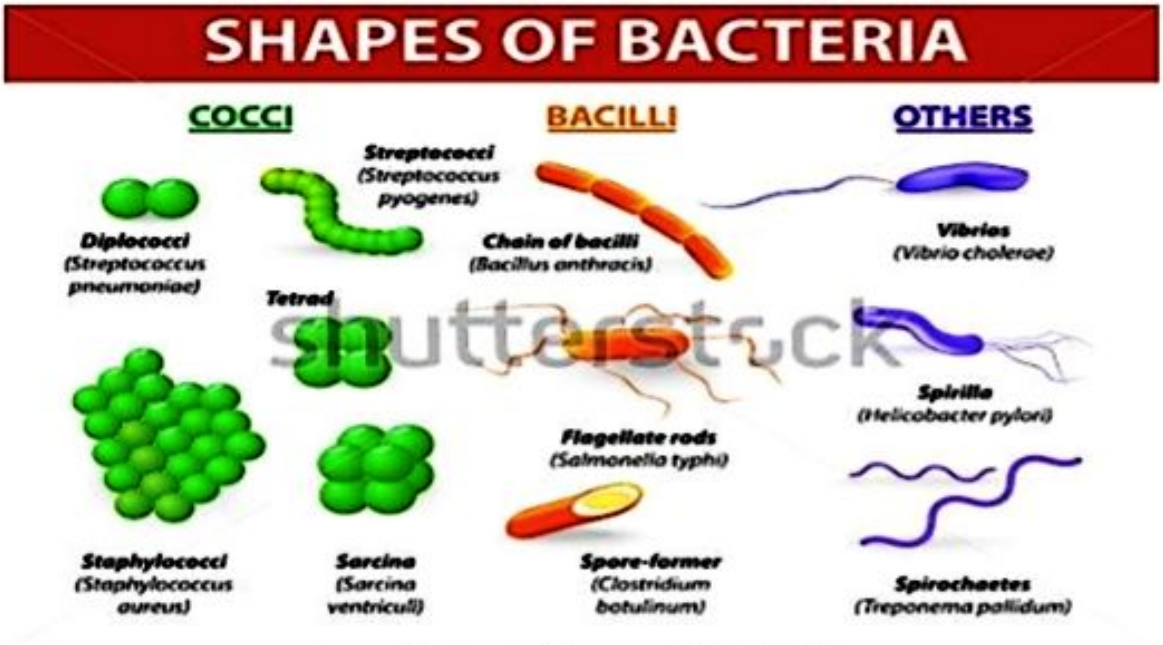
5- البكتريا مربعة الشكل Square bacteria

وهي من الاشكال الغريبة في عالم علم الاحياء الدقيقة اكتشفت عام 1981 على يد Walsby على سواحل البحر الاحمر . وهي من الكائنات المحبة للملوحة halophilic ويعتقد انها من مجموعة البكتريا القديمة Archaebacteria



تتخذ بعض انواع البكتريا ولاسيما العصوية تحت ظروف بيئية وجراء ما يطرأ عليها من تغيرات على مستوى الايض وبناء الجدار ، اشكالا واحجاما استثنائية غير مألوفة ، اذ تستطيل بعض الخلايا ، او تنتفخ او تتحول الى خيوطا رفيعة. وتساعد بعض المثبطات في بيئة النمو او شحة بعض

المغذيات على اتخاذ البكتريا العصوية مثل هذه الاشكال غير المألوفة



دراسة التراكيب الداخلية لخلايا الاحياء الدقيقة وتشريحها الوظيفي

تقسم مكونات الخلية البكتيرية الى مكونات اساسية وغير اساسية:

أولاً / تتضمن المكونات الاساسية الغشاء السايتوبلازمي ، و الرايبوسومات والمنطقة النووية الحاوية على مادة DNA المسؤولة عن حمل ونقل الصفات الوراثية . وسميت بالمكونات الاساسية لأنها موجودة في جميع الكائنات الحية بما في ذلك البكتريا . بمعنى انها صفة تجمع جميع الخلايا.

ثانياً/ اما المكونات غير الاساسية في البكتريا فتتمثل بالجدار الخلوي والكبسولة والاسواط والابواغ والبلازميدات والشعيرات والمواد المخزنة وهذه موجودة في بعض و ليس جميع انواع البكتريا. عليه فهي ليست اساسية.

يتركب جسم البكتيريا من المواد الكيماوية التالية:

٧٥ % من وزنها الجاف - .من الماء.

١٠ % من وزنها الجاف - .الأزوت

٤٠ % من وزنها الجاف - .من الدهن.

٣٠ % من وزنها الجاف - من المواد المعدنية واللامعدنية

وتتألف من الفوسفور والكالسيوم والصوديوم والألمنيوم والنحاس والمنغنيز

ومن مواد أخرى كالأنزيمات والتوكسينات .وقد وجد بنتيجة التحليل أن مادة

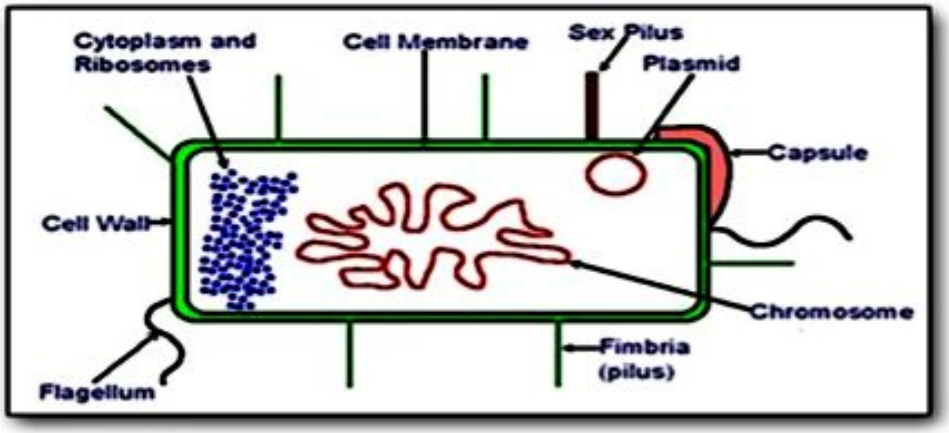
الفوسفور في الخلية ذات نسبة أكبر من جميع المواد التي تتركب منها الخلية.

وتتركب الخلية البكتيرية من:

١ .الجدار الخلوي ٢ .الكبسولة

٣ .الغشاء البلازمي ٤ .السيتوبلازم

٥ .النواة البدائية



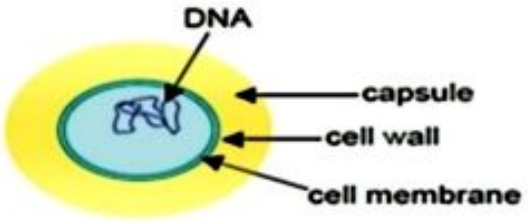
1-capsule المحفظة : معظم البكتريا تملك طبقه تقع خارج جدار الخلية وهذه الطبقة تنظم بطريقه لا يمكن ازالتها بسهوله وتسمى محفظة كبسوله عادتا تتكون من سكريات متعددةpolysaccharide ويمكن ان تحتوي مواد اخرى .والكبسولة ممكن رؤيتها بوضوح تحت المجهر الضوئي عندما تصطبغ بالصبغة السالبة او بصبغه الكبسولة الخاصة بالرغم من ان الكبسولة لا تكتسي اثناء نمو البكتريا والتكاثر في الاطباق المزروعة مختبريا وتعطي الكبسولة عده فوائد للبكتريا عندما تنمو في الظروف الطبيعية وذلك لأنها :

ا- تساعد البكتريا في مقاومه الممرضات داخل جسم المضيف ،الخلايا البلعميه (phagocytic cells) عندما تفقد الكبسولة يصبح من السهل تدميرها ولا تسبب المرض.

ب –الكبسولات (المحفظة)تحوي كميه من الماء تستطيع حمايه البكتريا من الجفاف.

جـ -تطرد الفايروسات البكتيرية Bacteriophage ومعظم السموم العضوية وبعض المواد مثل المنظفات .

د – طبقه ycocalyxgl ايضا تساعد البكتريا في التماس على السطوح والاجسام الصلبة في البيئات المائية او على سطح الأنسجة في المضيف النباتي او الحيواني.



Bacterial capsule

أمثلة للبكتريا اتي تمتلك كبسولة:

***بكتريا *Streptococcus mutans* المسببة لنخر الاسنان : تتراكم بكتل كبيرة على سطوح الاسنان وتستغل البكتريا السكريات المتبقية بين الاسنان لتكوين الكبسولة.**

2- الشعيرات Pili and fimbriae :

معظم انواع البكتريا Ve-G تملك زوائد دقيقه قصيرة تشبه الشعرة وتكون اخف من السوط flagella وهي لا تشترك في الحركة تدعى باسم شعيره Fimbriae (وايضا يطلق عليها pili) على الرغم من إن الخلية قد تغطى بعدد كبير من الشعيرات ولكن لا يمكن رؤيتها الا تحت المجهر الكتروني electron microscope وعلى الرغم من صغر حجمها ولكنها تتركب من وحدات فرديه بروتينيه ملتفه حول بعضها الاخر مكونه لباً مجوفا ويمكن ازالتها دون ان تفقد الخلية قابليتها على الحياة . وقياس قطرها حوالي (3-10) nm اما طولها فهو عده مايكرو مترات(Mm) هذه الشعيرات تساعد البكتريا بالالتصاق على السطوح الصلبة كالصخور في بعض مجرى التيارات المائية وعلى انسجه المضيف مثل *Neisseria gonorrhoeae* التي بوجود الشعيرات فأنها تلتصق بالأنسجة وتسبب داء السيلان والتي لا تحوي شعيرات تفشل في ان تسبب داء السيلان.

3- الاسواط البكتيرية Bacterial Flagella

تتحرك البكتريا بواسطة الاسواط flagella او بواسطة الاهداب cilia ويتضح ذلك عند إزالتها فإنها تبقى حية ولكنها غير متحركة.

الاسواط البكتيرية تكون طويلة نسبيا تظهر خارج الغشاء السايتوبلازمي وتترتب بطريقة تساعد البكتيريا على الانتقال او الحركة من مكان الى اخر. ويكون ترتيبها بالشكل التالي:

1. Monotrichous احادية السوط: بعض البكتريا مثل بكتريا Pseudomonous السوط فيها يعرف باسم سوط قطبي polar flagella وذلك لانها تنتظم في نهاية قطب الخلية.

2. Amphitrichous على القطبين: عندما تكون الأسواط على قطبي أو نهايتي الخلية فقط.

3. Peritrichous اسواط محيطية: أذا كانت الأسواط تحيط بالخلية مثال: Proteus

4. Lophotrichous حزمة أحادية: بعض البكتريا تملك حزمة من الأسواط على قطب او نهاية واحدة.

- تركيبها Structure of flagella

يتالف السوط البكتيري من خيط واحد يتركب من عدة وحدات من البروتين يدعى فلاجلين flagellin وتحت المجهر الالكتروني يمكن ملاحظة ان السوط البكتيري يتالف من ثلاثة اجزاء وهي:

1. Filament الخيط: وهو اطول جزء يتركب من البروتين ويمتد من سطح الخلية الى نهاية السوط.
2. Basal body الجسم القاعدي: يكون ضمن جدار الخلية.
3. Hook الخطاف: عبارة عن قطعة محدبة تربط الخيط filament بالجسم القاعدي basal body. الجسم القاعدي اهم جزء معقد من السوط في البكتريا ve-G حيث يملك الجسم القاعدي اربعة حلقات تحيط به هي: الخارجية حلقة (L) و (P) والتي تكون من ضمن طبقة Lipopolysaccharide وحلقة ضمن طبقة peptidoglucan. والحلقة الداخلية موقعها بتماس مع غشاء البلازما.

4- جدار الخلية البكتيرية

جدار الخلية البكتيرية واحد من اهم اجزاء الخلية البدائية النواة prokaryotic cell وذلك لعدة اسباب هي:

1. معظم البكتريا تملك جدران قوية تكسبها شكل الخلية.
2. جدار الخلية يحمي الخلية من التحلل الازموزي.
3. جدار الخلية البكتيرية لبعض انواع البكتريا المرضية يحوي مكونات تكون مسؤولة عن الامراضية pathogenicity.
4. جدار الخلية يحمي الخلية من سموم toxic الوسط الذي يحويها.
5. موقع عمل وتأثير لعدة انواع من المضادات الوبائية Antibiotics.

بعد اكتشاف صبغة كرام Gram stain اصبح تقسيم البكتريا واضحا الى مجموعتين وذلك لاستجابتها بالاساس الى صبغة كرام. بكتريا تصطبغ بصبغة positive gram وتتلون باللون الازرق (البنفسجي) بينما البكتريا Gram negative فتتكون باللون الاحمر.

المحاضرة الثالثة النظري

• التركيب الكيمياوي لجدار الخلية

يتالف الجزء الاساسي للجدار الخلوي من جزئية كبيرة تعرف بالببتيدوكلايكان Peptidoglycan او طبقة الميورين murein تقع خارج غشاء البلازما وتتالف جزيئة الببتيدوكلايكان من وحدتين فرعيتين رئيسيتين هما السكريات الامينية amino sugars والاحماض الامينية amino acids.

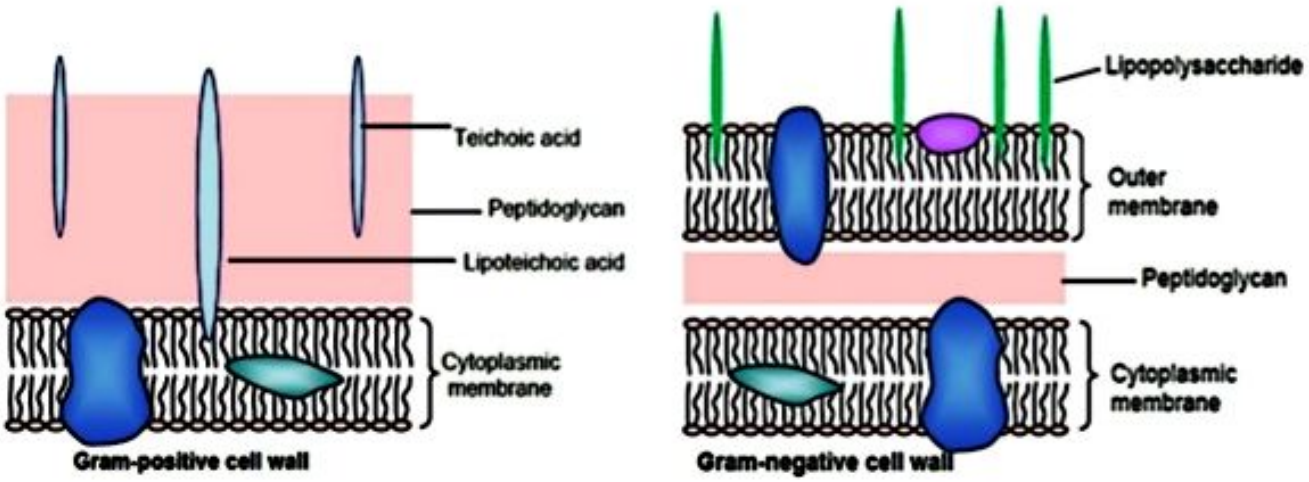
والسكريات الامينية هي حامض – استيل ميوراميك اسد acetylmuramic acid-N و ن – استيل كلوكوز امين acetylglucos amine مشتقة كيمياويا من الكلوكوز وتتناوب هاتان الوحدتان لتكوين بوليمر ذي وزن جزيئي عالٍ جدا يتواجد في جدار الخلية بدائية النواة.

وهناك سلسلة ببتيدية مكونة من اربعة احماض امينية تتصل مع مجموعة الكاربوكسيل للحامض N-acetylmuramic acid هذه السلاسل الببتيدية تربط وحدات الببتيدوكلايكان مع بعضها بطريقة تدعى links -cross.

(سلسلة الببتيدات للاحماض الامينية الاربعة)

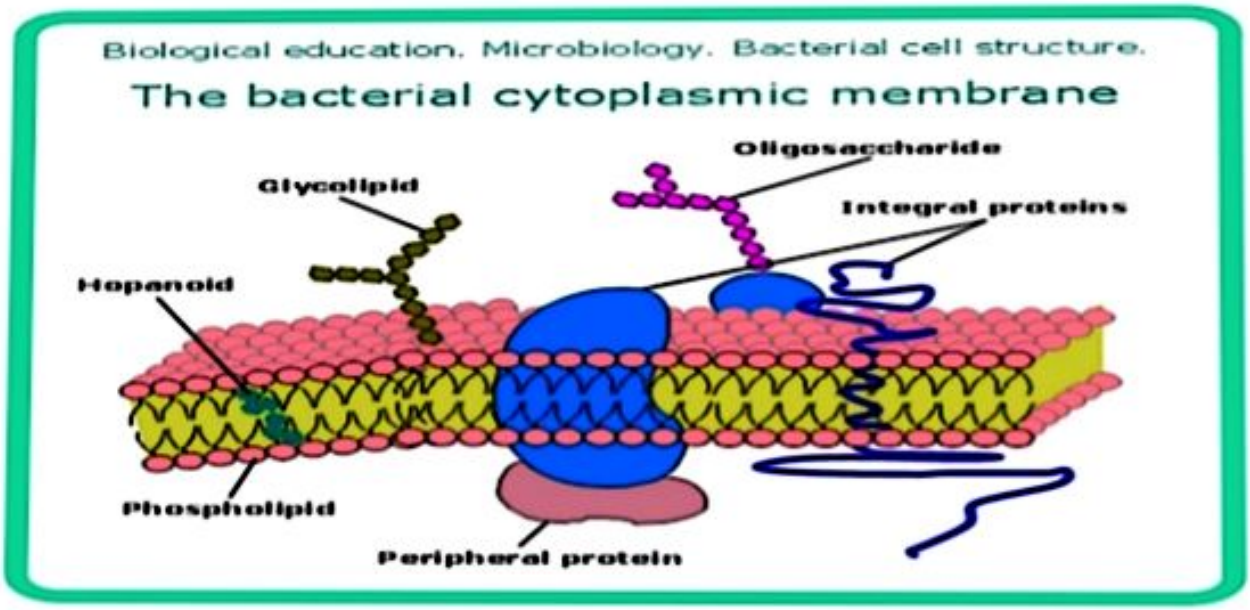
1. alanine -L
2. glutamine -D
3. lysine-L متغير
4. alanine -D

في G+ve b. هنالك بحدود (40) شريط من الببتيدوكلايكان تشكل بحدود 50% من مواد جدار الخلية. وفيG-ve.b يظهر فقط بحدود شريط الى شريطين من طبقة Peptidoglycan ما يقارب (5-10)% من مواد جدار الخلية.



غشاء البلازما :

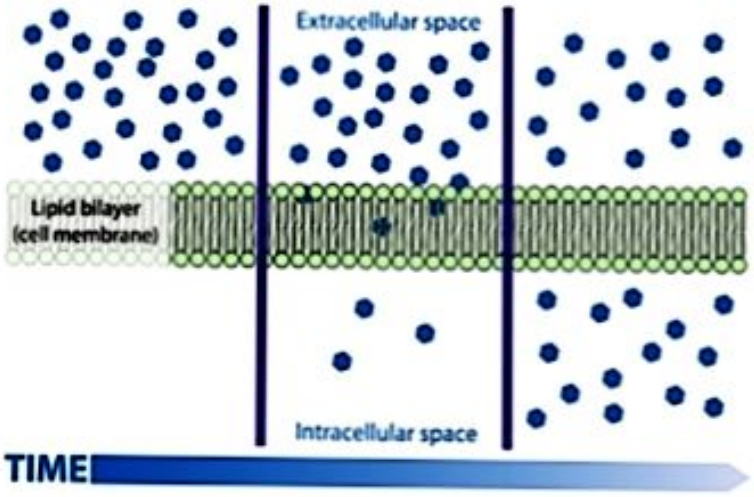
1. يفيد كغشاء انتقائي كونه حاجز شبه منفذ حيث يسمح لبعض الذرات والجزيئات بالمرور من الخارج الى الداخل وبالعكس ويمنع مرور جزيئات اخرى.
2. يخدم في عملية دخول لمواد الغذائية الى الخلية وخروج المخلفات منها.
3. يحتوي غشاء البلازما على جزيئات استقبال تساعد البكتريا على تحديد والاستجابة للمواد الكيمياوية المحيطة بها.
4. غشاء البلازما يحتوي على mesosomes وتكون واضحة في البكتريا الموجبة لصبغة كرام وهي عبارة عن طيات متمركزة في السايتوبلازم حيث تزيد من المساحة السطحية للغشاء وتساعد عند انقسام الخلية وتكوين الجدار المستعرض وكذلك تساعد في تضاعف DNA.



اليات انتقال المواد والعناصر الغذائية عبر الغشاء السايتوبلازمي

- **1-الانتشار البسيط او السلبي Simple or passive diffusion**

تمر الجزيئات الذائبة من خلال الغشاء اعتمادا على الاختلاف في تركيز هذه المواد على جانبي الغشاء السايتوبلازمي ، اي تنتقل المواد من التركيز العالي الى التركيز الواطئ وبتساوي التركيزين داخل وخارج الخلية يتوقف نظام الانتشار. ولا يحتاج هذا النوع من النقل الى طاقة



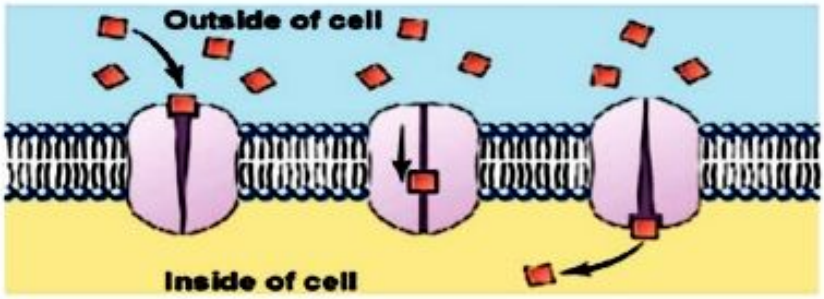
2-الانتشار الميسر او المساعد Facilitated diffusion

مشابهة للطريقة السابقة من حيث الانتقال من التركيز العالي الى الواطئ ولكنه يختلف عنه لان الانتقال يشتمل على وجود حامل بروتيني خاص يسمى Permease يقع على الغشاء السايتوبلازمي يقوم

الحامل بالاتحاد المؤقت بالجزيئات الذائبة ونقلها من السطح الخارجي الى السطح الداخلي للغشاء ويعود مرة اخرى الى السطح الخارجي وهكذا.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Facilitated Diffusion



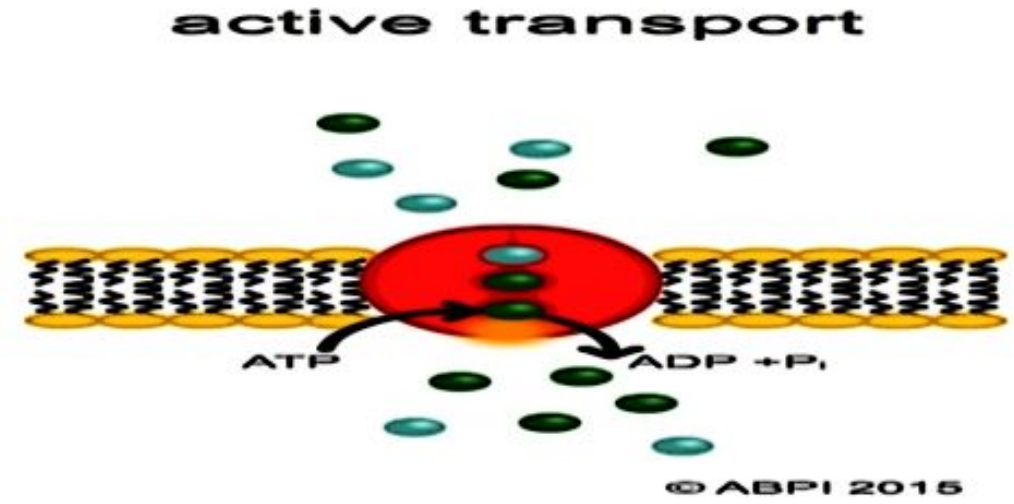
3- النقل الفعال او النشط Active transport

تنتقل بهذا النظام جميع المغذيات من احماض امينية وسكريات وايونات .....الخ بالاتجاهين وباتجاه معاكس للتركيز في حالة حاجة الخلية لمثل هذه المغذيات التي تحتاجها بتراكيز عالية قد لا تتوفر خارج الخلية مما يتطلب من الخلية تحول طاقة على هيئة ATP للقيام بهذا العمل ويقوم بروتين الغشاء السايتوبلازمي بعمل الجزء الناقل وينقل المواد عبر الغشاء ويتضمن هذا النظام الخطوات التالية:

1-ارتباط المادة الغذائية بموقع الاتصال receptor site على البروتين الناقل.

