

Kafrelsheikh University
Faculty of Agriculture
Genetics Department



The Principals of Genetic Lectures

Dr. Abdel-Hamid Ali

Pro. of Cyto- bichemical Genetics & Plant
Biotechnology



www.shutterstock.com - 94135138

DNA Structure

A **gene** is a section of DNA that codes for a **protein**.

Each unique gene has a unique sequence of bases. ●
كل جين متفرد له تتابع متفرد من القواعد. ●

This unique sequence of bases will code for the production of a unique protein.

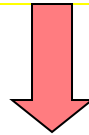
It is these proteins and combination of proteins that give us a unique **phenotype**.

GENE EXPRESSION

DNA

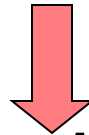


Transcription



mRNA

Translation



Protein

Central Dogma

معادلة التعبير الجيني

Central Dogma



Wherever life is, there must be DNA!

محاضرات في أساسيات الوراثة (مقرر 11201)

المحاضرة الأولى

1- المقدمة

2- المادة الوراثية Genetic Material

3- تركيب وبناء DNA

أولاً: المقارنة

تعريف علم الوراثة

GENETICS

هو العلم الذي يختص بدراسة التشابه Heredity والإختلاف Variation بين أفراد تربطهم صلة قرابه . أي بين الأفراد الممكن تزاوجهم معا وإنتاج نسل من هذا التزاوج.

التشابه: ينشأ من إنتقال عناصر مادية من الآباء إلي الأبناء وتعرف تلك العناصر بالعوامل الوراثية أو الجينات (Genes)

الإختلاف: ينشأ من حدوث الطفرات الوراثية (Mutations) أو توليفات لتراكيب وراثية جديدة (New Recombinations).

وكلمة **Genetics** مشتقة من الأصل اللاتيني بمعني التوالد generate أو البداية وأول من عرف هذا اللفظ العالم Bateson

تاريخ علم الوراثة

- بدأ علم الوراثة الحديث مع جريجور يوهان مندل، و هو راهب تشيكي-ألماني و عالم درس طبيعة الوراثة في النباتات. في دراسته بعنوان "تجارب حول تهجين النباتات" التي قدمها إلى جمعية أبحاث الطبيعة في برون في سنة 1865م؛ تتبع مندل الأنماط الوراثة في صفات نبات البازلاء و وصفها رياضياً و أنه من الممكن تفسير السمات الوراثة في العديد من الأنماط من خلال بعض الأسس البسيطة و النسب. لم يحظ عمل مندل بأهمية واسعة النطاق حتى تسعينات القرن التاسع عشر، و ذلك بعد وفاته عندما بحث علماء آخرون في مسائل مشابهة مما أدى إلى إعادة اكتشاف أبحاثه.

نشأة علم الوراثة وتطوره

- ويمكن القول أن الأسس العامة لهذا العلم قد عرفت باكتشاف أعمال العالم النمساوي جريجور مندل Gregor Gohan Mendel عام 1865 ولكنها كانت مجهولة ولم تسترعي إنتباه علماء عصره لمدة 35 عاما الي أن توصل ثلاثة علماء كل منهم مستقل عن الآخر في أبحاثه من إكتشاف هذه القوانين عام 1900. ويعتبر ذلك التاريخ النشأة الحقيقية لعلم الوراثة. وهم:

- 1- هوجو دي فريز H. de Vries الهولندي
- 2- كارل كورنز Carl Correns الألماني.
- 3- تشرماك Erich von Tschermak النمساوي



جريجور مندل
Gregor Gohan Mendel

مكتشفوا أعمال العالم النمساوي جريجور مندل عام 1900



Erich von Tschermak

1900



Carl Correns, around 1925.



H. de Vries

تاريخ علم الوراثة

- بدأ علم الوراثة على يد العالم المشهور مندل واكتشاف نتائج بحوثه مطلع القرن الماضي (عام 1900) بدراسة انتقال الصفات الوراثية من الآباء للأبناء ونسب توزعها بين افراد الأجيال المختلفة. تعرف هذه الدراسات الآن بعلم الوراثة الكلاسيكي.
- لكن التقنيات الحديثة سمحت لعلماء الوراثة حالياً باستقصاء آلية عمل الجينات ومعرفة التسلسل الدقيق للاحماض الأمينية ضمن DNA, RNA المادة الوراثية ليقوموا بعد ذلك بربط هذا التابع (التسلسل) بالمورثات (Genes)، وقد سمح هذا بإتمام واحد من أضخم مشاريع القرن العشرين : وهو مشروع الجينوم البشري.

