

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج البحرينية



* للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

<https://almanahj.com/bh>

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر اضغط هنا

<https://almanahj.com/bh/12>

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر في مادة علوم ولجميع الفصول, اضغط هنا

<https://almanahj.com/bh/12science>

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر في مادة علوم الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

<https://almanahj.com/bh/12science2>

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر اضغط هنا

<https://almanahj.com/bh/grade12>

* لتحميل جميع ملفات المدرس إسلام حسني اضغط هنا

[almanahjbhbot/me.t//:https](https://t.me/almanahjbhbot)

للتحدث إلى بوت على تلغرام: اضغط هنا

الفصل الأول : تركيب الخلية ووظائفها

اكتشاف الخلية ونظرياتها

تاريخ نظرية الخلية

| العالم | دوره |
|----------------|--|
| روبرت هوك | صنع مجهرًا بسيطًا – تفحص به قطعة فلين – لاحظ تراكيب صغيرة على شكل فراغات سماها الخلايا |
| فان لوفنهوك | صمم مجهرًا خاصًا به – شاهد مخلوقات حية في مياه البركة وفي مواد أخرى |
| ماتيويس شلايدن | درس أنسجة النبات واستنتج أن : جميع النباتات مكونة من خلايا |
| ثيودور شوان | استنتج أن أنسجة الحيوان تتكون أيضًا من خلايا |
| رودولف فيرشو | إقترح أن جميع الخلايا تنتج من انقسام خلايا موجودة أصلاً |

نظرية الخلية : تتضمن النظرية الخلوية المبادئ التالية

- ١- تتكون جميع المخلوقات الحية من خلية واحدة أو أكثر
- ٢- الخلايا هي وحدة التركيب والتنظيم الأساسية للمخلوقات الحية
- ٣- تنتج الخلايا عن انقسام خلايا سابقة لها (حيث تمرر الخلايا نسخا من مادتها الوراثية إلى نسلها من الخلايا)

تقنية المجاهر

لم يتمكن كل من روبرت هوك ولوفنهوك من رؤية تفاصيل الخلايا بوضوح لصغر قوة تكبير مجهريهما مما دفع العلماء إلى البحث عن تطوير المجاهر

المجاهر الإلكترونية

| المجهر الإلكتروني النافذ | المجهر الإلكتروني الماسح | المجهر الإلكتروني الماسح النفقي |
|---|---|--|
| يستعمل فيه مغناطيس بدلا من العدسات لتوجيه حزمة من الإلكترونات إلى شرائح صغيرة ورقيفة من الخلايا. تنتقل الإلكترونات عبر العينة إلى شاشة مضيئة لتتكون صورة من الظلال البيضاء والسوداء للعينة (لأن الأجزاء السميكة من العينة تمتص إلكترونات أكثر من الأجزاء الرقيقة). يصل قوة تكبيره إلى ٥٠٠٠٠٠ ألف مرة | توجه حزمة من الإلكترونات فوق سطح العينة لتنتج صورة ثلاثية الأبعاد | له رأس مجس مشحون يوضع قريبا جدا من العينة بحيث تنتقل الإلكترونات في نفق من خلال الفجوة الصغيرة بين العينة ورأس المجس . يكون صورة حاسوبية ثلاثية الأبعاد للأجسام كالذرات. |
| يجب أن تكون العينة : مينة – مقطعة إلى شرائح رقيقة جدا – مصبوعة بفلزات ثقيلة. | يجب أن تكون العينة : مينة | يمكن أن تكون العينة : حية مثل الخلايا – أو أشياء كالذرات |

لاحظ ما يلي من عيوب المجهرين الإلكترونيين النافذ والماسح أنهما يسمحان بمشاهدة الأنسجة والأشياء الغير حية فقط .

يسمى المجهر النافذ بهذا الاسم لأن الإلكترونات تنفذ خلال العينة .

نظرة إلى المجاهر

| | |
|---------------|--|
| عام ١٥٩٠ | اخترع الألمانيين هانس وزكريا جانسن أول مجهر مركب بوضع عدستين في أنبوب |
| عام ١٦٦٥ | تفحص روبرت هوك الفلين وسمى الفراغات الصغيرة التي راها بالخلايا ونشر رسومات للخلايا والبراغيث |
| عام ١٦٨٣ | اكتشف الألماني انتون فان لوفنهوك مخلوقات شبيهة بالحيوان وحيدة الخلية (الطلائعيات الشبيهة بالحيوان) |
| عام ١٨٣٠-١٨٥٥ | اكتشف العلماء نواة الخلية واقترحوا أن النباتات والحيوانات مكونة من خلايا |

| | |
|--|---------------|
| كان العالمان لويس باستر وروبرت كوخ رائدين لدراستهما للبكتيريا باستعمال المجهر المركب | عام ١٨٨٠-١٨٩٠ |
| ألف إيرينست إيفيريت كتاب (بيولوجية سطح الخلية) بعد مرور سنة على دراسة تركيب الخلايا ووظائفها | عام ١٩٣٩ |
| اقترحت اختصاصية الأحياء الدقيقة لين مارجولس فكرة أن العضيات الموجودة في الخلايا الحقيقية كانت في السابق خلايا بدائية حية حرة المعيشة | عام ١٩٧٠ |
| مكن المجهر النفقي الماسح العلماء من رؤية الذرات | عام ١٩٨١ |

أنواع الخلية الأساسية

تختلف الخلايا عن بعضها في الشكل والحجم على حسب الوظيفة التي تقوم بها.

جميع الخلايا تشترك في :

١- جميعها لها غشاء بلازمي ينظم مرور المواد من وإلى الخلية

٢-جميعها تحتوي على مادة وراثية تحمل المعلومات اللازمة لإنتاج مواد مهمة للخلية

٣-جميعها تحلل الجزيئات لإنتاج الطاقة اللازمة لعمليات الأيض.

قسم العلماء الخلايا الحية الى قسمين كبيرين هما : ١- الخلايا بدائية النواة ٢- الخلايا حقيقية النواة

مقارنة بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة

| لخلايا حقيقية النواة | لخلايا بدائية النواة |
|---|---|
| ليس لها نواة أو عضيات محاطة بأغشية | نواتها وعضياتها تحاط بأغشية تفصلها عن السيتوبلازم |
| أكبر في الحجم بمئات المرات من البدائية النواة | أصغر في الحجم بمئات المرات من الحقيقية النواة |
| القليل من المخلوقات الحية بدائية النواة مثل : البكتيريا | معظم المخلوقات الحية حقيقية النواة مثل : الإنسان والحيوان والنبات والطحالب والخميرة |
| | |

الغشاء البلازمي

(هو حد فاصل رقيق مرن بين بين الخلية وبيئتها يسمح بمرور المواد الغذائية إلى الخلية والتخلص من الفضلات والمواد الأخرى)

ملحوظة : يوجد الغشاء البلازمي في جميع أنواع الخلايا سواء كانت بدائية النواة أو حقيقية النواة

وظيفة الغشاء البلازمي : أحد التراكيب المسؤولة عن حفظ الاتزان الداخلي للخلية (الاتزان الداخلي ضروري لبقاء الخلية)

النفاذية الاختيارية : من الصفات المهمة المميزة للغشاء البلازمي حيث يسمح الغشاء الخلوي بمرور بعض المواد إلى الخلية ويمنع أخرى حسب حاجة الخلية ويتوقف ذلك على تركيب الغشاء البلازمي.

تركيب الغشاء البلازمي

- يتكون معظم الجزئيات في الغشاء البلازمي من الليبيدات الفوسفورية .
يتكون الليبيد الفوسفوري من : -

أ - الجليسرول . ب - سلسلتي حمضين دهنيين ج - مجموعة فوسفات

ملحوظة : يتكون الغشاء البلازمي من طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة (حيث تترتب فيه طبقتان من الدهون المفسفرة ذيلا مقابل ذيل)

ترتيب الدهون المفسفرة في الغشاء البلازمي تسمح بأن يبقى الغشاء قائما في بيئة مائعة

طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة

* جزيئ الليبيد المفسفر يكون على شكل رأس قطبي (ينجذب الرأس القطبي إلى الماء لأنه قطبي أيضا) له ذيلان من الأحماض الأمينية غير قطبيين (يتنافران مع الماء).

* طبقتا جزيئات الليبيدات المفسفرة تكون على شكل شطيرة بحيث تكون ذيول الأحماض الدهنية في الوسط (الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي) في حين تكون رؤوس الليبيدات المفسفرة للخارج (تواجه البيئة المائعة خارج وداخل الخلية)

* هذا الترتيب لجزيئات الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي يجعل سطح الغشاء قطبي ومنتصفه غير قطبي وبالتالي تكون الرؤوس القطبية هي الأقرب لجزيئات الماء بينما الذيل الغير قطبية هي الأبعد عن جزيئات الماء

* هذا الترتيب السابق لجزيئات الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي مهم لاداء الغشاء البلازمي لوظيفته (لنفاذية الاختيارية) كالتالي :

المواد الذائبة في الماء لن تتحرك بسهولة خلال الغشاء البلازمي لأن منتصفه الغير قطبي يعيقها ولهذا يفصل الغشاء البلازمي بين البيئة الداخلية والخارجية للخلية.

مكونات أخرى للغشاء البلازمي

| المكون | الأهمية |
|----------|--|
| البروتين | توجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي وترسل إشارات إلى داخل الخلية مثل مستقبلات الفيروس والهرمونات |
| الداعمة | توجد على السطح الداخلي للغشاء البلازمي وتصل بين الغشاء والتراكيب الخلوية الداخلية مما يعطي للخلية شكلها المميز |

| | |
|-------------------------|--|
| الناقلة | تمتد إلى الغشاء بأكمله أو تجتازه لتكون قنوات يمر من خلالها المواد التي تحتاج إليها الخلية إلى الداخل وتخرج من خلالها الفضلات إلى خارج الخلية (لذلك يساهم هذا النوع من البروتينات في خاصية النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي) |
| الكوليستول (غير قطبي) | يوجد بين الليبيدات الغير مفسفرة (لأن الماء يعمل على طرده) والكوليسترول يساعد على منع التصاق ذيول الأحماض الدهنية ببعضها البعض مما يساهم في ميوعة الغشاء البلازمي |
| الكربوهيدرات | لها دور في تثبيت الغشاء والتعرف على الأجسام الغريبة |

النموذج الفسيفسائي المانع للغشاء البلازمي

تكون الليبيدات المفسفرة بحرا تسبح فيه الجزيئات حيث يكون جميع مكونات الغشاء البلازمي في حركة دائمة وينزلق بعضها فوق بعض تتحرك الليبيدات المفسفرة جانبيا داخل الغشاء وتتحرك مكونات أخرى كالبروتينات خلال الليبيدات المفسفرة وبسبب وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي يتشكل نمط فسيفسائي على سطح الخلية.

مقارنة بالرسم بين مكونات الخلية النباتية والحيوانية والخلية بدائية النواة

التراكيب والعضيات

السيتوبلازم والهيكل الخلوي

السيتوبلازم : مادة شبه سائلة تسبح فيها العضيات داخل الخلية .

الهيكل الخلوي : شبكة داعمة مكونة من خيوط بروتينية طويلة تكون إطارا عمليا للخلية تتعلق به العضيات .

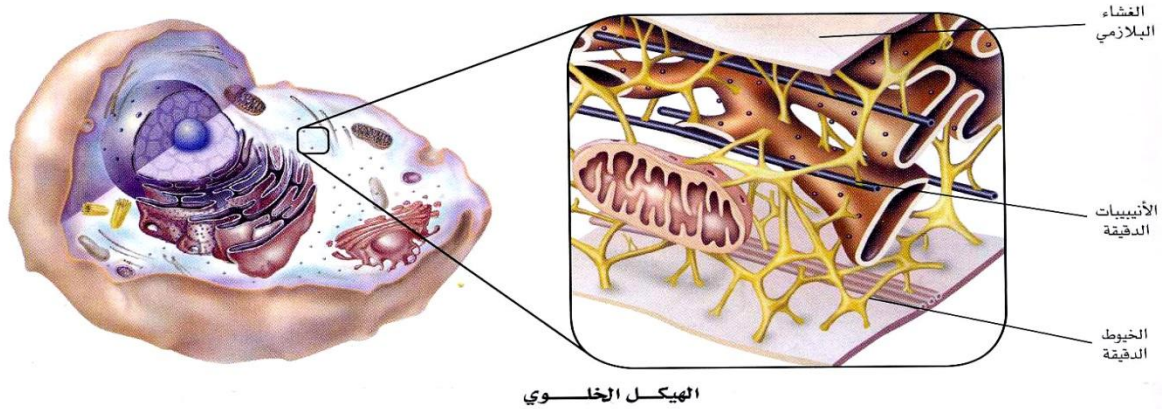
وظيفة الهيكل الخلوي : * تدعيم الخلية * له دور في حركة الخلية ونشاطاتها الأخرى.

تركيب الهيكل الخلوي: يتكون من تراكيب ثانوية تسمى الأنابيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة.

مقارنة بين الأنابيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة

| وجه المقارنة | الأنابيبات الدقيقة | الخيوط الدقيقة |
|----------------|--|---------------------------------------|
| الوصف والتركيب | تراكيب اسطوانية طويلة جوفاء من البروتين تشكل هيكلًا صلبًا للخلية | خيوط بروتينية طويلة تعطي الخلية شكلها |
| الوظيفة | تساعد على حركة المواد داخل الخلية | تمكن الخلية أو جزء منها من الحركة |

ملحوظة : تنزلق الأنابيبات والخيوط الدقيقة بعضها فوق بعض فتتجمع وتتفرق مما يساهم في حركة الخلية والعضيات.



تراكيب الخلية

في خلايا حقيقيات النواة تستطيع عضيات الخلية القيام بعمليات كيميائية مختلفة في الوقت نفسه وفي أجزاء مختلفة من السيتوبلازم (لأن كل عضية محاطة بغشاء خاص بها) .

تقوم العضيات بالعمليات الخلوية الضرورية كبناء البروتين وتحويل الطاقة وهضم المواد الغذائية وإخراج الفضلات وانقسام الخلية لذلك لكل عضية تركيب مميز حسب الوظيفة التي تقوم بها كالتالي :

النواة

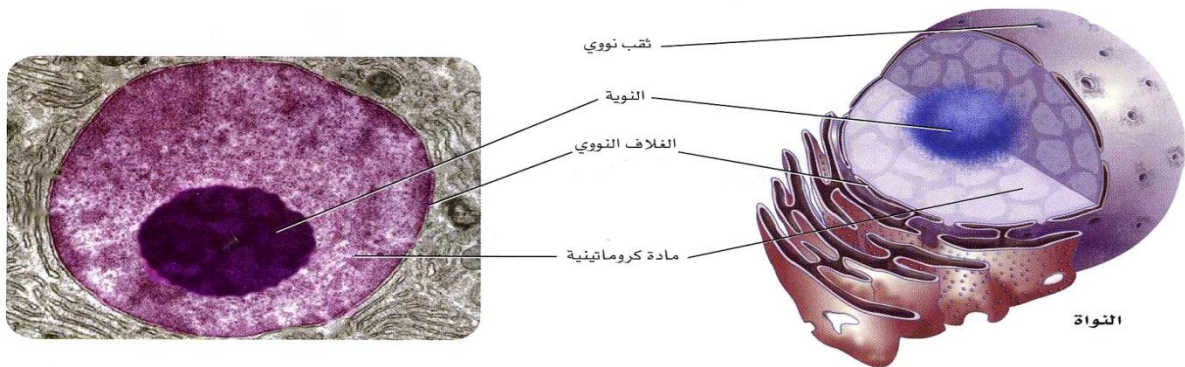
وظيفة النواة : تنظم العمليات الحيوية للخلية .

تركيب النواة : تحتوي النواة على معظم () الذي يخزن المعلومات التي تستعمل في : بناء البروتين اللازم لنمو الخلية ووظيفتها وتكاثرها

يحيط بالنواة غشاء مزدوج يسمى الغشاء النووي والذي به ثقب تسمح للمواد كبيرة الحجم بدخول النواة والخروج منها

تنتشر داخل النواة المادة الكروماتينية (وهي معقد مرتبط مع البروتين)

ملحوظة : تحتوي النواة بداخلها على عضوية صغيرة تسمى النوية



الرايبوسومات

الوظيفة : إنتاج البروتين

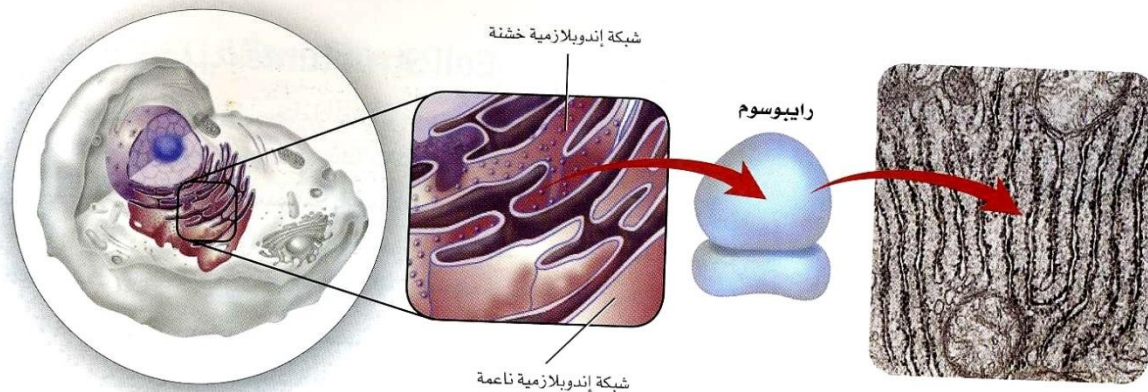
تركيبها : تتكون من البروتين .

ملحوظة : لا تحاط الرايبوسومات بغشاء كسائر العضيات في الخلية .

يتم إنتاج الرايبوسومات في النوية داخل النواة

أنواع الرايبوسومات ووظائفها

| الرايبوسومات المرتبطة | الرايبوسومات الحرة |
|---|--|
| ترتبط بالسطح الخارجي للشبكة الإندوبلازمية | تسبح بحرية في السيتوبلازم |
| تنتج بروتينات تحاط بغشاء أو تستعملها خلايا أخرى | تنتج بروتينات تستعمل داخل سيتوبلازم الخلية |



الشبكة الإندوبلازمية

(هي نظام من الأغشية مكون من أكياس مطوية وقنوات متصلة ومتداخلة)

الوظيفة : مواقع لبناء البروتين والدهون

ملحوظة : وجود الطيات والثنيات في الشبكة الإندوبلازمية يعطيها مساحة سطح أكبر لكي تنجز الوظائف الخلوية.

أنواع الشبكة الإندوبلازمية ووظائفها

| الشبكة الإندوبلازمية الخشنة | الشبكة الإندوبلازمية الملساء |
|--|--|
| تبدو عليها نتوءات وهي الرايبوسومات | يخلو غشائها الخارجي من الرايبوسومات |
| تنتج البروتين الذي يرسل إلى الخلايا الأخرى | تكون سطحا لتصنيع الكربوهيدرات والليبيدات بما فيها الليبيدات المفسفرة |
| | تعمل في خلايا الكبد على إزالة السموم الضارة من الجسم |

أجسام جولجي

الوصف والتركيب : تتكون من أغشية أنبوبية مسطحة مترابطة

الوظيفة : ينتقل إليها جزء من البروتين الذي تنتجه الشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث تعدل هذه البروتينات وتصنفها وتعبئها داخل أكياس تسمى الحويصلات

ملحوظة : تندمج هذه الحويصلات بعد ذلك بالغشاء البلازمي لكي تطلق البروتين خارج الخلية.

الفجوات

الوصف والتركيب : حويصلات محاطة بغشاء

الوظيفة : تخزين المواد بشكل مؤقت في السيتوبلازم

وجود الفجوات في الخلايا

| <u>الخلايا الحيوانية</u> | <u>الخلايا النباتية</u> |
|---|---|
| عادة لا تحتوي على فجوات وإن وجدت فإنها تكون أصغر بكثير من الموجودة في الخلية النباتية | توجد على شكل كيس حيث تقوم بالوظائف التالية : تخزين المواد الغذائية - تخزين الإنزيمات - تخزين بعض المواد التي تحتاج إليها الخلية - بعضها يخزن الفضلات |

الأجسام المحللة (الليسوسومات)

الوصف والتركيب : حويصلات محاطة بأغشية تحتوي على مواد هاضمة.

الوظيفة : تساعد في تحليل وهضم العضيات والمواد الغذائية الزائدة تهضم البكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية

طريقة عملها : تندمج الأجسام المحللة بفجوات ثم تلقي إنزيماتها في هذه الفجوات لتهضم الفضلات داخلها .

ملحوظة : الغشاء المحيط بالأجسام المحللة يمنع إنزيماتها الهاضمة من تحليل الخلية

المريكزات (السنتريول)

الوصف والتركيب : مجموعة من الأنابيب الدقيقة توجد بالقرب من النواة في سيتوبلازم الخلايا الحيوانية وفي معظم الأوليات

الوظيفة : تؤدي دورا في انقسام الخلية

الميتوكوندريا (مصانع إنتاج الطاقة في الخلية)

الوصف والتركيب : عضية محاطة بغشائين أحدهما خارجيا والآخر داخليا كثير الطيات يزود الميتوكوندريا بمساحة سطح كبيرة تساعد في أداء وظيفتها

الوظيفة : تحول الوقود وخصوصا السكريات إلى طاقة تخزن في مركبات أخرى تستعملها الخلية لاحقا في أداء وظائفها .

ملحوظة : مفرد الميتوكوندريا هي : الميتوكوندريون .

البلاستيدات الخضراء (توجد في خلايا النبات وبعض الخلايا حقيقية النواة كالطحالب)

التركيب : عضية محاطة بغشائين أحدهما خارجي والآخر داخلي تحتوي بداخلها على حبيبات تسمى الجرانا وهي تتكون من أقراص متراسة فوق بعضها تسمى الثايلاكويدات تحتوي الثايلاكويدات على صبغة الكلوروفيل خضراء اللون التي تمتص طاقة ضوء الشمس

الوظيفة : تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية البناء الضوئي

ملحوظة : مادة الكلوروفيل الخضراء هي التي تكسب سيقان وأوراق النباتات لونها الأخضر.