2-انتقال خليط المادة المذابة والبروتين الناقل عبر الغشاء.

3-يحدث استهلاك للطاقة لأحداث تغيرات تركيبية بشكل البروتين الناقل كي يطلق المادة المذابة داخل الخلية ثم يرجع شكل الحامل البروتيني الى ما كان عليه.



: الفسحة البلازمية The Periphasmic Space

وهي الفسحة الموجودة بين الغشاء السايتوبلازمي وجدار الخلية وهذه الفسحة في الخلايا السالبة لصبغة كرام تحوي بروتينات عديدة ولكنها لا تظهر مثل البكتريا الموجبة.

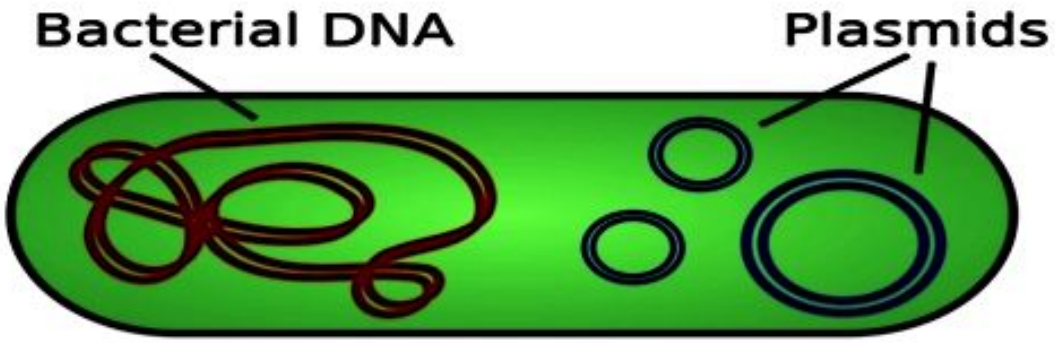
: الكروموسومات

هو التركيب الرئيسي الذي تخزن فيه المعلومات الوراثية ولا يحاط الكروموسوم بغشاء نووي nuclear membrane في الخلايا بدائية النواة ويكون الكروموسوم حلقي circle مفرد single ويتالف من زوج من خيط Deoxyribonucleic acid DNA وممكن ان يرى بالمجهر الالكتروني بعد تصبيغه.

وتوجد انواع من البكتريا تملك بلازميدات plasmids اضافة الى الكروموسوم.

البلازميدات Plasmids

من الممكن ان تحتوي البكتريا اضافة للكروموسوم البكتيري على واحد او اكثر من جزيئات DNA دائرية حلقية صغيرة الحجم والوزن الجزيئي تحتوي على معلومات وراثية خاصة ومحددة مساعدة للمعلومات الوراثية الاساسية الموجودة على الكروموسوم البكتيري وتشمل هذه القابلية على التزاوج بين البكتريا ومقاومة بعض المضادات الحيوية وتحملها للمعادن السامة وتفقد البكتريا هذه الصفات بمجرد اقصاء البلازميد الخاص بصفة معينة من الخلية اي انها صفات غير ثابته كالتي في الكروموسوم البكتيري.



السايتوبلازم

السايتوبلازم هو المادة الأساس التي تقع بين غشاء البلازما والمادة الوراثية.

المحاضرة الرابعة

التغذية للأحياء المجهرية

تتغذى جميع الكائنات الحية بطرق مختلفة لكي تنمو وتتكاثر فالنباتات تكون ذاتيه التغذية والحيوانات تكون عضوية التغذية أما الأحياء المجهرية فهي أما تكون ذاتيه التغذية أو عضوية التغذية أو تكون ذاتية عضوية التغذية ولغرض تكوين البروتينات والكاربوهيدرات والدهون والأحماض النووية الجديدة في الخلايا يتطلب تجهيزها بعدد كبير من المواد الكيمياوية التي تدخل في تركيب هذه المواد أضافه إلى عوامل النمو growth factors .

الاحتياجات الغذائية

تحتاج الأحياء المجهرية إلى عناصر معدنية وعوامل النمو لغرض تحويلها بطرق مختلفة الى مركبات بروتوبلازمية وتشمل الاحتياجات الغذائية ما يلي :

العناصر المعدنية mineral elements

تعتبر من أهم محتويات الخلية من الناحية الكمية بعد الماء وتقسم الى مجموعتين تبعا لأهميتها ومقدار احتياجها من قبل الأحياء المجهرية وهي :

أ- العناصر الأساسية ntsEssential eleme

وتشمل أكثر العناصر المعدنية وفره في الخلية والتي تعتبر من أهم محتويات الخلية من الناحية الكميه وتمثل

- الكاربون : يكون مصدره عبارة عن CO_2 أو كاربون عضوي

- النايتروجين :nitrogen وتكون مصدره على صوره لا عضوية مثل غاز النايتروجين (N_2) أو الامونيا (NH_3) احد أملاح كالنترات (NO_3) والنتريت (NO_2) أو قد يوفر النايتروجين على صورة نيتروجين عضوي كالأحماض الامينية والبيتدات أو البروتينات .

- الكبريت Sulfur :من الكبريتات أو الكبريتيدات أو المركبات العضوية التي تحتوي على مجاميع ال[illegible] حامض الاميني Cystin .

- [illegible]Oxyge :مكون أساسي للماء والمركبات العضوية وتحتاج إليه الغالبية العظمى من البكتريا كأوكسجين جزيئي (O_2)وهذه الكائنات تكون هوائية التنفس تستعمل الأوكسجين كعامل أكسده نهائي أو كمستقبل نهائي للهيدروجين أو للإلكترونات لغرض الحصول على الطاقة وتدعى مثل هذه الكائنات بالهوائية الإجبارية Obligate aerobic وبعض الكائنات المجهرية تحصل على الطاقة عن طريق الأكسدة والاختزال ولا يكون دور للأوكسجين وان وجود الاوكسجين يكون سام ومميت وتدعى مثل هذه الكائنات او البكتريا باللاهوائية الاجبارية cobligate Anaerobi وهناك مجموعه تقع بين الهوائية

٣٣ / ١٩

واللاهوائية اجباريا وهذه المجموعة تدعى بالأحياء اللاهوائية اختياريا Facultative anaerobic وهي تستطيع النمو في وجود او غياب الاوكسجين الجزيئي .وهناك احياء مجهرية تستطيع النمو عند وجود قليل جدا من الاوكسجين (اقل مما موجود في الجو) وتدعى هذه الكائنات بالأحياء الهوائية الميكروبية microaerophilic.

هنالك مصدرين متاحين للطاقة للكائنات الحية :

1- energy light :تستعمل خلال عملية التركيب الضوئي .

2- الطاقة المشتقة من اكسدة الجزيئات العضوية واللاعضوية

ضوئية التغذية Phototrophs:تستعمل الضوء كمصدر للطاقة .

كيميائية التغذيةchemotrophs :الطاقة المأخوذة من اكسده مركبات كيميائية .

وكذلك تملك الكائنات المجهرية مصدرين فقط لإلكترونات او ذرات الهيدروجين وهي :

1- لا عضويه التغذية lithotrophs :تستعمل المادة لغير عضوية الموجودة في الوسط كمصدر للاكترونات.

2- عضوية التغذية organotrophs :تستخلص الالكترونات او الهيدروجين من المركبات العضوية .

وممكن وضع الكائنات المجهرية في واحد من المجاميع الاربعة الاصناف التغذية من خلال المصدر الابتدائي للطاقة والهيدروجين والكاربون وهي :

1- Photoautotrophic (autotrophs) Photolighthotrophs

ذاتيه التغذية الضوئية تستعمل الطاقة الضوئية وCO_2 كمصدر للكاربون .

2- Chemoorganotrophic (heterotrophs)chemohetrotrophs

(متغايرة التغذية الكيمياوية) تستعمل المركبات العضوية كمصدر للطاقة والهيدروجين والالكترونات والكاربون للتصنيع الحياتي ويجب ملاحظه ان كل الكائنات المجهرية المرضية تكون بشكل رئيسي من هذه المجموعة .

3- Potolithotrophic (heterotrophs)photohetrotrophs.

(احياء متغايرة التغذية الضوئية)تستعمل المواد غير العضوية كواهبة للإلكترونات (S_2،H_2S،S)ووظيفتها بسيطة مقارنه بالجزيئات العضوية التي تستعمل CO_2 كمصدر للكاربون.

4- Chemolithotrophic(autotrophs)chemoautotrophs

(احياء ذاتية التغذية الكيمياوية)اكسده قليل من المركبات غير العضوية مثل الحديد والنحاس والنايتروجين

او جزيئات الكبريت لتشتق كل من الطاقة والإلكترونات لعمليات التصنيع الحياتي و CO_2 ،وهو مصدر للكاربون وفيما يلي جدول مجاميع التغذية الرئيسية للكائنات المجهرية

ان نمو وتكاثر الكائنات المجهرية هي واحدة من اهم الصفات الكائنات الحية ، ويحدث ذلك نتيجة لتبادل المواد والطاقة بين هذه الكائنات وبين مكونات الوسط المغذي او عناصر البيئية الموجودة فيها والكائن الحي المجهري وهناك عوامل داخلية ذاتية تتحكم بعملية النمو وهي العوامل الوراثية لذلك تكون مدة زمن الجيل مثلا ربع ساعة عندما تتوفر الظروف المثالية ، ولا يمكن للكائن المجهري أن يقصر ذلك الزمن اقل من ربع ساعة .

اما العوامل الخارجية البيئية المؤثرة على النمو والتكاثر الاحياء المجهرية فهي عديدة من اهمها:-

1) التغذية
2) الاس الهيدروجيني
3) الضغط الاوزموزي
4) الاشعاع
5) التهوية
6) درجة الحرارة
7) نوع الكائن المجهري وعمر اللقاح
8) الجاذبية الارضية
9) الضغط الجوي

1) التغذية Nutrients:-

المواد الغذائية الموجودة في الوسط الزراعي (وسط النمو) يجب ان تحتوي كل العناصر الضرورية للتصنيع الحياتي للكائنات المجهرية الجديدة النامية .

2) Hydrogen Ion Conc (tionentraPH)

معظم الكائنات المجهرية تمتلك مدى ضيق او قليل لقميه PH المثالية او ان قيمة PH المثالية لكل نوع تحدد بما يلي :-

- alophilesNeutr :- كائنات افضل نمو لها في (6 HP-8)
- Acidophiles :- افضل نمو لها اقل من 3 PH
- Alkalophiles :- افضل نمو لها اكثر من(10.5) PH

(3)الحرارة Temperature:-

مختلف الانواع للكائنات المجهرية تتباين في درجة الحرارة المثلى التي تحتاج لها لنمو افضل ويمكن تقسم الكائنات حسب المديات الحرارية التي تحتاج لها الى:-

- Mesophilic :- افضل نمو لها في درجات الحرارة (30-37)م
- Psychrophilic :- افضل نمو لها في مدى حراري اقل (20)م
- Thermophilic :- افضل نمو لها في مدى الحراري (50-60)م

معظم الكائنات هي (Mesophilic) لان درجة

الحرارة المثلى 30م هي مثلى لكائنات عديدة وان درجة حرارة الجسم هي ايضا درجة حرارة المثلى لنمو الكائنات المجهرية .

أوساط الإستنبات Culture Media

• وهي الأوساط التي تستطيع الأحياء الدقيقة أن تجد فيها جميع احتياجاتها الغذائية الهدف الساسي هو الحصول على مخلوط متزن من العناصر الغذائية المختلفة لتسمح بنمو جيد

نميز بين نمطين من الإستنبات

1- الأوساط الحية Vivo-In
2- أوساط صنعية مخبرية Vitro - In

إن اختلاف المتطلبات الغذائية للأحياء الدقيقة. يحتم وجود عدة أنواع من الأوساط تختلف باختلاف النوع المراد استنباته وهذه الأنواع هي: •

1- بيئات محددة التركيب الكيميائي Chemically defined media تتكون من مواد ذات تركيب كيميائي محدد من أملاح معدنية
2- بيئات غير محددة التركيب : Chemically non defined media تتكون من مواد غير محددة التركيب (يختلف تركيبها باختلاف المادة الطبيعية المستعملة لإنتاجها(.

تقسم البيئات على حسب الغرض منها :

1- .البيئات الإنتخابية (المختارة) Selective media هي بيئات اختياريه تسمح بنمو بعض الأحياء الدقيقة، بينما لا تسمح بنمو البعض الأخر.
2- البيئات التفريقية Differential media: إضافة بعض المواد الكيميائية أو تعريضها إلى ظروف خاصة تسمح بالتميز بين نمو الأنواع المختلفة من الأحياء الدقيقة.

3- بيئات التقدير الحيوي التجريبية Biological assay media الأوساط المحددة التركيب الكيميائي والمختارة تجريبياً لأغراض التقدير الحيوي الكمي لقياس كمية الفيتامينات، والحوامض الأمينية أو المضادات الحيوية وتقاس المادة بقياس كمية نمو بعض الحياء الدقيقة.

4- بيئات تقدير وعد البكتريا Media for Enumeration of Bacteriaالأوساط المحددة وغير محددة التركيب الكيميائي ، تستخدم لتقدير أعداد الكائنات الدقيقة كما هي الحال عينات الحليب ، المياه ،الأغذية وغيرها .

5- .البيئات التي تحدد صفات وخواص الأحياء الدقيقة : Media of characterization for microorganisms تستعمل لعزل الأنواع التي لها قدرة وظيفية ما، كالكائنات المثبتة للنتروجين أو النترجة أو حلقة الكربون مصدر الكربون أو النتروجين(أو التي تنمو في وجود صبغات أو تركيزات عالية من السكر أو الملح ....الخ

6- البيئات المنظمة. Maintenance Media المحافظة على استمرار هذا النمو. ولذلك تضاف بعض المواد الخاصة بحيث تحفظ المستعمرة من الفناء، وتبقيها حية أطول فترة ممكنة.

تقسم البيئات على أساس قوامها

- البيئات الصلبة)Solid media(
- البيئات نصف صلبة)Semisolid media(
- البيئات الصلبة قابلة للسالة Media with solidifying agents:
- البيئات السائلة) media Liquid)

التداخل الغذائي Nutritional Interaction أن المجموع الكمي والنوعي للنشاط الأيضي لكائنين أو أكثر معا في بيئة واحدة ً يختلف عن النشاط الأيضي لكل منهما عند نموه منفردا في نفس البيئة ً ويقسم إلى

1- التعايش أو المعاونة والتنشيط Synergism النوعين مع بعضهما يمكنهم القيام بعمل أو تفاعل لم يكن أي منهما قادر على القيام به منفردا

2- التضاد Antagonistic افراز مادة سامة أو تغيير ظروف البيئة تعيق نمو كائن أخر في نفس البيئة.

3- التبادل الغذائي Cross- feeding علاقة غذائية معقدة بين الكائنات الدقيقة يعتمد كائن ما على كائن أخر في بعض العناصر الغذائية الضرورية في ظروف نقص تغذية كل منهما مفرد.

« المحاضرة الخامسة »

الاوساط الزرعية Culture media

تُعتبر الاوساط الزرعية المختلفة حسب المتطلبات الغذائية للاحياء المجهرية قيد الدراسة ، غير أن بيئة النمو لاتعد العامل الوحيد المحدد لنمو الاحياء المجهرية رغم كونه من العوامل المهمة بل في جانب هذا العامل هناك العديد من العوامل الاخرى التي تسمى بمجملها بالعوامل الفيزيائية ومن ابرز هذه العوامل المؤثرة في نمو الاحياء المجهرية:

- درجة الحرارة Temperature

تعد عاملاً مهماً لكونها تؤثر في معظم الفعاليات الحيوية بفعل تأثيرها في فعاليات الانزيمات في الخلية وما النمو إلا حصيلة هذه الفعاليات مجتمعة ، وتقسم الاحياء المجهرية حسب درجات الحرارة المثلى :

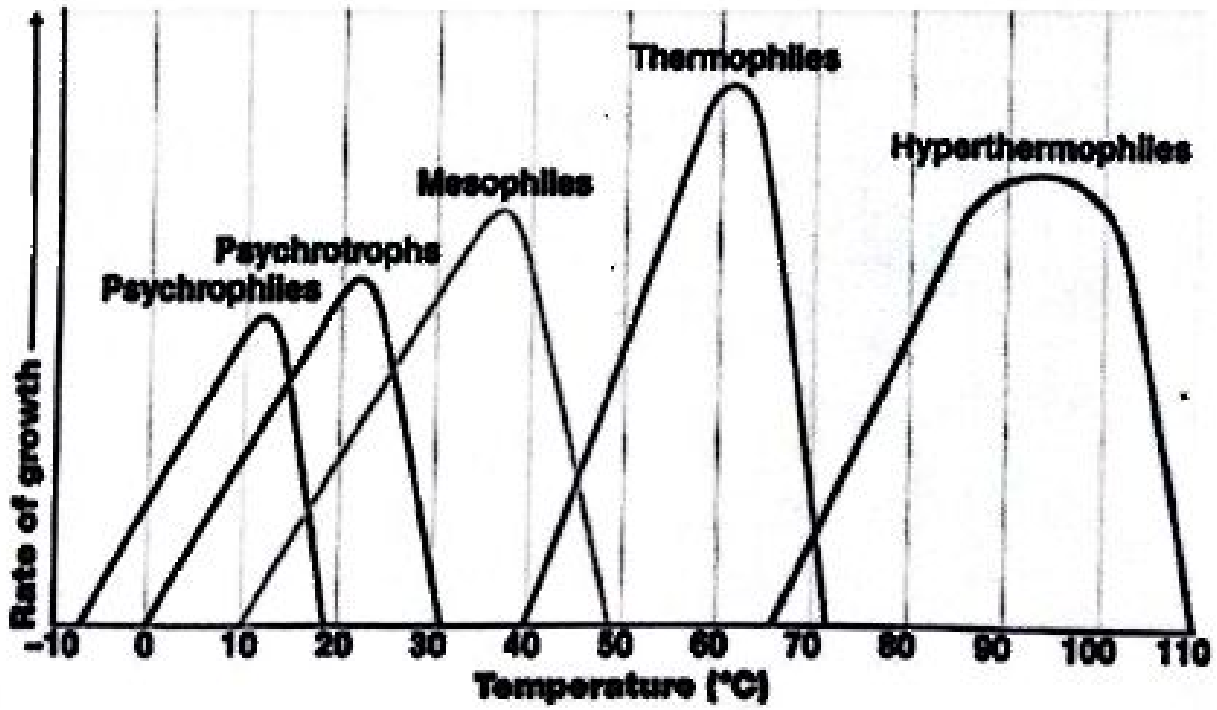
1- الآلفة للبرودة Psychrophils

2- الآلفة لدرجة الحرارة المعتدلة Mesophils

3- الآلفة للحرارة Thermophils

٦٠ / ٢٤

كل مجموعة من هذه المجاميع الثلاثة هناك ثلاث درجات حرارية مميزة وهي درجة الحرارة المثلى Optimum temperature وهي درجة الحرارة التي تبلغ عندها معدلات النمو حدودها القصوى بمعنى ان الزمن اللازم لانقسام الخلية الواحدة الواحدة الى خليتين عند هذه الدرجة يكون اي حدوده الدنيا ، وان معدلات النمو سوف تنخفض بالابتعاد عن هذه الدرجة زيادة أو نقصاً حتى تصل معدلات النمو الى الصفر أو ان تتوقف تماماً ، وتسمى درجة الحرارة التي يقف النمو عند زيادتها درجة حرارية واحدة بالحرارة العليا Maximum temperature ، وعند خفضها درجة حرارية واحدة تسمى بالحرارة الدنيا Minimum temperature وان درجة الحرارة المثلى لأي كائن هي تكون أقرب الى العليا منها الى الدنيا.



علاقة نمو الانواع البكتيرية مع درجات الحرارة الخاصة بها

- **الضغط الأزموزي Osmotic pressure**

وهو الضغط الذي يتولد من مكونات ومحتويات السايتوبلازم على الغشاء السايتوبلازمي بسبب اختلاف تركيز السايتوبلازم عن تركيز المحيط ، وتتواجد معظم الاحياء المجهرية في محيط مخفف (أقل تركيز) مقارنة مع تركيز السايتوبلازم ومع ذلك لايحدث انجار الخلية جراء تدفق الماء من خارج الخلية الى داخلها لامتلاك الخلايا الى جدران سميكة. غير أن هناك مجموعة من الاحياء المجهرية التي إعتادت على العيش في محيط ذات ضغط أزموزي عالٍ (تركيز الوسط أو المحيط أعلى من تركيز السايتوبلازم) ويطلق على هذه الاحياء بالاحياء المجهرية الألفة للضغط الأزموزي Osmophilic وهي نوعين

1- الألفة للملوحة العالية Halophilic :- وهذه الانواع لاتستطيع العيش إلا في الاوساط أوالبيئات المالحة أو التي يضاف لها الملح ومن أمثلة هذه الاحياء الانواع التابعة لجنس *Halobacterium* وقد وجد ان مثل هذه الاحياء المعزولة من البحر الميت تحتوي خلاياها على تركيز ملحي عالٍ جداً.

2- الألفة للتراكيز السكرية العالية Saccharophilic وهذه تتمثل ببعض انواع الخمائر المحبة للتركيز العالية من السكر مثل *Saccharomyces roxii* .وهكذا تركيز عالٍ من السكر يتواجد في الجلي والمربيات.