1900 - 1950

- ولكن علم الوراثة الحديث الذي حاول فهم آلية توريث الصفات ابتداءً بالعالم [جريجور مندل](#) *Gregor Mendel* في منتصف القرن التاسع عشر، حيث قام مندل بمراقبة الصفات الموروثة للكائنات الحية وكيفية انتقالها من الآباء إلى الأبناء، ولكنه لم يكتشف آلية هذا الانتقال التي تتم عن طريق وحدات مميزة في توريث الصفات وهي [المورثات](#) (الجينات) Genes، وهي تمثل مناطق معينة من شريط [الـDNA](#)، هذا الشريط هو عبارة عن تواليات وحدات جزيئية تدعى [النيكليوتيدات](#) *Nucleotides*، ترتيب وتسلسل هذه النيكليوتيدات يمثل المعلومات الوراثية لصفات الكائن الحي.

William Bateson (1861-1926)

- ويليام باتسون Bateson، أحد مؤيدي أعمال مندل، كان من صاغ مصطلح علم الوراثة Genetics في سنة 1905م (وهي كلمة مُشتقة من أصل يوناني و تعني "البداية" و قد تم استخدامها أول مرة في علم الأحياء في سنة 1860م). رَوَّج باتسون مصطلح علم الوراثة في خطابه الافتتاحي للمؤتمر الدولي الثالث في تهجين النباتات بلندن سنة ١٩٠٦م .
- By 1902, Bateson had translated Mendel's works into English and was a strong supporter of the Mendelian laws of inheritance. Bateson is credited with coining the terms "genetics,"



William Bateson, 1922.

- بعد إعادة اكتشاف أعمال مندل، حاول العلماء تحديد الجزيئات المسؤولة في الخلية عن الوراثة. في سنة 1911م، ناقش توماس هنت مورجان (Thomas Hunt Morgan) - مسألة وجود الجينات على الكروموسومات، بناءً على ملاحظاته لطفرات العين البيضاء ذات العلاقة بالجنس فيذبابة الفواكه (sex linked white eye mutation in fruit flies).

- و في سنة 1913م، استخدم تلميذه ألفرد سترتيفانت ظاهرة الترابط الجيني لإظهار أن الجينات مصفوفة بشكل خطي على الكروموسومات.

