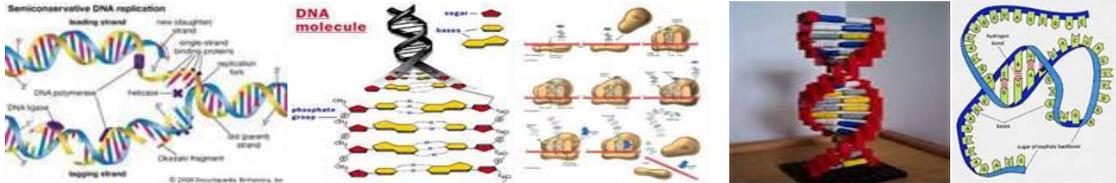


وراثه الاحياء المجهرية

Microbaial Genetic



علم الوراثة هو علم دراسة توارث **Heredity** الصفات والعناصر المميزة للكائنات الحية و البحث في سبب الاختلاف او التباين **Variation** في هذه الصفات. وهذا هو الحال بالنسبة للعلم الذي يعنى بدراسة وراثه الاحياء المجهرية. ويذكر ان البكتيريا تعد من الكائنات الممتازة للدراسات الوراثية من بين الكائنات المختلفة فهي صغيرة لذا تحتاج حيزا مختبريا صغيرا جدا. ثم انها تتكاثر وتنمو على نحو سريع بحيث يسمح بانجاز العديد من التجارب ضمن مدة زمنية قصيرة ويمكن الحصول الملايين من الخلايا تحت الظروف المناسبة وبتقنيات بسيطة ذات كلفة واطنة وخلال مدة زمنية قياسية. لهذه الاسباب ساهمت دراسة البكتيريا من الناحية الوراثية في توضيح وتفسير الكثير من الظواهر الوراثية ليس في البكتيريا وحدها وانما في الكائنات الحية الاخرى.

ان التنوع الهائل في الاحياء المجهرية والكائنات في الطبيعة يعود الى عاملين هما:

١- المعلومات الوراثية المتميزة التي يمتلكها كل كائن والتي تختلف من كائن الى اخر على مستوى النوع **Species** . وهذا يفسر سبب عدم نشوء البكتيريا الا من البكتيريا وعدم نشوء الفطر الا من الفطر وهكذا.

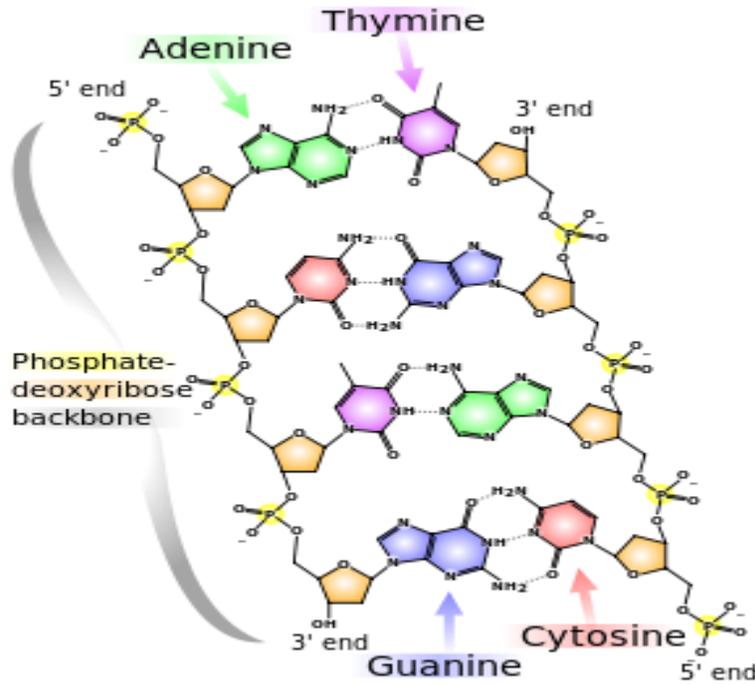
٢- تأثير العوامل البيئية على الكائنات التي تتواجد فيها. فالكائنات التي تنتمي الى النوع نفسه يحتمل ان تظهر سلوكا مختلفا عند تعرضها الى بيئات مختلفة.