- **تركيز ايونات الهيدروجين**

ويعبر عنه بالاس (الرقم) الهيدروجيني وهو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين الحرة ويرمز له pH أي أن :

$$pH = -\log[H^+]$$

يختلف مدى الرقم الهيدروجيني للأوساط الزرعية التي تعيش فيها الاحياء المجهرية باختلاف هذه الاحياء ويمكن تقسيم الاحياء المجهرية على أساس الارقام الهيدروجينية الى ثلاث مجاميع:

1- **الألفة للحموضة Acidophile** : وهذه المجموعة تنمو بمعدلاتها القصوى في الارقام الهيدروجينية الحامضية فالرقم الهيدروجيني الأمثل Optimum pH لبكتريا *Thiobacillus thiooxidans* التي تقوم بتكوين حامض الكبريتيك في حدود 2.5 ويمكن نموها حتى في رقم هيدروجيني 1 وهناك ايضاً أحياء تنمو في ارقام هيدروجينية حامضية مثل بكتريا حامض الخليك *Acetobacter spp* (spp=جميع الانواع التابعة للجنس) ومعظم الفطريات والخمائر التي تفضل الاوساط الحامضية.

2- **الألفة للارقام الهيدروجينية المعتدلة (المتعادلة) Neutrophile** :تنمو هذه المجموعة بشكل أفضل في الاوساط المتعادلة في ارقامها الهيدروجينية التي تتراوح مابين 6.5-7.5 وان معظم أنواع البكتريا تقع ضمن هذه المجموعة.

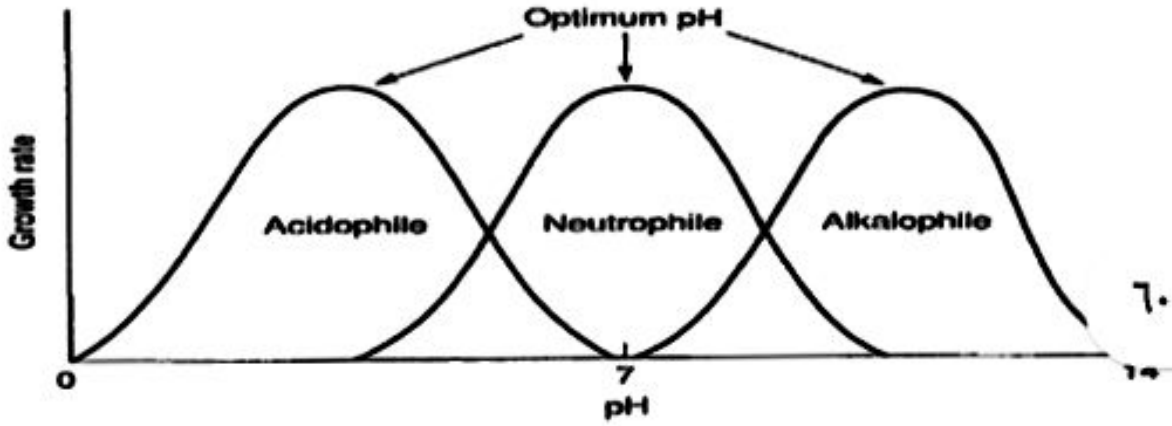
3- **الألفة للقاعدية Alakalophile**: تنمو هذه المجموعة في الاوساط والبيئات القاعدية والتي يكون الرقم الهيدروجيني لها فوق 7 مثل أنواع جنس *Bacillus* ومعظم انواع الطحالب.

ولكل نوع من هذه الانواع الثلاثة من الاحياء المجهرية حدود من الارقام الهيدروجينية وهي

- الرقم الهيدروجيني الامثل Optimum pH : وهو الرقم الهيدروجيني الذي تكون معدلات نمو الكائن المجهري عنده مثالية (معدلات نمو عالية ، أي ان الزمن اللازم لانقسام الخلية الواحدة الى خليتين يكون قصير جداً).
- الرقم الهيدروجيني الاعلى Maximum pH : ويمثل أعلى رقم هيدروجيني تنمو عنده الخلية فعند زيادته عند هذا الحد يتوقف النمو تماماً.

☒ الرقم الهيدروجيني الادنى Minimum pH : ويمثل أدنى رقم هيدروجيني يحصل عنده النمو وان كان بمعدلات واطئة.

ويعود تحمل بعض الاحياء المجهرية للحموضة أو القاعدية المفرطة الى اختلاف تركيب جدارها الخلوي وأغشيتها السايتوبلازمية عن تلك التي تنمو في الاوساط والبيئات المتعادلة أو معتدلة الحموضة أو القاعدية.



٦٠ / ٢٦

- الاوكسجين Oxygen

يعد أحد العوامل المهمة التي تحدد قدرة الاحياء المجهرية على المعيشة في بيئة ما ويمكن تقسيم الاحياء المجهرية حسب احتياجها للاوكسجين الى المجاميع الآتية:

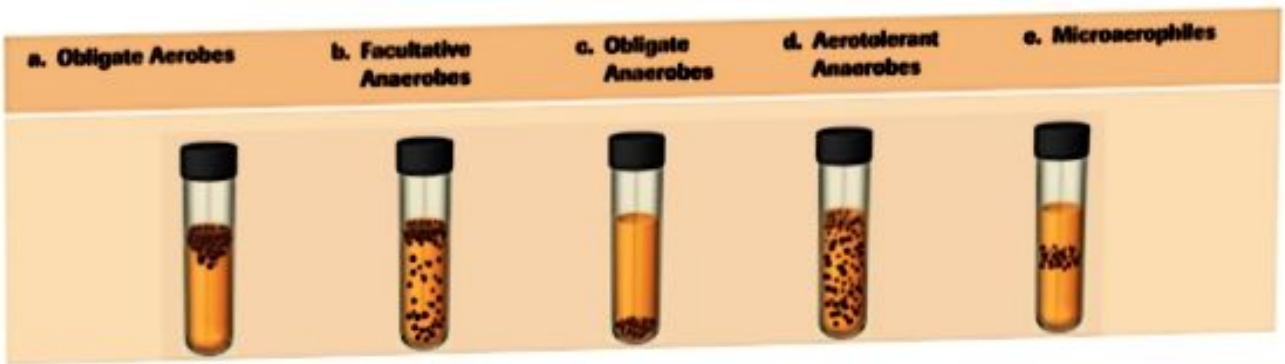
ا- أحياء هوائية مجبرة(صارمة) Obligate(strick) aerobes :تمتلك هذه المجموعة احتياجاً مطلقاً للاوكسجين وتنمو بشكل أفضل عند وجودها في الاوساط ذاتية التهوية الجيدة.

ب- أحياء لاهوائية مجبرة(صارمة) Obligate(strick) anaerobes : لاتستطيع هذه المجموعة النمو الا بغياب كامل للاوكسجين في المحيط أو البيئة التي تتواجد فيها ، إذ يعد الاوكسجين ساماً لها أو يحول دون نموها.

ج- أحياء لاهوائية اختيارية Facultative anaerobes : تستطيع هذه الاحياء استعمال الاوكسجين عند وجوده وتستطيع النمو بغيابه أيظا بيد أنها تنمو بشكل أفضل وأسرع عند وجود الاوكسجين .

د- أحياء آلفة للهواء القليل Microaerophilic organisms :تمثل مجموعة محدودة ذات صفة مشتركة في احتياجها للاوكسجين وبتركيز أقل بيلغ (2-10%) فقط من تركيزه في الهواء.

ه- أحياء لاهوائية مقاومة للاوكسجين Aerotorelant anaerobes : تمثل مجموعة محددة لاتستعمل الاوكسجين ولايثبط نموها تواجده في الوسط او البيئة الزرعية.



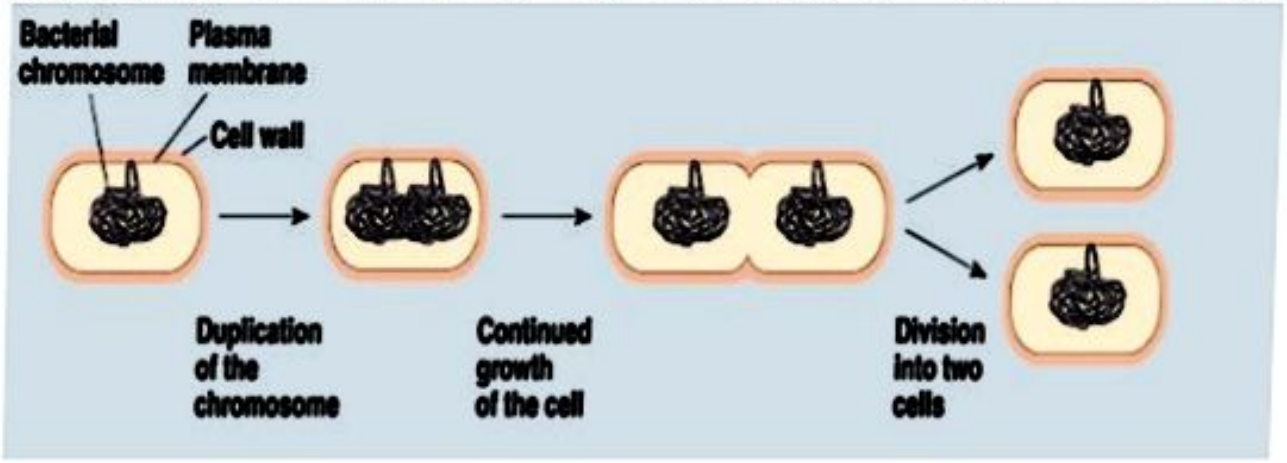
يمكن توفير الظروف اللاهوائية للاحياء اللاهوائية ولاسيما البكتريا بأساليب أو طرق مختلفة منها

- حضن الاوساط المزروعة بالبكتريا في حاويات خاصة تدعى Anaerobic jar ويتم تفريغها من الهواء(باستعمال مضخات سحب الهواء).
- استعمال عدة الظروف اللاهوائية Anaerobic kits التي تتضمن مركبات مولدة للهيدروجين ، إذ يرتبط H_2 المتولد مع O_2 في جو هذه الحاويات عند درجة حرارة الغرفة.
- استعمال شمعة أو قطن او كمية من الكحول داخل حاويات مغلقة لحين نفاد الهواء
- إضافة مواد مختزلة الى الاوساط الزرعية مباشرة أثناء تحضيرها ، إذ تعمل على اختزال مستوى الاوكسجين بارتباطها كيمياوياً معه ومن هذه المواد حامض الاسكوربيك أو السيستئين Ascorbic acid & Cysteine .
- تضاف طبقة من الفازلين Vaseline المعقم أو الرافين Parafin بحيث تغطي سطح الوسط السائل المعد لتنمية الاحياء المجهرية لمنع وصول الاوكسجين الى الوسط .

نمو البكتريا وتكاثرها Bacterial Growth & Reproduction

٦٠ / ٢٧ Growth: حصول زيادة في المكونات الخلوية بشكل منتظم ومتناسق وبلوغ الخلية الحجم المحدد لها وراثياً لمحتوى الخلية.

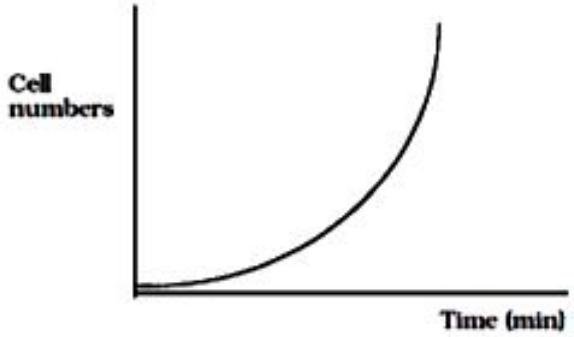
أما مفهوم النمو في الجماعة البكتيرية Bacterial population: فيقصد به الزيادة الحاصلة في عدد الخلايا البكتيرية الحية تحت الظروف التي تعيش فيها وهذه الزيادة هي ناتج عملية التكاثر Reproduction .



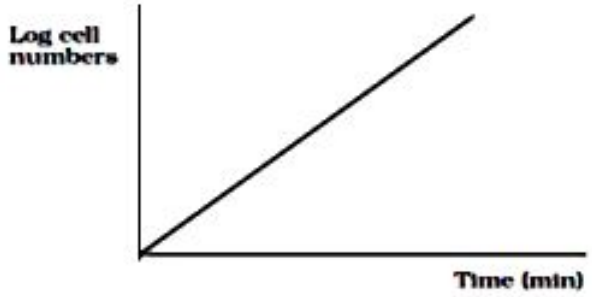
تتكاثر البكتريا بطريقة تعرف بالانشطار الثنائي البسيط Simple binary fission وفيه تنقسم الخلية الواحدة خليتين متماثلتين وهي من طرق التكاثر اللاجنسي Asexual وتبعاً للانشطار البسيط فأن أعداد البكتريا تزداد زيادة أسية (لوغارتمية منتظمة) عبر فترات زمنية منتظمة:

خلية 1 ⟶ 2 ⟶ 4 ⟶ 8 ⟶ 16 ⟶

1×2^0 1×2^1 1×2^2 1×2^3 1×2^4 1×2^n



النمو البكتيري (عددياً)



النمو البكتيري (لوغارتمياً)

ويمكن حسب عدد البكتريا النهائي من معرفة عدد مرات الانقسام الحاصل ، اذ ان

n = عدد مرات الانقسام (التضاعف)، ومن معرفة العدد الابتدائي في زمن الصفر (بداية تلقيح الوسط)

Y= العدد النهائي

X = العدد الابتدائي $Y = X \times 2^n$

وعند أخذ لوغارتم طرفي المعادلة

$$\text{Log}Y = \text{Log}X + n\,\text{Log}2$$

$$\text{Log}Y - \text{Log}X = n\,\text{Log}2$$

$$n = \frac{\text{Log}Y - \text{Log}X}{\text{Log}2} = \frac{\text{Log}Y - \text{Log}X}{0.301}$$

٦٠ / ٢٨

وعند معرفة قيمة (n) ومعرفة الزمن اللازم لحصول هذا العدد أو ذاك من الانقسامات الثنائية يمكن عندئذ استخراج ما يعرف بزمن التضاعف Generation time وهو الزمن اللازم لانشطار الخلية البكتيرية الى خليتين أو اللازم المحصور بين انقسامين

$$\text{Generation time (G.T.)} = \frac{\text{Time}}{n}$$

كما يمكن استخراج سرعة النمو Growth rate ويقصد به عدد مرات الزيادات الحاصلة في عدد البكتريا خلال ساعة واحدة واحدة .

$$\text{Growth Rate(G.R.)} = \frac{n}{\text{Time(h)}}$$

ويذكر أن زمن الجيل لبكتريا يتراوح من 15 دقيقة (كما هو الحال مع بكتريا *E.coli* في وسط الحليب) الى 950 دقيقة (كما في بكتريا التدرن الرئوي *Mycobacterium tuberculosis*) ، ولايتحدد زمن الجيل بنوع البكتريا فحسب وانما بالظروف والعوامل الفيزياوية والغذائية المحيطة بالبكتريا

منحنى النمو البكتيري Bacterial Growth Curve

عند تلقيح وسط غذائي سائل بعدد معين من البكتريا ومن ونوع معين وحضن الوسط في درجة الحرارة التي تمثل الحرارة المثلى لنموها فأن هذه المجموعة من الخلايا تمر بمراحل من النمو تعرف بأطوارالنموGrowth phase.

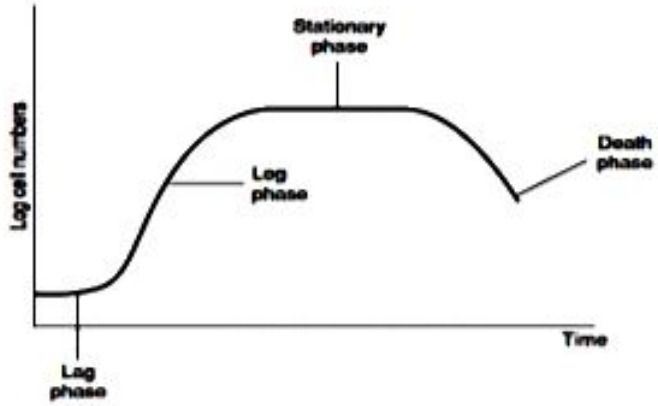
1. طور الركود أو الطور التمهيدي Lag phase

في هذا الطور لاتزداد أعداد البكتريا وانما تبقى ثابتة مؤقتاً ولكن تنمو كل منها فتزداد كتلتها وتتوسع بالحجم وتتضاعف مكوناتها من الاحماض النووية والرايبوسومات ومركبات الطاقة ATP ،وان طول هذه المرحلة يتوقف على:

ا- نوع الخلية البكتيرية
ب- نوع الوسط الغذائي الجديد ومدى التشابه أو الاختلاف بين هذا الوسط والوسط الذي كانت فيه البكتريا
ج- مدى الاختلاف أو التشابه بين الظروف البيئية للوسطين والعوامل الفيزياوية
د- الطور الذي كانت فيه البكتريا عند النقل ،فالبكتريا التي تكون في طور النمو اللوغارتمي عند نقلها الى وسط جديد فأنها سرعان ما تتجاوز طور الركود خلال مدة زمنية قصيرة.

2. الطور اللوغارتمي Logarithmic phase

تنقسم خلايا البكتريا في هذا الطور بأقصى معدلاتها ، والطريقة الملائمة للتعبير عن معدلات نمو البكتريا تكون بدلالة عدد الانقسامات أو عدد مرات التضاعف الحاصل خلال ساعة واحدة والتي أسميناها بسرعة النمو Growth phase والتي هي مقلوب زمن الجيل Generation time ،فاذا كان زمن الجيل 30 دقيقة فأن معدل النمو هو 2 (خلية/ساعة) ، وأن معدلات سرعة النمو وزمن الجيل لاتنطبق على جميع أطوار نمو البكتريا في بيئة أو وسط معين بقدر ما تنطبق على جميع أطوار النمو اللوغارتمي.



أطوار النمو البكتيري

٦٠ / ٢٩

3. طور الثبوت Stationary phase

تتباطئ معدلات نمو البكتريا في المرحلة الاخيرة من الطور اللوغارتمي ثم سرعان ما يكون النمو ثابتاً ولا يلاحظ زيادة أو نقصان في أعداد البكتريا الحية في الزمن الذي يلي الطور اللوغارتمي لذلك فان هذا الطور يسمى بطور الثبوت العددي . أن ثبوت أعداد البكتريا في هذا الطور يعود أما الى تساوي معدلات النمو مع معدلات الهلاك أو أن الخلايا تتوقف عن الانقسام مع عدم تعرض أيٍّ منها للهلاك جراء

- حصول مايسمى بالازدحام الفيزياوي
- محدودية المغذيات وعوامل النمو في الوسط
- تراكم النواتج السمية خلال النمو

4. طور الهلاك أو الموت Decline or Death phase

هو طور التدهور العام للوسط من حيث النفاد الكامل للمغذيات وتأثير النواتج الثانوية للبكتريا نفسها وحدوث تغيير في بعض العوامل الفيزياوية مثل الرقم الهيدروجيني . أن جميع هذه العوامل تبدأ بالتأثير على البكتريا وتؤدي الى هلاكها وبصورة أسّية الى حد كبير

قسم علوم الأغذية

الهامبرجر الصادرة

مياه الري والصناعة
المرحلة الثانية

الخشب Wood

مجموعة من الأنسجة النباتية تتكون من خلايا ميتة تعمل على توصيل الماء والمواد الغذائية وتمنح النبات الدعم والقوة.

أنواع الخشب

- **الخشب الطري (Softwood)**: يأتي من الأشجار الصنوبرية مثل الصنوبر والأرز، وهو أخف وأسهل في القطع.
- **الخشب الصلب (Hardwood)**: يأتي من الأشجار المتساقطة الأوراق مثل البلوط والساج، وهو أكثر كثافة ومتانة.

استخدامات الخشب

- البناء والأثاث
- صناعة الورق
- الوقود (الحطب)
- الفنون والحرف اليدوية

مميزات الخشب

- مادة طبيعية متجددة
- عازل جيد للحرارة والكهرباء
- سهل التشكيل والنحت
- يمتص الصدمات والاهتزازات

عيوب الخشب

- قابل للاشتعال
- يتأثر بالرطوبة والحشرات
- يتمدد ويتقلص مع تغير الرطوبة
- يتعفن مع الوقت

أهمية الطحالب:

1- تستخدم كغذاء بشكل مباشر:
أ - يتغذى عليها الإنسان في بعض المناطق الساحلية.
ب- غذاء للكائنات البحرية.
ج- أعلاف للماشية والدواجن.
2- تعد الطحالب البنية مصدر للأسمدة بعد تجفيفها وذلك لاحتوائها على نسبة كبيرة من المواد النيتروجينية.
3- يستخرج منها اليود والأجار.
4- تعد من اهم مصادر الأوكسجين على الأرض لأنه ما بين 50-70 % من عمليات البناء الضوئي تتم في الطحالب.
5- لها دور في معالجة مياه الصرف الصحي حيث توفر الطحالب الأكسجين للبكتيريا التي تعمل على أكسدة المواد العضوية في تلك المياه.
6- تدخل في بعض الصناعات مثل صناعة الأيس كريم ومعاجين الأسنان ومنظفات البشرة ومزيلات الرائحة.
7- يستخرج من بعضها مواد كيميائية تدخل في تراكيب الأدوية.
8- ساهمت في تطور علوم الحياة حيث استخدمت بعض أنواعها مثل طحلب الكلاميدوموناس - الكوريلا في أبحاث البناء الضوئي والوراثة.

تصنيف الطحالب

ثمة عدة نظم أعدت لتصنيف وتحديد موقع الطحالب بالنسبة للكائنات الحية ، وأشهر هذه النظم : نظام Gangulee and Asok ، ونظام bold and Wynne ونظام Barker . ويعتمد تصنيف الطحالب على أسس معينة نذكر منها لون الطحالب والأصبغة الموجودة بخلاياه، وطبيعة المواد الغذائية المخزنة بخلاياه، ومكونات مواد جدار الخلية . وطبيعة الأسواط وتوزيعها على جسم الطحالب (إن وجدت) والتراكيب الداخلية والخارجية لجسم الطحالب وأنماط التكاثر التي يخضع بها الطحالب .
معظم النظم تشترك وتتشابه في القواعد الأساسية للمراتب التصنيفية لتسمية الطحالب :
مستوى القسم Division تنتهي بالمقطع -phycota
مستوى الصف Class تنتهي بالمقطع -phyceae
مستوى الرتبة Order تنتهي بالمقطع -ales
مستوى فصيلة Family تنتهي بالمقطع -aceae
مستوى الجنس Genus ويبدأ اسم الجنس بحرف كبير
مستوى النوع Species ويتكون من مقطعين الاسم الأول (نفس اسم الجنس أول حرف كبير) والاسم الثاني (يبدأ الاسم بحرف صغير) ويقسم البعض الطحالب نبعاً لنوع الخلية إلى مملكتين وهي المملكة ذات النواة البدائية Prokaryota ، والمملكة ذات النواة الحقيقية (eukaryota) .