أنواع البلاستيدات الخضراء ووظائفها

| <u>البلاستيدات الملونة</u> | <u>البلاستيدات البيضاء (عديمة اللون)</u> | <u>البلاستيدات الخضراء</u> |
|--|--|--|
| تحتوي على أصباغ حمراء أو برتقالية أو صفراء | لا تحتوي على أصباغ | تحتوي على أصباغ الكلوروفيل خضراء اللون |
| وظيفتها : تجميع طاقة الضوء إعطاء تراكيب النبات لونها كالأوراق والأزهار | وظيفتها : تخزين النشا والدهون | وظيفتها : القيام بعملية البناء الضوئي |

الجدار الخلوي (أحد التراكيب في الخلايا النباتية)

الوصف والتركيب : شبكة من الألياف السمكية الصلبة تحيط بالغشاء البلازمي من الخارج يتكون في النباتات من كربوهيدرات يسمى السليلوز يكسب الجدار خصائصه الغير مرنة

الوظيفة : يعمل على حماية الخلية وتدعيمها (يساعد على وصول النباتات الى ارتفاعات مختلفة تتراوح بين حشائش وأشجار)

التركيب : تتكون الأهداب والأسواط من أنيبيبات دقيقة مرتبة في نمط (٩+٢) أي تسعة أزواج من الأنيبيبات تحيط باثنين من الأنيبيبات الدقيقة

تحتوي الأهداب والأسواط في الخلايا بدائية النواة على سيتوبلازم محاط بغشاء بلازمي ويتكون كل منهما من وحدات من الروتين

| المقارنه | الاهداب | الاسواط |
|--------------|---|---|
| الوصف | زوائد قصيرة كثيرة العدد تشبه الشعر حركتها تشبه حركة المجاديف في القارب | اطول من الاهداب و اقل عددا للخلية سوط او سوطان فقط حركتها تشبه حركة الأهداب |
| اماكن وجودها | بعض الخلايا الحيوانية – خلايا الاوليات الخلايا بدائية النواة توجد في بعض الخلايا الثابتة و غير متحركه | بعض الخلايا حيوانية الخلايا بدائية النواة بعض الخلايا النباتية |

ملخص تراكيب الخلية

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين

العضيات عندما تعمل

في ضوء فهم التراكيب الموجودة في الخلية يصبح من السهل كيفية عمل هذه التراكيب معا

مثال تصنيع البروتين :-

- يبدأ في النواة على حسب المعلومات التي يحتويها DNA حيث يتم نسخ RNA من DNA الذي يحمل المعلومات الوراثية

- يغادر RNA و الرايبوسومات النواة الى السيتوبلازم من خلا الثقوب الموجودة في الغلاف النووي

- ينتج كل من RNA و الرايبوسومات معا البروتين و لكل بروتين يتكون على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة وظيفة محددة فربما يصبح جزء من الغشاء البلازمي او بروتين ينتقل الى خلية اخرى أو بروتين ينتقل إلى عضيات أخرى كما تنتج الرايبوسومات الحرة بروتينا تستخدمه الخلية نفسها .

- تنتقل معظم البروتينات الي تضع على سطح الشبكة الاندوبلازمية الخشنة الى جهاز جولجي

- يعبئ جهاز جولجي البروتينات في حويصلات لنقلها الى عضيات اخر او خارج الخلية

- تستعمل العضيات البروتين للقيام بالعمليات الحيوية الأخرى

مثال : - الليسوسومات تستعملها في عمل الانزيمات الهاضمة

- الميتوكوندريا تستعملها في عمل الانزيمات لإنتاج الطاقة

الفصل الثاني

الطاقة الخلوية

كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟

تحويلات الطاقة

الطاقة : (هي القدرة على إنجاز عمل)

يحدث العديد من التفاعلات والعمليات الكيميائية في خلايا الجسم باستمرار وتعنى الديناميكا الحرارية بدراسة تدفق الطاقة وتحويلها في الكون

قوانين الديناميكا الحرارية

القانون الأول (قانون حفظ الطاقة) : الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن أن تتحول من شكل لآخر .

مثال : عندما نأكل --- تتحول الطاقة المختزنة في المواد الغذائية إلى طاقة كيميائية
عندما نركض أو نركل الكرة --- تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية

القانون الثاني للديناميكا الحرارية : عدم تحول الطاقة دون حدوث فقدان للطاقة القابلة للاستعمال

مثال : في سلاسل الغذاء تتناقص الطاقة القابلة للاستعمال على نحو مستمر عند الانتقال نحو المستويات الغذائية الأعلى

ملحوظة : الطاقة التي تفقد تتحول إلى طاقة حرارية

ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية

| المخلوقات الغير ذاتية التغذية (هي مخلوقات حية تحتاج إلى بلع الطعام وهضمه للحصول على الطاقة) | المخلوقات ذاتية التغذية (هي مخلوقات حية قادرة على صنع غذائها بنفسها) | |
|---|---|--|
| مثال حشرة المن - الدعسوقة | ذاتية التغذية الضوئية (تقوم بتحويل الطاقة الضوئية للشمس إلى طاقة كيميائية) | ذاتية التغذية الكيميائية (تستعمل المواد الغير عضوية ومنها كبريتيد الهيدروجين كمصدر للطاقة) |
| | مثال : النباتات | مثال : بعض أنواع البكتيريا |

أدت الاكتشافات العلمية إلى فهم أكبر لعملية البناء الضوئي والتنفس الخلوي

فهم الطاقة الخلوية

| | |
|---|-----------|
| تمكن جوزيف برستلي من تحديد أن النباتات تحصل على ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين | عام ١٧٧٢م |
| كان هيوغو فون مول أول من لاحظ وجود البلاستيدات الخضراء في خلايا النبات | عام ١٨٤٤م |

| | |
|------------------|---|
| عام ١٨٨١ - ١٨٨٢م | تظهر البلاستيدات الخضراء على أنها عضيات مسئولة عن عملية البناء الضوئي |
| عام ١٩٤٨م | اكتشف كلا من يوجن كندي وألبرت لينجر أن الميتوكوندريا مسئولة عن التنفس الخلوي |
| عام ١٩٨٠م | ساهمت دراسات الباحثة جيمي ميجل على الميتوكوندريا في ذبابة الفاكهة والفئران في التوصل إلى الدليل الأول على أن سبب الشيخوخة هو تحلل الميتوكوندريا |
| عام ١٩٩٣م | |
| عام ٢٠٠٢م | اقترحت الباحثة جوزفين موديك نابوليتانو أن الفرق بين الميتوكوندريا السليمة والسرطانية قد تؤدي إلى الكشف المبكر عن السرطان وإلى علاج جديد |

عملية الايض

(جميع التفاعلات الكيميائية في الخلية)

مسارات الايض : هي سلسلة التفاعلات الكيميائية التي يعد ناتج أحد التفاعلات فيها المادة المتفاعلة للتفاعل التالي

تضم مسارات عملية الايض كلا من عمليتي : البناء -- والهدم

| عملية الهدم | عملية البناء |
|---|--|
| فيها تتحرر الطاقة عن طريق تحليل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة | فيها تستعمل الطاقة الناتجة من عملية الهدم لبناء جزيئات كبيرة من جزيئات صغيرة |
| مثال : عملية التنفس الخلوي فيها تتحلل المواد العضوية كسكر الجلوكوز في وجود الأكسجين لإطلاق الطاقة اللازمة للخلية وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء | مثال : عملية البناء الضوئي تتحول فيها الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في جزيئات سكر الجلوكوز والتي تنتقل إلى مخلوقات حية أخرى عند استهلاك هذه الجزيئات |

ملحوظة : ينتج عن العلاقة بين عمليتي الهدم والبناء تدفق مستمر للطاقة في المخلوق الحي

ATP : وحدة الطاقة الخلوية

- الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP من أهم الجزيئات الحيوية التي تزود الخلايا بالطاقة الكيميائية التي تستعملها في التفاعلات المتنوعة

تركيب جزيء الطاقة

يتركب جزيء الطاقة من :

قاعدة أدينين

سكر رايبوز

ثلاث مجموعات فوسفات

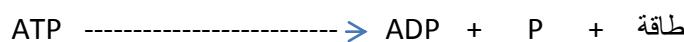
أهم ما يميز جزيء الطاقة (ATP)

من الجزيئات الأكثر وفرا في الخلايا - يوجد في جميع أنواع المخلوقات الحية

وظيفة جزيء الطاقة (ATP)

يطلق جزيء الطاقة (ATP) الطاقة عندما تنكسر الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والثالثة مكونا جزيء يسمى أدينوسين

ثنائي الفوسفات (ADP) ومجموعة فوسفات حرة



تستخدم هذه الطاقة في العمليات الحيوية المختلفة داخل الخلية

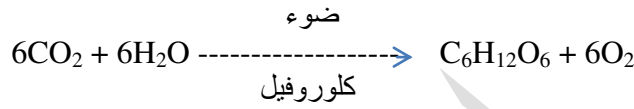
ملحوظة :

يعاد تخزين الطاقة مرة ثانية في الرابطة الفوسفاتية عندما يرتبط جزيئ (ADP) مع مجموعة فوسفات ليتكون جزيئ (ATP) داخل الخلية

- يمكن أن يتحول جزيئ (ADP) إلى (ATP) والعكس بإضافة أو سحب مجموعة فوسفات
- أحيانا يمكن أن ADP إلى جزيئ AMP بفقد مجموعة فوسفات إضافية ولكن الطاقة المنطلقة تكون قليلة جدا مقارنة بتحول جزيئ (ATP) إلى (ADP) لذلك فإن معظم تفاعلات الخلية تعتمد على تحول ATP إلى ADP

البناء الضوئي

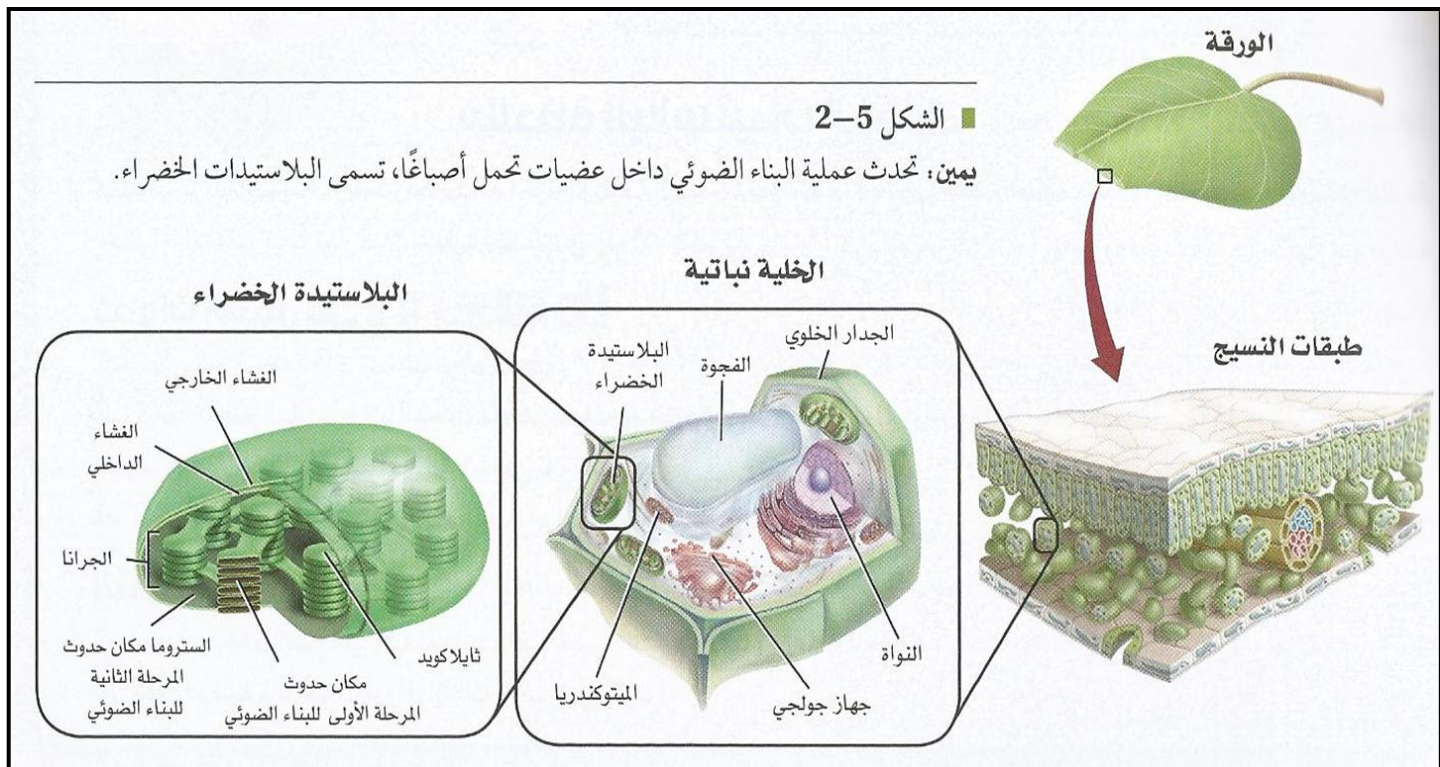
- معظم المخلوقات الحية ذاتية التغذية ومنها النباتات قادرة على صنع المركبات العضوية مثل سكر الجلوكوز بواسطة عملية البناء الضوئي
- في عملية البناء الضوئي يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كما في المعادلة التالية



- تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين هما :

| المرحلة الأولى : التفاعلات الضوئية | المرحلة الثانية : التفاعلات اللاضوئية |
|---|---|
| تحدث معتمدة على الضوء | لا تعتمد على الضوء |
| وفيها يتم امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية على شكل ATP و NADPH. | يتم استعمال جزيئات ATP و NADPH التي تشكلت في المرحلة الأولى لصنع سكر الجلوكوز |

ملحوظة : عندما ينتج سكر الجلوكوز يتحد مع جزيئات سكر جلوكوز أخرى لتكوين جزيئات أكبر وهي عبارة عن كربوهيدرات معقدة مثل النشا



المرحلة الأولى : التفاعلات الضوئية

- تحتوي النباتات على عضيات خاصة تمتص الطاقة الضوئية لإنتاج جزيئات تخزن الطاقة هما : ATP و NADPH لاستعمالها في التفاعلات اللاضوئية وهي البلاستيدات الخضراء

البلاستيدات الخضراء

- البلاستيدات الخضراء : عضيات كبيرة تمتص الطاقة الضوئية في المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي .
- توجد البلاستيدات الخضراء في النباتات وخصوصاً في خلايا الأوراق
- البلاستيدات هي عضيات تشبه القرص وتحتوي على جزأين ضروريين لعملية البناء الضوئي هما :
 - 1- الثايلاكويدات : وهي مجموعة أغشية مسطحة تشبه الكيس تنتظم في رزم متراسة تُسمى الجرانا وتحدث التفاعلات الضوئية في الثايلاكويد
 - 2- الستروما : وهي سائل يملأ الفراغات المحيطة بالجرانا ، وتُشكّل موقع حدوث التفاعلات اللاضوئية في المرحلة الثانية من عملية البناء الضوئي .

الأصباغ

- تُسمى الجزيئات الملونة التي تمتص الضوء بالأصباغ وتوجد في أغشية الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء . وتختلف الأصباغ في قدرتها على امتصاص أطوال موجات محددة من الضوء .
- ومن الصبغات الموجودة الكلوروفيل (a) والكلوروفيل (b) ويختلف تركيبه من جزيء إلى آخر مما يسمح لجزيئات الكلوروفيل بامتصاص الضوء من مناطق محددة في الطيف المرئي .
- وعموماً يمتص الكلوروفيل الضوء من منطقة الطيف الأزرق -البنفسجي ، ويعكس الضوء في المنطقة الخضراء من الطيف لذلك يرى الإنسان أجزاء النبات التي تحتوي على الكلوروفيل باللون الأخضر .

لاحظ ما يلي

- تحتوي معظم المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي على صبغات إضافية بالإضافة إلى الكلوروفيل ، تسمح للنباتات بامتصاص الطاقة الضوئية الإضافية من مناطق أخرى من الطيف المرئي .
- من ضمن هذه الأصباغ مجموعة الأصباغ الكاروتينية ومنها صبغة بيتا-كاروتين التي تمتص الضوء من المناطق الزرقاء والخضراء من الطيف في حين تعكس أكثر الضوء من المناطق الصفراء والبرتقالية والحمراء .

تنتج مجموعة الأصباغ الكاروتينية ألواناً معينة : كلون الجزر والبطاطا الحلوة

- تُعد صبغة الكلوروفيل من الأصباغ الأكثر شيوعاً ووفرة من الأصباغ الأخرى في الأوراق ، لذلك تمنع ظهور ألوان الأصباغ الأخرى .

نقل الإلكترون

يشكل تركيب غشاء الثايلاكويد الأساس لانتقال الطاقة الفعال في أثناء انتقال الإلكترونات ----- علل؟؟

- حيث يتميز غشاء الثايلاكويد بمساحة سطح كبيرة مما يوفر المساحة اللازمة للاحتفاظ بأعداد كبيرة من الجزيئات الناقلة للإلكترونات .
- ويحتوي على نوعين من الأنظمة الضوئية التي تتكون من أصباغ تمتص الضوء ، وبروتينات تؤدي دوراً مهماً في التفاعلات الضوئية .

مراحل سلسلة نقل الإلكترون

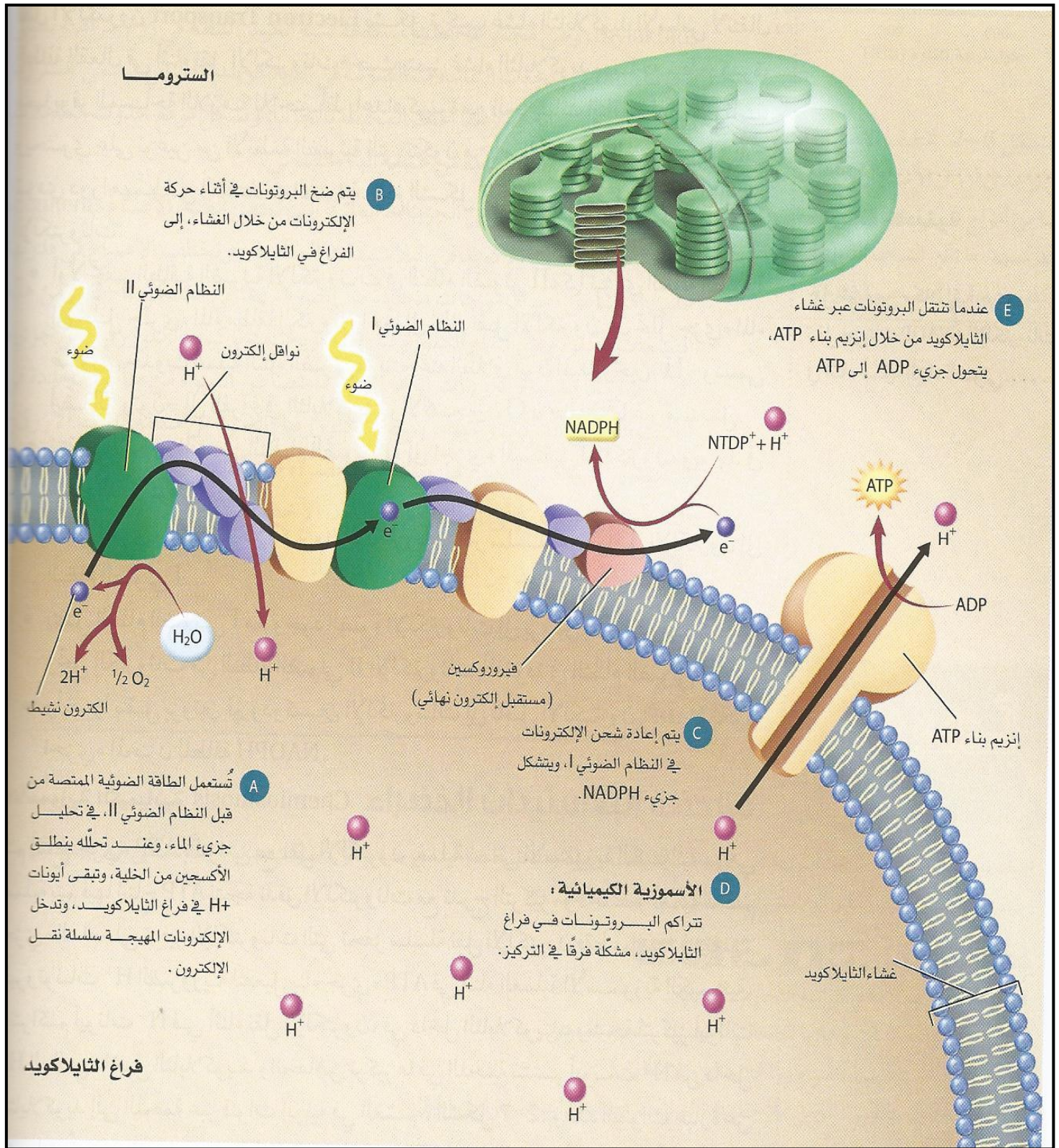
- أولاً : تُحفظ الطاقة الضوئية للإلكترونات في النظام الضوئي الثاني II ، و تؤدي الطاقة الضوئية إلى تحليل جزيء الماء مطلقاً إلكترونات واحداً إلى نظام نقل الإلكترون
- ملحوظة : تحليل جزيء الماء ضروري لحدوث عملية البناء الضوئي وينتج عنه انطلاق أيون الهيدروجين H^+ ويسمى أيضاً البروتون – إلى الفراغ في الثايلاكويد والأكسجين O_2 بوصفه ناتجاً غير مستعمل
- تنتقل الإلكترونات من النظام الضوئي الثاني إلى الجزيء المستقبل للإلكترون، ويوجد في غشاء الثايلاكويد
- * ينتقل الجزيء المستقبل للإلكترون عبر سلسلة من نواقل الإلكترون إلى النظام الضوئي الأول
- * ينقل النظام الضوئي الأول مع وجود الضوء للإلكترونات إلى بروتين يدعى فيرودوكسين ، وتحل إلكترونات من النظام الضوئي الثاني الإلكترونات المفقودة في النظام الضوئي الأول
- أخيراً ينقل بروتين فيرودوكسين الإلكترونات ناقل الإلكترون $NADP^+$ مكوناً الجزيء المختزن للطاقة NADPH.