تركيب الحامض النووي DNA

ان المادة الوراثية الاساسية في جميع الكائنات الحية (باستثناء بعض الفايروسات الحاوية على RNA) هي الـ DNA (Deoxyribonucleic acid) (دنا بالعربية) الحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين. وتتركب جزيئة الدنا الواحدة من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين حول بعضهما البعض على شكل ظفيرة او حلزون يعرف بالحلزون المزدوج **Double helix** . وكل جزيئة نيوكليوتيدة **Nucleotides** تتألف من ثلاث جزيئات مميزة وهي قاعدة نيتروجينية وسكر ريبوز منقوص الاوكسجين ومجموعة الفوسفات. وهناك اربعة انواع من القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب النيوكليوتيدات الموجودة في الدنا وهي:

الادنين (A) Adenine و الكوانين (G) Guanine والسايوسين (C) Cytosine والثايمين (T) Thymine وهذا يعني ان النيوكليوتيدات الموجودة في تركيب الدنا على اربعة انواع حسب القاعدة النتروجينية في النيوكليتيدي. اذ ان :
 النيوكليتيدي = قاعدة نتروجينية + سكر الريبوز منقوص الاوكسجين + الفوسفات
 هناك نوعان من القواعد النتروجينية وهي:
 ١- البيريميديات Pyrimidines وتشمل على C و T.
 ٢- البيورينات Purines وتشمل على A و G.

ان جميع هذه الوحدات البنائية ترتبط ببعضها البعض بنظام دقيق وترتيب محسوب لتكوين شريط الحامض النووي دنا. وعادة مايتقابل شريطان من الدنا ليكونا جزيئة الدنا ذو الشكل الحلزوني المزدوج. ويرتبط شريطا الدنا مع بعضهما بوساطة اواصر هيدروجينية تنشأ بين القواعد النتروجينية المتقابلة المكملة لبعضها البعض اذ ان T من شريط يقابله A من الشريط المقابل دائما. كما ان G يقابله C دائما ، وكما موضح في الشكل الاتي:

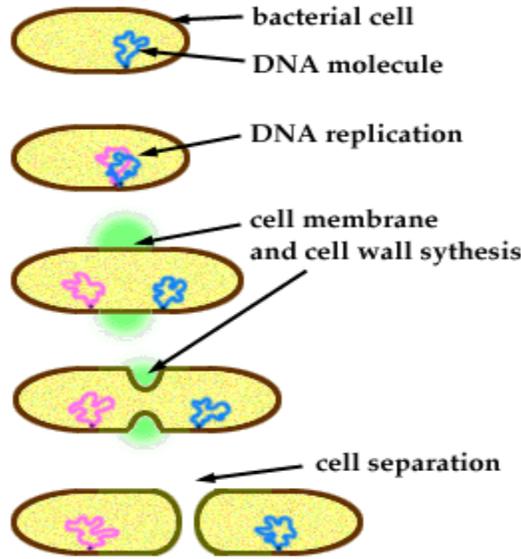


وتكمن كل معلومة وراثية في جزء معين ومحدد من الدنا ذو تتابع خاص من القواعد النتروجينية ويسمى هذا الجزء الجين Gene (المورثة) . ويتم ترجمة كل ثلاثة قواعد نتروجينية متتالية ومتتابعة الى حامض اميني معين وتسمى كل ثلاثة قواعد نتروجينية تشفر لحامض اميني بالشفرة الوراثية Genetic code او بوحدة الشفرة Code unit او بالثلاثيات Triplets وهذا يعني ان كل جين Gene يتألف من عدد من الشفرات. ان الجين يستنسخ اولا الى مايعرف بـ mRNA (messenger =m) وهو

نسخة من احد الجينات في احد شريطي الدنا والذي يتم ترجمته الى البروتين او الانزيم المطلوبة بمساهمة tRNA في الرايبوسومات الحاوية في تركيبها على rRNA.