ومن أقسام Division الطحالب :

1 ـ قسم الطحالب الخضراء المزرقة
2 ـ قسم الطحالب الخضراء
3 ـ قسم الطحالب الصفراء (الدياتومات)
4 ـ قسم الطحالب البنية
5 ـ قسم الطحالب الحمراء
6 ـ قسم الطحالب اليوجلينية
7 ـ قسم الطحالب الكارية

1 ـ قسم الطحالب الخضراء المزرقة

تتميز خلايا الطحالب الخضراء المزرقة بكونها ذات نوى غير متعضية (البدائية)، بينما خلايا بقية الطحالب تكون ذات نوى متعضية (الحقيقية) . وخلايا الطحالب ذات جدر محددة مكونة من مادة السليلوز Cellulose ، فيما عدا جدر خلايا الطحالب الخضراء المزرقة حيث تتكون من مادة البيتيدوجليكان Peptidoglycan . كما توجد صور عارية منها ، ذات أسواط. إذ تحتوي تراكيب الخلايا الطحلبية على (الجدار الخلوي ، النواة ، البلاستيدات ومراكز تكوين النشا والأصبغة ، المواد الغذائية المخزنة ، الأسواط ، الميتوكندريا ، أجسام جولجي ، الفجوات المنقبضة والبقع العينية.

أهم خصائص الطحالب الخضراء المزرقة

1ـ النواة غير محددة وتختلط مكوناتها مع السيتوبلازم .
2ـ لا توجد بها ميتوكندريا وتتركز أنزيمات التنفس على الغشاء البلازمي السطحي .
3ـ عدم وجود عضيات البلاستيدات وينتشر الكلوروفيل مع مكونات السيتوبلازم .
4ـ تتكاثر عن طريق التكاثر اللاجنسي فقط بالانقسام الثنائي البسيط وفي المستعمرات الخيطية يتجزأ الخيط عند الحويصلات المغايرة التي تعرف باسم الهرموجونات وقد تنشأ عن موت بعض الخلايا المتناثرة في الخيط.

أمثلة على الطحالب الخضراء المزرقة

النوستك ، الجلوكابسا ، اوسيلاتوريا ، أرثروسبيرا ، ستيجونيما

2 ـ قسم الطحالب الخضراء

تضم حوالي 7.000 آلاف نوع . معظمها يعيش في المياه العذبة . ويحدث في خلاياها الإنقسام الميتوزي والميوزي بصورة منتظمة . تتكاثر لا جنسياً بالخلايا الخضراء المتحركة ، أو بالخلايا غير المتحركة أو بالتجزئة .

أهم خصائص الطحالب الخضراء

1 ـ تحتوي على الكلوروفيل (أ ، ب) بالإضافة إلى الزانثوفيل والكاروتين .
2 ـ يتكون مركز نشوي أو أكثر في داخل البلاستيدات يعرف بمركز تجمع النشا (البيرونويد) peronoid.
3 ـ يتكون الجدار الخلوي من مادة السليلوز .
4 ـ يتميز البروتوبلاست إلى سيتوبلازم ونواة حقيقية كما تتكون الفجوات العصارية.

أمثلة على الطحالب الخضراء

الكلاميدوموناس ، الباندورينا ، الفولفكس ، الجونيوم ، السبيروجيرا ، الزيجنيما ، الهيدرودكتيون ، السينديزمس ، الكلوريلا ، البديastrم ، الكلادوفورا ، أوديوجونيوم.

3- قسم الطحالب الصفراء (الدياتومات)
وهي أكثر أفراد قسم الطحالب الذهبية أهمية من الناحية الاقتصادية ويضم صف الدياتومات 200 جنس و 5.000 نوع وتعد من أقدم النباتات المعروفة منذ العصور الجيولوجية القديمة وتوجد في المياه العذبة والمالحة والراكدة والجارية وعادة تعيش إما طافية أو عالقة بغيرها من طحالب خيطية أو نباتات أخرى ، وتعد طعاماً هاماً للأسماك ، وإن غالبية الدياتومات توجد على شكل خلايا مفردة . إلا أن بعضها يكون مستعمرات تتخذ أشكالاً كثيرة ، وتتكون المستعمرة نتيجة لتماسك عدة خلايا داخل غشاء هلامي مشترك ، وتكون رواسب هلامية بنية اللون على الطمي أو الأحجار وتتميز الدياتومات بانتظام جدرها الخلوية و تركيبها من مواد سيليكية .

أمثلة على الطحالب الصفراء (الدياتومات)
1- دياتومات ريشية تمتاز بإزدواج تناظرها مثال طحلب البنيولاريا.
2- دياتومات مركزية وتمتاز بتناظرها الشعاعي مثال طحلب الفوشيريا .

4 - قسم الطحالب البنية
يضم قسم الطحالب البنية نحو 250 جنس و 1500 نوع ، اغلبها يرى بالعين المجردة، تعيش بالأعماق ، وتتميز نمواتها الخضرية بعدد من المناطق المرستيمية البينية والتي تعطي تراكيب على درجة عالية من التمييز ، ويعتبر التكشف الخضري أكثر وضوحاً عن ما هو عليه في النباتات اللاوعائية الأخرى . تشمل الطحالب البنية على بعض النباتات الضخمة مثل الأعشاب البحرية العملاقة Giant Kelps كالإكتوكاربس والفيوكس ، والتي يصل طولها إلى 100 متر .
أمثلة على الطحالب البنية
الفيوكس ، إكتوكاربس ، لامينارية ، دكتيوتا

5 - قسم الطحالب الحمراء
يضم هذا القسم حوالي 400 جنس ، 4.000 نوع وهي نباتات أغلبها يعيش في البحار ، كل أفراد هذه المجموعة عديد الخلايا فهي أكثر تفصيلاً من الطحالب الخضراء ولكنها أبسط من الطحالب البنية معظم خلاياها يحتوي على نواة واحدة ، إلا نادراً في بعض خلايا خضرية كبيرة.
أمثلة على الطحالب الحمراء
بوليسفونيا ، نيمافيوم ، كورالينا ، الجليديوم

6 - قسم الطحالب البوغانية
يضم هذا القسم نحو 450 نوع ويعتبر حلقة وصل بين الحيوان والنبات . فهو يشبه في تركيبه الأوليات من الحيوان ، فله بقعة عينية ومريء وفي بعض الأحيان يتغذى مثل الحيوان . إلا أنها تعتبر ضمن الطحالب نظراً لاحتوائها على حوامل ألوان مما يمكنها من القيام بعملية التمثيل الضوئي. وتقوم بتخزين النشا الناتج من التمثيل الضوئي في صورة پارامايلون وتختزن داخل أجسام تعرف بالأجسام البارامايلونية .

7- قسم الطحالب الكارية
تعرف بحشية الحجر توجد بكثرة في المستنقعات يبلغ طولها من 20 – 30 سم وهي قائمة تتكون من سويقة رئيسية دقيقة خضراء بها عقد وسلاميات كما توجد تفرعات جانبية محيطية تسمى أوراق . كما تتكون بها أشباه جذور .

الشكل والتركيب :

مثال السبايروجيرا

- جسم الطحلب عبارة عن خيط طويل غير متفرع ويتركب من صف واحد من خلايا مستطيلة متشابهة من حيث التركيب والوظيفية .
- يوصف طحلب إسبيروجيرا بانه من الطحالب الخيطية البسيطة اي ليس هناك تقسيم عمل أو تخصص فسيولوجي بين الخلايا المكونة للطحلب.
- يغلف بجدار سليلوزي يغطى بطبقة مخاطية تعطيه الملمس اللزج ووظيفتها تجميع الخيوط مع بعضها في شكل مستعمرة
- توجد به بلاستيدة كبيرة تمتد حلزونيا وحوافها متموجة أو مفصصة يوجد بها مراكز تجميع النشاء.
- تتميز كل خلية بوجود فجوة عصارية كبيرة .
- تنتظم النواة في وسط الخلية بالخيوط السيتوبلازمية.

المحاضرة السابعة

تعريف الفطريات والخمائر Fungi and Yeasts

الفطريات Fungi عبارة عن كائنات حية غير متحركة ، حقيقية النواة Eukaryotic لا تحتوي على صبغة الكلوروفيل اي انها كائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophic لذا فهي إما ان تعيش مترممة على البقايا الميته للكائنات الحية سواء نباتية أو حيوانية (فطريات مترممة Saprophytic fungi)، او تعيش متطفلة على عوائل حية حيوانية او نباتية (فطريات طفيلية Parasitic fungi). وهي كائنات واسعة الانتشار وتتواجد بصفة عامة في جميع المناطق التي تتوافر بها الرطوبة والحرارة المناسبتين ، فهي توجد في التربة والهواء والمياه العذبة والمالحة .

بعض الفطريات وحيدة الخلية تتركب من خلية واحدة فقط تقوم بجميع الوظائف الحيوية (مثل الخميرة (Saccharomyces)فالخمائر هي من الفطريات المألوفة لدى ربات البيوت تتميز من الناحية التركيبية بعدم تكونها من خيوط وانما من خلايا مفردة ولكن معظمها كائنات عديدة الخلايا أي تتركب من عدة خلايا منتظمة في خيط فطري (يسمى الهيفا (Hyphaeوتشكل هذه الهيفات في مجملها ما يسمى بالغزل الفطري (الميسليوم (Mycelium ويمكن أن تكون الهيفات مقسمة بواسطة جدر أو حواجز عرضية (Septum) ويمكن أن لا تكون مقسمة بدون هذه الحواجز وعندها تكون (مندمج خلوي Coenocytic).تتكاثر الفطريات لاجنسياً بعدة طرق منها التبرعم Budding أو الانشطار Fusion أو التفتت Fragmentation أو بتكوين الجراثيم الكلاميدية (Clamidio spores) أو الجراثيم الخارجية (Conidia)أو الجراثيم الداخلية Sporangio spores.

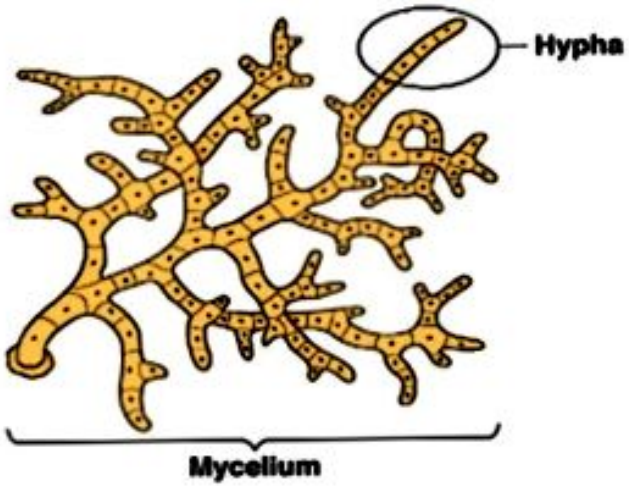
الفطريات شائعة الوجود فلا تخلو منها بيئة. فيمكن عزل العديد من الفطريات من التربة ومن الهواء ومن الماء وأينما وجدت المادة العضوية. وتختلف نوعية الفطريات المعزولة تبعاً لنوع التربة ونسبة الرطوبة بها وكذلك تبعاً لنوع المحصول المزروع على التربة. كما يمكن عزل العديد من الفطريات من التربة والهواء ومن أسطح النباتات ومن جلد الإنسان والحيوان. والفطريات مسئولة عن العديد من الأمراض التي تصيب النباتات في الحقول وفي المخازن، كذلك تسبب تلف الأغذية المحفوظة والمنتجات الغنية بالمادة العضوية. ومن أشهر أنواع الفطريات الخمائر التي تلعب دوراً هاماً في عملية التخمر في العديد من الأوساط الغذائية.

تلعب الفطريات دوراً هاماً في الطبيعة حيث يعزى اليها حدوث العديد من الظواهر البيئية التي يعتبر بعضها عظيم الفائدة للبيئة بينما يعتبر البعض الأخر بالغ الضرر. وتقتضي الضرورة عزل وإنماء الفطريات في بيئات نقية والاحتفاظ بها في هذه البيئات وعمل الدراسات المختلفة مثل قياسات النمو والاختبارات التجراثم والإنبات وغيرها من الدراسات المختلفة وكذلك دراسة تاريخ الحياة لهذه الفطريات وطرق التطفل والتغذية. وتوجد طرق عديدة لعزل الفطريات من أماكن تواجدها وحفظها على حالة نقية وتختلف طرق العزل باختلاف نوع الفطر واحتياجاته البيئية والوسط الموجود به. وهناك عدة طرق لعزل الفطريات على حالة نقية وتختلف طرق العزل واختيار الطريقة الملائمة للعزل على عدة عوامل هامة هي طريقة نمو الفطر فالفطريات التي تتطفل على النبات خارجياً يمكن عزلها بسهولة أكثر من الفطريات التي تنمو داخل أو بين أنسجة النبات وكذلك تختلف طريقة العزل حسب طور النمو هل هو ميسليوم أو جراثيم أو تراكيب ثمرية أو غيرها وكذلك حسب نوع المزرعة التي ينمو عليها الفطر هل هي مزرعة سائلة أم صلبة.

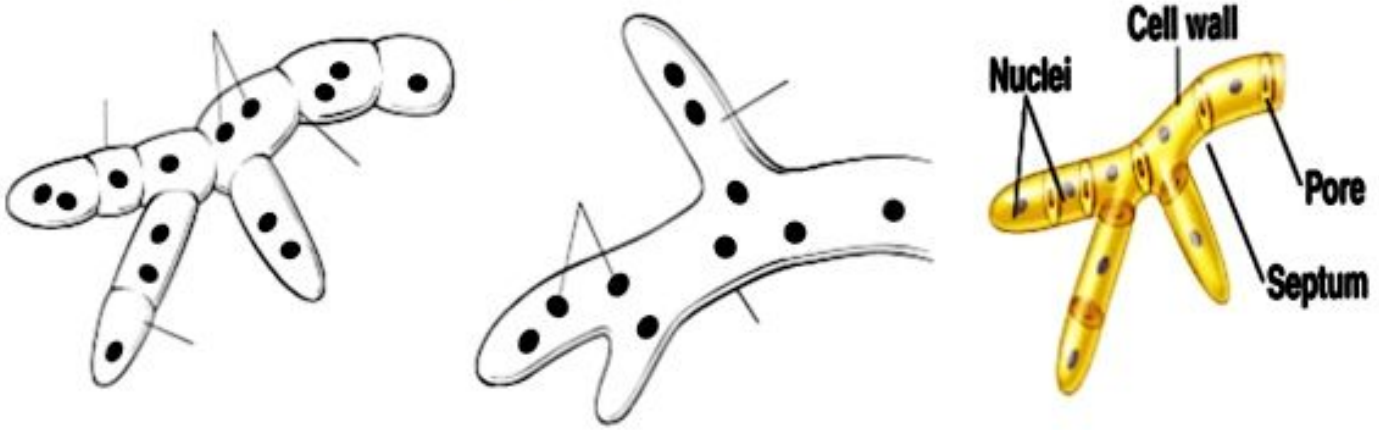
Fungi الفطريات

الفطريات كائنات حية حقيقية النواة لكنها تختلف عن المملكة النباتية في أنها لاتكون أجنة أو بذور ولاتمتلك أجزاء مميزة فسيولوجياً كالاوراق والسيقان والجذور والاهم في الخلاف بينهما يكمن في أن الفطريات غير ذاتية التغذية في الحصول على مصدر الكاربون Heterotrophs بينما المملكة النباتية تكون Autotrophs والسبب المهم الأخر هو أن النباتات تستطيع أستعمال طاقة الشمس في حين لاتتمكن الفطريات من ذلك ، وكذلك تختلف الفطريات عن الخلايا الحيوانية بامتلاكها جدار سميك في حين تكون الخلايا الحيوانية بدون جدران.

تقسم الفطريات عموماً الى مجموعتين هما الأعفان Molds والخمائر Yeasts والاخيرة تتألف من خلية مفردة واحدة في أحد أطوار حياتها على الأقل ، أما الاعفان فأنها تألف من من تراكيب خيطية دقيقة أسطوانية تدعى الهايفات Hyphae ومجموعة الهايفات تسمى بالغزول الفطرية Mycelia (مفردها Mycelium) ، والغزل الفطري أما أن يكون مقسم الى خلايا تنفصل الواحدة عن الاخرى بحواجز تدعى Septa أو يكون غير مقسم.



توجد في كل خلية نواة واحدة ، غير أن الحواجز تحتوي على ثقوب صغيرة دقيقة تسمح بحركة السايتوبلازم من خلية الى أخرى مجاورة لها ، وفي بعض الاحيان لايحتوي العفن على مثل هذه الحواجز فيبدو الغزل الفطري الواحد وكأنه عبارة عن انبوبة دقيقة أو مجموعة خلايا مندمجة غير مميزة تحتوي على أنوية متعددة ، وعليه فأن الهايفات الفطرية تقسم الى الانواع الأتية من حيث التركيب الى ثلاث مجاميع:



مقسمة أحادية النواة
septated mononucleus

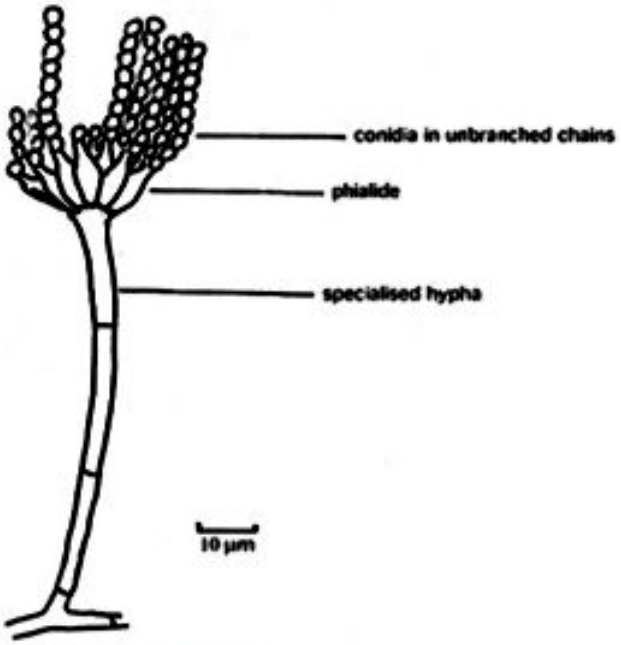
غير مقسمة
non-septated

مقسمة متعددة الانوية
septated coenocytic

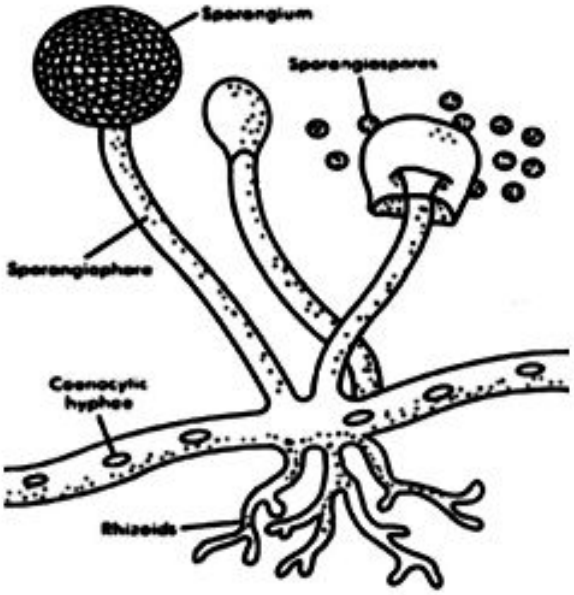
أما التقسيم من حيث الوظيفة فأن الهايفات تقسم الى:

1- هايفات خضرية Vegetative hypha

تتمثل بالهايفات التي تمتد داخل الاوساط أو البيئات التي تنمو عليها الفطريات وتتولى مهمة امتصاص المغذيات من هذه الاوساط أو البيئات بعد تحليلها الى مكوناتها من المركبات البسيطة القابلة للامتصاص وهذه الهايفات أما أن تكون على شكل أشباه الجذور Rhizoids في بعض الاعفان مثل الانواع التابعة لجنس *Rhizopus* و *Mucor* وتنشأ من تراكيب تسمى العقد Nods على الهايفات أو تكون على شكل خلايا قاعدية Foot cells ويكون شكلها مستطيلاً ذات جدار ثخين وهذه الخلايا تعمل على تثبيت العفن في الوسط ومن الامثلة على الاعفان التي تكون الخلايا القاعدية بعض الانواع التابعة لجنس *Aspergillus* و *Penicillium* وهناك نوع متخصص من أشباه الجذور في الاعفان الطفيلية تخترق خلايا المضيف Host للحصول على الغذاء تسمى Haustorium .



Foot cells (*Penicillium*)



Rizoids(*Rhizopus*)

٦٠ / ٣٥

حصبة أو الهوائية Fertile or aerial hypha:

هذا النوع من الهايفات تكون بارزة فوق الوسط الغذائي وتحمل التراكيب المسؤولة عن تكوين الابواغ الجنسية واللاجنسية في التكاثر ، غير ان بعض الفطريات تكوّن خيوط ذكرية غير مميزة مندمجة مع بعضها البعض بصورة كتلة كمثرية متماثلة تدعى الاجسام اللحمية مثل المرهون Mushroom وعش الغراب Puff ball وغيرها ، وهناك أعفان تعرف بالاعفان المخاطية Slime molds التي تكون خلاياها مندمجة غير مكونة للخيوط الفطرية تفرز مواد مخاطية لزجة تمنحها قواماً أو تركيباً هلامياً ، كما أن بعض الخمائر تكوّن غزول أو خيوط شبيهة بالغزول الفطرية تسمى Pseudomycellium والغزول الكاذبة في احد أطوار حياتها .

مبادئ الأحياء المجهرية
المرحلة الثانية

تكاثر الفطريات Fungi Reproduction

تتكاثر الفطريات تكاثراً جنسياً ولاجنسياً أو الاثنين معاً والتكاثر اللاجنسي أكثر شيوعاً للفطريات من الناحية الوراثية لأن الأجيال الناتجة تكون حاملة للصفات الوراثية نفسها في الآباء ، أما التكاثر الجنسي فيؤدي أحياناً الى ظهور صفات وراثية جديدة بسبب ما قد يحدث من دمج الجينات والصفات وراثية جديدة ، والتكاثر بنوعيه في الفطريات يتم عن طرق الابواغ Spores وهي تراكيب كروية أو بيضوية أو ما شابه ذلك تحمل الصفات الوراثية في داخلها وتثبت كل منها الى فطر من جديد عند انتقالها الى بيئة تتوافر فيها الظروف التي تساعدها على الانبات. هذه الابواغ تعد تكاثرية بخلاف الابواغ البكتيرية التي تقتصر أهميتها أو مهمتها في المحافظة على النوع ، وتكون أعداد الابواغ الفطرية كبيرة وان الابواغ البكتيرية اكثر مقاومة للظروف البيئية المتطرفة .

نتطرق الى أهم الأنواع المختلفة من الأبواغ التي تكون عبر عمليتي التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي :

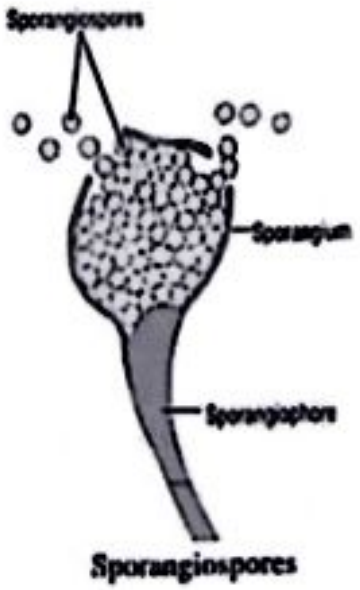
- **التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction**

1. **الابواغ الكونيدية Conidiaspores**

تتكون على شكل أبواغ مفردة أو سلسلة من الابواغ المتصلة الواحدة بالاخرى في نهاية حاملات خصبة تعرف بحامل الكونيديا Conidiaphore كما في *Aspergillus* و *Penicillium* ، وهناك Macroconidia والأخيرة تكون كونيديات كبيرة الحجم كما في فطر *Alternaria* .