الأسموزية الكيميائية

يتم إنتاج جزيء يسمى (ATP) بالتزامن مع نقل الإلكترون بعملية تسمى الاسموزية الكيميائية.

الأسموزية الكيميائية (هي عملية يتم فيها إنتاج (ATP) نتيجة تدفق الإلكترونات مع تدرج التركيز)

- ولا تقتصر أهمية تحطم جزيء الماء على توفير الإلكترونات التي تحفز سلسلة نقل الإلكترون فقط ، بل بهدف تقديم البروتونات H^+ الضرورية لتفعيل بناء جزيء (ATP) في أثناء العملية الإسموزية الكيميائية .
- تتراكم أيونات الهيدروجين في أثناء نقل الإلكترون ، وفي داخل الثايلاكويد ، ونتيجة لتركيز أيونات الهيدروجين العالي داخل الثايلاكويد وانخفاض تركيزها في اللحمة تنتشر أيونات هيدروجين من داخل الثايلاكويد إلى اللحمة عبر قنوات أيونية في الغشاء ، وهذه القنوات عبارة عن إنزيمات تُسمى إنزيمات بناء الطاقة ويتشكل في أثناء انتقال أيونات هيدروجين عبر إنزيمات (ATP) جزيء (ATP) في الستروما



أهميتها : يتم فيها تخزين الجزيئات العضوية مثل سكر الجلوكوز ، لأنه على الرغم من أن جزيئات تزود الخلايا بكميات كبيرة من الطاقة إلا أنها جزيئات غير مستقرة بصورة كافية حتى تخزن الطاقة لفترات زمنية طويلة)

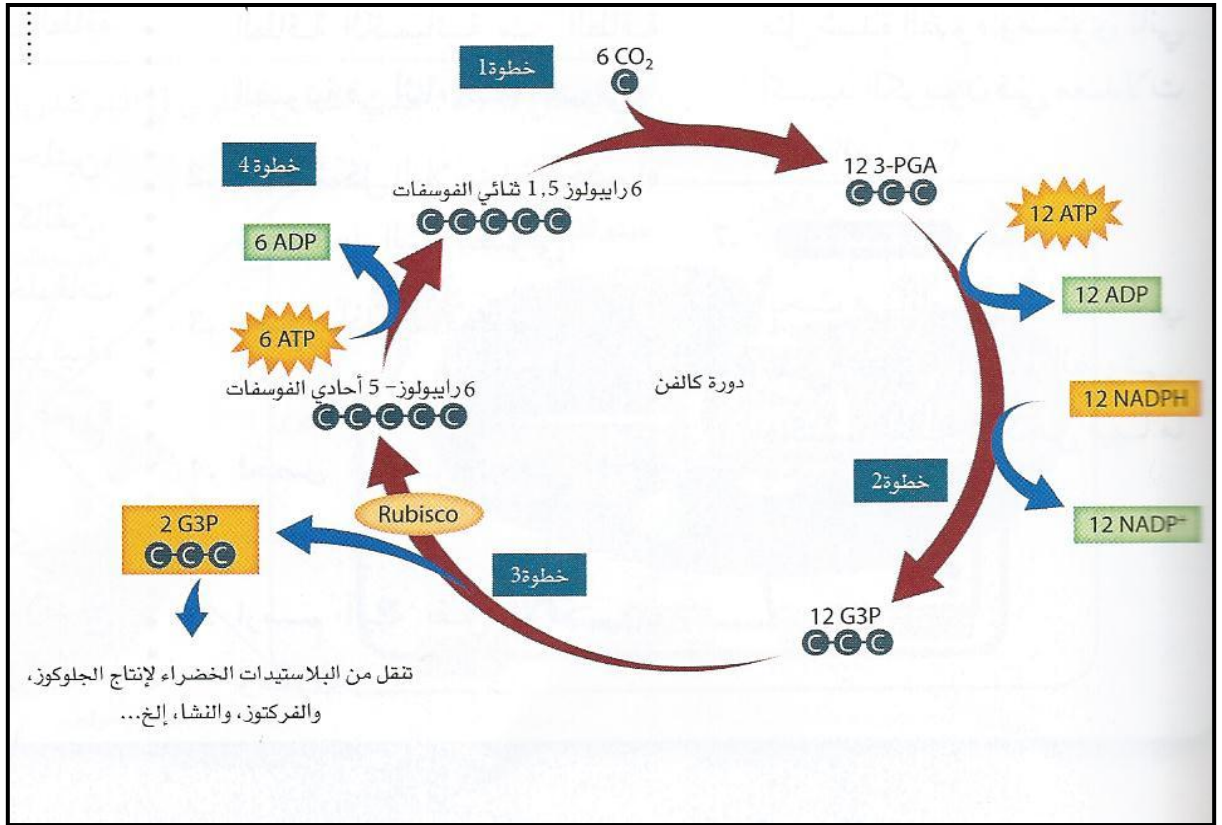
ملحوظة : يشار إلى التفاعلات في دورة كالفن بالتفاعلات غير المعتمدة على الضوء .

مراحل دورة كالفن

- تُسمى الخطوة الأولى من دورة كالفن بـ (تثبيت الكربون) ، وفيها تتحد ستة جزيئات من ثاني أكسيد الكربون مع ستة مركبات خماسية الكربون لتشكل اثني عشر جزيئاً ثلاثي الكربون يُسمى ٣- حمض جليسيرين أحادي الفوسفات و يسمى اتحاد ثاني أكسيد الكربون مع الجزيئات العضوية تثبيت الكربون
- في الخطوة الثانية يتم نقل الطاقة الكيميائية المختزنة في جزيئات (ATP) و (NADPH) إلى جزيئات حمض جليسيرين الفوسفات لتكوين جزيئات عالية الطاقة تسمى جليسر ألدهايد-٣ فوسفات ، في حين يوفر جزيء (NADPH) أيونات الهيدروجين والإلكترونات .
- في الخطوة الثالثة يترك جزيئان من جليسر ألدهايد-٣ فوسفات الدورة ليستعملا في إنتاج الجلوكوز ومركبات عضوية أخرى .
- في آخر خطوة من دورة كالفن يحول إنزيم روبيسكو الجزيئات العشر المتبقية من (G3P) إلى ستة جزيئات خماسية الكربون تسمى رايبولوز ٥- أحادي الفوسفات والتي تتحول فيما بعد إلى ستة من جزيئات رايبولوز ٥-، ١ ثنائي الفوسفات .
- تتحد هذه الجزيئات مرة أخرى مع جزيئات جديدة من ثاني أكسيد الكربون لإعادة الدورة مرة أخرى

أهمية إنزيم روبيسكو

يُعد إنزيم روبيسكو واحداً من أهم الإنزيمات الحبيوية ، لأنه يحول جزيئات ثاني أكسيد الكربون غير العضوية إلى جزيئات عضوية تستعملها الخلية بالإضافة إلى استعمال السكر الناتج عن دورة كالفن مصدراً للطاقة فالنبات يستعمله بوصفه وحدات بناء أساسية في الكربوهيدرات المعقدة ، ومنها السيليلوز الذي يوفر الدعم للنبات



مسارات بديلة

البيئة التي لا تتوفر فيها كميات كافية من الماء أو ثاني أكسيد الكربون تقلل من مقدرة المخلوق الحي الذي يقوم بعملية البناء الضوئي على تحويل الطاقة الضوئية ليميائية. النباتات التي تعيش في بيئة جافة وحارة تتعرض لفقدان كميات كبيرة من الماء، مما يؤدي للتقليل من عملية البناء الضوئي

طرائق بديلة لعملية البناء الضوئي تمكنها من تحويل الطاقة إلى حدها الأقصى

نباتات C4:

مسار C4: هو أحد المسارات التكيفية التي تساعد في الحفاظ على عملية البناء الضوئي بأقل حد ممكن من فقدان الماء. ويحدث هذا المسار في نبات مثل قصب السكر والذرة والأناناس (نباتات C4). علل. تسمية نبات C4 بهذا الاسم؟؟ بسبب تثبيتها لثاني أكسيد الكربون مع مركبات رباعية الكربون بدلاً من مركبات ثلاثية الكربون أثناء دورة كالفن.

خصائص نباتات C4:

1. لها تعديلات تركيبية مهمة تتعلق بترتيب الخلايا في الأوراق.
2. تبقى ثغورها مغلقة في الأيام الحارة.
3. تنتقل المركبات الرباعية الكربون لخلايا خاصة حيث يدخل ثاني أكسيد الكربون دورة كلفن مما يسمح باستهلاك كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون ويقلل كمية الماء المفقودة.
- 4.

التنفس الخلوي

نظرة عامة على التنفس الخلوي

التنفس الخلوي (هو العملية التي تحصل المخلوقات الحية من خلالها على الطاقة)

وظيفة التنفس الخلوي :

جمع الالكترونات من المركبات الكربونية مثل الجلوكوز

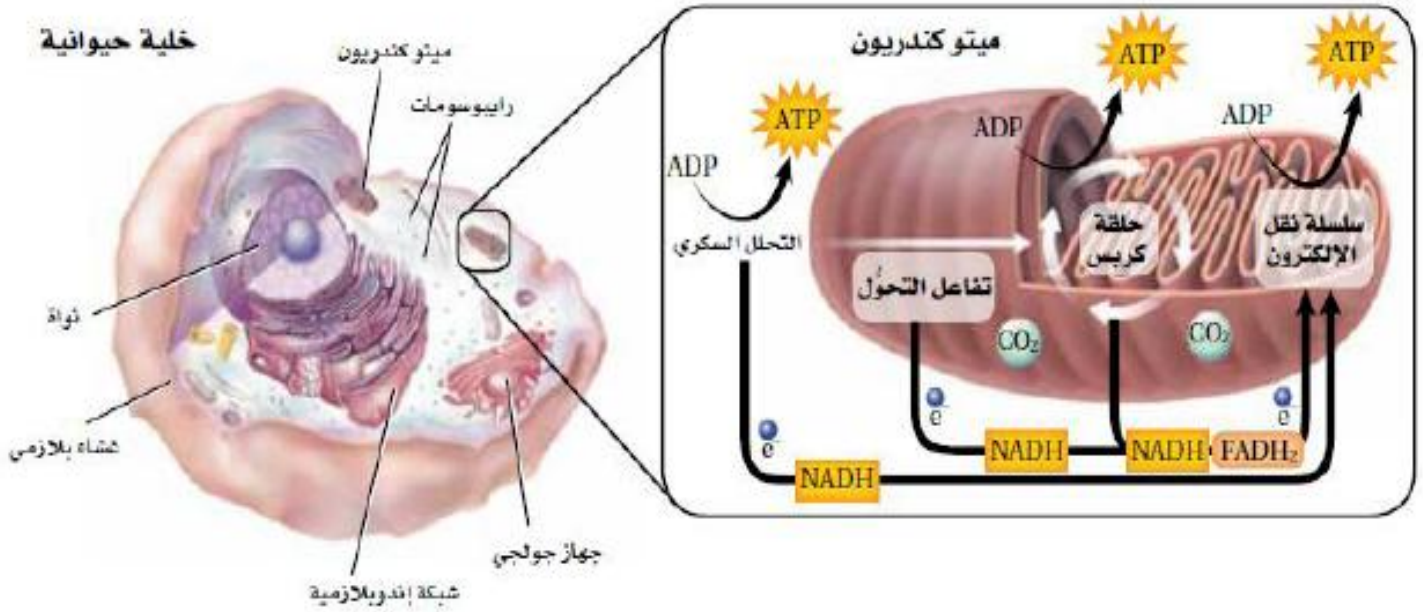
ملحوظة : الطاقة الناتجة من عملية التنفس الخلوي تستعمل لإنتاج جزيء ATP الذي يستعمل في تزويد الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها

معادلة التنفس الخلوي



لاحظ ما يلي

- معادلة التنفس الخلوي هي عكس معادلة البناء الضوئي
- يحدث التنفس الخلوي في الميتوكوندريا التي تشكل مصنع الطاقة للخلية



مراحل عملية التنفس الخلوي : يحدث التنفس الخلوي على مرحلتين هامتين هما

١- التنفس الخلوي اللاهوائي (التحلل السكري) ----- لا يتطلب وجود أكسجين

٢- التنفس الخلوي الهوائي (ويشمل دورة كريبس ونقل الإلكترون) ----- وتتطلب هاتان العمليتان الأكسجين

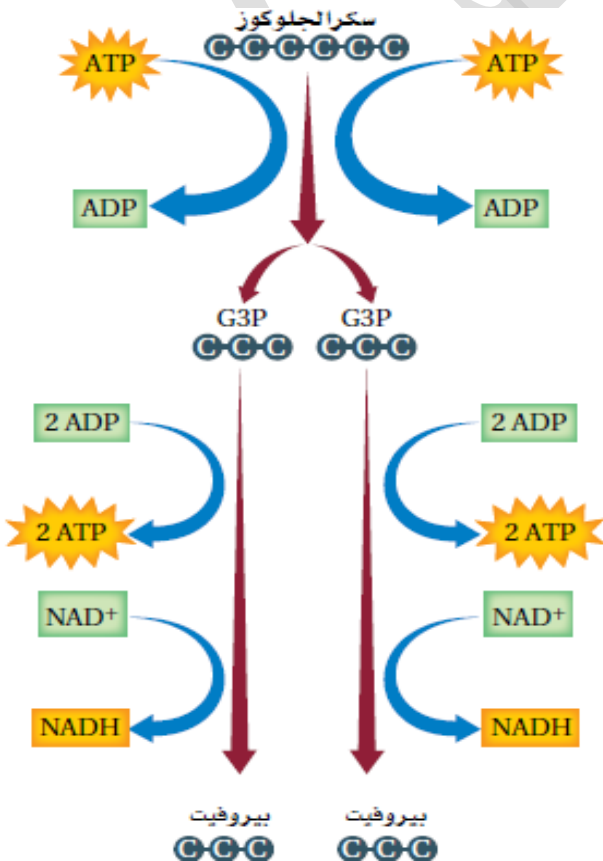
أولاً : التنفس اللاهوائي (التحلل السكري)

في هذه العملية ، يتحلل جزيء الجلوكوز في السيتوبلازم ويتكون جزيئان من ATP وجزيئان من NADH مقابل كل جزيء من جزيئات الجلوكوز التي تتحلل .

خطوات التحلل السكري

- ترتبط مجموعة فوسفات مع جزيء الجلوكوز ثم تتحلل الرابط بين ATP مجموعتي وينتج عن ذلك تحلل الجزيء السداسي الكربون فوسفات في جزيئين من إلى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون

- تضاف مجموعة فوسفات وتتحد الإلكترونات وايونات الهيدروجين H^+



مع جزيئي NAD^+ لتكوين جزيئين من $NADH$ ويتحول جزيئي المركب
إنتاج أربع جزيئات ATP ثلاثي الكربون إلى جزيئي بيروفيت (حمض البيروفيك) وفي الوقت نفسه يتم

لاحظ ما يلي: ينتج عن عملية التحلل السكري ٢ جزيئي من ATP فقط وليس ٤ لأن جزيئين استهلكا في بداية عملية التحلل .

ثانيا : التنفس الهوائي

(أ) دورة كريبس دورة كريس او دورة حمض الستريك او دورة حمض الكربوكسيل :
(هي سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت لغاز ثاني اكسيد الكربون داخل حشوة الميتوكوندري)

لاحظ ما يلي

- ❖ معظم الطاقة الناتجة من تحلل سكر الجلوكوز لا تزال محتواة في جزيئان البيروفيت .
- ❖ يتم نقل البروفيت في وجود الاكسجين لحشوة الميتوكوندريا .

قبل بدء دورة كريبس

- ١- يتفاعل البيروفيت مع مرافق الإنزيم أ (CoA) لتكوين وسيط ثنائي الكربون يسمى أسيتيل مرافق الإنزيم أ (CoA)
- ٢- ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون ويتحول NAD^+ إلى $NADH$
- ٣- ينتقل أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA) إلى حشوة الميتوكوندريا
- ٤- ينتج عن التفاعل جزيئان من ثاني أكسيد الكربون وجزيئان من $NADH$

خطوات دورة كريبس

تبدأ CoA مع مركب رباعي الكربون
باتحاد أسيتيل

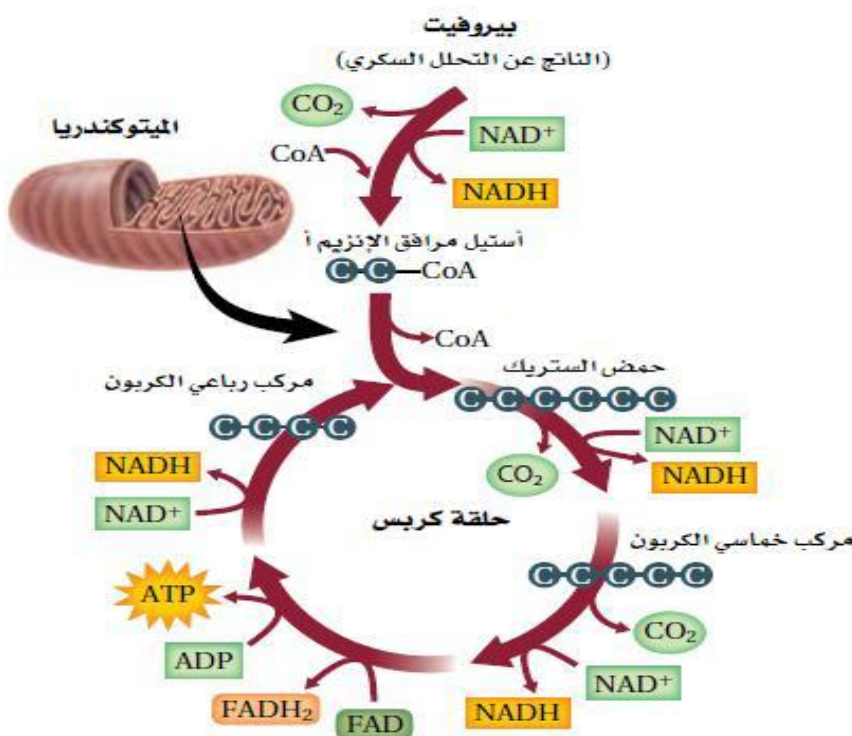
ليتكون مركب سداسي الكربون هو حمض الستريك
يتحلل حمض الستريك على عدة خطوات من السلسلة
جزيئين من ثاني أكسيد الكربون وجزيئي ATP مطلقا
 $NADH$ وجزيئي واحد من $FADH_2$ واحد من
وثلاث جزيئات من

في نهاية الدورة يتم إنتاج أسيتيل مرافق الإنزيم أ
وحمض الستريك وتستمر الدورة

ملحوظة :

ذرات الهيدروجين التي يتم انتزاعها أثناء الدورة
يستقبلها نوعين من النواقل الكيميائية هما :

NAD^+ والذي يتحول إلى $NADH$.



FAD والذي يتحول إلى $FADH_2$

الناتج النهائي لدورة كريبس لكل جزيء سكر جلوكوز

لأن جزيء سكر الجلوكوز يعطي جزيئين من البيروفيت أثناء التحلل السكري يساهمان في دورتي كريبس فيكون الناتج النهائي :-

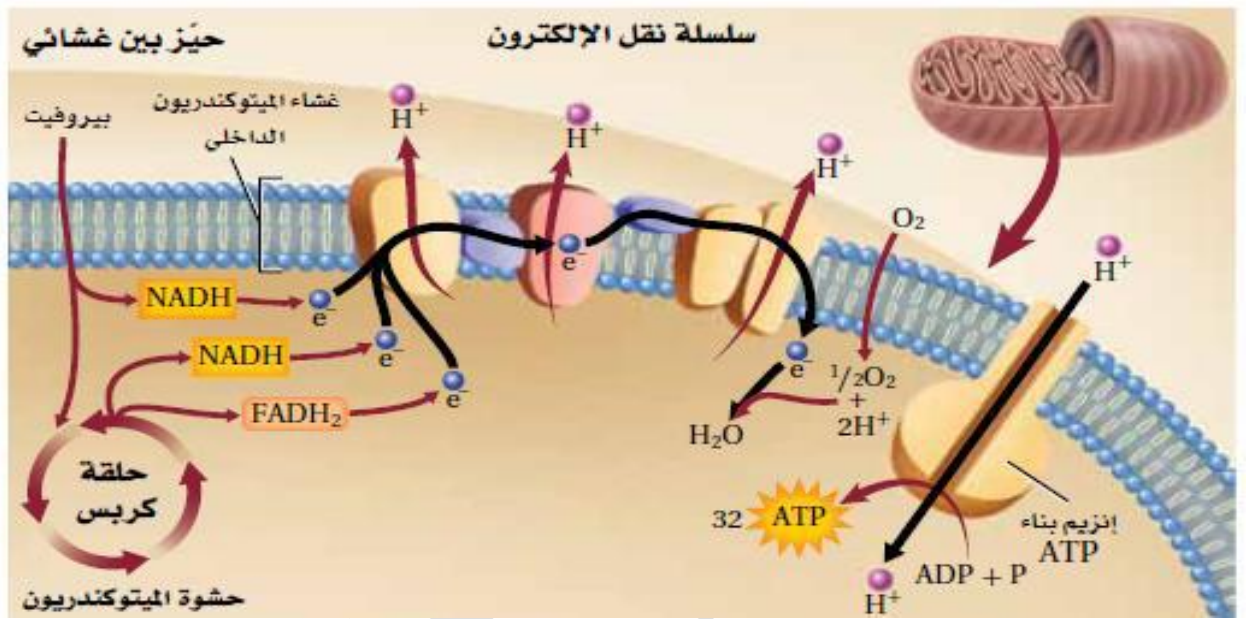
٦ - جزيء من ثاني أكسيد الكربون - ٢ جزيء من ATP - ٨ جزيء من $NADH$ - ٢ جزيء من $FADH_2$

ملحوظة : يستمر عمل $NADH$ و $FADH_2$ ليؤديا دورا مهما في المرحلة التالية من التنفس الخلوي (نقل الإلكترون)

(ب) نقل الإلكترون

(هي الخطوة الأخيرة في تحطم الجلوكوز والنقطة التي يتم فيها إنتاج معظم جزيئات ATP حيث تستعمل الإلكترونات عالية الطاقة

وايونات الهيدروجين من جزيئات $NADH$ و $FADH_2$ التي يتم إنتاجها في دورة كريبس لتحويل جزيئات ADP إلى ATP



خطوات سلسلة نقل الإلكترون

تنتقل الإلكترونات على طول غشاء الميتوكوندريا من بروتين لآخر .