Thomas Hunt Morgan

- توماس هانت مورجان (Thomas Hunt Morgan) -

25 سبتمبر 1866 - 4 ديسمبر

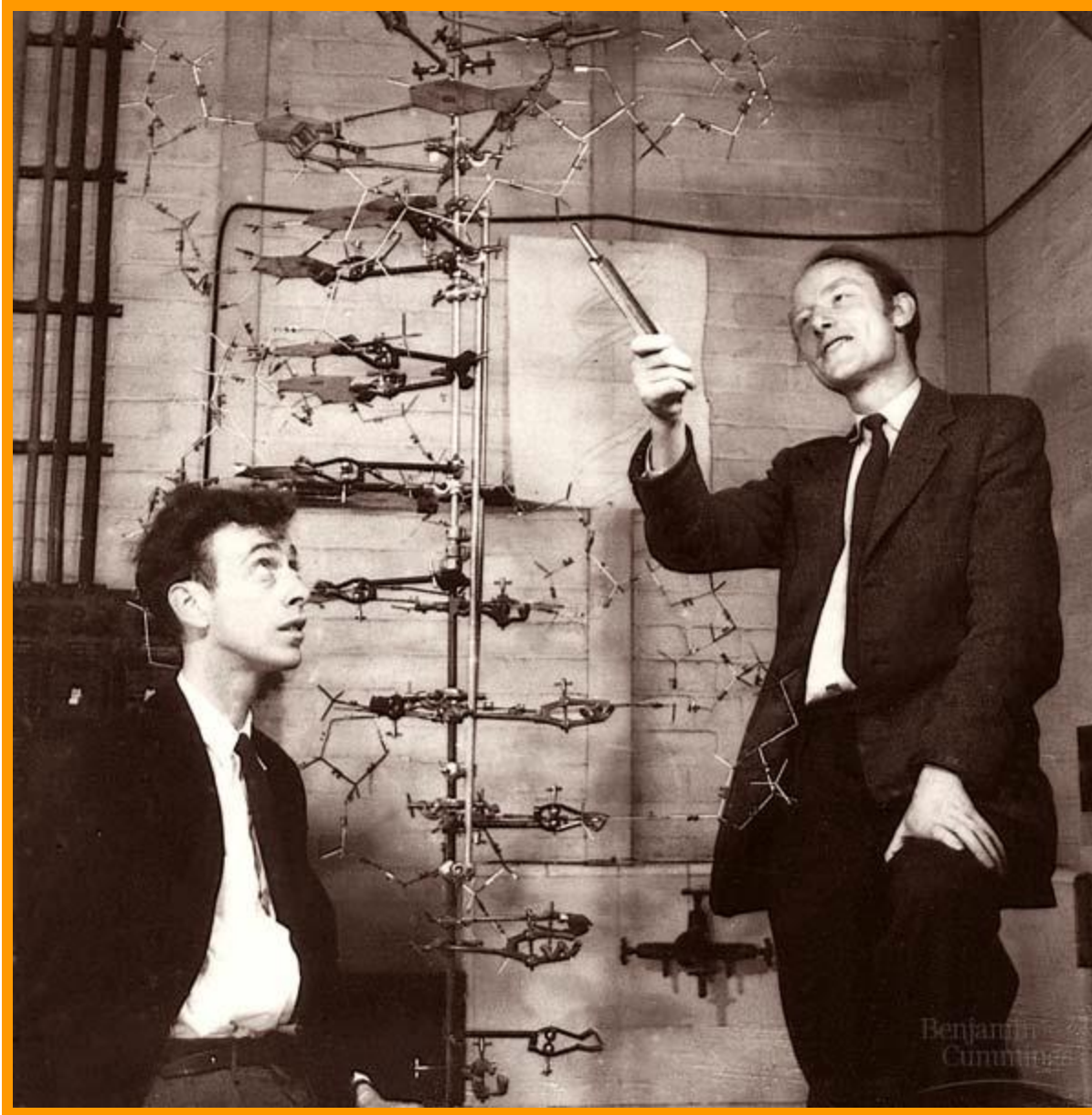
1945) عالم بيولوجيا تطورية ووراثة
وأجنة وكاتب علمي أمريكي، حصل على
جائزة نوبل في الطب لعام 1933
لاكتشافاته المتعلقة بدور الكروموسوم في
الوراثة.



- وبعد إعادة اكتشاف الوراثة المندلية سنة 1900 تحول اهتمام مورجان البحثي إلى دراسة الطفرات الوراثية في ذبابة الفاكهة (دروسوفيلا ميلانو غاستر)، وكانت له غرفة شهيرة في جامعة كولومبيا أجرى فيها أبحاثًا عديدة توصل فيها إلى أن الجينات (المورثات) تُحمل على كروموسومات (صبغيات). وهي الاكتشافات التي شكلت أساس علم الوراثة الحديث وأهلته للحصول على جائزة نوبل في الطب لسنة 1933. وقد كانت أبحاث مورجان سببًا في جعل ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) كائنًا نموذجيًا لأبحاث الوراثة الحديثة. وقد أنتج قسم علم الأحياء الذي أسسه في معهد كاليفورنيا للتقنية سبعة من الفائزين بجائزة نوبل.

1970-1953

- حدد الدكتوران جيمس واطسون وفرانسيس كريك بنية الحمض النووي في عام 1953، باستخدام الأشعة السينية لعلم البلورات من عمل روزا ليندا فرانكلين وموريس ويلكنز والتي أشارت إلى أن الحمض النووي له بنية حلزونية (على شكل لولبي). وكان لنموذجهما الحلزوني المزدوج اثنان من خيوط الحمض النووي مع النيوكليوتيدات مشيرة إلى الداخل، كل من النيوكليوتيدات التكميلية له مطابق على خيط آخر لتشكيل ما يشبه الدرجات على سلم مفتول.