2. **الأبواغ الحافظية Sporangiospores**

تتكون داخل كيس كبير نوعاً ما تدعى الحافظة البوغية Sporangium والتي تتكون في نهاية حاملات خصبة متخصصة تسمى بالحامل الحافظي Sporangiophore كما في حالة جنسي *Rhizopus* و *Mucor*



Sporangiospores

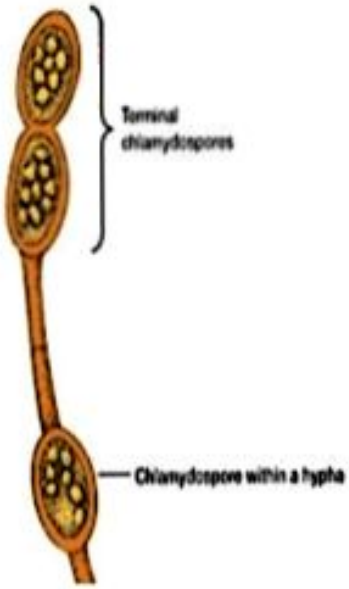
Conidiaspores

Alternaria(Macroconidia)

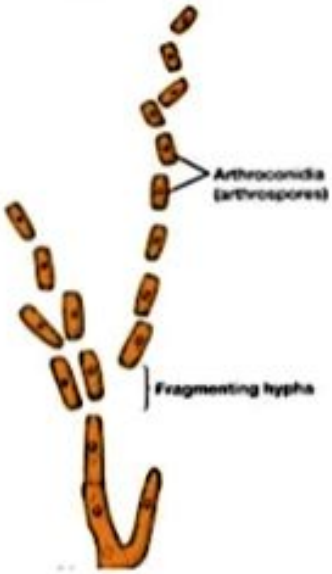
3. الابواغ الثالوثية Thallospores :وهذه المجموعة من الابواغ اللاجنسية تختلف عما ذكرت اعلاه من حيث التركيب وانها اجزاء تنبثق من الهيفات المقسمة ومن خلايا هذه الهايفات تحديداً ومنها:

- ❖ **الابواغ المفصلية Arthrospores** : ابواغ مفردة تتكون من انفصال خلايا الخيوط الفطرية .
- ❖ **الابواغ الكلاميدية Chlamydospores** : خلايا مفردة سميكة الجدران تتميز بمقاومتها للظروف غير الملائمة ومن الامثلة عليها خميرة Candida التي تتميز بتكوينها غزولاً فطرية كاذبة.
- ❖ **الابواغ البرعمية Blastospores** (أو البراعم Buds) : وهذه تكون على شكل نتوء صغير في موقع معين من خلايا الخميرة (وهي من طرق التكاثر اللاجنسي الخاصة بالخمائر دون الاعفان) وسرعان ما يكبر مع الزمن فتكون بينه وبين الخلية الام جدار فيغدو بحجم الخلية الام ثم ينفصل منها أو يبقى متصل بها كما في خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* .

Blastospores



Chlamydospores



Arthrospores

- **التكاثر الجنسي Sexual Reproduction**

1. الابواغ الكيسية Ascospores

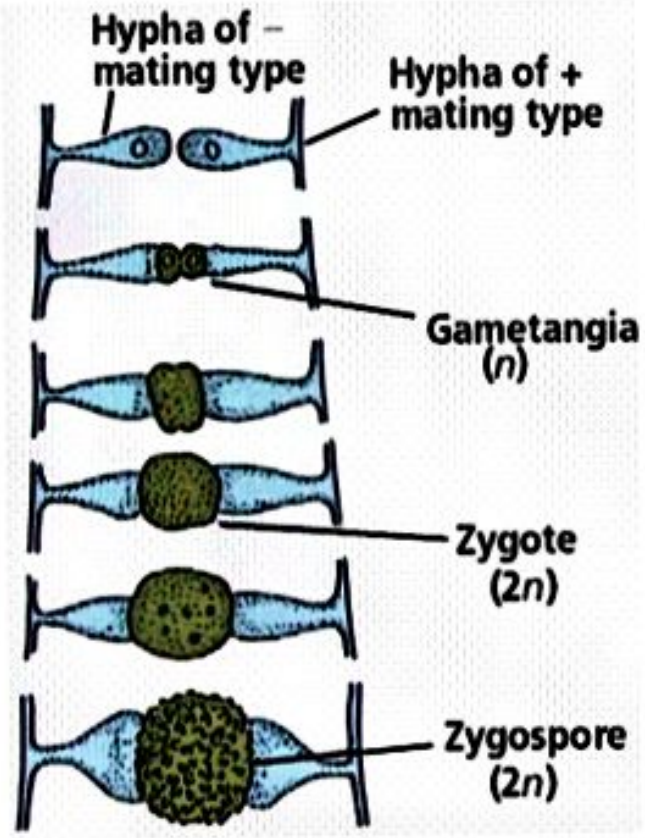
خلايا تتكون داخل كيس بواقع (2- 16) خلية أو بوغاً للكيس الواحد وحسب النوع وهذا النوع من التكاثر يكون خاص بصنف الفطريات التي تعرف بالفطريات الكيسية Ascomycetes التي تضم الخمائر الحقيقية (وهي خمائر قادرة على التكاثر جنسياً).

2. الابواغ البازيدية Basidiospores

أبواغ عارية مفردة محمولة على تراكيب تعرف بالبازيديوم بعدد يصل الى أربعة أبواغ تكونها الافراد التابعة لصنف الفطريات البازيدية Basidiomycetes (التي تفتقر الى التكاثر اللاجنسي) مثل العرهون Mushroom (النوع الصالح للاكل يعرف علمياً *Agaricus compestris*) والكرات النافخة Puff ball وفطريات الصدأ Rusts والتفحم Smuts .

3. الابواغ اللاقحية Zygospores

تتكون نتيجة اتحاد أمشاج مشابهة المظهر ،أذ يتقابل غزولان فطريان من نمطين مختلفين ويكون لكل غزل نتوء جانبياً يتلامسان ويندمجان ليكونا بوغاً كبيراً محاطاً بجدار سميك.



Zygospores

Basidiospores

تصنيف الفطريات

هناك العديد من الأسس المعقدة في تصنيف الفطريات كالمظهر الخارجي ونوع الهايفات (مقسمة ، غير مقسمه ، متفرعة) وطرق التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي وبعض الخواص الفسلجية.... وتقسم الفطريات الى شعبتين هما:

- **شعبة الفطريات المخاطية Slime Molds (Myxomycota)**

أفراد هذه الشعبة لاتكون خيوطاً فطرية مميزة وأطوارها الخضرية عديمة الجدار ، وتتغذى البعض منها على البكتريا أو تتطفل على الطحالب البحرية أو النباتات الراقية أو تتغذى على النباتات الميتة والبعض منها تسبب الامراض النباتية وليس لها أهمية صناعية قيمة.

قسم علوم الأغذية علم الأحياء المجهرية

مبادئ علم الأحياء المجهرية
المرحلة الثالثة

- شعبة الفطريات الحقيقية Eumycota

1- الفطريات الطحلبية Phycomycetes : وهي الى مجموعتين ، الاولى المائية Aquatic والثانية الأرضية Terrestrial ، ومن مميزات الفطريات الطحلبية تكون هايفاتها غير مقسمة Non-septate وتتكاثر جنسياً بواسطة الابواغ اللاقحية Zygospores ومن أمثلتها *Rhizopus stolonifer* و *Mucor miehei* .

2- الفطريات الكيسية Ascomycetes : تكون هايفات أفراد هذا الصنف مقسمة Septated ، تتكاثر جنسياً بواسطة Ascospores ومن أمثلتها خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* وبعض أنواع *Aspergillus* و *Penicillium* اللذان يتكاثران لاجنسياً بواسطة الابواغ الكونيدية Conidiospores .

3- الفطريات البازيدية Basidiomycetes :تضم معظم الفطريات الحمية مثل العرهون ، تتكاثر جنسياً بواسطة Basidiospores وتكون هايفاتها مفصولة بحواجز ، ولا تكوّن أبواغ لاجنسية.

4- الفطريات الناقصة Deuteromycetes: تضم جميع الفطريات التي تتكاثر لاجنسياً فقط بواسطة الطرق المعروفة كتكوين الابواغ الحافظية والمفصلية وغيرها وتكون هايفاتها مفصولة بحواجز Septated وتشمل معظم الفطريات الممرضة للانسان مثل *Candida albicans* التي تسبب مرض جلدي ، وسمي هذا الصنف من الفطريات بالناقصة نظراً لعدم مقدرة أفرادها على التكاثر الجنسي.

تغذية الفطريات

تعد معظم الفطريات كائنات رمية التغذية Saprophytic تتغذى على مواد عضوية ميتة ،إذ أنها تمتلك العديد من الانزيمات المحللة للمركبات العضوية المعقدة لذا نجد أن الفطريات تنتشر حيث تتوافر المواد العضوية فهي موجودة في التربة كما تظهر على شكل نموات قطنية مميزة الالوان على الاغذية غير المحفوظة بصورة جيدة كالخبز والجبن.. ولاتستغرب وجودها في اماكن بعيدة الاحتمال كالجلود والقاين والشعر والشمع والحبر لقدرتها على تحليل المركبات العضوية المعقدة كما أشرنا ، غير أن هناك فطريات تعيش على الكائنات الحية الاخرى كالحيوانات والنباتات لذلك تعد ذات معيشة طفيلية Parasitic فتسبب امراض متعددة ومتنوعة وخسارة اقتصادية لاسيما بعض المحاصيل الحقلية مثل مرض الصدأ Rusts والتفحم Smuts التي تتلف الحبوب ،كما أنها تسبب العديد من الامراض الجلدية للانسان والحيوان مثل خميرة *Candida albicans* التي تسبب امراض جلدية.

لاتستطيع الفطريات القيام بعملية التركيب الضوئي وهذه السمة من السمات المميزة لها وباستثناء مصدر الكاربون الذي تحتاجه جميع الفطريات بصورة عضوية(سكريات بسيطة ومعقدة) فأنه بالامكان مقدرة الفطريات من النمو في البيئات الحاوية على مصادر نتروجينية وفسفورية وكبريتية بسيطة(غير عضوية) وهذا يعني ان معظم الفطريات تستطيع تخليق Synthesis متطلباتها واحتياجاتها من عوامل النمو بنفسها من هذه المركبات البسيطة.

العوامل الفيزياوية لنمو الفطريات

- تعد الاعفان كائنات هوائية مجبرة بمعنى انها لاتستطيع النمو بغياب كامل عن الاوكسجين لذلك فان الامراض التي تسببها الانسان هي امراض جلدية ، أما الخمائر فهي كائنات لاهوائية اختيارية تمتلك المقدرة على اجراء عملية التخمر Fermentation (ومن هنا سميت بالخمائر) وهي عملية أكسدة غير تامة للمركبات العضوية.

- تنمو الفطريات عموما في درجات الحرارة المعتدلة فهي من نوع Mesophile وتقدر درجة حرارتها 25-30م وتعيش في مدى واسع من الرقم الهيدروجيني pH يتراوح من 2- 9 وان معظم الفطريات تفضل الارقام

الهيدروجينية الحامظية ، لذلك يضبط الوسط المخصص لنمو الفطريات بحدود 4- 5 pH لغرض تنميتها وكبح نمو البكتريا التي تفضل pH المعتدل.

- تفضل الاعفان البيئات الرطبة التي تكون نسبة الرطوبة فيها 70% أو أكثر وكذلك تفضل الاوساط التي يزيد تركيز الملح فيها 2% ، ويعد الضوء غير ضروري لنمو الفطريات بل يقتل الخلايا الخضرية لذلك لاتنمى الفطريات الا في الاماكن المظلمة.

أهمية الفطريات

تشكل الفطريات مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة وهي عضوية التغذية وتتميز بعلاقات تعايشية خاصة مع بعض الكائنات الحية وفي ادناه بعض الاستعمالات الصناعية للفطريات:

1. للفطريات دور كبير في السلسلة الغذائية لقدرتها على تحليل المركبات العضوية الميتة واعادة العناصر الداخلة في تركيب هذه المركبات الى الطبيعة لكي تستفيد منه كائنات اخرى لاتمتلك انظمة لتحليل هذه المركبات.
2. تستعمل الفطريات في انتاج العديد المضادات الحيوية Antibiotics (وهي مركبات تكونها بعض الاحياء المجهرية وتثبط أو توقف نمو الاحياء المجهرية الاخرى ولاسيما المرضية) مثل انتاج البنسلين من العفن Penicillium crysogenum .
3. تستعمل الفطريات في انتاج العديد من الصناعية مثل الاميليزات والبروتيزات مثل البروتيزات المخثرة للحليب والتي تدعى بالمنفحة المايكروبية Microbial rennet التس تستعمل بديلاً عن منفحة العجول مثل المنفحة المنتجة بواسطة *Mucor miehei* .
4. تستعمل الفطريات في انتاج العديد من الحوامض العضوية مثل حامض الستريك Citric acid الذي ينتج تجارياً بواسطة *Aspergillus niger* وفي انتاج الحوامض الامينية وبعض الفيتامينات ومواد اخرى ذات استعمالات صناعية وطبية .
5. تستعمل الفطريات في انتاج ما يعرف ببروتين وحيد الخلية Single Cell Protein (SCP) وهذه تستعمل في إغناء الاعلاف بالبروتينات.
6. تستعمل خميرة *Saccharomyces cerevisiae* في صناعة الخبز وتعرف باسم خميرة الخبز(تباع على شكل مسحوق تحت تسميات تجارية مثل بكمايا والخميرة العراقية والخميرة الفرنسية والسنونو) وغيرها.
7. تنتج بعض انواع الفطريات سموماً Toxins (مركبات تنتجها احياء مجهرية تؤثر في الانسان وباليات مختلفة تدعى Mycotoxins ومن ابرزها Aflatoxins والتي تنتجها *Aspergillus flavus* وتفرزها في الأغذية الغنية بالبروتينات والدهون مثل الفستق والبندق والجوز واللوز والحبوب كالحنطة ومنتجاتها المتعددة المخزونة تحت ظروف تشجع أو تحفز نمو الفطرياتوانتاجها للسموم.
8. تعيش بعض الاعفان وجذور بعض النباتا في علاقة تعايشية تكافلية يطلق عليها بمايكورايزا Mycorrhiza (Myco = فطر ، rrhiza = جذور) إذ تعمل الاعفان على زيادة امتصاص العناصر الغذائية المهمة للنباتات عن طريق الجذور فضلاً عن بعض منشطات نمو النباتات التي تنتجها (الاعفان) نتيجة لاستغلالها لافرازات الجذور.
9. تقيم الاعفان علاقة تكافلية اخرى لكن مع الطحالب فتتمخض عن هذه العلاقة كائنات تعرف بالاشنات Lichens (تقرأ Likens) إذ أن الطحلب يجهز الفطر بالغذاء بعملية التركيب الضوئي مقابلقيام الفطر بتجهيز الطحلب بالرطوبة والعناصر المعدنية فضلاً عن توفير الحماية له ، ويعتمد الفطر على الطحلب في حصوله على مصادر الكاربون العضوي وتعيش الأشنات على اليابسة حيث توجد الاشجار والصخور والتربة والقليل من الاشنات تكون مائية المعيشة.

3- الفجوات

تحتوي الابتدائيات على نوعين من الفجوات

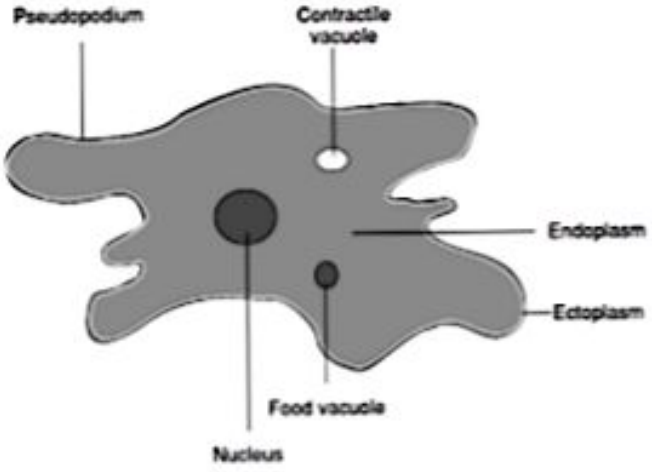
- ❖ الفجوات الغذائية Food Vacuoles : تحتوي على موادغذائية ذائبة وغير ذائبة وتكون الفجوات محاطة بغشاء رقيق جداً يسمح بانتقال المواد الى السايتوبلازم لغرض بناء المادة الحية وانتاج الطاقة.
- ❖ الفجوات المتقلصة Contractile Vacuoles : تتجمع نواتج الفعاليات الحيوية على شكل قطرات أو بلورات مع بعضها في تراكيب خاصة تدعى بالفجوات المتقلصة لأن هذه الفضلات يتم طرحها عن طريق تقلص هذه الفجوات الى خارج جسم الكائن الحي.

4- التكاثر

- ⊠ التكاثر الجنسي : يتم بواسطة الاقتران أو الاندماج الخلوي أو النووي ويكون عن طريق خلايا تكاثرية جنسية (أمشاج Gametes) إذ ينتج عن أقتران الامشاج تكوين البيضة المخصبة Zygot .
- ⊠ التكاثر اللاجنسي ك ويكون عن طريق الانقسام الخلوي ، أما أن يكون ثنائياً أو مضاعفاً ويحدث ذلك بانقسام النواة والسايتوبلازم الى قسمين متساويين تقريباً لتكوين كائنين جديدين كما في الاميبيا.

5- الإخلاف Regeneration

تمتلك الابتدائيات بصورة عامة المقدرة التعويض عن الاجزاء المفقودة وخاصة التي تمتلك النواة ، إذ نلاحظ ان عضيات الحركة (الاسواط والاهداب) التي تنتزع من جسم الكائن امكانية إعادة نموها مرة أخرى .



المكونات الخلوية في الاميبيا

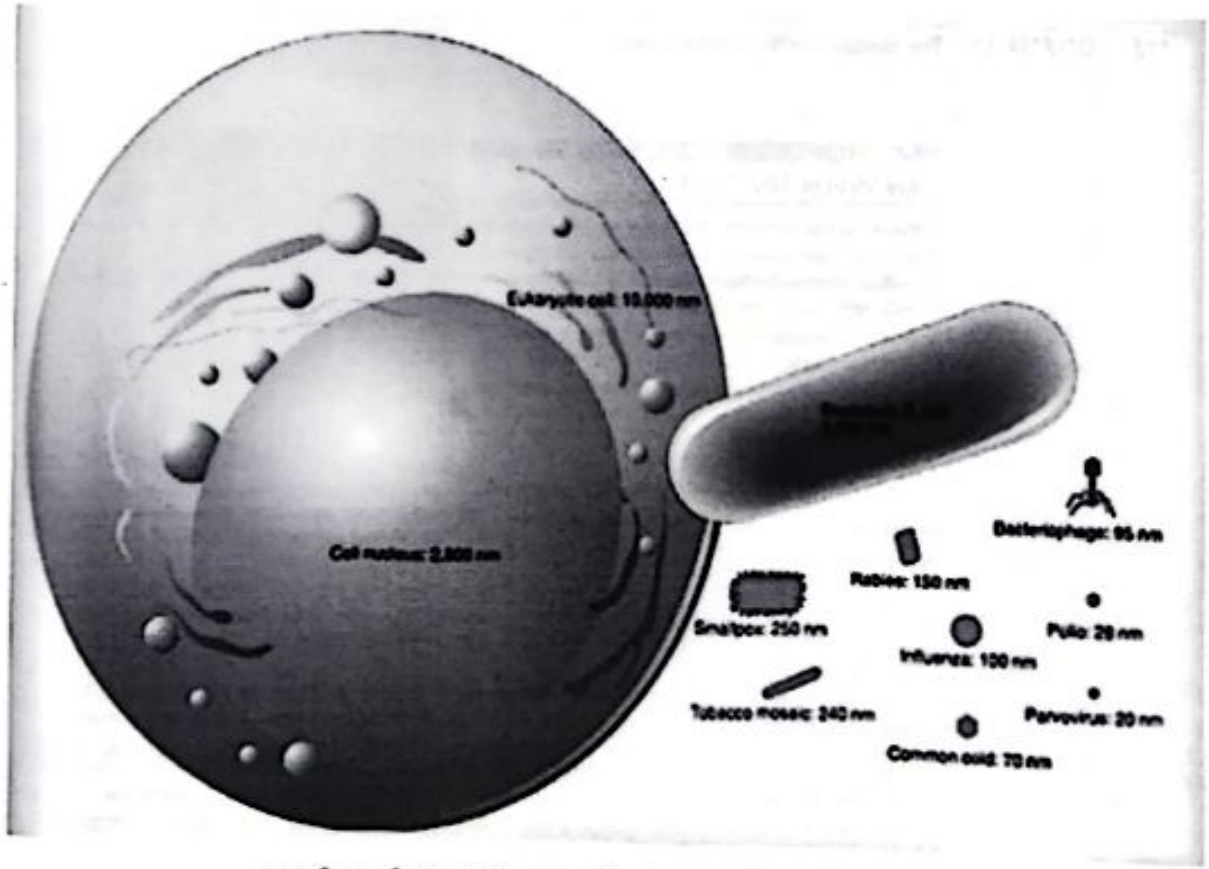
تصنيف الابتدائيات

1- صنف السوطيات Flagellata : مثل مسبب مرض النوم *Trypanosoma* والذي يعيش في دم الانسان.
2- صنف اللحميات جذرية الاقدام Sarcodina (Rhizopoda): مثل الاميبيا Amoeba الذي يسبب مرض التقرح الاميبي في الامعاء الدقيقة للانسان.
3- صنف البوغيات Sporozoa : مثل جنس *Plasmodium* الذي يسبب مرض الملاريا في الانسان.
4- صنف الهدبيات Ciliata :مثل جنس Paramecium وهو من الطفيليات التي تصيب الانسان وبعض الحيوانات.