تطلق جزيئات $NADH$ و $FADH_2$ الإلكترونات وتتحول إلى نواقل الإلكترونات NAD^+ و FAD

تتحرر ايونات الهيدروجين H^+ إلى حشوة الميتوكوندريا

يتم ضخ ايونات الهيدروجين من حشوة الميتوكوندريا عبر الغشاء الداخلي لها .

تنتشر ايونات الهيدروجين عائدة عبر الغشاء الداخلي بالمرور عبر جزيئات إنزيمات بناء ATP بعملية الأسموزية الكيميائية

ملحوظة : تتشابه عمليتا نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية في عملية التنفس الخلوي مع نظيراتها في البناء الضوئي

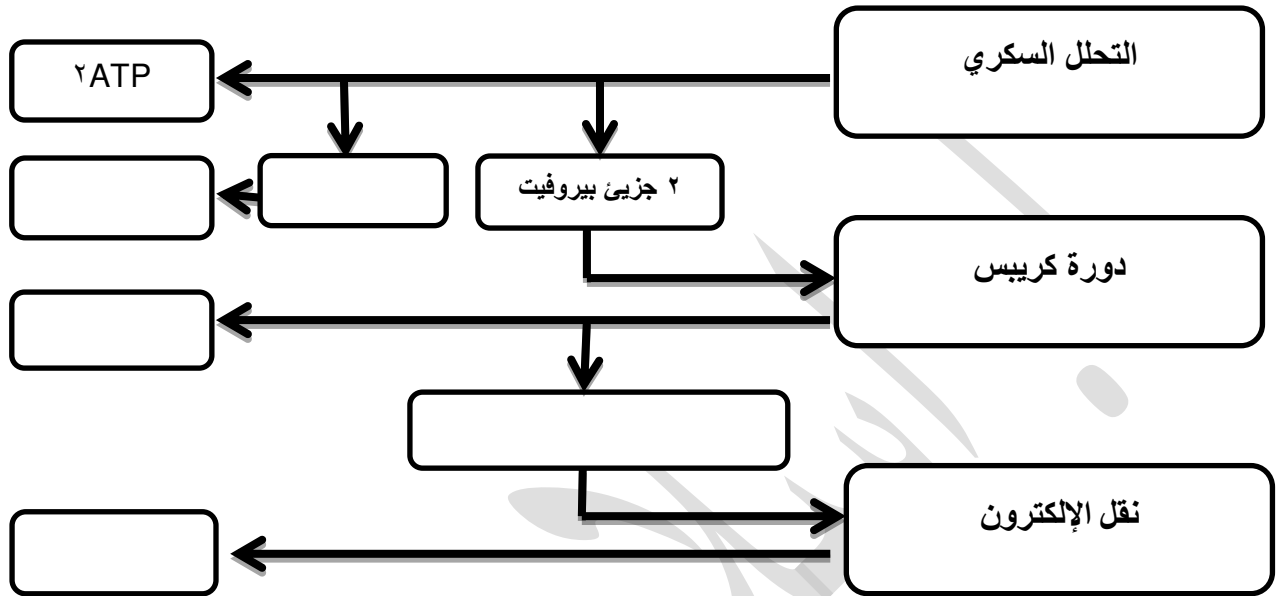
يعد الأكسجين المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون في عملية التنفس الخلوي حيث تنقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء .

الناتج النهائي لسلسلة نقل الإلكترون : ٢٤ جزيء من ATP

ملحوظة : كل جزيء من $NADH$ ينتج ٣ جزيئات من ATP وكل جزيء من $FADH_2$ ينتج ٢ جزيء من ATP

في المخلوقات حقيقية النواة ينتج كل جزيء من سكر الجلوكوز ٣٨ جزيء من ATP

ملخص نواتج التنفس الخلوي



التنفس اللاهوائي

(ويقصد به أن الخلايا وبعض المخلوقات الحية تستطيع النمو والتكاثر في غياب الأكسجين حيث تستمر في ATP من خلال التحلل السكري)
إنتاج

أمثلة : بعض الخلايا تعمل لفترة زمنية قصيرة في مستويات منخفضة من الأكسجين – بعض المخلوقات الحية اللاهوائية

أهم المشكلات الناتجة عن الاعتماد على التحلل السكري وحده في الحصول على الطاقة

قلة الطاقة الناتجة عن التحلل السكري (٢ ATP لكل جزيء من سكر الجلوكوز)

تتوقف عملية التحلل السكري عند استهلاك جميع جزيئات NAD^+ المحدودة داخل الخلية

(خاصة إذا لم تحدث عملية تسد النقص في هذه الجزيئات)

ملحوظة : تلجأ هذه المخلوقات والخلايا إلى مسار يتبع التحلل السكري هو التنفس اللاهوائي (التخمر)

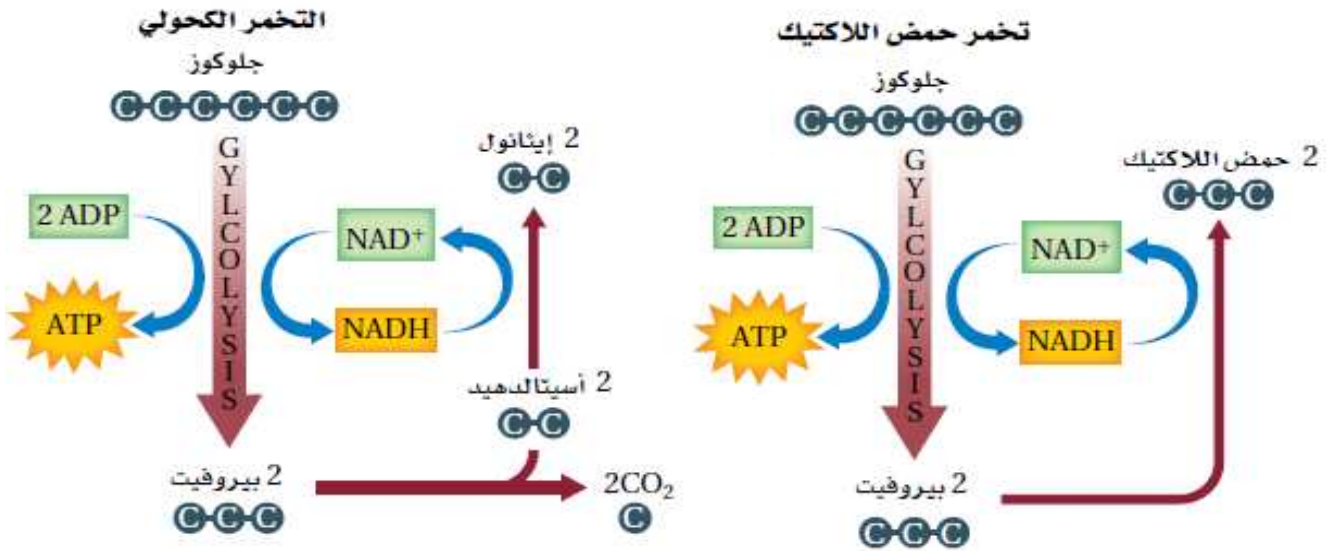
عملية التخمر

مكان حدوثها :- في السيتوبلازم

أهميتها :- تعيد تزويد الخلية بجزيئات NAD^+ اللازمة لاستمرار التحلل السكري

تنتج كمية قليلة من جزيئات ATP التي تمد الخلية بالطاقة

أنواع التخمر :- يوجد نوعين من التخمر هما : تخمر حمض اللاكتيك -- التخمر الكحولي



| التخمر الكحولي | تخمر حمض اللاكتيك |
|--|--|
| يتحول البيروفيت إلى الكحول الإيثيلي (إيثانول) وثاني أكسيد الكربون وهذا يشتمل على نقل الإلكترونات عالية الطاقة والبروتونات NADH من NAD ⁺ وتتحول إلى NAD ⁺ | تحول الإنزيمات البيروفيت الناتج عن التحلل السكري إلى حمض اللاكتيك وهذا يشتمل على نقل الإلكترونات عالية الطاقة والبروتونات NADH من NAD ⁺ وتتحول إلى NAD ⁺ |
| يحدث بواسطة الخميرة بعض أنواع البكتيريا | يحدث في العضلات الهيكلية عندما تقل كمية الأكسجين الواصلة إليها نتيجة القيام بالتمارين الرياضية المجهدة كذلك في المخلوقات الحية الدقيقة التي تستعمل في إنتاج أطعمة معينة مثل الجبن واللبن |

ملحوظة

عندما يتجمع حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية يرهق العضلات وتشعر بالألم

البناء الضوئي والتنفس الخلوي

عمليتان مهمتان تستعملهما الخلايا للحصول على الطاقة

هما مسارات اىضية تنتج الكربوهيدرات الاىضية وتحللها

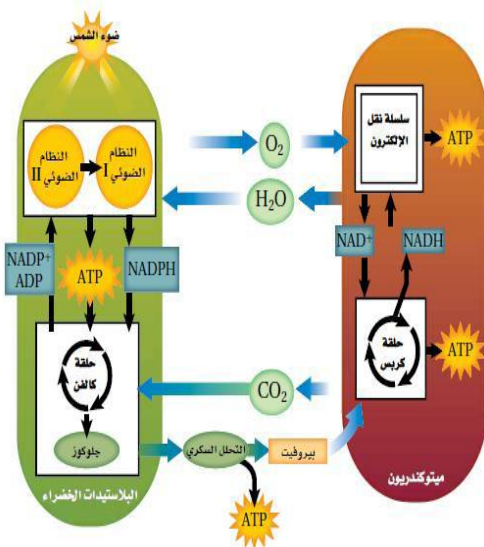
لاحظ مايلي

١- المواد الناتجة من عملية البناء الضوئي هي : الجلوكوز والأكسجين

وهي المواد المتفاعلة التي تتطلبها عملية التنفس الخلوي

٢- والمواد الناتجة من عملية التنفس الخلوي هي : الماء وثاني أكسيد الكربون

وهي المواد المتفاعلة اللازمة لعملية البناء الضوئي



الفصل الثالث : التكاثر الخلوي والوراثة

الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم

دورة الخلية

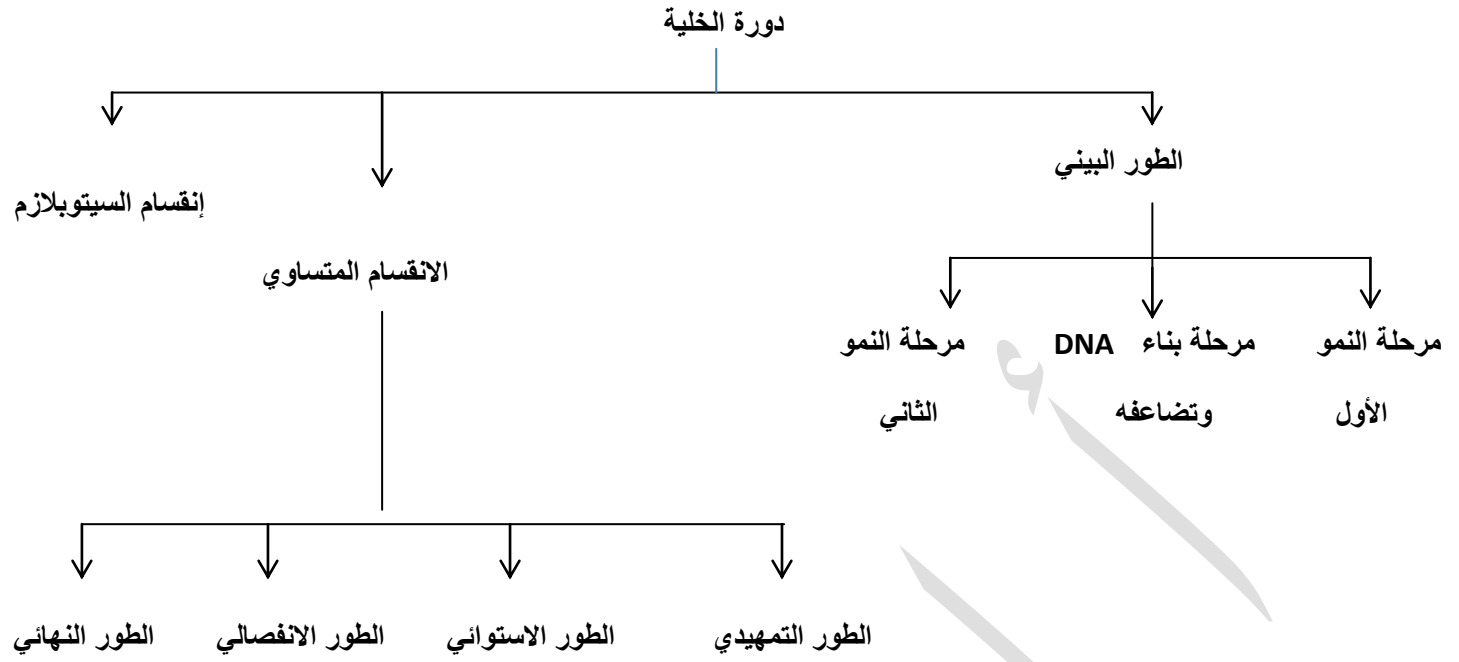
عندما تصل الخلية إلى أكبر حجم لها فهي بين أمرين : فإما أن تنقسم ---- وإما أن تتوقف عن النمو
ملحوظة : إنقسام الخلية هو طريقة الخلية في التكاثر

تتكاثر الخلايا عبر دورة نمو وانقسام تسمى دورة الخلية

دورة الخلية (هي دورة تمر بها الخلية لتصبح خليتين)

ملحوظة : عند تكرار دورة الخلية باستمرار تكون النتيجة استمرار إنتاج خلايا جديدة

مراحل دورة الخلية



لاحظ ما يلي : في الطور البيني تنمو الخلية وتستعد للانقسام من خلال زيادة بناء البروتين وزيادة كمية السيتوبلازم وعدد العضيات وتقوم وتضاعف مادتها الوراثية DNA بوظائفها الخلوية

ملحوظة : تختلف دورة حياة الخلية اعتمادا على نوع الخلية

مثال : بعض الخلايا حقيقية النواة تكمل دورة حياتها في ثماني دقائق في حين قد تستغرق خلايا أخرى عامها الأول.

معظم الخلايا الحيوانية الطبيعية والنشطة تستغرق حوالي ١٢ : ٢٤ ساعة لتكمل دورتها

بعض خلايا الجسم تكمل دورة حياتها في يوم واحد تقريبا

الانقسام المتساوي

أثناء الانقسام المتساوي يحدث ما يلي :

١. انفصال المادة الوراثية المتضاعفة وتستعد الخلية للانقسام إلى خليتين .

٢. يعد انفصال المادة الوراثية المتضاعفة DNA عامل أساسي للانقسام المتساوي؛ لأنه يسمح للمعلومات الوراثية في الخلية بالانتقال إلى الخلايا الجديدة المتلاصقة ، وينتج عن ذلك خليتين متطابقتين وراثيا تسمى كل واحدة بنوية.

أهمية الانقسام المتساوي :

□ يزيد من أعداد الخلايا في المخلوقات عديدة الخلايا في أثناء نمو صغارها لتصبح بالغة.

□ يسمح بتعويض الخلايا التالفة فتقسم خلايا جلد الإنسان عندما يتعرض لجرح بواسطة الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم بتكوين خلايا جلد جديدة .

مراحل الانقسام المتساوي

يتكون الانقسام المتساوي من أربع مراحل هي :

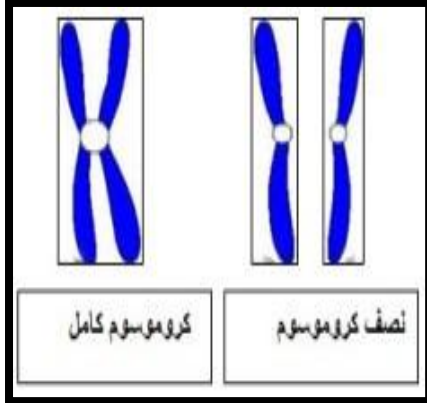
١. الطور التمهيدي .
٢. الطور الاستوائي .
٣. الطور الانفصالي .
٤. الطور النهائي

الطور التمهيدي

تسمى المرحلة الأولى من الانقسام المتساوي التي تقضي فيها الخلية المنقسمة أطول فترة بالطور التمهيدي.

أهم ما يحدث في الطور التمهيدي

- ترتبط الكروماتيدات معاً لتأخذ الكروموسومات شكل X.
- كل كروموسوم مفرد يحتوي على المادة الوراثية التي سبق وأن تضاعفت في الطور البيني.
- كل نصف من الكروموسوم X يسمى الكروماتيد الشقيق كما في الصورة المجاورة.



لاحظ مايلي

الكروماتيدات الشقيقة : (تراكيب تحتوي نسخاً متطابقة من DNA)
السنتروميير : (تركيب في الكروموسوم يربط الكروماتيدات الشقيقة معاً)

أهمية السنتروميير

له دور مهم ؛ لأنه يضمن انتقال نسخة كاملة من DNA المتضاعف إلى الخلايا البنية في نهاية دورة الخلية .

- تبدأ النوية مع اتمرار الطور التمهيدي في الاختفاء .
- وتبدأ الخيوط المغزلية في التشكل في السيتوبلازم .
- تهجر المريكزات إلى قطبي الخلية ومنها يخرج نوع من الأنبيبات الدقيقة تسمى

الألياف النجمية ولها شكل يشبه النجم.

ملحوظة : توجد المريكزات في الخلايا الحيوانية وبعض خلايا الطلائعيات
 • يخفي الغلاف النووي عندما يوشك الطور التمهيدي على الإنتهاء

الجهاز المغزلي : التركيب الذي يشتمل على الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية.

أهميته / تنظيم حركة الكروموسومات قبل انقسام الخلية

ملحوظة : لا تعد المريكزات جزء من الجهاز المغزلي في الخلايا النباتية

- ترتبط الخيوط المغزلية بالكروماتيدات الشقيقة في كل كروموسوم على جانبي السنتروميير ثم ترتبط بالأقطاب المتقابلة للخلية.

أهمية هذا الترتيب :

يضمن تلقي كل خلية جديدة نسخة كاملة من المادة الوراثية DNA

الطور الاستوائي

المرحلة الثانية من الانقسام المتساوي وهي أقصر مرحلة .

أهم ما يحدث بها

- تعمل البروتينات الحركية على سحب الكروماتيدات الشقيقة إلى خط استواء الخلية ، ثم تصطف في الوسط ، أو أعلى خط استواء الخلية .
- عندما ينتهي الطور الإستوائي بنجاح فإنه يضمن حصول الخلايا الجديدة على نسخ دقيقة وصحيحة من الكروموسومات .

الطور الانفصالي

المرحلة الثالثة من مراحل الانقسام المتساوي.

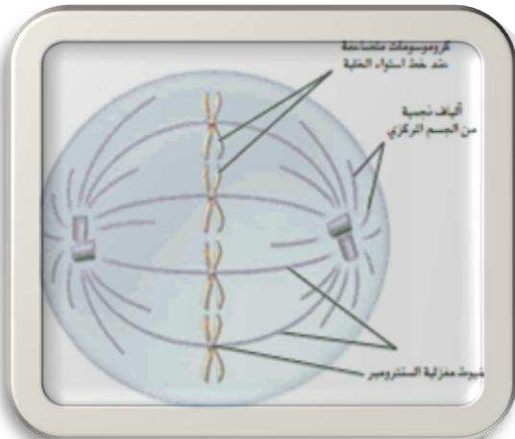
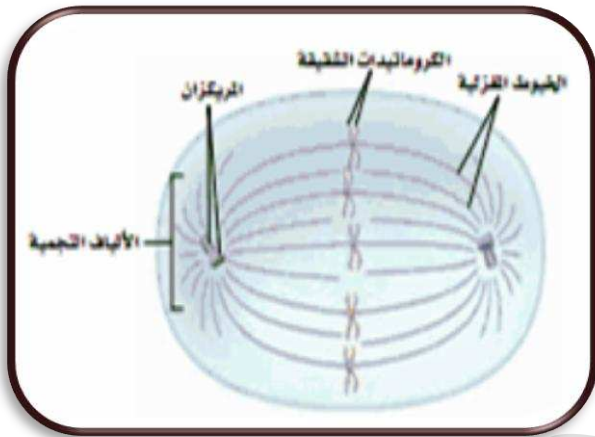
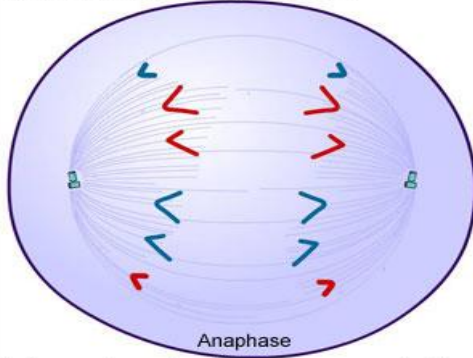


Figure B-15: Mitosis, Anaphase



During anaphase, the chromosomes are pulled to each pole by the mitotic spindle.

أهم ما يحدث بها

- يتم سحب الكروماتيدات وتباعدها عن بعضها البعض .
- تبدأ الأنبيبات الدقيقة للجهاز المغزلي في القصر .
- هذا القصر يؤدي إلى سحب سنتر وميرات الكروماتيدات الشقيقة ، ويؤدي إلى انفصالها لتصبح كروموسومات متطابقة .
- تنفصل جميع الكروماتيدات الشقيقة في الوقت نفسه .
- في نهاية الطور الانفصالي تقوم الأنبيبات الدقيقة بمساعدة البروتينات بسحب الكروموسومات في اتجاه في اتجاه أقطاب الخلية .

الطور النهائي

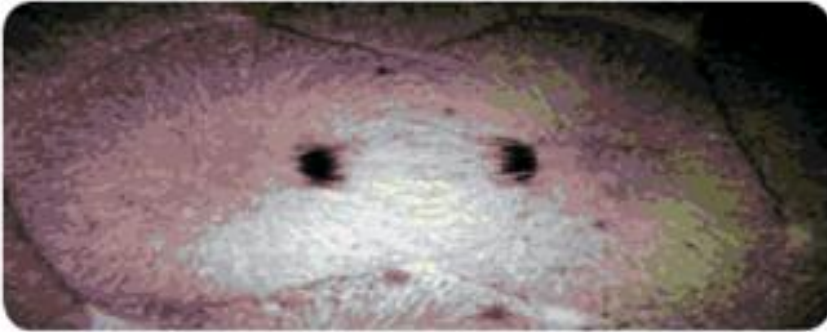
المرحلة النهائية في الإنقسام المتساوي .