Watson
and
Crick
1953

- أظهرت هذه البنية المعلومات الوراثية الموجودة في تسلسل sequence النيوكلويدات في كل شريط من الحمض النووي. اقترحت البنية أيضاً أسلوباً بسيطاً بالنسبة للتضاعف الكروموسومي : إذا ما تم فصل الأشرطة يمكن إعادة بنائها من جديد وفق تسلسل الأشرطة القديمة . مع أن بنية الـ DNA (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين) أظهرت كيفية عمل الوراثة، إلا أنه لم يكن معروفاً وقتها كيف يؤثر الـ DNA على سلوك الخلية.

- وفي السنين اللاحقة ، حاول العلماء أن يفهموا كيفية تحكم الـ DNA بعملية تصنيع البروتين. فتم اكتشاف أن الخلية تستعمل الـ DNA كقالب لتصنع منه mRNA ، وهو جزيئية ذو نوكلئوتيد يشابه جداً الـ DNA. يُستعمل تتابع النوكلئوتيد mRNA لصنع تتابع من الأحماض الأمينية في البروتين؛ يعرف هذه التنقل بين تتابع النوكلئوتيد و تتابع الحمض الأميني بالشفرة الوراثية (الجينية).

- The order of amino acids in a protein corresponds to the order of nucleotides in the gene. This relationship between nucleotide sequence and amino acid sequence is known as the [genetic code](#)

أدى الفهم الجزيئي الحديث للوراثة إلى بداية ثورة من الأبحاث

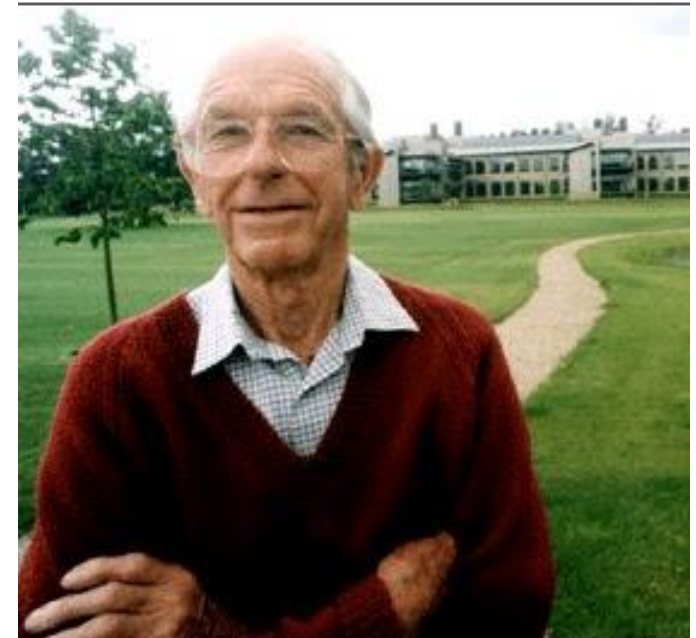
- وإحدى أهم هذه التطورات كان Sequencing لسلسلة الحمض النووي في عام 1977 من قبل فردريك سانجر. حيث تسمح هذه التكنولوجيا للعلماء بأن يقرأوا تتابع النوكليوتيدات في جزيئية DNA (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين).
- وفي عام 1983 طور كاري بانكس موليس تفاعل البوليميريز المتسلسل، مما أعطى طريقة جديدة لعزل وتضخيم جزء معين من الـ DNA من أي خليط. وذلك من خلال الجهود المُجتمعة لمشروع الجينوم البشري، ممثلة في وزارة الطاقة، ومعاهد الصحة الوطنية الأمريكية والجهود الخاصة الموازية من قبل سيليرا جينومكس بالإضافة إلى غيرها من وسائل في عمل تتابع (تسلسل) sequencing الجينوم البشري في 2003.