الفايروسات Viruses

مع نهاية القرن التاسع عشر توالت اكتشافات المسببات المرضية مرضاً بعد آخر في النباتات وكذلك الحيوانات وكانت بسبب البكتريا ، وفي عام 1892 أكتشف العالم الروسي ديمتري ايوانوسكي Dimitri Iwanowsky أول مرض فايروسي هو موزائيك التبغ ومسببه Tobacco Mosaic Virus (TMV) ، والفايروس كلمة تعني باللغة اليونانية (السم) استعملت بادئ الامر لجميع العوامل المعدية والتي تجتاز المرشحات التي تمنع مرور البكتريا ، والفايروسات تعد طفيليات مجبرة داخل الخلية Obligate intracellular parasites وتستوطن الفايروسات بين عالم الاحياء الحية والعالم غير الحي وتمتلك الخصائص التي تكون بين العالمين ، والفايروسات تختلف عن أصغر الكائنات الحية وهي البكتريا في عدة صفات:

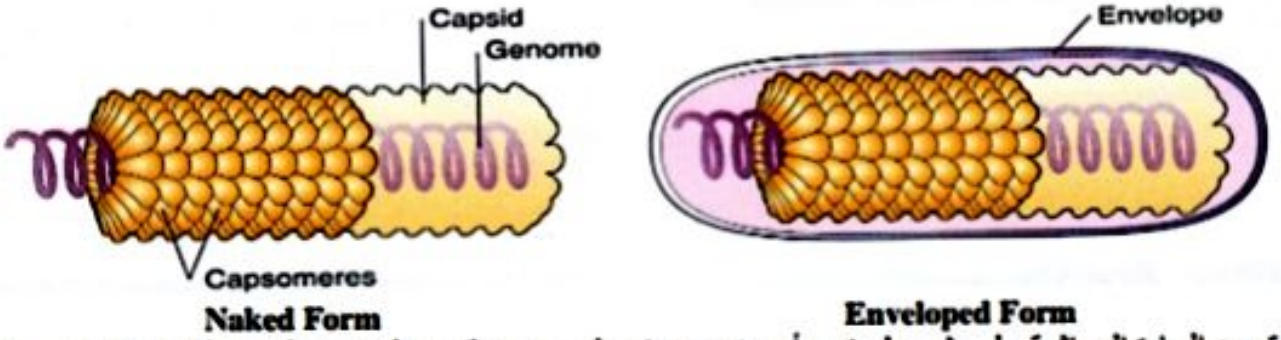
- أنها لا تُشاهد بالمجهر الضوئي وانما يمكن مشاهدتها بالمجهر الألكتروني.
- لا تمتلك الفايروسات تركيب خلوي داخلي عكس البكتريا.
- قد تحتوي على إما DNA أو RNA وليس الاثنين معاً.
- لاتستطيع التكاثر خارج جسم العائل المضيف.
- لا تمتلك المقدرة على الأيض.
- لاتظهر زيادة حجمية على الفايروس بشكل منفرد.



حجوم بعض أنواع الفايروسات مقارنة مع حجوم خلايا حقيقية وبدائية النواة

تركيب الفايروس

تمتلك الفايروسات تركيباً بسيطاً جداً إذ تتألف الجسيمة الفايروسية أو الفايرونية Virion من نمط واحد من الاحماض النووية (DNA أو RNA) وليس الأثنين معاً ويكون محاط بغطاء بروتيني يدعى الكابسد Capsid الذي يتألف بدوره من وحدات صغيرة تسمى الكابسوميرات Capsomeres وهذا يتألف بدوره من عدد من الجزيئات البروتينية التي ترتبط مع بعضها بنظام في غاية الدقة والترتيب، وفائدة الكابسد هي المحافظة على المادة الوراثية للفايروس المتمثلة ب إما DNA أو RNA . يذكر الفايروسات أما ان تكون عارية Naked Viruses أو مغلفة بغشاء رقيق يتكون من عدة طبقات من الدهون والبروتينات وتسمى Enveloped Viruses وهذه الخاصية سمة تميز في الغالب الفايروسات التي تصيب الحيوانات.



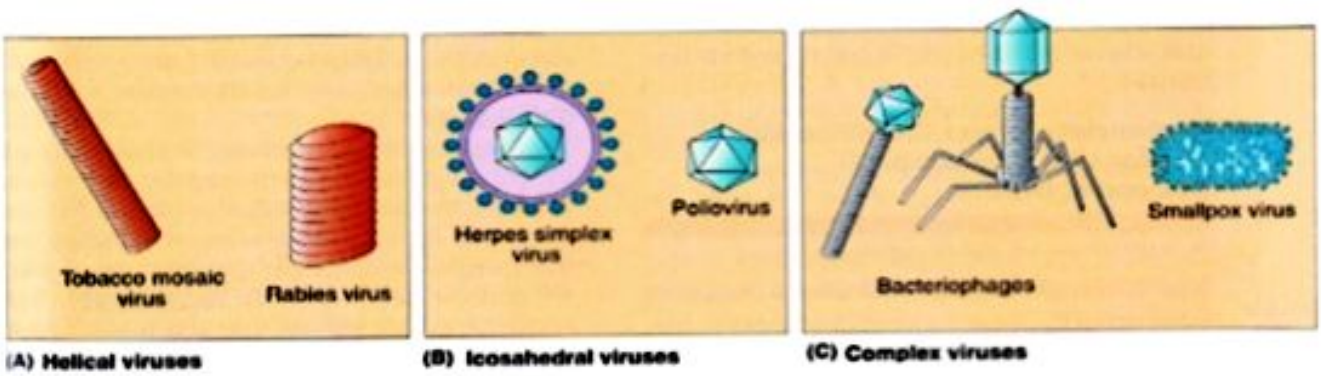
Naked Form **Enveloped Form**

توجد المادة الوراثية على شريط مفرد أو مزدوج وتحمل مجموعة من الجينات المسؤولة عن ثبات صفات الفايروس وتنظيم تضاعف (تكاثر) الفايروسات ، والفايروسات لاتستطيع القيام بأي نوع من أنواع الفعاليات الحيوية (التغذية والتنفس والحركة) لافتقارها للمكونات الخلوية والانزيمات الضرورية لمثل هذه الفعاليات باستثناء التضاعف (التكاثر) الذي لايتم بالطرق التي مرت بنا في موضوع البكتريا والفطريات والطحالب والابتدائيات بل بطريقة استثنائية .

حجم وشكل الفايروسات

يبلغ قطر الفايروس 20 نانوميتر والمادة الوراثية لهذه الفايروسات تحتوي على جينات (مورثات) أو معلومات وراثية محدودة وهناك فايروسات بقطر 200- 300 نانوميتر تتألف مادتها الوراثية من عدة آلاف من الجينات ، والجسيمة الفايروسية الواحدة Virus particle والذي يسمى بالفايرون Virion لها شكلاً ثابتاً ومحدوداً والفايروسات ثلاثة أشكال:

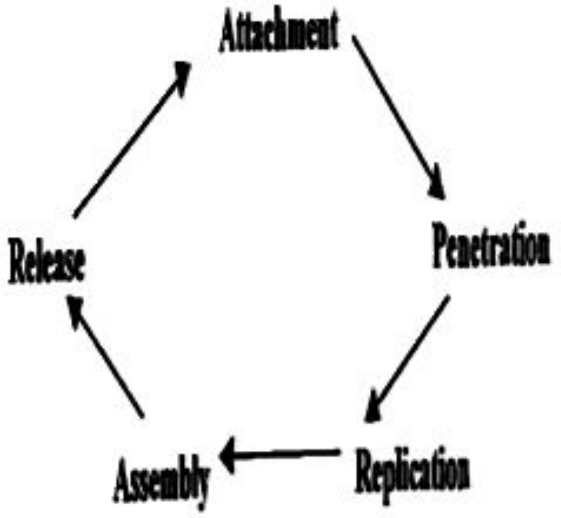
1- متعدد الاوجه Icosahedral مثل Polio virus (فايروس شلل الاطفال).
2- الحلزوني Helical مثل(فايروس موزائيك التبغ) Tobacco Mosaic Virus (TMV).
3- المعقد Complex وهذا يجمع بين الشكلين السابقين مثل معظم الفايروسات التي تصيب البكتريا والتي تسمى بالعاثيات البكتيرية Bacteriophages واختصاراً Phages مثل T_2 phage الذي يصيب بكتريا *E.coli* .



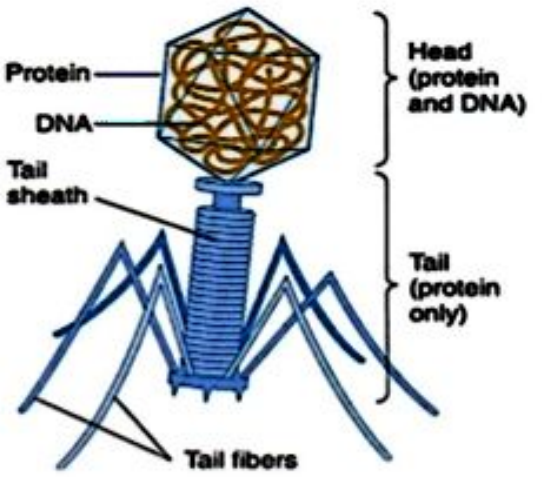
(A) Helical viruses (B) Icosahedral viruses (C) Complex viruses

تضاعف الفايروس Virus Replication

لايتم توليد الفايروسات جديدة إلا داخل خلايا حية تصيبها الفايروسات وحسب تخصص الفايروس ، ويمتاز تضاعف الفايروس بسلسلة من الخطوات تبدأ بدخول الحامض النووي الفايروسي داخل خلية المضيف يتبعه تضاعف الحامض النووي وتنتهي بتحرر الفايروسات الجديدة من خلية المضيف بعد تفجيرها ، وهناك دورة لحياة العاثيات البكتيرية (الفاجات البكتيرية) والتي يطلق عليها T-even وتمثل بالعاثيات التي يرمز لها T6,T4,T2 وجميعها تصيب بكتريا *E.coli* وتسمى هذه الدورة بالدورة التحللية Lytic cycle وتتضمن الخطوات الآتية:



الخطوات الرئيسة في تضاعف العاثي T4 في بكتريا *E.coli*



العاثي البكتيري من نوع T4

1- الإمتصاص أو الألتصاق Adsorption (Attachment)

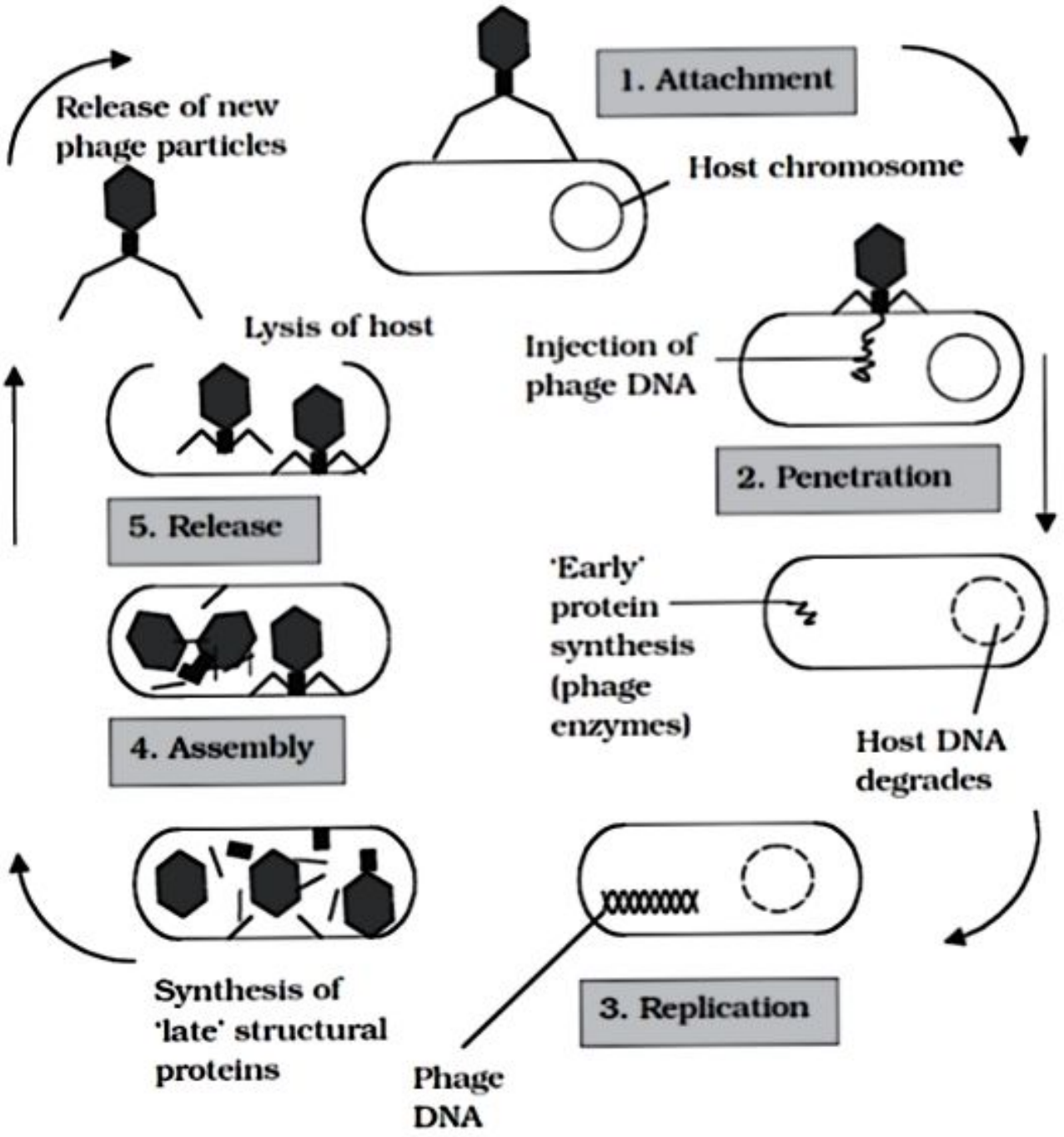
عند مزج دقائق العثي T4 مع البكتريا عندها تصطدم العاثية مع البكتريا عن طريق بروتينات الياف الذيل المتخصصة للعاثي مع مستقبلات مكملة في سطح خلية المضيف (البكتريا) وان هذه المستقبلات تعد من العوامل المهمة في تحديد تخصص الفايروس(العاثي)على المضيف (العائل).

2- الأختراق Penetration

تقوم العاثية المدمصة بالبكتريا بافراز انزيم اللايسوزايم Phage Lysozyme من منطقة الذيل فيحلل جزء من جدار الخلية البكتيرية من منطقة الالتصاق مؤدياً الى حدوث ثقب فيدخل غمد الذيل ويطلق DNA العاثي الى داخل العائل (البكتريا) ويبقى الكابسد خارج الخلية.

3- التضاعف Replication

بعد دخول DNA العاثية الخلية البكتيرية تتوقف عمليات الأستنساخ والترجمة داخل الخلية البكتيرية بل أن DNA الخلية يتحلل في غضون دقائق ، وتستحوذ DNA العثية على مكونات الخلية وأنظمتها الأنزيمية وتسخرها لصالحها فتتضاعف DNA العاثية الى عدة نسخ ومع تكون هذا العدد الكبير من النسخ يتم استنساخ وترجمة المعلومات الوراثية على جزيئات DNA العاثي والتي تتمثل بمعلومات تكوين البروتينات والاجزاء المختلفة للعاثي T4 من الرأس الى الذيل الى الالياف ولكن هذه الاجزاء تبقى في هذه المرحلة منفصلة عن بعضها البعض.

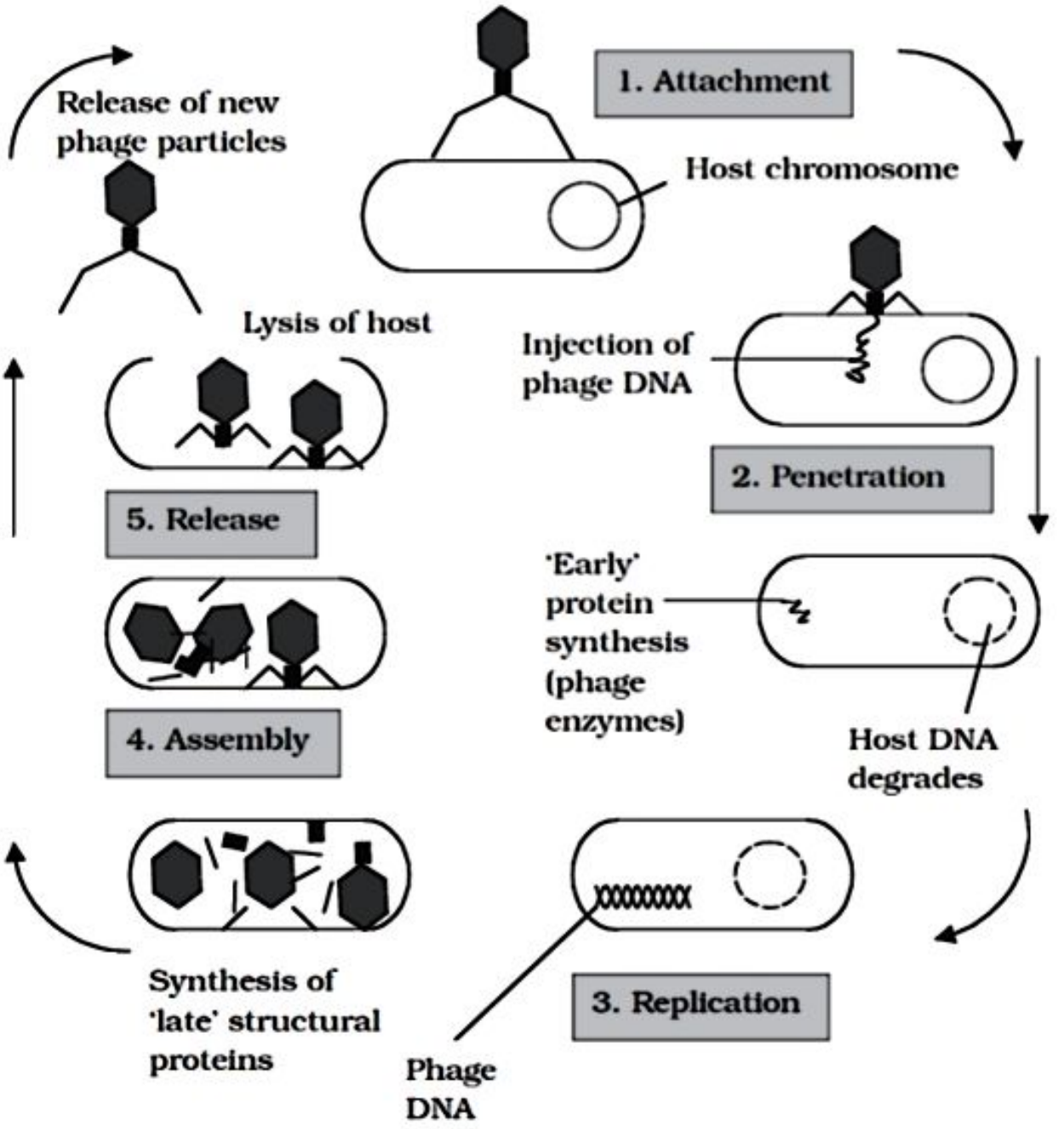


4- النضج Maturation or Assmbly

تتضمن نضج أو تخليق كميات كافية من الكابسد ومكونات DNA وتنضج بشكل تلقائي الى جسيمة الفايروس ثم يخلق الرأس ومنطقة الذيل بشكل منفصل ثم يحبأ DNA أو المادة الوراثية في الرأس ويرتبط بالذيل.

5- التحرر Release

في الادوار الاخيرة من التضاعف يشفر الى انزيم Lysozyme أخر (عاثي آخر) ويبدأبالتكون فيحلل جدار الخلية البكتيرية ويسبب انحلاله وانطلاق دقائق العاثية الكاملة وتحرره وبأمكان هذه العاثيات (أو الفايروسات) أن تصيب خلايا أخرى وتعيد دورة حياتها وبالاسلوب نفسه. أن الوقت المستغرق أو وقت الأستسرار من الالتصاق الى تحرر الفاجات يسمى أحيانا بوقت الانفجار Brust time وقد يستغرق T4 تحت الظروف المثالية بحدود 22 دقيقة.



4- النضج Maturation or Assmbly

تتضمن نضج أو تخليق كميات كافية من الكابسد ومكونات DNA وتنضج بشكل تلقائي الى جسيمة الفايروس ثم يخلق الرأس ومنطقة الذيل بشكل منفصل ثم يحبأ DNA أو المادة الوراثية في الرأس ويرتبط بالذيل.

5- التحرر Release

الاخيرة من التضاعف يشفر الى انزيم Lysozyme آخر (عاثي آخر) ويبدأبالتكون فيحلل جدار ... ويسبب انحلاله وانطلاق دقائق العاثية الكاملة وتحرره وبأمكان هذه العاثيات (أو الفايروسات) أن تصيب خلايا أخرى وتعيد دورة حياتها وبالاسلوب نفسه. أن الوقت المستغرق أو وقت الأستسرار من الالتصاق الى تحرر الفاجات يسمى أحيانا بوقت الانفجار Brust time وقد يستغرق T4 تحت الظروف المثالية بحدود 22 دقيقة.

٥١ / ٦٠

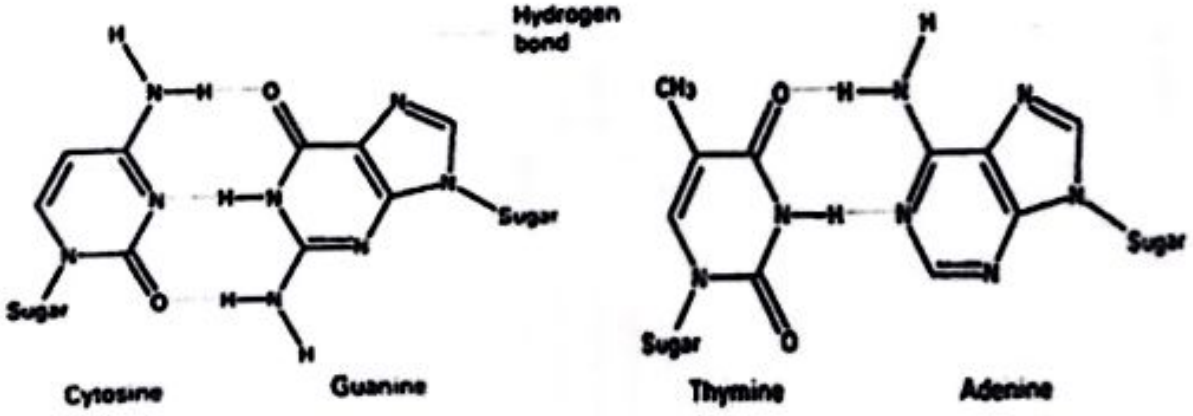
وراثة الاحياء المجهرية Microbial Genetics

علم الوراثة: هو العلم الذي يهتم بدراسة توارث Heredity الصفات والعناصر المميزة للكائنات الحية والتي تخص الاختلاف والتباين Variation في هذه الصفات، وف هذا المجال فأنها العلم الذي يعنى بدراسة وراثة الاحياء المجهرية ، وتعد البكتريا من الكائنات المميزة للدراسات الوراثية من بين الكائنات الحية المختلفة ، إذ انها صغيرة الحجم وتنمو في حيز صغير جداً وتتكاثر وتنمو عل نحو سريع بحيث يمكن انجاز العديد من التجارب في مدة زمنية قصيرة. إن التنوع الهائل في الاحياء والكائنات في الطبيعة يعود الى عاملين هما :

1. المعلومات الوراثية المميزة التي يمتلكها كل كائن والتي تختلف من كائن الى أخر على مستوى النوع Species ، وهذا يفسر عدم نشوء البكتريا إلا من البكتريا ، وعدم نشوء الفطر إلا من الفطرمن النوع نفسه وهكذا....
2. تأثير العوامل البيئية على الكائنات التي تتواجد فيها ، فالكائنات التي تنتمي الى النوع نفسه يحتمل ان تُظهر سلوكاً مختلفاً عند تعرضها الى بيئات مختلفة.