أهم ما يحدث بها

- تصل الكروموسومات إلى أقطاب الخلية وتصبح أقل كثافة .
- يبدأ تكوين غشاءين نووين وتعود النوية إلى الظهور
- يتحلل الجهاز المغزلي .
- تعيد الخلية تدوير بعض الأنبيبات الدقيقة لبناء أجزاء مختلفة من الهيكل الخلوي .

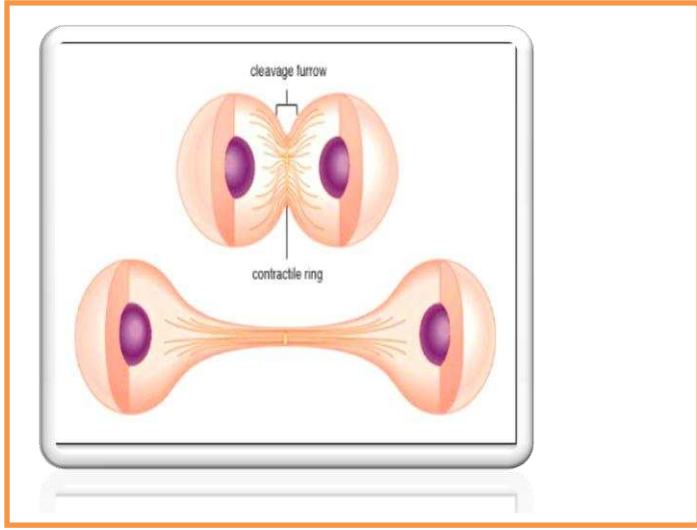
ملحوظة : عملية الإنقسام المتساوي لم تكتمل بانتهاء الأطوار الأربعة .

صورة بالمجهر الضوئي مكبرة 450 x



إنقسام السيتوبلازم

- عند انتهاء الإنقسام المتساوي ، تبدأ عملية إنقسام السيتوبلازم .
- ينتج عن هذه العملية خليتان تحتويان نواتين متطابقتين .
- في الخلايا الحيوانية تستعمل الخيوط الدقيقة للضغط على السيتوبلازم مما يؤدي إلى تخريره .
- في الخلايا النباتية يتشكل تركيب جديد بين نوى الخلايا البنوية يسمى الصفيحة الخلوية ، ثم يتكون جدار خلوي على جانبي الصفيحة الخلوية .
- عند اكتمال الجدار الخلوي الجديد ، تنتج خليتين متطابقتين وراثياً .



الانقسام السيتوبلازمي في الخلية الحيوانية



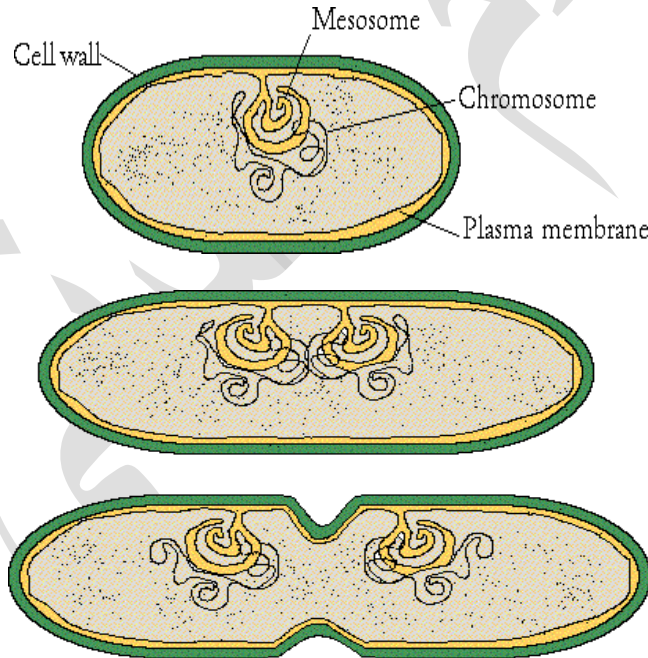
الانقسام السيتوبلازمي في الخلية النباتية

الخلايا بدائية النواة

تنقسم بواسطة الإنشطار الثنائي كالتالي :

- أولاً، تضاعف مادتها الوراثية DNA وتلتصق النسختان بالغشاء البلازمي .
- بعد أن ينمو الغشاء البلازمي تتسحب جزيئات DNA الملتصقة بعيداً .
- أخيراً، تتم الخلية انشطارها منتجة خليتين بدائيتي النواة جديدتين .

لاحظ الشكل التالي



الانقسام المنصف

الكروموسومات والعدد الكروموسومي

- لكل شخص صفات انتقلت إليه عن طريق والديه
- كل خاصية مثل لون الشعر أو الطول أو لون البشرة تسمى صفة وراثية.
- توجد المعلومات الخاصة بكل صفة وراثية على الكروموسومات الموجودة في نوى الخلايا .
- يترتب DNA (المادة الوراثية) في أجزاء تسمى الجينات وهي تتحكم في إنتاج البروتينات.
- يحتوي كل كروموسوم على مئات الجينات .
- يؤدي كل جين دورا مهما في تحديد خصائص الخلية ووظائفها.

الكروموسومات المتماثلة

- تحتوي كل خلية من جسم الإنسان على ٤٦ كروموسوم (يساهم كل واحد من الوالدين ب ٢٣ كروموسوم) فتكون النتيجة ٢٣ زوج من الكروموسومات .
- الكروموسومات المتماثلة : (زوج من الكروموسومات أحدهما من أحد الأبوين والثاني من الأب الآخر)

أهم ما يميز الكروموسومات المتماثلة

- لهما نفس الطول
- لهما نفس موقع السنترومير
- يحملان الجينات التي تتحكم في الصفات الوراثية نفسها .

ملحوظة : يرمز الجينان المتقابلان على الكروموسومين المتماثلين لنفس الصفة إلا أنهما قد لا يعبران عن الصفة الشلية تماما.

مثال : صفة شحمة الأذن يقع الجين المسئول عن الصفة على نفس الموقع من الكروموسومين المتماثلين.

الخلايا أحادية وثنائية المجموعة الكروموسومية

الخلايا أحادية العدد الكروموسومي (الأمشاج) : هي خلايا جنسية تحمل نصف عدد الكروموسومات (n)

أهميتها : تنتجها المخلوقات الحية بهدف الحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات من جيل لآخر .

ملحوظة : يختلف عدد الكروموسومات من نوع لآخر ففي الإنسان مثلا يحمل كل مشيج ٢٣ كروموسوم (سواء كان البويضة أو الحيوان المنوي) ويرمز لعدد الكروموسومات في خلايا المشيج بالرمز (n)

عملية الإخصاب : (هي العملية التي يتحد فيها مشيج مذكر أحادي المجموعة الكروموسومية (n) مع مشيج اخر مؤنث أحادي (n))

الخلايا ثنائية العدد الكروموسومي (الخلايا الجسمية) :

الخلايا التي تحتوي على عدد الكروموسومات كاملة ($2n$).

ملحوظة : العدد (n) يصف عدد أزواج الكروموسومات في المخلوق الحي.

مثال : تحتوي خلايا جسم الإنسان على ٢٣ زوج من الكروموسومات

الانقسام المنصف

(هو نوع من أنواع الانقسام الخلوي الذي يختزل فيه عدد الكروموسومات إلى النصف)

مكان حدوثه : يحدث في التراكيب الجنسية للمخلوقات الحية التي تتكاثر جنسيا

(حيث يتم فصل الكروموسومات المتماثلة في الخلايا ثنائية العدد الكروموسومي ($2n$) لتكوين كروموسومات أحادية المجموعة الكروموسومية (n) تسمى الأمشاج)

مراحل الانقسام المنصف

يتضمن مرحلتين متتاليتين من انقسام الخلية هما : الانقسام المنصف الأول (I) --- الانقسام المنصف الثاني (II)

أولا : الانقسام المنصف الأول (I) يتم وفق الخطوات التالية :

١. الطور البيئي : تقوم فيه الخلية بعدد من العمليات الأيضية المتنوعة مثل : تضاعف DNA - بناء البروتين

٢. الطور التمهيدي (I) ويتم فيه ما يلي :

- تصبح الكروموسومات المتضاعفة مرئية وواضحة وتتكون من كروماتيدات شقيقة.
- تتكاثف الكروموسومات المتماثلة وتبدأ بتكوين أزواج بواسطة عملية الاقتران.

عملية الاقتران (هي عملية ارتباط كل كروموسومين متماثلين جيدا على امتداد طوليهما خلال الطور التمهيدي الأول)

- يحدث تبادل بين أجزاء الكروموسومات المتماثلة فيما يعرف ب العبور الجيني .
- تنتقل المريكزات إلى أقطاب الخلية المتقابلة .
- تتشكل خيوط المغزل وترتبط بالكروماتيدات الشقيقة عند القطع المركزية (السنترومير) .

٣- الطور الاستوائي الأول (I) ويتم فيه ما يلي :

- تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة عند خط استواء الخلية.
- ترتبط الخيوط المغزلة مع سنترومير كل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة .

ملحوظة : هنا تصطف الكروموسومات المتماثلة على شكل أزواج أما في الانقسام المتساوي تصطف الكروموسومات فرادى

٤- الطور الانفصالي الأول (I) ويتم فيه التالي :

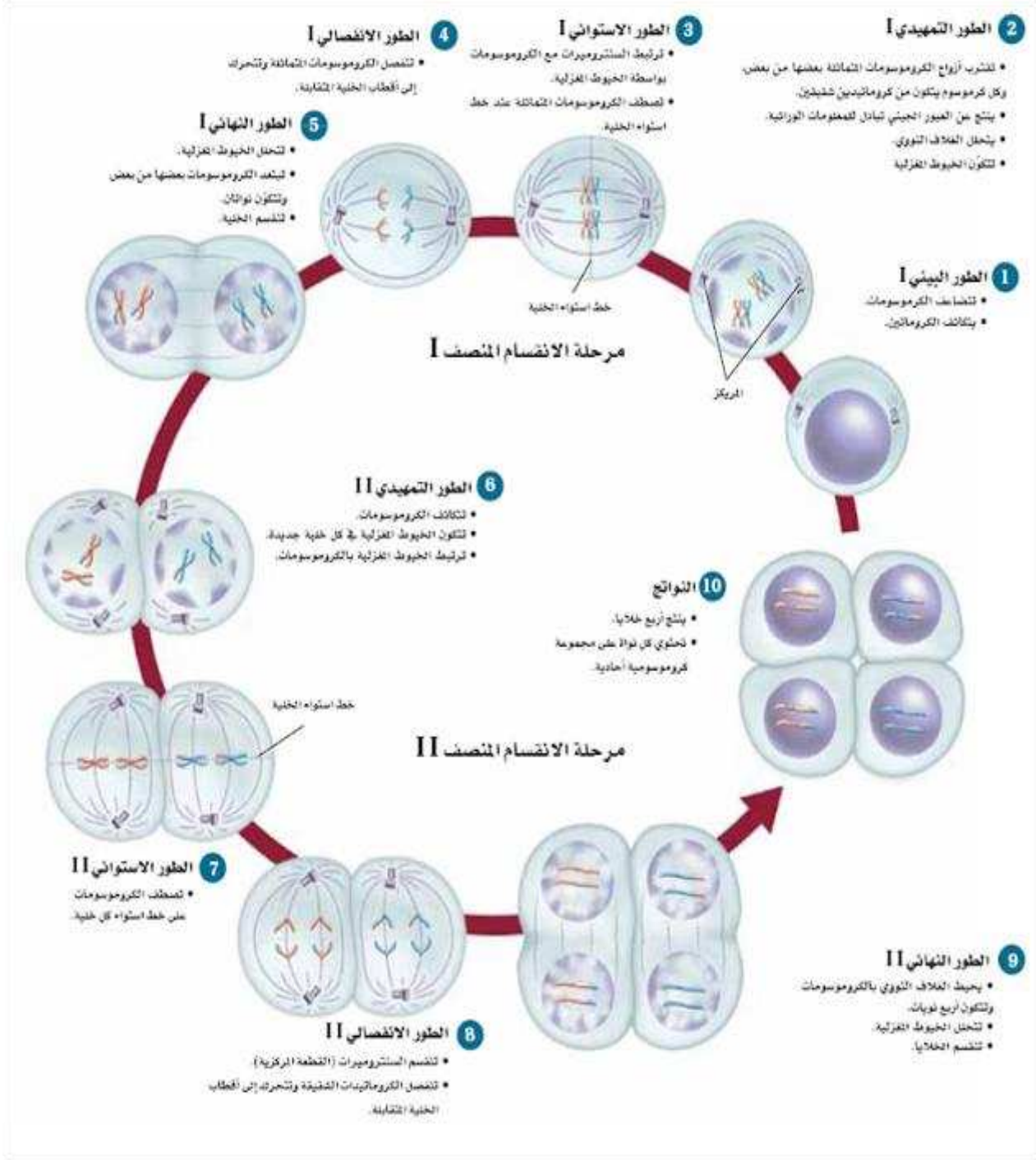
- تنفصل الكروموسومات المتماثلة ويتم سحب كل زوج بواسطة خيوط المغزل إلى القطب المقابل للخلية .
- لذا ينخفض عدد الكروموسومات ليصبح (n) بدلا من ($2n$) بعد انفصال الكروموسومات المتماثلة .

ملحوظة : هنا تنفصل الكروموسومات المتماثلة أما في الانقسام المتساوي تنفصل الكروماتيدات الشقيقة .

٥- الطور النهائي الأول (I) ويتم فيه التالي :

- تصل الكروموسومات المتماثلة المحتوية على الكروماتيدات الشقيقة إلى أقطاب الخلية المتقابلة .
- يصبح كل قطب من أقطاب الخلية يحتوي على زوج واحد فقط من أزواج الكروموسومات المتماثلة الأصلية .

ملحوظة : كل كروموسوم عند قطب الخلية يتكون من كروماتيدين شقيقين مرتبطين معا بواسطة السنترومير ولكن قد يكون الكروماتيدين الشقيقين غير متطابقين تماما بسبب عملية العبور الجيني التي تمت من قبل في الطور التمهيدي الأول.



لاحظ ما يلي :

- أثناء الطور النهائي الأول (I) تبدأ عملية انقسام السيتوبلازم مكونة تخرصر في الخلية الحيوانية وجدار خلوي في الخلية النباتية.
- بعد انقسام الخلية قد تمر الخلايا الناتجة بطور بيني قبل بداية الانقسام الثاني دون تضاعف DNA .
- في بعض الأنواع تصبح الكروموسومات غير ملتفة ويظهر الغشاء النووي ويعاد تشكيل النواة في أثناء الانقسام النهائي الأول (I)

ثانياً : الانقسام المنصف الثاني (II)

يشبه الانقسام المتساوي غير أن الخلية تدخل الانقسام ولديها نصف عدد الكروموسومات (n) ويمر بالأطوار التالية :

١. الطور التمهيدي الثاني (II) ويحدث فيه التالي :

- تتكثف الكروموسومات .
- يتشكل الجهاز المغزلي .

٢. طور الاستوائي الثاني (II) ويحدث فيه التالي :

تصطف الكروموسومات عند خط اتواء الخلية بواسطة خيوط المغزل.

٣. طور الانفصالي الثاني (II) ويحدث فيه التالي :

يتم سحب الكروماتيدات الشقيقة بعيدا عن بعضها تجاه أقطاب الخلية

٤. طور النهائي الثاني (II) ويتم فيه التالي :

يبدأ ظهور الغشاء النووي والنواة مرة أخرى

ملحوظة : في نهاية الانقسام المنصف الثاني ينقسم السيتوبلازم وينتج أربع خلايا أحادية العدد الكروموسومي (n) تسمى الأمشاج

أهمية الانقسام المنصف

- إنتاج الأمشاج في المخلوقات التي تتكاثر جنسيا .
- توفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية .
- الحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات في خلايا النوع .

عملية الانقسام المنصف تنتج التنوع

ينتج التنوع الوراثي عن الانقسام المنصف للأسباب التالية :

- ١- حدوث العبور الجيني في طور التمهيدي الأول .
- ٢- اتحاد الأمشاج بصورة عشوائية في عملية الإخصاب.
- ٣- الاصطفاف العشوائي للكروموسومات على خط استواء الخلية في نهاية الطور التمهيدي الأول ينتج عنه أربعة أمشاج ذات مجموعات كروموسومية مختلفة.

مقارنة بين الانقسام المتساوي والمنصف

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي هدانا لهذا الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

الوراثة المندلية وارتباط الجينات

كيف بدأت الوراثة ؟

الوراثة : هي انتقال الصفات إلى الجيل الاتي

عام ١٨٦٦ نشر العالم جريجو مندل أبحاثه المتعلقة بالوراثة وعملياتها الحسابية والتي أجراها على نبات البازلاء

كان مندل موفقا في اختيار نبات البازلاء لأنه يتميز بما يلي :

١- سهولة زراعته ونموه.

٢- إنتاجه المستمر لأبناء تحمل شكلا واحدا من الصفة.

٣- يسهل التحكم في طريقة تلقيحه (ذاتي – خلطي)

التلقيح الذاتي : هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) بمشيج مؤنث (بويضة) من الزهرة نفسها.

التلقيح الخلطي : هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) من زهرة نبات مع مشيج مؤنث (بويضة) من زهرة نبات اخر من نفس النوع.

علم الوراثة : هو علم يهتم بدراسة الصفات الوراثية وكيفية انتقالها من الالباء لأبناء.

ملحوظة : يعرف العالم مندل بأبي الوراثة (تتبع الصفات الوراثية المختلفة في نباتات البازلاء التي زرعتها ثم حلل نتائج تجاربه وكون فرضية تتعلق بتوارث الصفات)

توارث الصفات

* - لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات البازلاء تنتج أشكالا محددة من الصفة جيلا بعد جيل .

مثال : بعض السلالات تنتج بذورا خضراء دائما وبعضها ينتج بذورا صفراء دائما

* - قام مندل بعمل تلقيح خلطي بين السلالتين (عن طريق نقل حبوب اللقاح من زهرة نبات أخضر البذور إلى عضو التأنث في زهرة نبات أصفر البذور)

ملحوظة : أزال مندل الأعضاء المذكرة من زهرة النبات أصفر البذور لمنع حدوث التلقيح الذاتي

* - أطلق مندل على النبات أصفر وأخضر البذور إسم الالباء ورمز لها بالرمز (P)

الجيل الأول والجيل الثاني

١- عندما قام مندل بزراعة البذور الناتجة عن تزاوج الالباء كانت جميع الأبناء صفراء البذور (سمى الأفراد الناتجة هذه الجيل الأول) (F_1)

ملحوظة : صفة البذور الخضراء اختفت تماما في الجيل الأول

٢- قام مندل بزراعة أفراد الجيل الأول ذات البذور الصفراء ولقحها ذاتيا ثم فحص الأزهار الناتجة عن هذا التلقيح وسماها بالجيل الثاني (F_2)

٣- لاحظ مندل ظهور بذور صفراء وخضراء بنسبة ٣ : ١ على الترتيب.

٤- درس مندل سبع صفات مختلفة في نبات البازلاء وهي :

(لون البذور – لون الأزهار – لون القرون – شكل البذور وملمسها – شكل القرون – طول الساق – موقع الزهرة)

٥-لاحظ مندل أن جميع الأفراد الناتجة عن تزاوج أفراد الجيل الأول تظهر النسبة ٣ : ١

أزواج الجينات

استنتج مندل أنه لابد من وجود شكلين لصفة البذور في نبات البازلاء هما الأصفر والأخضر وكل شكل فيها مرتبط مع عامل آخر يسمى الجين المتقابل

الجين المتقابل : (هو الشكل البديل لجين مفرد ينتقل من جيل إلى آخر)

أي أن: جين البذور الصفراء وجين البذور الخضراء هما شكلان مختلفان لجين مسئول عن صفة واحدة هي لون البذور.

كذلك استنتج مندل أن : نسبة ٣ : ١ التي ظهرت في النتائج تدل على وجود الجينات المتقابلة في صورة أزواج في كل من النباتين .

أطلق مندل على شكل الصفة التي ظهرت في الجيل الأول إسم : الصفة السائدة (لون البذور الصفراء) وأطلق على شكل الصفة التي منعت من الظهور في الجيل الأول إسم : الصفة المتنحية (لون البذور الخضراء)

الصفة السائدة : هي الصفة التي تظهر في جميع أفراد الجيل الأول الناتجين من تزاوج فردين أبويين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.

الصفة المتنحية : هي الصفة التي تختفي تماما في أفراد الجيل الأول الناتجين من تزاوج فردين أبويين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.

السيادة

الجين السائد : هو الجين الذي يمنح الجين المقابل له من إظهار الصفة عند اجتماعهما معا

مثال : الجين المسئول عن صفة لون بذور البازلاء الصفراء

ملحوظة : يرمز للجين السائد بالحرف الأول من اسم الصفة كبير (جين البذور الصفراء Y)

الجين المتنحي : هو الجين الذي لا يظهر أي تأثير عند اجتماعه مع الجين السائد .

مثال : الجين المسئول عن صفة لون بذور نبات البازلاء الخضراء

ملحوظة : يرمز للجين المتنحي بنفس الحرف الأول لجين الصفة السائدة المقابلة ولكن صغير (جين البذور الخضراء y)

سؤال : متى يتحكم الجين المتنحي إذا في إظهار الصفة ؟

الجواب : عندما يجتمع مع جين متنحي آخر (أي يحكم الصفة جينين متنحيين).

الصفة النقية : هي الصفة التي يحكمها جينين متماثلين وقد تكون سائدة أو متنحية .