Frederick Sanger

Double Nobel Prize winner الحاصل علي جائزة نوبل مرتين

- BBC News is reporting that [Fred Sanger](#)
- has died [[Frederick Sanger: Double Nobel Prize winner dies at 95](#) توفي عن 95 سنة].
Sanger is one of the few people to win two Nobel Prizes. His first was for sequencing insulin and his second was for developing a technique for sequencing DNA (Sanger sequencing).
- Sanger's first triumph was to determine the complete [amino acid sequence](#) of the two polypeptide chains of bovine insulin, A and B, in 1952.
- By 1977, he and his colleagues were able to establish the sequence of the 5,386 nucleotides in the virus phiX174.

Fred Sanger (1918 - 2013)



تواريخ الاحداث الوراثية المؤثرة
من 1865 نشر مندل لبحثه الي 2003 الانتهاء من
عمل الجينوم البشري

هذا من باب العلم بالشئ واظهار ضخامة التقدم لعلم الوراثة علي مدي ثلاث أحقاب

- 1-الجدول الزمني المبكر
- 1-Early timeline
- 2-عصر ال DNA
- 2-The DNA era
- 3-عصر الجينوميات
- 3-The genomics era

Early timeline

- 1865: [Gregor Mendel](#)'s paper, [Experiments on Plant Hybridization](#) •
- 1869: [Friedrich Miescher](#) discovers a weak acid in the nuclei of [white blood cells](#) that today we call [DNA](#) •
- 1880 - 1890: [Walther Flemming](#), [Eduard Strasburger](#), and [Edouard Van Beneden](#) elucidate chromosome distribution during [cell division](#) •
- 1889: [Hugo de Vries](#) postulates that "inheritance of specific traits in organisms comes in particles", naming such particles "(pan)genes" •
- 1903: [Walter Sutton](#) and [Theodor Boveri](#) hypothesizes that chromosomes, which segregate in a Mendelian fashion, are hereditary units;^[14] see the [chromosome theory](#) •
- 1905: [William Bateson](#) coins the term "genetics" in a letter to [Adam Sedgwick](#)^[15] and at a meeting in 1906^[16] 1908: [Hardy–Weinberg law](#) derived. •
- 1910: [Thomas Hunt Morgan](#) shows that genes reside on chromosomes •
- 1913: [Alfred Sturtevant](#) makes the first [genetic map](#) of a chromosome •
- 1913: [Gene maps](#) show chromosomes containing linear arranged genes •

Early timeline

- 1918: [Ronald Fisher](#) publishes "[The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance](#)" the [modern synthesis](#) of genetics and [evolutionary biology](#) starts. See [population genetics](#).
- 1920 [Lysenkoism](#) Started, during Lysenkoism they stated that the hereditary factors are not only in the nucleus, but also in the cytoplasm, though they called it living protoplasm.^[17]
- 1928: [Frederick Griffith](#) discovers that hereditary material from dead [bacteria](#) can be incorporated into live bacteria (see [Griffith's experiment](#))
- 1931: [Crossing over](#) is identified as the cause of [recombination](#); the first cytological demonstration of this crossing over was performed by Barbara McClintock and Harriet Creighton
- 1933: [Jean Brachet](#) is able to show that [DNA](#) is found in [chromosomes](#) and that [RNA](#) is present in the [cytoplasm](#) of all cells.
- 1941: [Edward Lawrie Tatum](#) and [George Wells Beadle](#) show that genes code for [proteins](#); see the original [central dogma of genetics](#)