ومن ملاحظة الشكل بدقة تبين ان كمية A في اي جزيئة DNA تساوي كمية T وان كمية C تساوي G . ان نسبة GC / AT تختلف باختلاف البكتريا على مستوى النوع لذا فقد استغلت هذه الصفة في تصنيف البكتريا الى انواع ذلك لان هذه النسبة ثابتة لكل نوع. واثناء انقسام الخلية البكتيرية ينفصل شريطا الدنا عن بعضهما ويتكون على كل شريط اخر جديد متخذاً من الشريط الاصلي قالباً له وهكذا تتكون داخل الخلية جزيئتين من الدنا متشابهتين في تسلسل القواعد النتروجينية اذ تنعزل كل جزيئة الى خلية من الخليتين الناتجتين عن الانقسام او الانشطار الثنائي البسيط.

Bacterial cell: Binary Fission



الانشطار الثنائي البسيط

تركيب الحامض النووي RNA

ان تركيب RNA وبأنواعه الثلاثة يختلف عن الدنا DNA في النقاط الاتية:

- ١- ان RNA يحتوي على سكر الرايبوز Ribose بدلا من سكر Deoxyribose في DNA .
- ٢- يحتوي RNA على القاعدة النتروجينية Uracil بدلا من Thymine في DNA .

*انواع الـ RNA :

- ١- mRNA (messenger) : ويمثل نسخة مستنسخة من احد الجينات التركيبية في الـ DNA .

٣- rRNA (ribosomal) : وهذا من الحوامض النووية التركيبية يدخل في تركيب الرايبوسومات ويقوم بتنظيم الشفرات الوراثية مع مايقابلها من الشفرات المضادة Anticodon ما بين mRNA و tRNA .

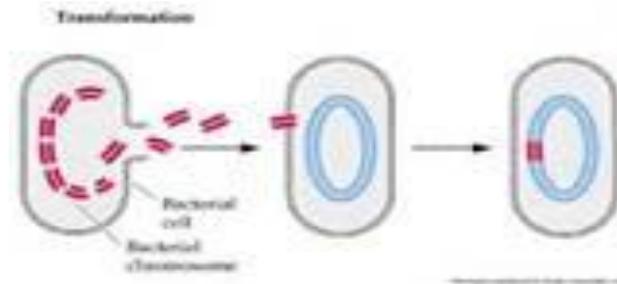
٣-tRNA (transfer) : ويقوم بنقل الاحماض الامينية الحرة الى الرايبوسومات لربطها مع بعضها البعض حسب تسلسل يحدده تسلسل الشفرات على mRNA لتكوين جزيئة بروتينية ذو وظيفة معينة داخل الخلية.

تبادل المعلومات الوراثية genetic exchange

تبادل الكائنات الحية في الطبيعة المعلومات الوراثية فيما بينها ولاسيما الاحياء المجهرية ومنها البكتريا بأساليب وطرائق مختلفة ومتباينة وهي:

١- التحول Transformation

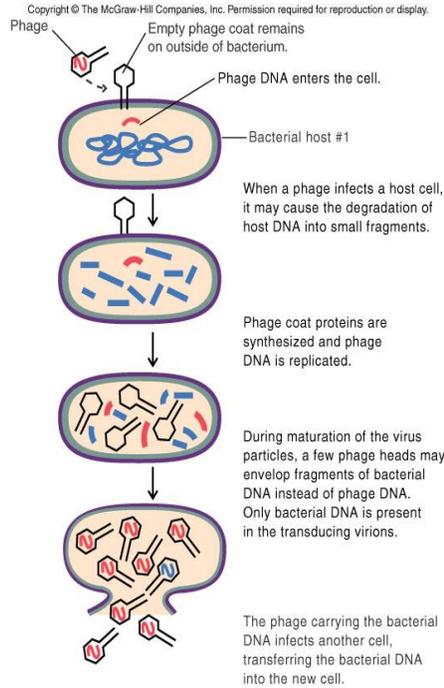
يحدث في الطبيعة ان تتحلل الاحياء المجهرية بعد موتها ومن المواد الخلوية المهمة التي تتعرض الى التحلل الحامض النووي DNA اذ يتجزء الى قطع صغيرة. ان هذه القطع الصغيرة يحتمل ان تنتقل الى خلية بكتيرية من النوع الذي تحللت منه ونشأت عنه هذه القطع الصغيرة من الدنا . وحال دخول اي قطعة صغيرة من هذا الدنا الى داخل خلية بكتيرية تندمج مع دنا الخلية وتصبح جزءا منها وبذلك تمنح الخلية صفة او مجموعة من الصفات الوراثية المحمولة على القطعة، فتعبر الخلية التي اخذت القطعة عن الصفات الوراثية المحمولة عليها مثلما تعبر عن اي صفة اخرى محمولة على الكروموسوم الخلوي. ويتراوح عدد الصفات الوراثية المحمولة على القطع التي تدخل الخلايا البكتيرية احيانا من ١٥ - ٥٠ صفة او جينا. لوحظت هذه الظاهرة في عدد من البكتريا مثل *Streptococcus pneumomia* و *Haemophilus* و *Nissria* و *Bacillus* وغيرها.