مثال : البذور الصفراء متماثلة الجينات (YY) – البذور الخضراء المتماثلة الجينات (yy)

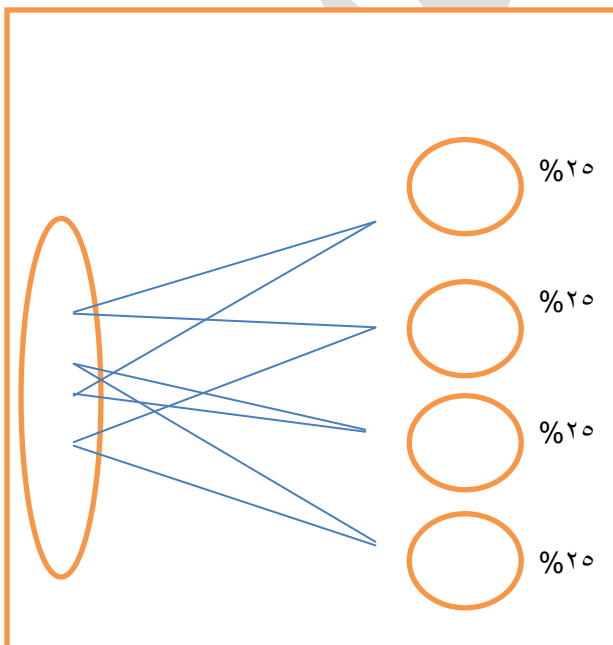
ملحوظة : في هذه الحالة يطلق على الفرد متماثل الجينات

الصفة الهجينة : هي الصفة التي يحكمها جينين مختلفين أحدهما سائد والآخر متنحي وهي لا تكون إلا سائدة .

مثال : صفة لون البذور الصفراء مختلفة الجينات (Yy)

ملحوظة : في هذه الحالة يطلق على الفرد غير متماثل الجينات.

الطرز الجيني والطرز الشكلي



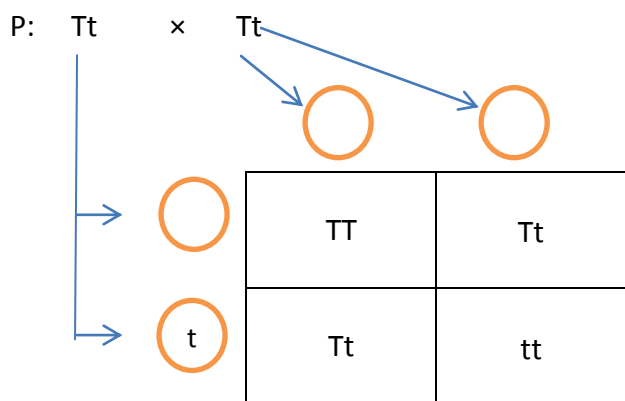
مربع بانيت

مربع يتم عمله لتوقع الأبناء المحتملين والناقلين عن تلقيح بين طرزين جينيين معروفين

أهميته : سهل تتبع الطرز الجينية المحتملة الناتجة عن التزاوج بين فردين أبويين

مربع بانيت والتلقيح الأحادي

كما بالشكل القدرة على ثني اللسان صفة سائدة ويرمز لها بالرمز (T) افترض أن كلا الوالدين يستطيع ثني لسانه وأنهما غير متماثلتي الجينات (Tt) فما الطرز المحتملة لأبنائهما؟

لاحظ مربع بانيت السابق

١- يتحدد عدد مربعات بانيت بعدد أنواع الجينات المختلفة التي ينتجها كل واحد من الفردين الأبويين (مربعين × مربعين) لأن كل فرد من الأبوين ينتج نوعين مختلفين من الأمشاج.

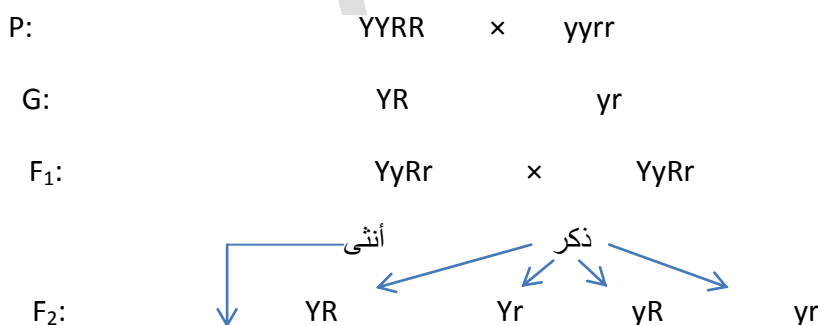
٢- توضع أمشاج الفرد المذكر أفقياً بينما توضع أمشاج الفرد المؤنث رأسياً .

٣- تكتب احتمالات اتحاد الجاميت المذكر مع الجاميت المؤنث داخل كل مربع .

٤- عدد الطرز الجينية داخل المربعات ٣ وهي :

tt (في مربع) - Tt (في مربعين) - TT (في مربع) أي بنسبة ١ : ٢ : ١

٥- نسبة الطرز الشكلية لصفة ثني اللسان من عدمه : ٣ : ١

مربع بانيت و التلقيح الثنائي

من خلال مربع بانيت المقابل نلاحظ أن نسبة الطرز الشكلية الناتجة هي:

٩ صفراء مستديرة إلى ٣ خضراء مستديرة إلى ٣ صفراء مجعدة إلى ١ خضراء مجعدة (٩ : ٣ : ٣ : ١)

وهي نفس النسبة التي حصل عليها مندل عندما أجرى هذا التلقيح عملياً

| | | | | |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| YR | YYRR أصفر مستدير | YYRr أصفر مستدير | YyRR أصفر مستدير | YyRr أصفر مستدير |
| Yr | YYRr أصفر مستدير | YYrr أصفر مجعد | YyRr أصفر مستدير | Yyrr أصفر مجعد |
| yR | YyRR أصفر مستدير | YyRr أصفر مستدير | yyRR أخضر مستدير | yyRr أخضر مستدير |
| yr | YyRr أصفر مستدير | Yyrr أصفر مجعد | yyRr أخضر مستدير | yyrr أخضر مجعد |

الاحتمالات في الوراثة

علم الوراثة هو علم مبني على الاحتمال لذلك قد لا تتطابق البيانات الحقيقية بدقة مع النسب المتوقعة (لذلك لم تكن نتائج مندل دقيقة من حيث الحصول على النسبة (٩ : ٣ : ٣ : ١) ومع ذلك فإن عدد كبير من الأبناء الناتجين عن التلقيح يطابقون النتائج المتوقعة من مربع بانيت .

التركيب الجينية الجديدة

(اتحاد الجينات الجديد الناتج عن العبور الجيني والتوزيع الحر)

حساب التراكيب الجينية المحتملة للجينات الناتجة عن التوزيع الحر : يمكن حسابها من القانون :

2^n : حيث (n) عدد أزواج الكروموسومات

مثال : يحتوي نبات البازلاء على سبعة أزواج من الكروموسومات لذا فإن التراكيب المحتملة هي : 2^7 (أي ١٢٨ تركيباً جينياً محتملاً)

ولما كان أي مشيج مذكر إحتمال أن يلقي أي مشيج مؤنث فإن عدد التراكيب المحتملة بعد عملية الإخصاب هي (128×128) أو ١٦,٣٨٤

مثال : عدد التراكيب المحتملة في الإنسان بعد حمولة الإخصاب ($2^{23} \times 2^{23}$) أي أكثر من ٧٠ ألف بليون .

ملحوظة : هذا العدد بخلاف التراكيب الجينية الجديدة الناتجة عن العبور الجيني

الارتباط الجيني

الجينات المرتبطة : (هي الجينات التي يقع بعضها قرب بعض على الكروموسوم نفسه)

ملحوظة : عادة ما تنتقل هذه الجينات مع بعضها ككتلة واحدة في أثناء تكوين الأمشاج (لذلك تعد الجينات المرتبطة استثناء من قانون مندل للتوزيع الحر)

لاحظ الشكل التالي :

ملحوظة : تمت دراسة ارتباط الجينات لأول مرة باستعمال حشرة ذبابة الفاكهة وأكدت الاف عمليات التلقيح أن الجينات المرتبطة تنتقل معا في أثناء عملية الانقسام المنصف

سؤال : هل الجينات المرتبطة تنتقل دائما ككتلة واحدة أثناء الانقسام المنصف ؟

الجواب : استنتج العلماء أن الجينات المرتبطة يمكن أن تنفصل بسبب حدوث العبور الوراثي .

الخرائط الكروموسومية

(يقصد بها : هي رسم تخطيطي يوضح ترتيب الجينات على الكروموسوم)

لاحظ ما يلي :

- ١- تم عمل الخرائط الكروموسومية باستعمال بيانات عملية العبور الجيني.
- ٢- تحدث عملية العبور الجيني في الجينات المتباعدة أكثر من الجينات المتقاربة.
- ٣- نشرت الخرائط الكروموسومية لأول مرة عام ١٩١٣ م باستعمال بيانات من الاف عمليات التلقيح التي تم اجرائها على ذبابة الفاكهة.
- ٤- لا تمثل نسب خريطة الكروموسوم المسافات الحقيقية على الكروموسوم ولكنها تمثل المواقع النسبية للجينات .
- ٥- إذا تكرر حدوث العبور الجيني أصبحت الجينات أكثر تباعدا .
- ٦- المسافات النسبية بين أزواج الجينات ترتبط بعدد مرات تكرار حدوث العبور الجيني بينها .
- ٧- تسمى وحدة القياس المستخدمة في تقدير المسافة بين موقع جينين على الكروموسوم الواحد بوحدة خريطة واحدة (وتسمح هذه بنسبة عبور مقدارها ١%)
- ٨- الجينات المتباعدة بصورة أكثر لها تكرار أكبر لحدوث العبور الجيني.

تعدد المجموعة الكروموسومية

(ويقصد بها : وجود مجموعة كروموسومية إضافية واحدة أو أكثر في المخلوق الحي)

ملحوظة : معظم أنواع المخلوقات الحية ثنائية المجموعة الكروموسومية.

المخلوق الحي ثلاثي المجموعة الكروموسومية مثلا يرمز له بالرمز () وتعني احتواءه على ثلاث مجموعات كروموسومية كاملة.

المخلوقات الحية وتعدد المجموعات الكروموسومية

في الحيوانات : نادر الحدوث (يحدث أحيانا في ديدان الأرض – الأسماك الذهبية)

في الإنسان : حدوثه يعد قاتلا ومميتا .

في النبات : واحد من كل ثلاث أنواع من النباتات الزهرية متعدد المجموعة الكروموسومية تقريبا ومن أمثلة ذلك :

| | |
|----|--------------|
| 6n | نبات القمح |
| 6n | نبات الشوفان |
| 8n | قصب السكر |

أهم ما يميز النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية : تمتاز بالقوة وكبر الحجم

الفصل الرابع : الوراثة البشرية والوراثة الجزيئية

الأنماط الوراثة المعقدة

لا تتبع الوراثة المعقدة الأنماط الوراثة التي وصفها مندل

السيادة الغير تامة

(هي حالة وراثية لا يسود فيها أحد الجين المتقابلين على الآخر ولكن يشترك الجينان معا في إظهار الصفة عند اجتماعهما معا)

ملحوظة : هذه الحالة الوراثة يشكل فيها الطراز الشكلي غير متماثل الجينات المتقابلة طرازا شكليا وسطا بين الطرازين الشكليين المتماثلين الجينات المتقابلة

مثال : وضع على أسس وراثية ناتج تزاوج نبات شب الليل أحمر الأزهار مع آخر أبيض الأزهار لكل من الجيل الأول والثاني ؟

الحل

P : RR × WW

G : R W

F₁ : RW × RW ١٠٠% وردية الأزهار

| | | | |
|------------------|---|----|----|
| F ₂ : | | R | W |
| | R | RR | RW |
| | W | RW | WW |

نسبة أفراد الجيل الثاني : أزهار حمراء (١) : أزهار وردية (٢) : أزهار بيضاء (١)

مثال : لون الأزهار في نبات شب الليل

الطرز الجينية والشكلية

(RR) نبات شب الليل أحمر الأزهار

(WW) نبات شب الليل أبيض الأزهار

(RW) نبات شب الليل وردي الأزهار

السيادة المشتركة

(هي نمط وراثي معقد فيه يظهر الجين الممتحي أثره عند اجتماعه مع الجين السائد المقابل له)

مثال : مرض أنيميا الخلايا المنجلية الوراثي

(مرض وراثي ينشأ نتيجة خلل في الجين المسئول عن تكوين بروتين خلايا الدم الحمراء (الهيموجلوبين) حيث يتحول شكل الخلايا من الشكل القرصي الطبيعي إلى الشكل المنجلي أو الهلالي حيث تتراكم في الأوعية الدموية الصغيرة مسببة غلق الدورة الدموية وعدم القدرة على نقل الأكسجين بشكل فعال)

الطرز الجيني والشكلي

CC : شخص سليم

Cc : شخص لديه خلايا طبيعية وخلايا منجلية في الوقت نفسه وهؤلاء الأشخاص يمكن أن يعيشوا حياة طبيعية

cc : شخص مريض

مرض أنيميا الخلايا المنجلية ومرض الملاريا

ملحوظة : يزيد جين مرض أنيميا الخلايا المنجلية من مقاومة الجسم لمرض الملاريا في الأشخاص غير متماثلتي الجينات .

لذلك : يلجأ سكان المناطق التي ينتشر فيها مرض الملاريا إلى العيش والتزاوج من هؤلاء الأفراد لنقل الصفة إلى أبنائهم ليصبحوا مقاومين للمرض وهذا هو السبب الرئيسي في زيادة انتشار المرض في إفريقيا.

الجينات المتعددة المتقابلة

(هي حالة وراثية فيها يتحكم في الصفة أكثر من جينين متقابلين في جميع أفراد النوع غير أن الفرد لا يرث من أبويه سوى جينين اثنين فقط)

أمثلة :- وراثه فصائل الدم في الإنسان -- وراثه لون الفراء في الأرانب

فصائل الدم في الإنسان

A , B , AB , O هي أربع فصائل للدم في الإنسان يتحكم فيها ثلاث جينات هي : I^A , I^B , i

ملحوظة : فصائل الدم تعد مثالا على كل من : السيادة التامة وانعدام السيادة والجينات المتعددة المتقابلة

I^A , I^B سائدين على الجين i

I^A , I^B بينهما سيادة مشتركة

الطرز الجينية والمظهرية :

(٤ طرز شكلية يقابلها ٦ طرز جينية)

$I^A I^A$, $I^A i$ (الفصيلة A)

$I^B I^B$, $I^B i$ (الفصيلة B)

$I^A I^B$ (الفصيلة AB)

ii (الفصيلة O)

الأمشاج المحتملة للأب



$I^A I^A$

$I^A I^B$

$I^A i$

$I^A I^B$

$I^B I^B$

$I^B i$

$I^A i$

$I^B i$

ii

عامل ريزيس (Rh)

(هو بروتين في الدم سمي على اسم القرد الريزيبي الذي

أجريت عليه الدراسات)

ملحوظة : يورث هذا العامل من الاباء إلى الأبناء

أنواعه : يوجد منه نوعين هما : Rh^- (متحي) - Rh^+ (سائد)

لون الفراء في الأرنب : تسيطر أربع جينات على لون الفراء في الأرنب وهي :-

C , C^{ch} , c^h , c تظهر تسلسلا سياديا كالتالي : $C > C^{ch} > c^h > c$ أي أن :

C (جين اللون كامل) سائد على C^{ch} (الشانشيلا) سائد على c^h (الهيمالايا) سائد على c (الأمهق)

الطرز الجينية والشكلية : (٤ طرز شكلية يقابلها ١٠ طرز جينية)

ملحوظة : يظهر المزيد من ألوان الفراء بسبب التفاعل بين جين لون الفراء وجينات أخرى

| الطرز الجيني | لطرز الشكلي |
|--------------------------------------|-------------|
| $CC - Cc^{ch} - Cc^h - Cc$ | اللون كامل |
| $C^{ch}C^{ch} - C^{ch}C^h - C^{ch}C$ | الشانشيلا |
| $C^hC^h - C^hC$ | الهيمالايا |
| cc | الأمهق |

تفوق الجينات

(هي حالة وراثية فيها يخفي جين متحي اثار جين اخر سائد)

مثال : لون الشعر في كلاب اللابرادور

ملحوظة : يتحكم في الصفة مجموعتين من الجينات المتقابلة هي :

الجين السائد E : يحدد ما إذا كان الشعر ذو لون أسود أم لا - والجين السائد B

الطرز الجينية والمظهرية

| الطرز الجينية | الطرز الشكلي | الصبغ |
|---------------|--------------|-------------------------------------|
| $E-B-$ | أسود | يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب |
| $E-bb$ | بني | |
| $eeB-$ | أصفر | لا يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب |
| $eebb$ | أبيض | |

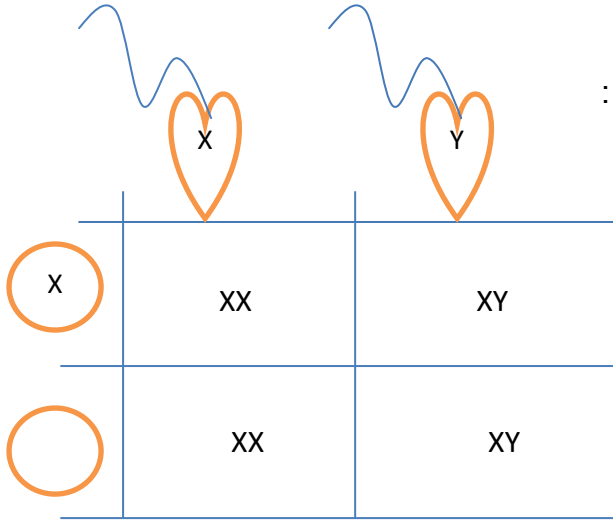
تحديد الجنس

- تحتوي كل خلية في جسمك على ٤٦ كروموسوم (٢٣ زوج) ماعدا الأمشاج تحتوي على نصف هذا العدد .

- ٢٢ زوج من هذه الكروموسومات تسمى الكروموسومات الجسمية .

- الزوج الثالث والعشرون يسمى الكروموسومان الجنسيان وهما يحددان جنس الفرد حيث يكونان متشابهان في الأنثى ويرمز لهما بالرمز (XX) ويكونان مختلفان في الذكر ويرمز لهما بالرمز (XY) .

- يتحدد جنس الأبناء بنوع الحيوان المنوي الذي يخصب البويضة كالتالي :



| | | |
|---|----|----|
| | X | Y |
| X | XX | XY |
| X | XX | XY |

الاتحاد العشوائي للحيوان المنوي والبويضة

يؤدي إلى نسبة ١:١ للذكور والإناث تقريبا

تعويض الجرعة

- لأنثى الإنسان ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية وزوج من الكروموسومات الجنسية متشابه X
- لدى الذكور ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية وكروموسومان جنسيان مختلفان X , Y .
- الكروموسوم X كبير ويحمل عددا من الجينات المختلفة اللازمة لنمو الذكور والإناث مقارنة بالكروموسوم Y الصغير والذي يحمل جينات مرتبطة بتطور الصفات الذكرية بشكل أساسي .
- وحيث أن لدى الأنثى كروموسومان جنسيان X لذا تبدو أن لديها جرعتين من كروموسوم X في حين يوجد لدى الذكر جرعة واحدة ولموازنة الفرق في الجرعة بين الذكر والأنثى يتوقف أحد X عن العمل في كل خلية جسمية في جسم الأنثى عن العمل فيما يعرف بتعويض الكروموسومان
- الجرعة (تعطيل الكروموسوم X) .

ملحوظة: تعطل الكروموسوم X في جميع خلايا جسم الإناث يتم بشكل عشوائي .

يحدث تعويض الجرعة في جميع الثدييات.

مثال: لون الفراء في قطط الكاليكو (البقع السوداء ناتجة عن تعطل X الحامل لجين اللون البرتقالي بينما اللون البرتقالي ناتج عن تعطل كروموسوم

كروموسوم X الحامل لجين اللون الأسود)

أجسام بار

جسم بار: (هو كروموسوم X المعطل داخل خلايا جسم الإناث فقط)

ملحوظة: في عام ١٩٤٩ اكتشف العالم موري بار تركيبا كثيفا أسود اللون في النواة في إناث قطط الكاليكو سمي فيما بعد جسم بار.

يوجد جسم بار في إناث البشر .

الصفات المرتبطة بالجنس

(هي الصفات التي تكون جيناتها محمولة على الكروموسوم الجنسي X)

ملحوظة : يتحكم في الصفة المرتبطة بالجنس جين واحد فقط في الذكر (لأن لديه كروموسوم جنسي واحد X) بينما في الأنثى يتحكم في

الصفة جينين (لأن الأنثى لديها كروموسومان جنسيان X)

لذلك : فإن الصفة المتنحية المرتبطة بالجنس تكون في الذكور أكثر من الإناث لاحتمال أن يكون الجين الثاني في الأنثى سائد فيخفي أثر الجين المتنحي

أمثلة على صفات مرتبطة بالجنس

١- عمى اللونين الأخضر والأحمر (صفة متنحية مرتبطة بالجنس)

الشخص المصاب بهذا المرض لا يستطيع التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر

الطرز الجيني والمظهري للصفة

| في الذكر | في الأنثى |
|-----------------|---------------------------|
| ذكر سليم X^BY | أنثى سليمة X^BX^B |
| ذكر مصاب X^bY | أنثى مصابة X^bX^b |
| | أنثى حاملة للمرض X^BX^b |

ملحوظة : في هذه الحالة يرث المولود الذكر الصفة من أمه بينما المولودة الأنثى ترث الصفة من كلا الأبوين.

* وضح على أسس وراثية ناتج تزاوج رجل سليم من مرض عمى الألوان بامرأة حاملة للمرض؟

| | | | |
|------------------|----------|--------|----------|
| P : | X^BY | x | X^BX^b |
| G : | X^B | | |
| F ₁ : | | | |
| | X^BX^B | X^BY | |
| | X^BX^b | X^bY | |

٢- مرض نزف الدم (هيموفيليا) :

سبب المرض : جين متنحي على الكروموسوم الجنسي X حيث يسبب وجوده نقص في بروتين تجلط الدم.

ملحوظة : الشخص المصاب بهذا المرض يظل ينزف لساعات طويلة حتى لو أصيب بجرح بسيط

تم اكتشاف البروتين المسئول عن تجلط الدم في القرن العشرين وكان يعطى للمصابين بالمرض لمنع وفاتهم في أعمار مبكرة.

شجرة النسب

الصفات المتأثرة بالجنس

هي حالة وراثية تكون جيناتها على الكروموسومات الجسمية ولكنها تتأثر بالجنس حيث تكون سائدة في أحد الجنسين ومتحية في الجنس الآخر
مثال : صفة الصلع (سائدة عند الرجال ومتحية عند النساء) --- لأن الهرمونات الذكرية ضرورية لظهور الصفة.