The DNA era

- 1944: The [Avery–MacLeod–McCarty experiment](#) isolates [DNA](#) as the genetic material (at that time called [transforming principle](#)).^[19] •
- 1947: [Salvador Luria](#) discovers reactivation of irradiated phage,^[20] stimulating numerous further studies of DNA repair processes in bacteriophage,^[21] and other organisms, including humans •
- 1948: [Barbara McClintock](#) discovers [transposons](#) in [maize](#) •
- 1950: [Erwin Chargaff](#) shows that the four nucleotides are not present in nucleic acids in stable proportions, but that some general rules appear to hold (e.g., that the amount of [adenine](#), A, tends to be equal to that of [thymine](#), T). •
- 1952: The [Hershey–Chase experiment](#) proves the genetic information of [phages](#) (and, by implication, all other organisms) to be DNA.^[22] •
- 1953: DNA structure is resolved to be a double [helix](#) by [James Watson](#) and [Francis Crick](#)^[23] 1956: [Joe Hin Tjio](#), while working in Albert Levan's lab, established the correct [chromosome](#) number in humans to be 46^[24] •
- 1958: The [Meselson–Stahl experiment](#) demonstrates that DNA is [semiconservatively replicated](#).^[25] •
- 1960: Jacob and collaborators discover the operon, a group of genes whose expression is coordinated by an operator.^{[26][27]} •
- 1961 - 1967: Combined efforts of scientists "crack" the [genetic code](#), including [Marshall Nirenberg](#), [Har Gobind Khorana](#), [Sydney Brenner](#) & [Francis Crick](#).^[28] •
- 1964: [Howard Temin](#) showed using [RNA viruses](#) that the direction of DNA to RNA transcription can be reversed •
- 1964: [Lysenkoism](#) Ended •
- 1970: [Restriction enzymes](#) were discovered in studies of a bacterium, [Haemophilus influenzae](#), enabling scientists to cut and paste DNA •

The genomics era

- 1972: [Walter Fiers](#) and his team at the Laboratory of Molecular Biology of the [University of Ghent](#) ([Ghent](#), [Belgium](#)) were the first to determine the sequence of a gene: the gene for [bacteriophage MS2](#) coat protein.^[29]
- 1976: Walter Fiers and his team determine the complete nucleotide-sequence of bacteriophage MS2-RNA[[]
- 1977: DNA is [sequenced](#) for the first time by [Fred Sanger](#), [Walter Gilbert](#), and [Allan Maxam](#) working independently. Sanger's lab sequence the entire [genome](#) of [bacteriophage Φ-X174](#).^[31]
- 1983: [Kary Banks Mullis](#) invents the [polymerase chain reaction](#) enabling the easy amplification of DNA
- 1989: The [human](#) gene that encodes the [CFTR](#) protein was sequenced by [Francis Collins](#) and [Lap-Chee Tsui](#). Defects in this gene cause [cystic fibrosis](#).^[32]
- 1995: The genome of bacterium [Haemophilus influenzae](#) is the first genome of a free living organism to be sequenced^[33]
- 1996: [Saccharomyces cerevisiae](#) , a yeast species, is the first [eukaryote](#) genome sequence to be released
- 1998: The first genome sequence for a multicellular eukaryote, [Caenorhabditis elegans](#), is released
- 2001: First draft sequences of the human genome are released simultaneously by the [Human Genome Project](#) and [Celera Genomics](#).
- 2003 (14 April): Successful completion of Human Genome Project with 99% of the genome sequenced to a 99.99% [accuracy](#) [2]

علاقة علم الوراثة بالعلوم الأخرى

يعتبر علم الوراثة مركزاً لجميع العلوم البيولوجية ؛ لذا فقد تم التداخل والدمج بين هذا العلم والعديد من علوم الحياة ونشأ عن ذلك العديد من فروع علم الوراثة كما هو موضحاً فيما يلي:

أولاً: طبقاً للغرض من الدراسة

MORPHOLOGICAL GENETICS	وراثة مورفولوجية
PHYSIOLOGICAL GENETICS	وراثة فسيولوجية
DEVELOPMENTAL GENETICS	وراثة تكشيفية
BIOCHEMICAL GENETICS	وراثة بيوكيميائية
MOLECULAR GENETICS	وراثة جزيئية
IMMUNE GENETICS	وراثة المناعة
QUANTITATIVE GENETICS	الوراثة الكمية
POPULATION GENETICS	وراثة العشائر
RADIATION GENETICS	الوراثة الإشعاعية

ثانياً : نوع الكائن تحت الدراسة

HUMAN GENETICS	الوراثة البشرية
PLANT GENETICS	الوراثة النباتية
ANIMAL GENETICS	الوراثة الحيوانية
MICROBIAL GENETICS	الوراثة الميكروبية وتشتمل:
1. FUNGAL GENETICS	وراثة الفطريات
2. BACTERIAL GENETICS	وراثة البكتيريا
3. ALGAE GENETICS	وراثة الطحالب
4. VIRAL GENETICS	وراثة الفيروسات
5. GENETICS OF PROTOZOA	وراثة البروتوزوا
6. GENETICS OF RICHETTESIA	وراثة الريكتسيا