تركيب الحامض النووي

ان المادة الوراثية الاساسية في جميع الكائنات الحية(باستثناء بعض الفايروسات الحاوية على RNA) هي DNA (دنا باللغة العربية) Deoxyribonuclic acid الحامض النووي منقوص الاوكسجين ، وتتركب جزيئة الدنا الواحدة من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين حول بعضهما البعض على شكل ظفيرة أو حلزون يعرف بالحلزون المزدوج Double helix ، وكل جزيئة نيوكليوتيدية Nucleotides تتألف من ثلاث جزيئات مميزة هي: (قاعدة نتروجينية – سكر رايبوز منقوص الأوكسجين – مجموعة الفوسفات) وهناك اربعة أنواع من القواعد النتروجينية تدخل في تركيب النيوكليوتيدات الموجودة في الدنا هي القواعد البيورينية Purines وتشمل (الأدنين (A)Adenine والكسوانين (G)Guanine)، والقواعد البريميدينية Pyrimidines وتشمل(السايتوسين (C)Cytosine والثايمين (T)Thymine). إذ ان T من شريط يقابله A من الشريط الاخر المقابل له دائما ، كما ان G يقابله C دائما أيضاً



وهذا يعني ان النيوكليوتيدات الموجودة في تركيب الدنا على اربعة أنواع حسب القاعدة النتروجينية في النيوكليوتيد:

نيوكليوتيد = قاعدة نتروجينية + سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين + الفوسفات

Nucleotide = Nitrogen base + Deoxyribose + Phosphate

ويوضح الجدول الآتي خصائص بعض الفايروسات التي تصيب الإنسان

الحامض النووي	الفايروس(العائلة)	شكل الكابسد	ابعاد الكابسد	الغلاف	المرض
DNA مزدوج	Poxvirus	معقد	300-230	مغلف	جدري Smallpox
DNAمفرد	Parvovirus	متعدد الاوجه	26-18	عاري	التهاب المعدة والامعاء
RNA مفرد	Picornavirus	متعدد الاوجه	30-24	عاري	شلل الاطفال
RNA مفرد	Myxovirus	حلزوني	120-80	مغلف	الانفلونزا

مرض الايدز AIDS

الأيدز أو AIDS مختصر Acquired Immune Deficiency Syndrome متزامنة نقص المناعة المكتسبة وهي مرض ناجم عن إصابة الانسان بفايروس الأيدز المعروف بنقص المناعة في الانسان ويرمز له إختصاراً(HIV) Human Immunodeficiency Virus وهو نمط فريد من الفايروسات يحتوي على RNA كمادة وراثية حاملة للصفات الوراثية للفايروس ويحتوي على أنزيم الاستنساخ العكسي Reverse transcriptase لاستنساخ RNA الى DNA (الذي يسمى بالفايروس الأولي Provirus) والذي بامكانه ان ينغرز في DNA الخلايا التي يصيبها من جسم الانسان ويبقى كامناً في تلك الخلايا لفترة غير محدودة وعند تنشيط الفايروس الاولي يتحول ثانية الى RNA ومع بقية أجزاء الفايروس ليكون فايروسات كاملة تصيب خلايا أخرى.

يصيب فايروس HIV خلايا T-lymphocyte (خلايا T اللمفاوية)التي تحمل مستقبلات خاصة لهذه الفايروسات كما قد يصيب بعض منها خلايا الجهاز العصبي وبعض خلايا الدم. إن تدمير خلايا T اللمفاوية وانخفاض عددها يؤدي الى اخفاق النظام المناعي في انتاج الاجسام المضادة وعليه فان الجسم يكون في وضع خطير للغاية بسبب عدم قدرته لمواجهة المسببات المرضية بمختلف انواعها فيظهر على المريض بعد حدوث الاخفاقات في المناعة بسبب فايروس الأيدز إختلاطات مرضية عديدة قد تنجم عن إصابته حتى بأقل المايكروبات إحداثاً للمرض ، والفايروس لاينقل العدوى من المصاب به الى آخر بالملامسة التقليدية كالمصافحة مثلاً بقدر ما يُنقل من خلال الاتصال الجنسي أو نقل الدم وأبر التلقيح وسوائل الجسم الأخرى ، ويمثل الأيدز المرحلة المتأخرة من الأصابة بفايروس HIV (أي المرحلة التي يكون فيها الفايروس قد أتلف خلايا T اللمفاوية) وجعل المصاب يصارع المسببات المرضية دونما سلاح (المضادات الحيوية) ، لذلك فأن المصابين بالأيدز يحتاجون الى عناية خاصة يصعب توفيرها في كثير من الاحيان.

الفايرودات Viroids البرايونات Prions

كائنات دقيقة أصغر حجماً من الفايروسات أكتشفت عام 1971 من قبل Theodor Diener ويبلغ حجمها 18/1 من حجم أصغر الفايروسات ، وهي تتضاعف ذاتياً ومقاومة للعديد من الظروف كالحرارة والمذيبات العضوية والأشعاعات فوق البنفسجية وتكون غير مغلفة Non-enveloped وخالية من البروتينات وتتألف من حامض نووي RNA صغير مفرد الشريط وتتضاعف داخل خلايا حساسة لها ، وتسبب أضرار اقتصادية كبيرة للنبات (منها مرض الدرنة المغزلية للبطاطا Potato Spindle Tuber)، وقد تصيب الحيوانات كالخراف أو تساهم في إحداث السرطان في الانسان. بعد الفايرودات بعقد من الزمن أكتشفت البرايونات **Prions** وهي جسيمات مرضية بروتينية ومن مسببات الامراض العصبية للخراف ومرض جنون البقر والأعتلال الدماغي للانسان، ويعتقد أن Prions تمتلك حوامض نووية لها المقدرة على ان تتضاعف ذاتيا وتغير من شكل البروتينات الطبيعية للحيوانات وتتلف نسيج الدماغ من خلال تكوين هيئة مطفرة من البروتينات.

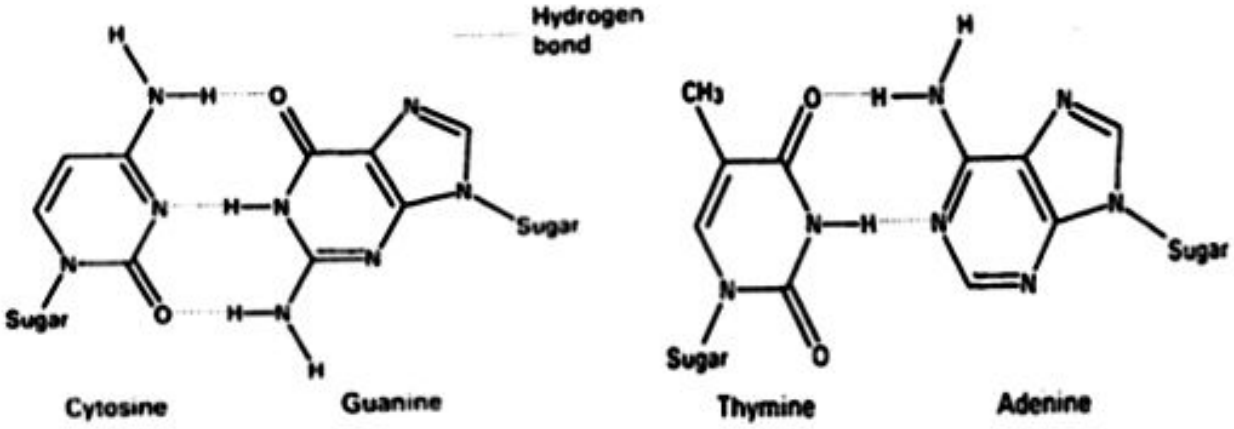
وراثة الاحياء المجهرية Microbial Genetics

علم الوراثة: هو العلم الذي يهتم بدراسة توارث Heredity الصفات والعناصر المميزة للكائنات الحية والتي تخص الاختلاف والتباين Variation في هذه الصفات، وف هذا المجال فأنها العلم الذي يعنى بدراسة وراثة الاحياء المجهرية ، وتعد البكتريا من الكائنات المميزة للدراسات الوراثية من بين الكائنات الحية المختلفة ، إذ انها صغيرة الحجم وتنمو في حيز صغير جداً وتتكاثر وتنمو عل نحو سريع بحيث يمكن انجاز العديد من التجارب في مدة زمنية قصيرة. إن التنوع الهائل في الاحياء والكائنات في الطبيعة يعود الى عاملين هما :

1. المعلومات الوراثية المميزة التي يمتلكها كل كائن والتي تختلف من كائن الى أخر على مستوى النوع Species ، وهذا يفسر عدم نشوء البكتريا إلا من البكتريا ، وعدم نشوء الفطر إلا من الفطرمن النوع نفسه وهكذا....
2. تأثير العوامل البيئية على الكائنات التي تتواجد فيها ، فالكائنات التي تنتمي الى النوع نفسه يحتمل ان تُظهر سلوكاً مختلفاً عند تعرضها الى بيئات مختلفة.

تركيب الحامض النووي

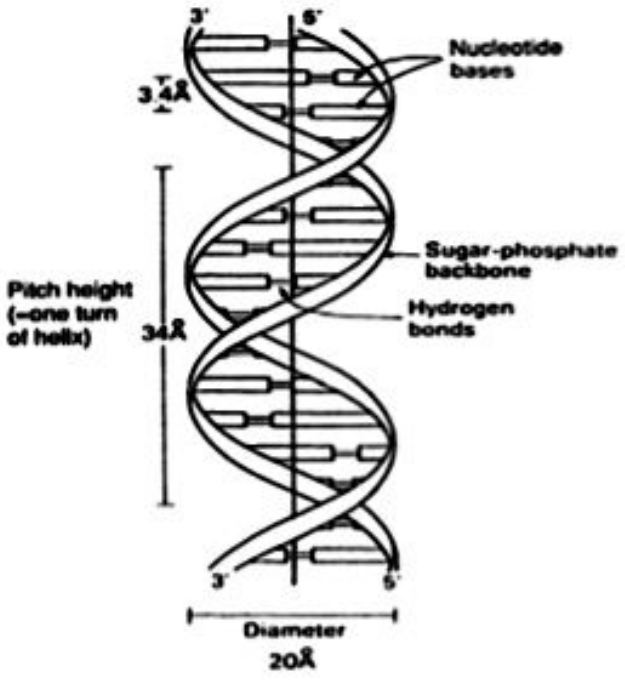
ان المادة الوراثية الاساسية في جميع الكائنات الحية(باستثناء بعض الفايروسات الحاوية على RNA) هي DNA (دنا باللغة العربية) Deoxyribonuclic acid الحامض النووي منقوص الاوكسجين ، وتتركب جزيئة الدنا الواحدة من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين حول بعضهما البعض على شكل ظفيرة أو حلزون يعرف بالحلزون المزدوج Double helix ، وكل جزيئة نيوكليوتيدية Nucleotides تتألف من ثلاث جزيئات مميزة هي: (قاعدة نتروجينية – سكر رايبوز منقوص الأوكسجين – مجموعة الفوسفات) وهناك اربعة أنواع من القواعد النتروجينية تدخل في تركيب النيوكليوتيدات الموجودة في الدنا هي القواعد البيورينية Purines وتشمل {الأدنين Adenine(A) والكوانين Guanine(G) }، والقواعد البريميدينية Pyrimidines وتشمل{ السايتوسين Cytosine(C) والثايمين Thymine(T) }. إذ ان T من شريط يقابله A من الشريط الاخر المقابل له دائما ، كما ان G يقابله C دائما أيظاً



وهذا يعني ان النيوكليوتيدات الموجودة في تركيب الدنا على اربعة أنواع حسب القاعدة النتروجينية في النيوكليوتيد:

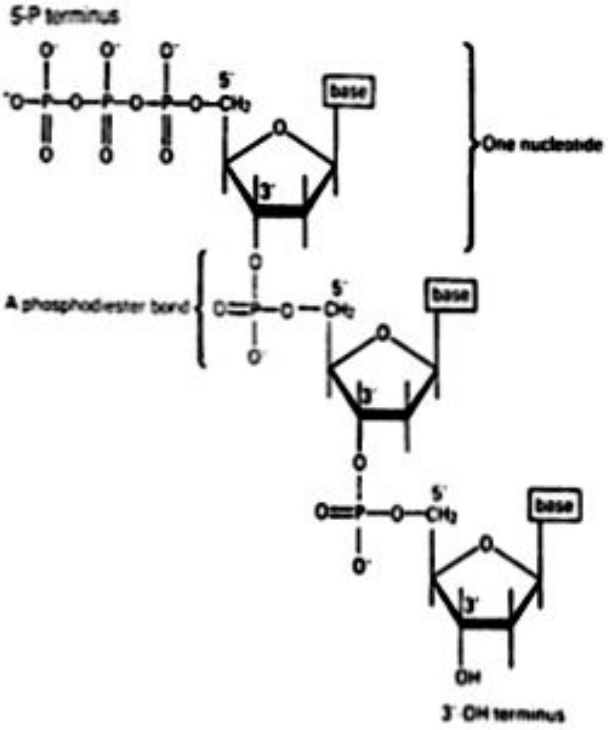
نيوكليوتيد = قاعدة نتروجينية + سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين + الفوسفات

Nucleotide = Nitrogen base + Deoxyribose + Phosphate



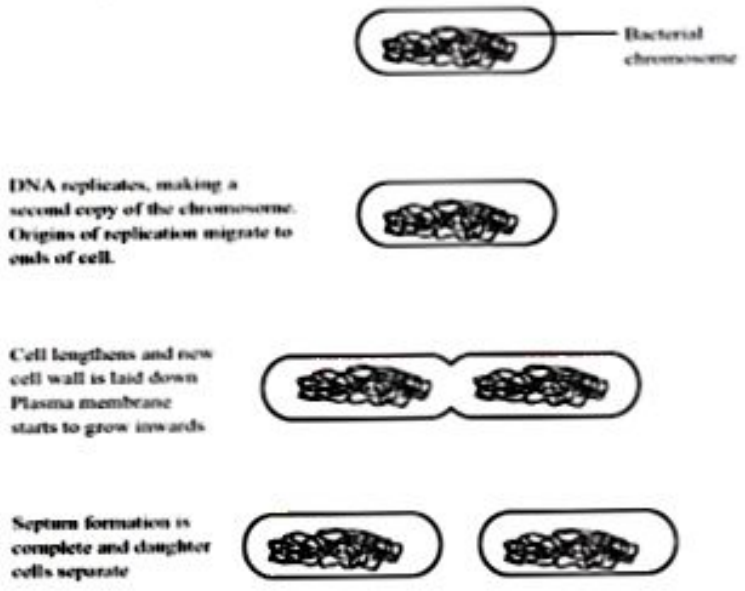
(Å = Angstrom unit = 10^{-10} metres)

جزيئة الدنا DNA ذو الشكل الحلزوني المزدوج

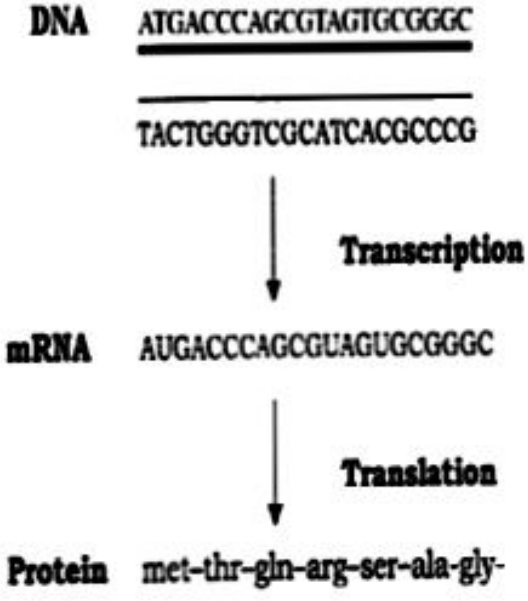


السلسلة النيوكليوتيدية

ان جميع الوحدات البنائية هذه ترتبط بعضها مع البعض الأخر بنظام دقيق وترتيب محسوب لتكوين شريط الحامض النووي الدنا ، وعادة ما يتقابل شريطا الدنا مع بعضهما بواسطة اواصر هيدروجينية تنشأ بين القواعد المتقابلة والمكملة Complemenary لبعضها البعض كما أسلفنا ، ونلاحظ ان كمية A في اية جزيئة DNA تساوي كمية T ، وان كمية C تساوي كمية G على أن نسبة GC/AT تختلف باختلاف البكتريا على مستوى النوع Bacterial species ، ولذا فقد استغلت هذه الصفة في تصنيف البكتريا الى انواع لأن هذه النسبة ثابتة لكل نوع ، واثناء انقسام الخلية البكتيرية ينفصل شريطا الدنا عن بعضهما البعض ويتكون على كل شريط شريط أخر جديد مُتخذاً من الشريط الاصلي قالباً Template وهكذا ، إذ تنعزل الخلية جزيئتين من الدنا متشابهتين في تسلسل القواعد النتروجينية إذ تنعزل كل جزيئة الى خلية من الخليتين الناتجتين من الانقسام أو الأنشطار الثنائي البسيط.



الانشطار البسيط في البكتريا



الاستنساخ والترجمة لقالب الدنا DNA

تكمن كل معلومة وراثية في جزء معين ومحدد من الدنا ذو تتابع خاص من القواعد النتروجينية ويسمى هذا الجزء بالجين(المورثة) Gene ويتم ترجمة كل ثلاث قواعد نتروجينية متتالية ومتتابعة الى حامض أميني معين وتسمى كل ثلاث قواعد نتروجينية تشفر لحامض أميني بالشفرة الوراثية Genetic Code أو بوحدة الشفرة Code Unit أو بالثلاثيات Triplate وهذا يعني ان كل جين يتألف من عدد من الشفرات ، أي ان الجين يستنسخ اولاً الى مايعرف بـmRNA (m= messenger) وهو نسخة من أحد الجينات في أحد شريطي الدنا والذي يتم ترجمته الى البروتين أو الأنزيم المطلوب بمساهمة tRNA في الرايبوسومات الحاوية في تركيبها على rRNA. ويوضح الجدول الاتي الشفرات الوراثية للحوامض الامينية:

UUU	phe	UCU	ser	UAU	tyr	UGU	cys
UUC	phe	UCC	ser	UAC	tyr	UGC	cys
UUA	leu	UCA	ser	UAA	STOP	UGA	STOP
UUG	leu	UCG	ser	UAG	STOP	UGG	trp
CUU	leu	CCU	pro	CAU	his	CGU	arg
CUC	leu	CCC	pro	CAC	his	CGC	arg
CUA	leu	CCA	pro	CAA	gln	CGA	arg
CUG	leu	CCG	pro	CAG	gln	CGG	arg
AUU	ile	ACU	thr	AAU	asn	AGU	ser
AUC	ile	ACC	thr	AAC	asn	AGC	ser
AUA	ile	ACA	thr	AAA	lys	AGA	arg
AUG	met	ACG	thr	AAG	lys	AGG	arg
GUU	val	GCU	ala	GAU	asp	GGU	gly
GUC	val	GCC	ala	GAC	asp	GGC	gly
GUA	val	GCA	ala	GAA	glu	GGA	gly
GUG	val	GCG	ala	GAG	glu	GGG	gly

يختلف الحامض النووي RNA وبأنواعه الثلاث عن الدنا DNA في النقاط الآتية:

- ان RNA يحتوي على سكر الرايبوز Ribose بدلاً من سكر Deoxyribose في الدنا
- يحتوي RNA على القاعدة النتروجينية اليوراسيل(U) Uracil بدلاً من الثايمين Thymine في الدنا

أنواع RNA

1. mRNA (messenger RNA) ويمثل نسخة مستنسخة من احد الجينات التركيبية في الدنا.
2. rRNA (ribosomal RNA) وهو من الحوامض النووية التركيبية يدخل في تركيب الرايبوسومات(راجع موضوع الرايبوسومات) ويقوم بتنظيم الشفرات الوراثية مع ما يقابلها من الشفرات المضادة Anticodon مابين mRNA وtRNA .
3. tRNA (transfer RNA) ويقوم بنقل الاحماض الامينية الحرة الى الرايبوسومات لربطها مع بعضها البعض حسب تسلسل يحدده تسلسل الشفرات على mRNA لتكوين جزيئة بروتينية ذو وظيفة معينة داخل الخلية.

الطفرات الوراثية Mutations

أن أي تغيير في تتابع القواعد النتروجينية في الدنا يمكن تسميتها بالطفرة بغض النظر عن انعكاس هذا التغيير على الخواص الظاهرية أو المظهرية Phenotype للكائن أو بقائه كامناً فيما يطلق عليه بالنمط الوراثي للكائن Genotype من الخواص أو الصفات ، وتحدث الطفرات الوراثية أما بفعل العوامل الفيزياوية كالاشعاع مثلاً أو باستعمال عوامل كيمياوية مثل Hydroxylatig agents و 5-bromouracil وحامض النتروز وغيرها.

ان الطفرات الناتجة عن العوامل الفيزياوية أو الكيمياوية تدعى بالطفرات المستحثة Induced Mutations ، غير ان الطفرات قد تحدث بصورة ذاتية في جميع الكائنات الحية بما في ذلك الاحياء المجهرية وان كان ذلك بصورة واطئة وبمعدلات أو تردد بطئ للغاية ومثل هذه الطفرات ناجمة عن أخطاء تحدث أثناء تضاعف جزيئة الدنا عند انقسام الخلية والطفرات الذاتية تسمى Spontaneous Mutations وتؤدي الطفرات الوراثية الى:

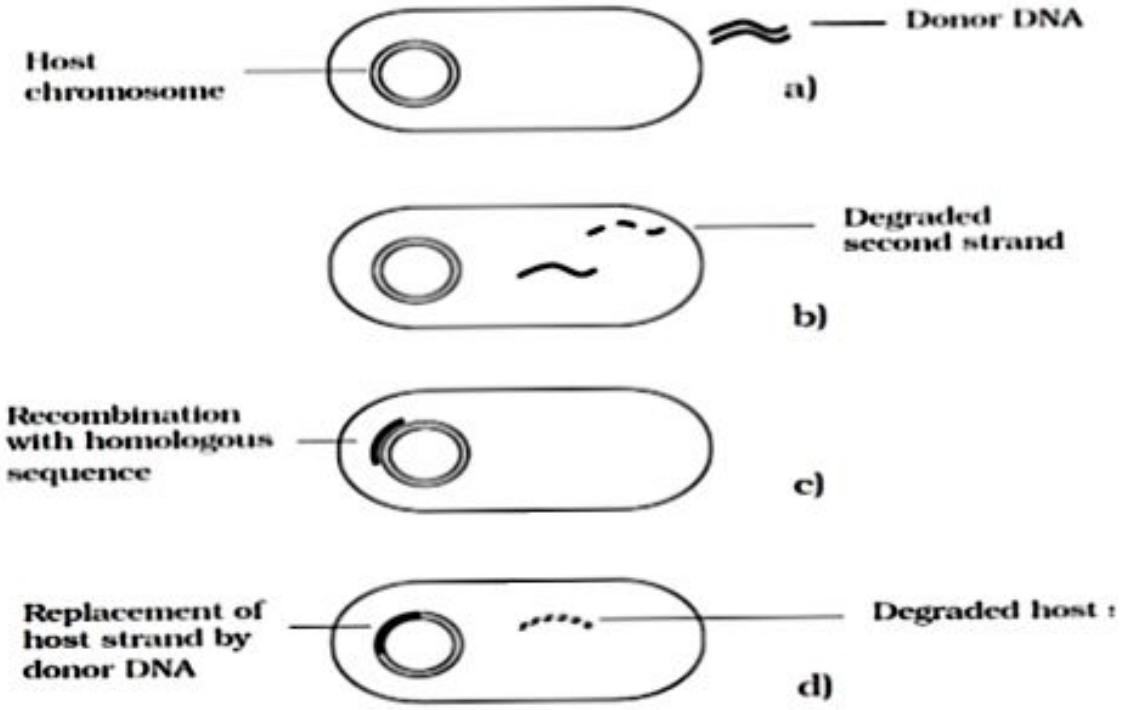
- ❖ مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية والعناصر الثقيلة والمطهرات.
- ❖ فقدان البكتريا لقدرتها على تكوين المحفظة(الكبسولة) أو الأسواط أو الحساسية للعاثيات.
- ❖ إضعاف احد عوامل الضراوة في البكتريا.