الطرز الجيني والمظهري

| الطرز الجيني | الطرز المظهري |
|--------------|--------------------------|
| BB | ذكر أصلع -- أنثى صلعاء |
| Bb | ذكر أصلع -- أنثى طبيعية |
| bb | ذكر طبيعي -- أنثى طبيعية |

* وضح على أسس وراثية ناتج تزاوج رجل وامرأة كلاهما تركيبه الجيني Bb بالنسبة ؟

أنثى طبيعية × ذكر أصلع P :

Bb × Bb

| | B | b |
|---|---|---|
| B | | |
| b | | |

| | | |
|---|----|----|
| B | BB | Bb |
| b | Bb | bb |

صفات متعددة الجينات

(هي الصفات التي تنشأ من التفاعل بين العديد من أزواج الجينات)

أمثلة : لون الجلد - طول القامة - لون العيون - نمط بصمة الأصابع

ملحوظة : عند رسم منحنى تكرار عدد الجينات المتقابلة للصفات المتعددة الجينات يظهر منحنى يشبه الجرس (أي أن الطرز الشكلية في الوسط تكون أكثر من الطرز الشكلية على الأطراف.

التأثيرات البيئية

للبيئة تأثير في الطرز الشكلي للفرد

مثال : الإصابة بمرض القلب : - يمكن أن تورث القابلية للإصابة بهذا المرض كما تساهم العوامل البيئية في الإصابة مثل (الغذاء والرياضة)

بعض العوامل البيئية الأخرى التي تؤثر في الطرز الشكلي

أشعة الشمس - الماء - درجة الحرارة

* أشعة الشمس والماء

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| عندما تكون أشعة الشمس غير كافية | لا تحمل معظم النباتات الزهرية أزهار |
| عند نقص الماء | تفقد العديد من النباتات أوراقها |

* درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة في التعبير الجيني ---- مثال : لون الفراء في القطط السيامية

| | |
|---|--|
| ذيل القطة وأقدامها وإذانها وأنفها غامقة اللون | لأن هذه المناطق من جسم القطة تقل درجة حرارتها عن درجة حرارة معظم الجسم (أي أن الجين المسئول عن إنتاج لون الصبغة في جسم القطة السيامية يعمل تحت ظروف البرودة) |
| باقي لون جسم القطة فاتح | لأنها مناطق أكثر دفئاً فتعمل درجة الحرارة العالية على تثبيط إنتاج الصبغة فتكون أفصح لونا) |

دراسات حول التوائم

* التوائم المتطابقة متماثلة وراثيا (أي أن كلا التوأمين المتطابقين يحصلان على الصفة نفسها)

* استنتج العلماء أن الصفات التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة بشكل جزئي على الأقل .

* كما يعتقد العلماء أن الصفات التي تظهر بشكل مختلف في التوائم المتطابقة تتأثر بشكل كبير بالبيئة .

* نسبة التوائم الذين يظهرون معا صفة معينة تسمى نسبة التوافق (لاحظ الشكل التالي).

* يبين الشكل الفروق الكبيرة بين التوائم الشقيقة والمتطابقة من حيث التأثير بالوراثة .

الكروموسومات والوراثة في الإنسان

دراسات المخطط الكروموسومي

المخطط الكروموسومي : (هو صورة مجهرية لأزواج الكروموسومات مرتبة بشكل متناقص في الطول)

ملحوظة : * يتم عمل المخطط الكروموسومي باستعمال صور للكروموسومات المصبوغة خلال الطور الاستوائي حيث توضح الشرائط المصبوغة الأماكن المتطابقة على الكروموسومات المتشابهة .

* يتكون المخطط الكروموسومي للإنسان من ٢٣ زوج من الكروموسومات سواء كان للذكر أو الأنثى.

* ال ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية تكون متطابقة في حين لا يتطابق زوج الكروموسومات الجنسية .

القطع النهائية (التيلوميرات)

(هي قطع واقية من DNA مرتبط مع البروتين تغطي أطراف الكروموسومات)

وظيفة القطع النهائية (التيلوميرات)

١- تعمل واقيا يحمي تركيب الكروموسوم ٢- هي الجزء اللازم لتضاعف DNA

٣- اكتشف العلماء أنه قد يكون للقطع النهائية دور في كل من الشيخوخة والسرطان .

عدم انفصال الكروموسومات

(هو الانقسام الخلوي الذي تفشل فيه الكروماتيدات الشقيقة في الانفصال بعضها عن بعض بصورة صحيحة)

ملحوظة : يحدث أحيانا عدم الانفصال خلال الانقسام المنصف الأول أو الثاني

* الأمشاج الناتجة لا تحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات

* عندما يلحق أحد هذه الأمشاج مشيجا اخر فإن النسل الناتج لا يحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات .

* عدم الانفصال يمكن أن يؤدي إلى نسخ إضافية لكروموسوم معين أو نسخة واحدة فقط من كروموسوم معين .

* الحصول على مجموعة من ثلاث كروموسومات من النوع نفسه يسمى ثلاثية المجموعة الكروموسومية أما الحصول على كروموسوم واحد فيسمى أحادية المجموعة الكروموسومية .

ملحوظة : يمكن أن يحدث عدم الانفصال في أي مخلوق تتكون أمشاجه بواسطة الانقسام المنصف .

مثال على الاختلالات الوراثية الناتجة عن عدم انفصال الكروموسومات الجسمية

متلازمة داون

سببها : إضافة كروموسوم إلى زوج الكروموسومات رقم ٢١ (٣ كروموسومات بدلا من ٢)

الأعراض :

خصائص مميزة للوجه

قوام قصير

تخلف عقلي

ملحوظة : تزداد نسبة الأطفال المولودين بمتلازمة داون مع ازدياد عمر الأم

(خطر الإصابة يزداد بنسبة ٦% في الأمهات الاتي تزيد أعمارهن عن ٤٥ سنة أو أكثر)

عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية : لاحظ الجدول التالي

ملحوظة : الفرد المصاب بمتلازمة تيرنر يملك كروموسوم جنسي واحد فقط (تنتج هذه الحالة عن تلقيح مشيج خال من الكروموسوم X)

الفحص الجنيني

يتم عمل فحوصات مختلفة لمراقبة كل من الأم والجنين في الحالات التالية :

١- الأزواج الذين يشكون أنهم ربما يكونون ناقلين لاختلال وراثي معين .

٢- الأزواج الكبار في العمر .

ملحوظة : على الأطباء أن يراعوا الكثير من العوامل قبل إجراء هذه الفحوصات من أهمها : المشكلات الصحية السابقة للأم والجنين كذلك

المادة الوراثية DNA

اكتشاف المادة الوراثية

* عرف العلماء أن المعلومات الوراثية محمولة على الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة .

* أهم مكونين للكروموسومات هما DNA والبروتين . (فأَيُّ منهما يعد المادة الوراثية ؟)

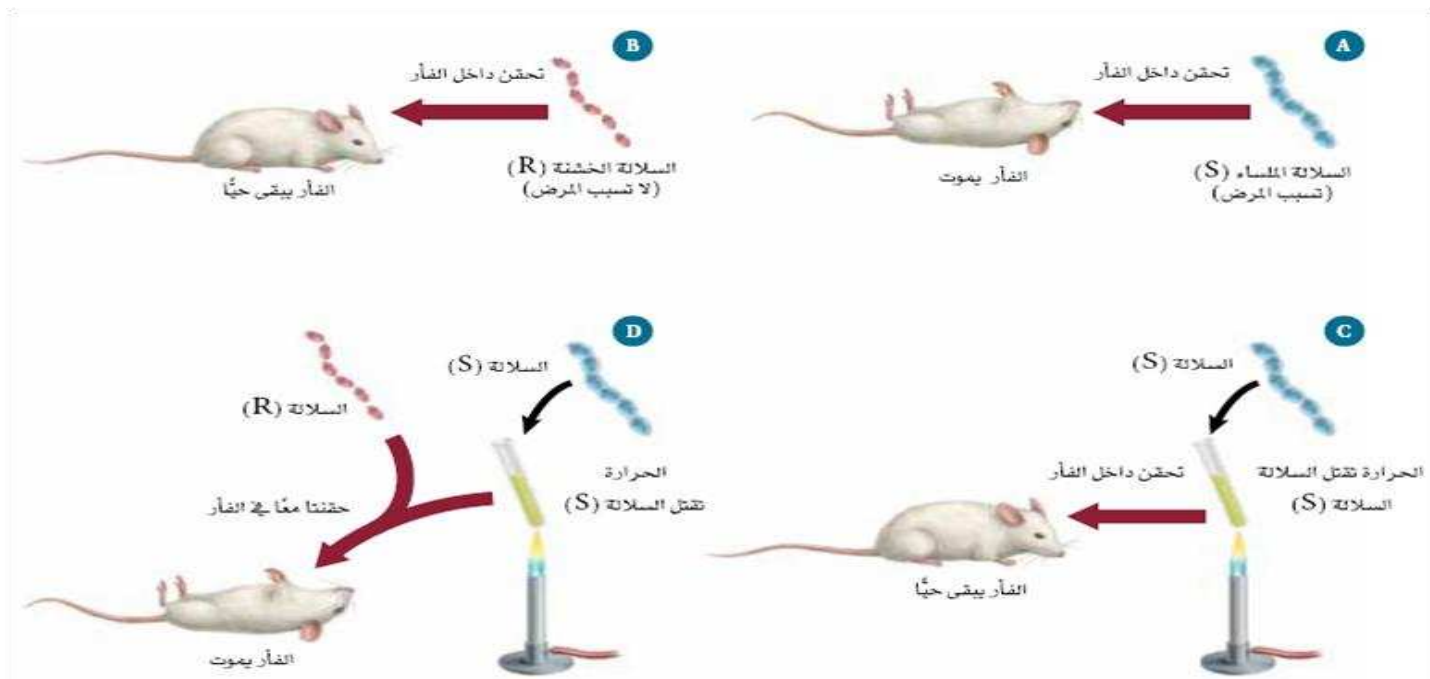
تجارب العالم جريفت : أجرى أول تجربة لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية عام ١٩٢٨

أجرى العالم فريدريك جريفت تجاربه على سلالتين من البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي هما :-

| السلالة (R) | السلالة (S) |
|-------------------------|-------------------|
| ليس لها غلاف من السكر | لها غلاف من السكر |
| خشنة | ملساء |
| لا تسبب الالتهاب الرئوي | تسبب التهاب الرئة |

ملحوظة : لاحظ العالم جريفت أن أحد السلالتين يمكنها أن تتحول إلى الشكل الآخر

خطوات التجربة التي أجراها جريفت



| النتيجة | الخطوة |
|--------------------------|--|
| ماتت الفئران | تم حقن الفئران بسلالة (S) الحية المسببة للمرض |
| لم تمت الفئران | تم حقن الفئران بسلالة (R) الحية والتي لا تسبب المرض |
| لم تمت الفئران | تم قتل السلالة (S) حرارياً وحقن الفئران بها |
| ماتت الفئران | تم خلط خلايا (S) الميتة مع خلايا (R) حية وحقنت بها الفئران |
| لوحظ الصفة الملساء عليها | عزل جريفت خلايا بكتيرية حية من الفئران الميتة وعند فحصها |

الملاحظة : العامل المسبب للمرض انتقل من البكتيريا الميتة (S) إلى البكتيريا الحية (R)

الاستنتاج : حدث تحول من البكتيريا الحية (R) إلى البكتيريا الحية (S)

ملحوظة : أرست هذه التجربة مرحلة البحث لمعرفة المادة المسببة للمرض

تجارب العالم هيرشي وتشيس

وفرت نتائج هيرشي وتشيس عام ١٩٥٢ الدليل على أن DNA هو عامل التحول

أجرى العالمان هيرشي وتشيس تجاربهما على فيروس اكل البكتيريا (نوع من الفيروسات يهاجم البكتيريا)

العوامل التي جعلت تجارب هيرشي وتشيس ملائمة لإثبات أن (DNA) هو المادة الوراثية

١- فيروس اكل البكتيريا المستعمل في التجربة يتكون من DNA والبروتين فقط.

٢- لا تستطيع الفيروسات أن تتضاعف بنفسها لذلك يجب أن تحقن الفيروسات مادتها الوراثية داخل خلايا حية لتتمكن من التكاثر.

لذلك : وسما هيرشي وتشيس كلا من مكوني الفيروس (DNA والبروتين) ليحددا أي مكون يحقن داخل البكتيريا فيكون هو المادة الوراثية

ملحوظة : يدخل الفوسفور في تكوين DNA ولا يدخل في تكوين البروتين بينما يدخل الكبريت في تكوين البروتين ولا يدخل في تكوين DNA

خطوات التجربة

١- حقن العالمان مجموعة من الفيروسات بالفوسفور المشع (^{32}P) الذي يدخل في تكوين ال DNA (المجموعة ١)

٢- وحققنا مجموعة أخرى من الفيروسات بالكبريت المشع (^{35}S) الذي يدخل في تكوين البروتين (المجموعة الثانية).

٣- سمحا لمجموعتي الفوسفات بمهاجمة البكتيريا.

ملحوظة : عندما تهاجم الفيروسات البكتيريا فإنها تلتصق على السطح الخارجي لها وتحقن مادتها الوراثية داخلها

٤- بدأ هيرشي وتشيس في تفحص مجموعتي البكتيريا ولاحظا التالي :

| المجموعة | الملاحظة | الاستنتاج |
|---------------|---|---|
| الأولى (١) | وجدا DNA الفيروسي المحقون بالفسفور المشع تم حقنه داخل البكتيريا وأن الفيروسات التي انطلقت من البكتيريا المصابة بعد فترة من الزمن تحتوي على ^{32}P (فسفور مشع) | DNA هو حامل المعلومات الوراثية |
| الثانية (٢) | وجدا أن البروتين الموسوم بالكبريت المشع (^{35}S) ظل خارج الخلايا البكتيرية وقد حدث تضاعف للفيروسات داخل الخلايا البكتيرية مما يشير إلى أن المادة الوراثية المسؤولة عن التضاعف دخلت إلى الخلايا البكتيرية | هذا أيضا يؤكد أن DNA هي المادة الوراثية وليس البروتين |

٥- استنتج كلا من هيرشي وتشيس اعتمادا على نتائجهما أن DNA هو المادة الوراثية ووفر المعلومات المطلوبة لبناء فيروسات جديدة وهي التي تنتقل من جيل إلى جيل في الفيروسات.

ملخص نتائج هيرشي وتشيس

تركيب DNA

* يتكون DNA من وحدات تسمى النيوكليوتيدات (النيوكليوتيدات هي وحدات بناء الأحماض النووية).

* حدد عالم الكيمياء الحيوية ليفن التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات والتي تتكون من :

١- سكر خماسي الكربون ٢- مجموعة فوسفات ٣- قاعدة نيتروجينية

ملحوظة : الحمضان النوويان الأساسيان في الخلية هما : DNA _ RNA

الفرق بين نيوكليوتيدة DNA ونيوكليوتيدة RNA

| نيوكليوتيدة RNA | نيوكليوتيدة DNA |
|--|---|
| تحتوي على سكر الرايبوز | تحتوي على سكر رايبوز منقوص الأكسجين |
| تحتوي على مجموعة فوسفات | تحتوي على مجموعة فوسفات |
| تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينية هي : الأدينين – الجوانين – <u>اليوراسيل</u> – السايروسين | تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينية هي : الأدينين – الجوانين – <u>الثيامين</u> – السايروسين |

القواعد النيتروجينية

قواعد البريميدين

(أحادية الحلقة)

تضم كلا من : السيتوسين (C) واليوراسيل (U) والثيامين (T)

قواعد البورين

(ثنائية الحلقة)

تضم كلا من : الأدينين (A) والجوانين (G)

محاولات التعرف على شكل وتركيب جزيء DNA

(العالم موريس ويلكنز)

إستخدم تقنية تشتت الأشعة السينية (وهي تقنية تصويب الأشعة السينية على جزيء DNA)

(العالم روزالند فرانكلين)

إلتقطت الصورة ٥١ المشهورة الآن لجزيء DNA وجمعت بيناتها التي بينت أن :

(جزيء DNA حلزوني مزدوج أو على شكل سلم ملتوي مكون من شريطين من النيوكليوتيدات ملتف أحدهما حول الآخر)

هو المادة الوراثية لجميع المخلوقات الحية وهو مكون من شريطين من النيوكليوتيدات

ملحوظة : جزيء DNA أحدهما مكمل للآخر ومزدوجين

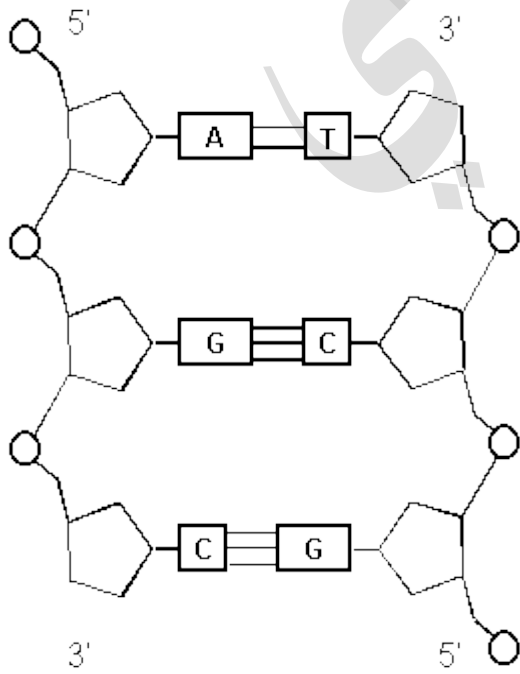
بدقة وملتقين ليكونا لولبا مزدوجا

(العالمان واطسون وكريك)

استخدما صورة فرانكلين لتشتت الأشعة السينية وقاسا معا عرض اللولب والمسافات بين القواعد وقاما ببناء نموذج مزدوج للولب يتوافق مع أبحاث الآخرين.

خصائص نموذج لولب واطسون وكريك

١ - DNA من شريطين يتكونان من رايبوز منقوص الأكسجين وفوسفات بشكل متبادل. يتكون جزيء



٢- يرتبط كلا من السايكوسين والجوانين معا بثلاث روابط هيدروجينية .

٣- يرتبط الثيامين والأدينين معا بواسطة رابطتين هيدروجينيتين

تركيب DNA

* يشبه جزيئ DNA سلم ملتوي حيث يمثل حاجز الحماية للسلم السكر المنقوص

الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل

* تشكل أزواج القواعد النيتروجينية درجات هذا السلم

ملحوظة : دائما ترتبط قاعدة بيورين ثنائية مع قاعدة بريميدين أحادية وينتج عن هذا :

١- يظل بعد حاجزي الحماية عن بعضهما ثابت (هيكل سكر الفوسفات)

٢ - عدد قواعد البيورين يساوي عدد قواعد البريميدين في نودج DNA

$$(A = T \text{ و } C = G) \text{ ----- } (C + T = G + A)$$

* يستعمل ازدواج القواعد التكاملي لوصف الارتباط الدقيق بين قواعد البيورينات

والبريميدينات بين شريطي الحمض النووي

ملحوظة : * خاصية تضاعف جزيئ DNA يمكن من خلالها أن يحدد الشريط الأصلي ترتيب القواعد في الشريط الجديد

* شريطي DNA متعاكسين بالنسبة لبعضهما البعض (يكون اتجاه أحد الشريطين ٥⁻ إلى ٣⁻ والاخر في الاتجاه ٣⁻ إلى ٥⁻)

وهذا يجعل القواعد النيتروجينية متقابلة فتتمكن من الازدواج

تركيب الكروموسوم

في بدائية النواة : يوجد جزيئ DNA في السيتوبلازم ويتكون من :

- حلقة من DNA - بروتينات مرتبطة

في حقيقية النواة : يتكون جزيئ DNA في الخلايا حقيقية النواة كالتالي :

- يكون على صورة كروموسومات منفردة (يتراوح طول الكروموسوم بين ٥١ مليون إلى ٢٤٥ مليون زوج من القواعد النيتروجينية)

- يلتوي شريط DNA بشدة حول مجموعة من البروتينات شبيهة بالخرز تسمى الهستونات.

- تنجذب بروتينات الهستون الموجبة الشحنة نحو مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة في جزيئ DNA لتشكل جسيما نوويا (نيوكليوسوم)

- تتجمع النيوكليوسومات معا لتكون ألياف كروماتينية .

- تلتوي الألياف الكروماتينية بشدة لتكون تركيب DNA المعروف

تضاعف DNA شبه المحافظ

إقترح كلا من واطسون وكريك طريقة تضاعف DNA الشبه محافظ حيث :

ينفصل شريطا جزئي DNA الأصليان ويستعملان كقوالب حيث ينتج شريطين جديدين من DNA كل شريط مزدوج جديد مكون من شريط مفرد أصلي وآخر جديد وذلك خلال الطور البيئي للانقسام المتساوي أو المنصف.

مراحل التضاعف الشبه محافظ : يتم على ثلاث مراحل متتالية هي :-

- فك الالتواء الحلزوني - ازدواج القواعد النيتروجينية - الارتباط

فك الالتواء : تتم عملية فك الالتواء وفق الخطوات التالية :-

1- يقوم إنزيم فك حلزونة DNA بفك التواء وفصل شريطي DNA عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد

النيتروجينية فتتشكل أشرطة مفردة من DNA

٢- ترتبط مجموعة من البروتينات تسمى البروتينات المرتبطة بأشرطة DNA المفردة للإبقاء على الأشرطة منفصلة عن بعضها البعض خلال عملية التضاعف.

٣- يضيف إنزيم آخر يسمى إنزيم بدء RNA قطعة صغيرة من RNA تسمى بداية RNA إلى شريط DNA .

ازدواج القواعد النيتروجينية وتتم وفق الخطوات التالية :

1- يعمل إنزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات الملائمة إلى الشريط الجديد من DNA (حيث يضيف نيوكليوتيدات جديدة إلى الطرف

٣- للشريط الجديد)

ملحوظة : كل قاعدة ترتبط بالمكملة لها (ترتبط القاعدة A مع القاعدة T والقاعدة C مع القاعدة G)

٢- بهذه الطريقة تسمح القوالب بإنتاج نسخا متطابقة لجزيئ DNA الأصلي الحلزوني المزدوج.