أحدث العلوم الوراثية والتي بدأت مع بداية سبعينات القرن الماضي هو علم البيولوجيا الجزيئية **MOLECULAR BIOLOGY** والذي يعتمد علي التعامل مع المادة الوراثية **GENETIC MATERIAL** من حيث إستخدام التقنيات الحديثة لما يسمى بالهندسة الوراثية **GENETIC ENGINEERING** أو التكنولوجيا الحيوية **BIOTECHNOLOGY** سواء في الكائنات الراقية أو الدقيقة بالمملكة النباتية أو الحيوانية.

يهدف هذا العلم أساساً إلي إعادة تنظيم المادة الوراثية علي أسس جزيئية حيث يتم نقل جينات مرغوبة من نوع إلي آخر في بعض الكائنات التي لا يحدث تزاوج بينها تحت الظروف العادية أو يتم التزاوج ولكن لا يعطي نسل خصب للحفاظ علي التراكيب الوراثية الجديدة.

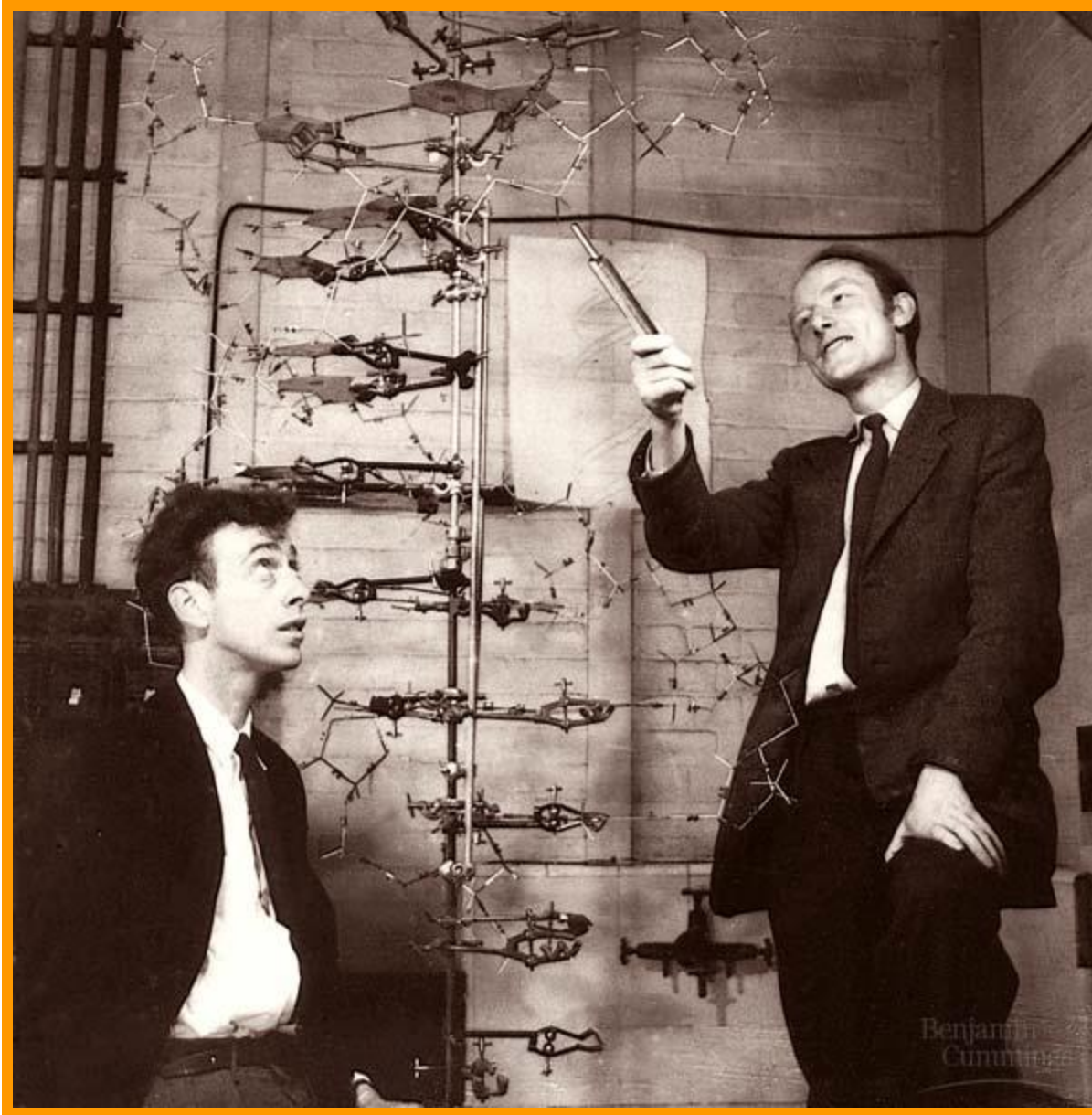
أهم التقنيات المستخدمة في التكنولوجيا الحيوية هي:

- تداول الجينات
- الإستزراع الجيني
- الإستزراع الخلوي والنسيجي
- **GENE MANIPULATION**
- **GENE CLONING**
- **CULTURING**
- **CELL & TISSUE**

Genetic Material **المادة الوراثية**

المادة الوراثية Genetic Material

- كان لاكتشاف واتسون وكريك للتركيب البنائي وطريقة تضاعف الـ DNA عام 1953 أهمية بالغة. ومنذ ذلك الوقت تم إجراء العديد من التجارب على الكائنات الدقيقة غير مميزة النوى prokaryotes لدراسة ومعرفة وظيفة وعمل الجينات باستفاضه. وقد تم استخدام هذا النوع من الكائنات لبساطة تركيبها وسهولة التعامل مع جهازها الوراثي بالمقارنة بالجهاز الوراثي المعقد للكائنات المميزة النوى eukaryotes.



Watson
and
Crick
1953

OVERVIEW نظرة عامة

- Nucleic acids are molecules that carry all the genetic information required to replicate and propagate life.

- الأحماض النووية عبارة عن جزيئات تحمل جميع المعلومات الوراثية المطلوبة للتناسل واستمرار الحياة.

المتطلبات الواجب توافرها فى المادة الوراثية:

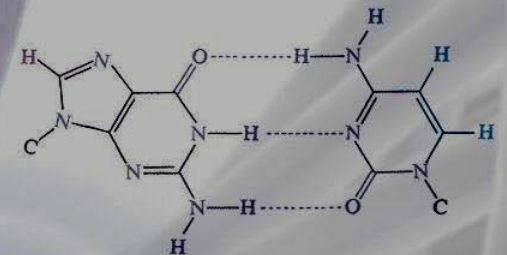
- 1- يجب أن تحتوى المادة الوراثية على المعلومات اللازمة لتركيب ووظيفة الخلية وكذلك المعلومات اللازمة لعملية التناسل Reproduction يجب أن تكون فى حالة ثابتة.
- 2- أن يكون للمادة الوراثية القدرة على التضاعف Replication بدقة حتى يتم نقل المعلومات الوراثية إلى الأجيال التالية بنفس الدقة الموجودة عليها.
- 3- يجب أن تحتوى المادة الوراثية على بعض المعلومات التى يمكن أن تشفر لإنتاج جزيئات ضرورية لتركيب ووظائف الخلايا. ويتم ذلك عن طريق نسخ المادة الوراثية وترجمتها Transcription and Translation.
- 4- يجب أن تكون المادة الوراثية قابلة للتغير Variation ويمكن إحداث طفرات Mutations بها وكذلك يجب أن يكون للمادة الوراثية المقدرة على تكوين تراكيب وراثية جديدة Recombinations وهذه هى أساس عملية التطور Evolution.

تركيب وبناء المادة الوراثية Structure and building of genetic material

- تحتوى المادة الوراثية على نوعين من الأحماض النووية
Nucleic acids أحدهما الحامض النووى الذى أوكسى
ريبوزى Deoxyribonucleic acid ويعرف باسم الـ
DNA والثانى هو الحامض النووى الريبوزى
Ribonucleic acid ويعرف باسم RNA.

مع خالص الشكر

Dr. Abdel-Hamid Ali



deoxyribonucleic acid