تبادل المعلومات الوراثية Genetic Exchange

تتبادل الكائنات الحية في الطبيعة المعلومات الوراثية فيما بينها ولاسيما الأحياء المجهرية ومنها البكتريا بأساليب وطرائق مختلفة وهي:

- **التحول Transformation**

تتحلل الأحياء المجهرية بعد موتها ومن المكونات الخلوية المهمة التي تتعرض الى التحلل هي الحامض النووي DNA ، إذ يتجزأ الى قطع صغيرة وان هذه القطع الصغيرة يحتمل ان تنتقل الى خلية بكتيرية من النوع الذي تحللت منه ونشأت عنه هذه القطع الصغيرة من الدنا ، وحال دخول أي قطعة صغيرة من الدنا هذه الى داخل خلية بكتيرية تندمج مع دنا الخلية وتصبح جزء منها وبذلك تمنح الخلية صفة أو مجموعة من الصفات الوراثية المحمولة عليها مثلما يُعبر عن أي صفة أخرى محمولة على الدنا(الكروموسوم) الخلوي ، ويتراوح عدد الصفات الوراثية المحمولة على القطع التي تدخل الخلايا البكتيرية من 10-50 صفة أو جيناً ولوحظت هذه الظاهرة في عدد هائل من بكتريا *Bacillus* و *Niesseria* ، وان اكتساب صفة تكوين الكبسولة من قبل بعض بكتريا ذات الرئة *Streptococcus pneumonia* وتحولها الى البكتريا الضارية يتحقق بهذه الطريقة.

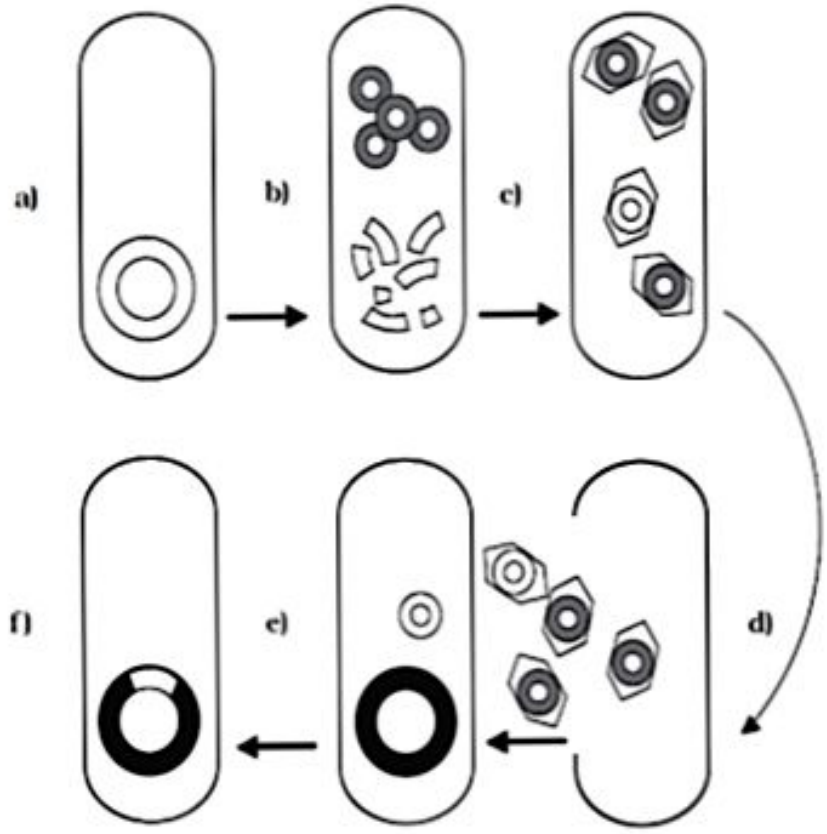


التحول Transformation

- **التنبيغ Transduction**

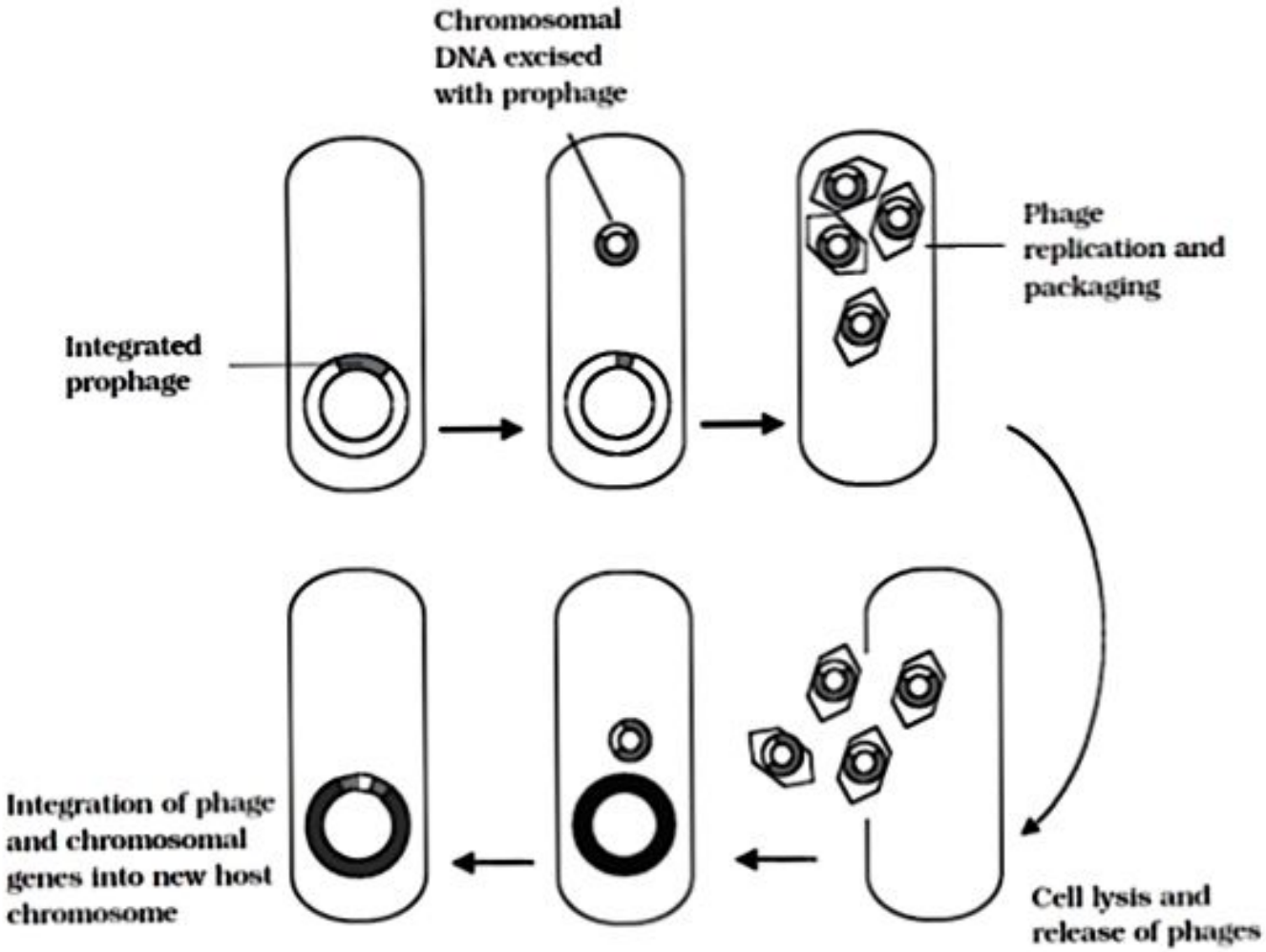
عبارة عن انتقال جزء من الدنا من بكتريا الى أخرى بوساطة العاثية البكتيرية Bacteriophage ،ففي مرحلة النضج Maturation عند دورة حياة الفاج أو تضاعف الفاج في البكتريا التي تصيبها ، هناك احتمال ان يعبأ رأس العاثي بقطعة من الدنا البكتيري(الذي يتحلل الى قطع صغيرة حال إصابة البكتريا بالفاج) بدلاً من الحامض النووي الخاص بالفاج ، وعند تحرر هذا الفاج فأنه يحمل معه هذة القطعة وفي عملية التضاعف اللاحق،إصابة خلية بكتريا جديدة بهذا الفاج ، فأن الفاج سوف ينقل الى البكتريا القطعة التي يحملها من الدنا وتندمج هذه القطعة مع الدنا البكتيري وتصبح جزء من DNA البكتيريا ، وبذا تكون البكتريا قد اكتسبت صفة أو مجموعة من الصفات الجديدة ، وليس بالضرورة ان تكون القطعة المنقولة من الدنا جزء من الدنا البكتريا فقد تكون جزء من البلازميد ولاسيما البلازميدات المقاومة للمضادات الحيوية Resistant Plasmids كما يحدث في بكتريا *Stahylococcus aureus* التي اكتسبت صفة المقاومة للبنسلين بهذه الطريقة وهناك نوعين من التنبيغ:

1- التنبيغ العام: ويحدث خلال الدورة الانحلالية للعاثي حيث تعبئ قطعة عشوائية من DNA المضيف وعندما يصيب الفاج (العاثي) خلية أخرى ترتبط القطعة المأخوذة في كروموسوم الخلية المضيفة الجديدة



التنبيغ العام ويحدث خلال الدورة الانحلالية Lytic cycle

2- التنبيغ الخاص :ويحدث خلال الدورة التحللية Lysogenic cycle ،إذ تعبأ قطعة من الكروموسوم البكتيري مع الفاج الاولي ويحدث تضاعف للفاج عند تحلل الخلية وتنطلق الفاجات وحينما تهاجم هذه الفاجات خلية أخرى فأنها تربط هذه القطعة مع الكروموسوم البكتيري للمضيف لتكون كروموسوم جديد.

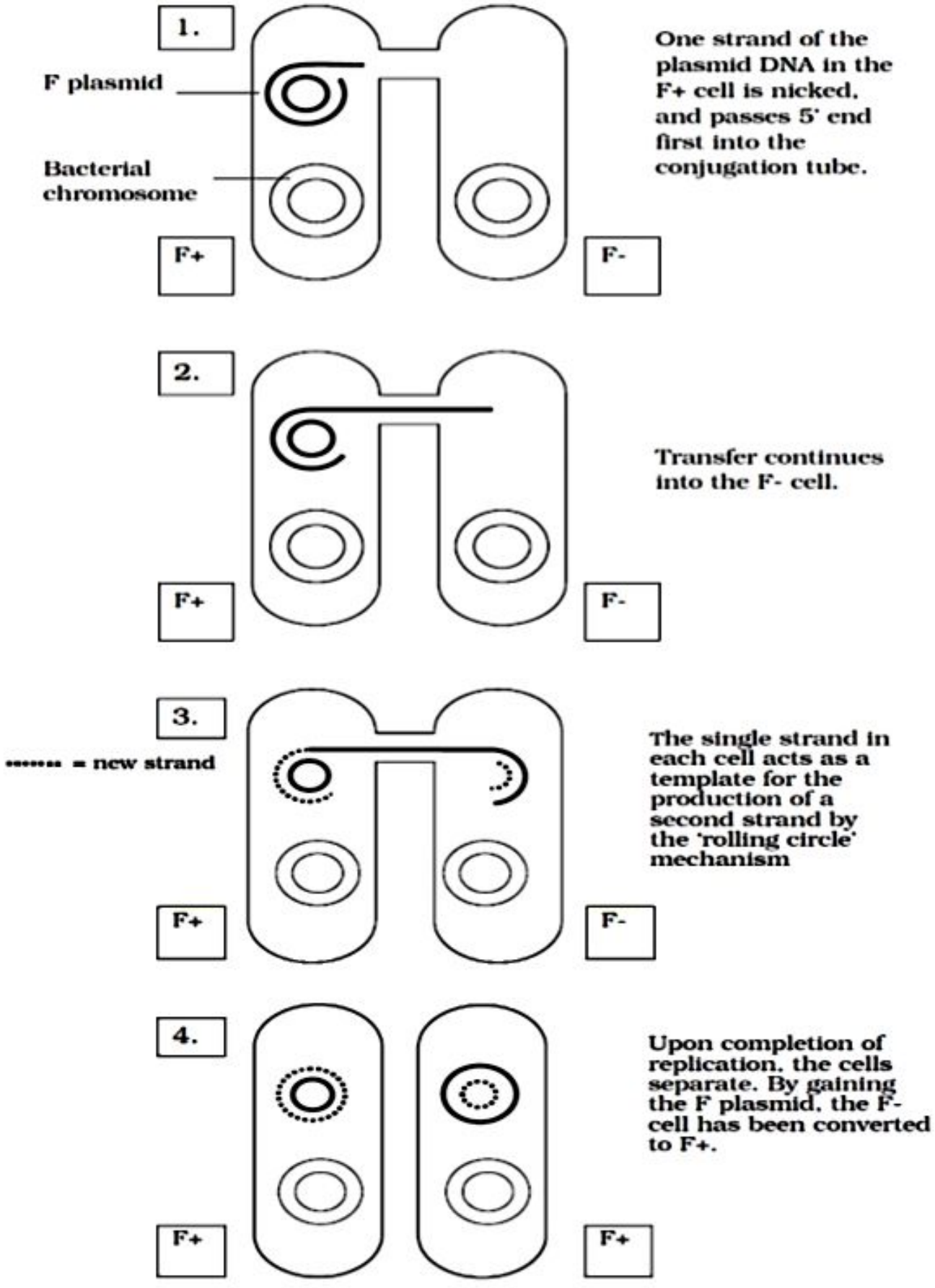


التنبيغ الخاص ويحدث خلال الدورة التحللية **Lysogenic cycle**

- **الاقتران Conjugation**

وهي عملية اقتران خليتين من البكتريا تسمى أحدهما الواهبة **Donor** لاحتوائها على عامل أو بلازميد الخصوبة **Fertility(sex) factor or plasmid** الذي يحمل صفة تكوين الشعيرة الجنسية **Sex pili** ويرمز لها **(F^+)** ، أما الخلية البكتيرية الثانية والتي تساهم في الاقتران فتدعى بالخلية المستلمة **Recipient** وتكون خالية من بلازميد الخصوبة وترمز لها**(F^-)** ، وعند انتقال البلازميد تصبح كلا الخليتين من نوع **(F^+)** ، شوهدت هذه الظاهرة في بكتريا *E.coli* وبقية انواع *Enterobacteriaceae* وبكتريا *Pseudomonas* و *Vibrio* وغيرها.

يذكر ان مادة وراثية لأي كائن حي ترتبط مع قطعة من DNA لكائن حي أخر (من نفس النوع او من نوع أخر) بأحدى الاليات الثلاث أنفة الذكر(التحول والتنبيغ والأقتران) بشكل طبيعي أو عبر طرائق مختبرية مقصودة تسمى **Recombinant DNA** أي DNA ذو توليفة جديدة (المعاد التكوين) والخلية الحاوية على مادة وراثية من هذا النوع تسمى **Recombinant cell** خلية ذات توليفة وراثية جديدة ، وان تكوين اتحادات أو توليفات وراثية جديدة من هذا النوع وما بين الكائنات الحية المتباعدة وراثياً يشكل أساس علم جديد هو علم الهندسة الوراثية.



الاقتران بين الخلية الواهبة (F+) والخلية المستلمة (F-)

« المحاضرة 13 »

المادة : مبادئ احياء مجهرية نظري

كلية الزراعة / قسم علوم الاغذية

المرحلة : الثالثة

مدرس المادة : أ.م.د ياسمين اسماعيل خليل

العدوى Infection

تمثل الطرق التي بواسطتها يمكن للاحياء المجهرية ان تسبب الامراض للانسان والحيوان ويسمى اخر مهاجمة العائل المرضي (الكائن المجهري) للمضيف وتكاثره داخل انسجته . اذ لا تمتلك كل الكائنات المجهرية القابلية للامراض صفة العدوى وانما يسبب قسم منها امراضاً عن طريق افراز السموم ومثال ذلك البكتريا المسببة للتسمم الغذائي البوتيولينى (الوشيقية) Botulism الذي فيه لا تهاجم البكتريا الجسم وانما يحدث المرض عند تناول السم مع الغذاء الذي سبق ان نمت فيه بكتريا *Clostridium botulinum* اي ان وجود البكتريا ليس شرطاً لاحداث التسمم وانما المهم هو وجود السم عند تناول الغذاء ، ولحدوث الاصابة بالمرض يجب توافر الاتي في الكائن المجهري المرضي :

1. ان يدخل جسم المضيف .
2. ان يتكاثر وينمو داخل نسيج المضيف .
3. ان يقاوم الجهاز المناعي للمضيف.
4. من هذا يتضح ان الاصابة

من هذا يتضح ان الاصابة تمثل معركة بين دفاعات المضيف وبين الكائن المهاجم ، لهذا تكون بعض الاصابات قاتلة للمضيف وتحصل بوقت قصير ويطلق عليها الاصابات الحادة Acute اما اذا كانت الاصابة غير حادة اي ان اعراض الاصابة استغرقت وقتاً اطول فيطلق على هذا النوع الاصابات المزمنة Chronic .

الامراضية وحدتها Pathogenicity and Virulence

يقصد بالامراضية هي قابلية الكائن المجهري على احداث المرض حيث ليس جميع الكائنات الحية لها القابلية على احداث المرض وكذلك فان انواع الاحياء المجهرية المرضية يختلف بعضها عن البعض الاخر في درجة شدة الامراضية , وهذا ما يقصد بالحدة Virulence , فمثلا بعض انواع الاحياء المجهرية تمتلك درجة عالية من حدة الامراضية ولهذا يتطلب عدداً قليلاً من خلايا هذا النوع لاحداث المرض في حين ان الانواع التي تكون حدتها الامراضية قليلة يتطلب منها اعادا اكثر لاحداث الاصابة المرضية .

ان قابلية انتاج المرض تعني قابلية الكائن المتطفل على الدخول الى المضيف واحداث التغيرات الفسيولوجية والتشريحية (وهو مالا يعني المرض) وهذه القابلية لاتتأثر فقط بنوع الكائن الطفيلي وانما تتأثر ايضاً بقابلية المضيف على صد الغزو ومنع الاضرار لذلك لا يكفي قياس قابلية الكائن المجهري لاحداث المرض بدون الرجوع الى عوامل المقاومة والمناعة عند المضيف , حيث تعد عوامل المناعة عند المضيف من اهم الاسباب التي تحدد قابلية اصابة المضيف بالمرض من عدمه وذلك عندما تضعف دفاعات جسم المضيف فالكاءن المجهري المهاجم يتغلب على الدفاعات والمحصلة احداث المرض .

العوامل التي تؤثر في شدة الاصابة (الضراوة) Factors Influencing Virulence

ان قابلية الكائن المرضي لاحداث الاصابة (الامراضية) تعتمد بدرجة كبيرة على عوامل اهمها

أ- قابلية الكائن على الاستيطان في انسجة المضيف والتكاثر فيها ويطلق عليها Invasivenss وهذه الصفة تتضمن خطوتين ثانويتين اولاهما التصاق الكائن المجهري على سطح خلايا انسجة المضيف عن طريق الاهداب الموجودة في بعض البكتيريا Pili او بواسطة بروزات دموية متخثرة Hemagglutinin كما يحصل في التصاق جسيمات الفايروسات على اسطح خلايا مضائفها ,ان عملية الالتصاق هذه سواء كانت بكتيرية او غيرها تكون متخصصة اي ان لها مواضع خاصة واعضاء خاصة ولهذا تتحدد اصابة مضيف معين بكائن مجهري معين , ويعقب عملية الالتصاق دخول الكائن المرضي الى داخل الخلايا وهذا الدخول يحدث اما بواسطة الجروح او الحروق او

الحشرات . او ان الكائن المجهري المرضي له القابلية الذاتية على اختراق الاغشية والدخول الى الخلايا .

ان الخطوة التالية في مهاجمة الكائن المرضي لمضيفه هي التكاثر داخل خلاياه اذ سيحدث ذلك بعد استقرار الكائن المرضي في الخلايا وسيطرته على دفاعات الخلية المضيفة ثم يبدأ بالتكاثر والكائن المتكاثر اما ان يبقى في موضع الاصابة او ان ينتقل الى انسجة وخلايا اخرى .

ب- قابلية الكائن المجهري على افراز السموم **Toxigenicity**

ويقصد بها قابلية بعض الاحياء المجهرية على انتاج مواد ذات اوزان جزيئية عالية يطلق عليها السموم Toxins وهذه السموم تعرقل عمل الخلايا الطبيعي او عموماً تعمل على تحطيم خلايا المضيف وانسجته . حيث يعد البعض هذه السموم اسلحة تمتلكها الكائنات المجهرية المرضية لتحطيم اجهزة دفاع انسجة المضيف وقوة هذه السموم المنتجة تحدد شدة الاصابة بالمرض ويمكن تقسيم السموم البكتيرية الى مجموعتين رئيسيتين هما :

السموم الداخلية Endotoxins

وهي السموم التي تطرح من خلايا البكتيريا الحية والميتة والسالبة لصبغة كرام بصورة اساسية نتيجة تحلل خلايا البكتيريا سواء بالانزيمات او بعوامل فيزيائية . وطبيعة هذه السموم عبارة عن ليبيدات سكرية توجد في الغشاء الخارجي من الجدار الخلوي ولها مقاومة عالية للحرارة بحيث تقاوم حرارة التعقيم اما جرعتها القاتلة فيتطلب ذلك كمية اكبر نسبياً من السم واهم انواع البكتيريا التي تنتجها هي Neisseria , Brucella , Proteus , Escherchia , Salmonella

وبغض النظر عن نوع البكتيريا المكونة للسم فانها تنتج اعراضاً مشابهة وهي الحمى والاسهال واحتقان الانسجة وانخفاض في ضغط الدم .

السموم الخارجية Exotoxins

وهي مواد بروتينية سامة تخلق في السايتوبلازم وتفرزها خلايا البكتيريا الحية فقط . وهي تُنتج اساس من البكتيريا الموجبة لصبغة كرام . وهذا النوع من السموم يمكن الحصول عليه عند زراعة الخهلايا البكتيرية في بيئة مناسبة . ثم بعد ذلك يفصل السم عن الخلايا بواسطة الترشيح او الطرد المركزي . اما السموم الخارجية فتكون مقاومتها للحرارة متغيرة حسب نوع السم فتتراوح حساسيتها من ٦٥ م ° الى ما فوق الغليان .