Transformation

٢- Transduction

وهو عبارة عن انتقال جزء من DNA من بكتريا لآخرى بواسطة العائثة البكتيرية **Bacteriophage** . ففي مرحلة النضج من دورة حياة الفاج او تضاعف الفاج في البكتريا التي يصيبها، هناك احتمال ان يعبأ رأس الفاج بقطعة من DNA البكتيري (الذي يتحلل الى قطع صغيرة حال اصابة البكتريا بالفاج)بدلا من الحامض النووي الخاص بالفاج. وعند تحرر هذا الفاج فإنه يحمل معه هذه القطعة. وفي عملية التضاعف اللاحق ، اي اصابة خلية بكتيرية جديدة بهذا الفاج، فإن الفاج سوف ينتقل الى البكتريا مع القطعة التي يحملها من DNA . تندمج هذه القطعة مع الـDNA البكتيري وتصبح جزءا منه وبهذا تكون البكتريا قد اكتسبتصفة او مجموعة من الصفات الجديدةز وليس بالضرورة ان يكون الـDNA المنقول بواسطة الفاج جزءا من الـDNA البكتيري وانما قد يكون جزء من البلازميدولاسيما البلازميدات المقاومة للمضادات الحيوية (**Resistant plasmid**) كما يحدث في بكتريا **Staphylococcus aureus** اذ ان سلالات البكتريا اكتسبت صفة مقاومة المضاد الحيوي البنسلين بمرور الزمن بهذه الطريقة.



٣- الاقتران Conjugation

وهي عملية اقتران خليتين من البكتريا تسمى احدها بالواهب **Donar** لاحتوائها على عامل او بلازميد الخصوبة الذي يحمل صفة تكوين الشعيرة الجنسية **Sex pili** ويرمز له (**F⁺**). اما الخلية البكتيرية الثانية التي تساهم في عملية الاقتران فيدعى بالخلية المستلمة **recipient** وتكون خالية من بلازميد

الخصوبة ويرمز لها (F⁻). وفي بعض الخلايا من (F⁺) وقبل حدوث الاقتران يرحل بلازميد الخصوبة باتجاه الكروموسوم البكتيري فيندمج معه وتسمى الخلية البكتيرية في هذه الحالة HFr. وحين يحدث الاقتران بين خلية من نوع (F⁻) و HFr عبر تجويف الشعيرة الجنسية فأن نسخة من بلازميد الخصوبة يتوجه الى الخلية (F⁻) فتتحول الخلية (F⁻) بفعل اكتسابها نسخة من بلازميد الخصوبة الى خلية من نوع (F⁺). على ان انتقال بلازميد الخصوبة قد يصاحبه انتقال جزء من DNA الخلية الواهبة وهذا يعني ان الخلية المستلمة (F⁻) سوف تكتسب الى جانب بلازميد الخصوبة، قطعة من DNA الخلية الواهبة وما تحمله هذه القطعة من الصفات الوراثية او الجينات. شوهدت هذه الظاهرة في بكتريا *E.coli* وبقية انواع البكتريا المعوية *Enterobacteriaceae* و *Pseudomonas* و *Vibrio* وغيرها.