لاحظ ما يلي

يتم بناء شريطي DNA الجديدين بشكل مختلف قليلا كالتالي :-

الشريط الرئيسي : ويصنع بشكل متواصل ومستمر في الاتجاه ٥' إلى الاتجاه ٣' (بإضافة نيوكليوتيدات جديدة إلى الطرف ٣')
 الشريط الثانوي : ينمو بعيدا عن الشريط الرئيسي وعلى شكل قطع تسمى قطع أوكازاكي باستعمال إنزيم بلمرة DNA وفي الاتجاه من ٣' إلى الطرف ٥' ثم تربط هذه القطع لاحقا بواسطة إنزيم ربط.
 ملحوظة : طول قطعة أوكازاكي من ١٠٠ : ٢٠٠ نيوكليوتيدة في الخلية حقيقية النواة .

سمى هذا بالتضاعف الشبه محافظ لأن أحد الشريطين يصنع بشكل مستمر والآخر يصنع بشكل متقطع

عملية الربط تتم هذه العملية وفق الخطوات التالية :

- * تضاعف DNA في الخلية حقيقية النواة يبدأ عادة في أماكن عدة على طول الكروموسوم
- * عندما يصل إنزيم بلمرة DNA إلى موقع بدء RNA فإنه يزيل جزيئ بدء RNA ويستبدله بنيوكليوتيدة DNA .
- * يقوم إنزيم الربط ل DNA بربط الجزيئين معا .

DNA و RNA والبروتين

المبدأ الأساسي

المبدأ الأساسي اللازم لقراءة الجينات والتعبير عنها هو إنتاج جزيئ RNA من جزيئ DNA الذي يوجه عملية بناء البروتين

جزيئ RNA هو جزيئ يشبه جزيئ DNA غير أنه يختلف عنه فيما يلي :

| جزيئ RNA | جزيئ DNA |
|--|---|
| يدخل في تكوينه سكر الرايبوز | يدخل في تكوينه سكر الرايبوز منقوص الأكسجين |
| يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية : الأدينين – الجوانين – اليوراسيل – السيتوسين | يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية : الأدينين – الجوانين – الثيامين – السيتوسين |
| شريط مفرد | شريط مزدوج |

أنواع جزيئ RNA

يوجد ثلاث أنواع من RNA تختلف في شكلها ووظائفها كالتالي :

| الاسم | mRNA الرسول | rRNA الرايبوسومي | tRNA الناقل |
|---------|--|--------------------------------------|--|
| الوظيفة | يحمل المعلومات الوراثية من DNA في النواة ليوجه بناء البروتين في السايئوبلازم | يرتبط مع البروتين لبناء الرايبوسومات | ينقل الأحماض الأمينية من السايئوبلازم إلى الرايبوسومات |
| الشكل | | | |
| التركيب | أشرطة طويلة من نيوكليوتيدات RNA تنتج مكملة لشريط من DNA | نوع من RNA يرتبط بالبروتين | قطع صغيرة من نيوكليوتيدات RNA |

بناء البروتين : تتم عملية بناء البروتين على مراحل كالتالي

عملية النسخ

(هي عملية نسخ شفرة بناء البروتين من على جزيئ DNA إلى جزيئ mRNA في النواة)

ملحوظة : ينتقل بعد ذلك جزيء mRNA إلى السايٲوبلازم من أجل صناعة البروتين عن طريق الرايبوسومات

خطوات عملية النسخ

- ١- ينفك شريط DNA في النواة ويرتبط به إنزيم بلمرة RNA الذي ينظم عملية بناء RNA في منطقة محددة يبدأ عندها بناء RNA
- ٢- يبدأ إنزيم بلمرة RNA ببناء mRNA حيث يتحرك الإنزيم على طول أحد أشرطة DNA في الاتجاه من ٣' إلى ٥' ويسمى هذا الشريط من الـ DNA الذي تمت قراءته بالشريط القالب (الشريط الذي لم يتم قراءته يسمى اللالقالب)
- ملحوظة : يتم بناء شريط mRNA في الاتجاه من ٥' إلى ٣' بإضافة نيوكليوتيدات جديدة من RNA إلى الطرف ٣'
- يتم إضافة اليوراسيل بدلا من الثيامين حتى يكتمل صنع جزيء mRNA
- ٣- يطلق جزيئ mRNA وينفك إنزيم بلمرة RNA عن DNA ويتحرك mRNA الجديد خارجا من النواة إلى السيتوبلازم عبر ثقب الغشاء النووي .

عملية المعالجة

* لاحظ العلماء أن طول mRNA الحامل لشفرة بناء البروتين أقصر من طول DNA المنسوخ منه

* إكتشف العلماء أن جزيئات mRNA تخضع لعملية تعديل منها إزالة أجزاء وذلك قبل مغادرتها النواة وتتلخص عملية المعالجة في التالي :

- ١- إزالة جزء وسطي من سلسلة mRNA وهو جزء غير فاعل لا يتضمن شفرات لبناء البروتين في DNA ويسمى هذا الجزء من mRNA

إنترون

- ٢- التحام الأجزاء الفاعلة من mRNA بعد قطع الإنترونات ويسمى الجزء الواحد منها إكسون (أجزاء من DNA تحتوي على شيفرات ستترجم إلى بروتينات)

ملحوظة : تشكل السلسلة الناتجة من فصل إنترونات والتحام إكسونات سلسلة mRNA الناضجة والتي ستنتقل عبر غشاء النواة إلى الرايبوسومات في السيتوبلازم حيث يتم بناء البروتين.

الشفرة

توصل العلماء إلى أن ٢٠ حمض أميني تستعمل بي بناء البروتين لذلك يجب أن يوفر DNA على الأقل ٢٠ شفرة مختلفة من أربع قواعد

نيروجينية لذلك افترض العلماء عدة فرضيات للشفرة الوراثية كالتالي :

الشفرة أحادية : عدد الشفرات ٤ لا تكفي لل ٢٠ حمض أميني

الشفرة ثنائية : عدد الشفرات $4 \times 4 = 16$ شفرة

لا تكفي أيضا لل ٢٠ حمض أميني

الشفرة ثلاثية : عدد الشفرات $4 \times 4 \times 4 = 64$ شفرة

| | | Second base | | | |
|------------|---|--|--|---|---|
| | | U | C | A | G |
| First base | U | UUU] Phenyl- alanine UUC] UUA] Leucine UUG] | UCU] UCC] Serine UCA] UCG] | UAU] Tyrosine UAC] UAA] Stop codon UAG] Stop codon | UGU] Cysteine UGC] UGA] Stop codon UGG] Tryptophan |
| | C | CUU] CUC] Leucine CUA] CUG] | CCU] CCC] Proline CCA] CCG] | CAU] Histidine CAC] CAA] Glutamine CAG] | CGU] CGC] Arginine CGA] CGG] |
| | A | AUU] Isoleucine AUC] AUA] AUG] Methionine start codon | ACU] ACC] Threonine ACA] ACG] | AAU] Asparagine AAC] AAA] Lysine AAG] | AGU] Serine AGC] AGA] Arginine AGG] |
| | | | | | |

(عدد الشفرات أكثر من عدد الأحماض الأمينية)

يفسر ذلك على أن :

(للحمض الأميني الواحد أكثر من شفرة -

هناك ثلاث شفرات غير مسئولة عن أحماض أمينية تسمى شفرات التوقف)

لاحظ ما يلي :

تسمى الشفرة الثلاثية على DNA أو mRNA بالكودون

كودونات التوقف هي: UAG _ UGA _ UAA أما الكودون AUG فهو المسئول عن الحمض الأميني ميثيونين وهو أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد دائماً (كودون بدء)

عملية الترجمة

عندما يتحرك mRNA بعد معالجته من داخل النواة إلى السيتوبلازم يتحرك نحو الرايبوسومات حيث ترتبط الرايبوسومات بالطرف 5' وتبدأ قراءة الشفرة والترجمة لبناء البروتين من خلال عملية الترجمة.

دور tRNA في عملية الترجمة

* تعمل كمفسرات لترتيب الكودونات على mRNA

* ينطوي شريط tRNA ويتم تنشيطه بإنزيم يعمل على ربط حمض أميني محدد على النهاية الخاصة به في الطرف 3'

* في منتصف شريط tRNA المنطوي يكون هناك ترتيب مكون من 3 قواعد يسمى الكودون المضاد

* كل كودون مضاد هو مكمل للكودون على mRNA

ملحوظة : الشفرة على DNA و RNA تقرأ من 5' إلى 3' ولكن الكودون المضاد يقرأ من 3' إلى 5'

دور الرايبوسومات في عملية الترجمة

ملحوظة : يتكون الرايبوسوم من وحدتين بنائيتين يكونان غير مرتبطتين معا عندما لا يكونان مشتركان في عملية بناء البروتين وعندما يترك mRNA النواة ويدخل في السيتوبلازم يجتمع وحدتا الرايبوسوم معا ويرتبطا ب mRNA لتكوين الرايبوسوم الفعال.

يحتوي الرايبوسوم على ثلاث مواقع مهمة هي E و A و P لكل منها دورها الذي ستتعرف عليه من خلال التالي

١- يتحرك tRNA الحامل للحمض الأميني ميثيونين (أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد) مع كودونه المضاد UAC نحو الموقع P

في الرايبوسوم ليرتبط بكودون البدء AUG على mRNA عند النهاية ٥'

٢- يتحرك tRNA حاملا الحمض الأميني الثاني في السلسلة وليكن فينيل الانين بكودونه المضاد AAA نحو الموقع A في الرايبوسوم

ليرتبط بالكودون الخاص به على mRNA وهو UUU

٣- يعمل جزء من rRNA في الرايبوسوم عمل إنزيم محفز لتكوين رابطة ببتيدية بين الحمضين الأميين في الموقعين P و A

٤- عند ربط الحمضين الأميين يتحرر tRNA من الموقع P إلى الموقع E حيث يغادر tRNA الرايبوسوم.

٥- يتحرك الرايبوسوم بمقدار كودون بحيث يتحول tRNA حاملا معه الحمضين الأميين من الموقع A إلى الموقع P

6- يدخل tRNA جديدا حاملا معه الحمض الأميني الثالث في السلسلة إلى الموقع A ليتطابق مع الكودون الثالث على mRNA

7- تستمر عملية إضافة أحماض أمينية جديدة وتكوين روابط حسب ما تحدده تتابع الكودونات على mRNA

٨- يستمر الرايبوسوم في التحرك إلى أن يدخل إل الموقع A أحد كودونات التوقف حيث يشير هذا الكودون إلى انتهاء تكوين سلسلة

عديد الببتيد حيث أن كودونات التوقف هذه ليس لها tRNA (هنا يستقبل الموقع A بروتينا خاصا بدلا من tRNA حيث يعمل هذا البروتين

على فصل سلسلة عديد الببتيد المتكونة)

٩- بذلك تنتهي عملية الترجمة وتتفصل الوحدتان البنائيتان للرايبوسوم عن بعضهما .

جين واحد - إنزيم واحد

بدأ العلماء دراسة العلاقة بين الجينات والبروتينات وكانت البداية كالتالي :

العالمان جورج بيدل وإدوارد تاتوم عام ١٩٤٠

استعملا فطر نيوروسبورا لإظهار العلاقة بين الجينات والإنزيمات وقدا دليلا على أن الجين قد يكون مسئولاً عن إنزيم كالتالي :

١- عرضت أبواغ فطر نيوروسبورا للأشعة السينية وزرعت في وسط كامل ووسط أدنى لمعرفة أيهما حدث به طفرة .

ملحوظة : الوسط الكامل هو الوسط الصناعي الذي يحتوي على جميع الأحماض الأمينية التي يحتاج إليها الفطر لينمو ويعمل أما الوسط الأدنى هو الذي لا يحتوي على أحماض أمينية

الملاحظة : لم تتمكن الأبواغ من النمو في الوسط الأدنى .

٢- قام العالمان بفحص الفطر لمعرفة الحمض الأميني الذي ينقصه .

٣- نمت أبواغ الفطر في وسط أدنى يحتوي على حمض أميني معين (وليكن الأرجينين مثلا)

٤- افترض العالمان أن الفطر الذي به طفرة ينقصه الإنزيم المطلوب لتصنيع الأرجينين .

لذلك توصلوا إلى ما يعرف بفرضية (جين واحد - إنزيم واحد) وعدلت هذه الفرضية فيما بعد إلى حقيقة هي :

الجين مسئول عن تصنيع عديد ببتيد واحد

الفصل الخامس

الوراثة والتقنيات الحيوية

الوراثة التطبيقية

التهجين : (تزاوج أبوين لهما شكلين مختلفين لصفة ما لإنتاج سلالة ذات صفات محددة)

مميزاته: إكساب المخلوقات الحية قدرة تنافسية عن طريق :-

١- الحصول على سلالات أكثر مقاومة للأمراض. ٢- إنتاج عدد أكبر من الأفراد

٣- إنتاج أفراد تنمو بشكل أسرع

مثال : تزاوج نوعين من الطماطم لإنتاج هجين له القدرة على النمو السريع من أحد الأبوين والقدرة على مقاومة الأمراض من الفرد الآخر

سليباته :

*- استهلاك الوقت وارتفاع التكلفة .

مثال : تطلب من مربى النبات ثلاث عقود لإنتاج أنواع أرز هجينة يمكنها أن تعطي إنتاج أعلى من الأرز الغير هجين.

ملحوظة : مزايا التهجين تفوق مساوئه أحيانا ----- علل؟

لأن الأفراد الهجينة يمكن تكثيرها لتصبح ذات محتوى غذائي أكبر - وتحمل مدى أوسع من التغيرات البيئية - وتنتج عدد أكبر من الأفراد

أنواع التهجين

التهجين الانتقائي (عملية يتم فيها اختيار صفات مفضلة للنباتات والحيوانات ونقلها إلى أجيال قادمة)

مثال : الحصول على نباتات ذات ثمار كبيرة - ونباتات ذات فترة نمو قصيرة

التهجين الذاتي (عملية يتم فيها التزاوج بين الأفراد التي توجد بينها صلة قرابة أو تقارب بين طرزها الجينية لإنتاج أفراد ذات صفات مرغوب فيها والتخلص من الصفات الغير مرغوبة في الأجيال اللاحقة)

مثال : الماشية والأغنام والطيور والقطط

مساوي التهجين الذاتي

الصفات المتنحية قد تنتقل أيضا إلى الأجيال اللاحقة (حيث يزيد التهجين الذاتي من فرصة الأنسال المتماثلة الجينات المتنحية)

التلقيح الاختباري

(هو تلقيح يجري للتعرف على الطرز الجيني للفرد السائد هل هو نقي أم هجين)

ملحوظة : يتم التلقيح الاختباري عن طريق التزاوج بين الفرد السائد واخر متنحي نقي (حتى يكون متماثل اللاحقة أي معلوم الطرز الجيني)

يتم التعرف على الطرز الجيني للفرد السائد من خلال الطرز الشكلي للأبناء كالتالي :

إذا كانت الطرز الشكلي لجميع الأبناء سائد ----- يكون الفرد الأبوي متماثل الجينات سائد

إذا كان الطرز الشكلي للأبناء سائد ومتنحي بنسبة ١ : ١ ----- يكون الفرد الأبوي سائد غير متماثل الجينات

مثال : وضع على أسس وراثية ما إذا كان بذور ثمار الجريب فروت بيضاء نقية أم هجين علما بأن اللون الأبيض سائد على الأحمر؟

يتم ذلك من خلال عمل تلقيح اختباري كالتالي :

P : WW × ww

G : W w

F₁ :

| | | |
|---|----|----|
| | W | w |
| w | Ww | Ww |
| w | Ww | Ww |

جميع الأفراد الناتجة بنسبة ١٠٠ % ثمارها بيضاء

الفرد الأبوي أبيض الثمار متماثل الجينات

Ww × ww

W w w

| | | |
|---|----|----|
| | W | w |
| w | Ww | ww |
| w | Ww | ww |

٥٠ % من الثمار بيضاء و ٥٠ % من الثمار حمراء

الفرد الأبوي أبيض الثمار غير متماثل الجينات

تقنيات DNA

يستعمل الباحثون هندسة الجينات لتعديل DNA

هندسة الجينات

(هي تقنية التحكم بجزيئ DNA لأحد المخلوقات الحية عن طريق إضافة DNA لمخلوق حي اخر خارجي)

مثال :

* لدى قناديل البحر جين ينتج بروتين للإضاءة الحيوية يعرف ببروتين الإضاءة الخضراء .

ملحوظة : هذا البروتين يشع ضوء أخضر عندما يتعرض إلى ضوء فوق بنفسجي

* حقن الباحثون هذا الجين في عدة مخلوقات حية منها البعوض كالتالي :

يتم ربط DNA الخاص بإنتاج بروتين الإضاءة الحيوية ب DNA خارجي ثم يحقن في المخلوق الحي المراد تعديله وراثيا

ملحوظة : يتم تمييز هذا البعوض المعدل وراثيا بسهولة باستخدام ضوء فوق بنفسجي

إستخدامات المخلوقات المعدلة وراثيا تستخدم في العديد من العمليات مثل :

١- دراسة التعبير عن جين محدد ٢- دراسة عمليات خلوية ٣- دراسة تطور مرض معين

٤- إختيار صفات قد تكون ذات فائدة للبشر

أدوات DNA

تستعمل هندسة الجينات في تطبيقات عديدة تبدأ من صحة الإنسان إلى الزراعة وتستخدم أدوات محددة

الجينيوم (يقصد به DNA الكلي الموجود داخل نواة كل خلية)

ملحوظة : يحتوي الجين الواحد داخل الجينيوم على ملايين وملايين من النيوكليوتيدات من DNA

من أجل دراسة جين محدد تستعمل أدوات DNA لتعديل تركيب DNA وعزل جينات عن سائر المحتوى الجيني

إنزيمات القطع

(بروتينات تستخدمها بعض أنواع البكتيريا كدفاعات قوية ضد الفيروسات)

أهم ما يميز إنزيمات القطع

* تتعرف ترتيبا محددًا على DNA وترتبط معه وتقطعه إلى قطع من عند هذا الترتيب .

مثال : يقطع الإنزيم DNA الفيروسي إلى قطع بعدما يدخل إلى البكتيريا

ملحوظة : تعرف العلماء على المئات من إنزيمات القطع واستخلصوها واستعملوها كأدوات قوية لعزل جينات محددة أو مناطق معينة في الجينيوم

ملحوظة : إنزيمات القطع تقطع DNA في الجينيوم إلى قطع بأحجام تختلف من فرد لآخر.

الفصل الكهربائي الهلامي

(هو استخدام تيار كهربائي لفصل قطع DNA حسب حجم القطع)

الخطوات :

١- تبعاً قطع DNA على الطرف السالب الشحنة للمادة الهلامية

٢- يتم توصيل التيار الكهربائي

٣- تتحرك قطع DNA نحو الطرف الموجب من المادة الهلامية

ملحوظة : تتحرك القطع الصغيرة بسرعة أكبر من القطع الكبيرة

استخدام الفصل الهلامي الكهربائي

يمكن استخدامها في التعرف على أشرطة DNA الغير معروفة بأشرطة معروفة اعتماداً على الحجم

يمكن إزالة قطع من أشرطة DNA عن طريقة إزالة أجزاء من المادة الهلامية

تقنية DNA معاد التركيب

DNA معاد التركيب ((الهجين)) (هو فصل قطع من DNA وربطها مع قطع DNA من مصدر اخر)

مكنت هذه التقنية العلماء من دراسة جينات الفرد

خطوات الحصول على كميات كبيرة من DNA معاد الاتحاد

١- يتم قطع كلا من DNA والناقل بنفس إنزيم القطع (حتى تكون نهاية كلا من DNA والناقل تكمل بعضها البعض ليتمكن ربطهما معا)

ملحوظة : تعد البلازميدات والفيروسات من أكثر النواقل استعمالاً في نقل DNA الهجين إلى داخل خلية بكتيرية تسمى الخلية المضيفة

البلازميدات : هي جزيئات DNA صغيرة دائرية مزدوجة الأشرطة توجد داخل خلايا البكتيريا والخميرة

تستخدم البلازميدات كنواقل لأنه يمكن قطعها بإنزيمات القطع

٢- يستخدم إنزيم ربط DNA لربط قطعة DNA مع الناقل (بعد معاملتهما بنفس إنزيم القطع)

٣- يتم إدخال الناقل (البلازميد) إلى داخل الخلية المضيفة حتى يتم بناء كمية كبيرة من DNA المعاد التركيب.

إستنساخ الجين

من أجل إنتاج كميات كبيرة من DNA البلازميد الهجين نتبع الخطوات التالية :

١- تخلط البكتيريا بـ DNA البلازميد الهجين

٢- يعرض الخليط لنبضة كهربية أو رفع مؤقت لدرجة الحرارة فتتكون فتحات في الغشاء البلازمي يدخل من خلالها DNA البلازميد الهجين

إلى الخلية البكتيرية فيما يعرف بعملية التحول

٣- تنتج الخلية البكتيرية نسخا من DNA البلازميد خلال عملية التضاعف التي تقوم بها

٤- يمكن إنتاج كميات كبيرة من الخلايا المتطابقة كل واحدة تحتوي على جزيئات DNA المدخلة من خلال عملية الاستنساخ

٥- يتم التمييز بين الخلايا التي تحتوي على DNA البلازميد والخلايا التي لا تحتوي عليه كالتالي:

* يحتوي DNA البلازميد الهجين على جين مقاومة مضاد حيوي مثل الأمبسلين

* تعرض الخلايا البكتيرية للمضاد الحيوي أمبسلين

* سوف تعيش الخلايا التي تحتوي على البلازميد فقط

تحديد تسلسل القواعد في DNA

أهمية تحديد تسلسل القواعد في جينات DNA

١- توقع عمل الجين

٢- المقارنة بين الجينات من مخلوقات حية أخرى لها نفس الترتيب

٣ - للتعرف على الطفرات أو الأخطاء في تسلسل قواعد ال DNA .

ملحوظة : جزيئات DNA المستخدمة في تحديد التسلسل يجب أن تقطع إلى قطع صغيرة باستخدام إنزيمات القطع لأن جينوم معظم المخلوقات

الحية مكون من ملايين النيوكليوتيدات

طريقة تحديد تسلسل القواعد في DNA

١- يخلط العلماء قطعة DNA غير معروفة وإنزيم بلمرة DNA والنيوكليوتيدات الأربعة A ، C ، G ، T في أنبوب اختبار.

٢- يضاف إلى الخليط كمية قليلة من النيوكليوتيدات الأربعة كل منها مصبوغ بلون مختلف من صبغة مضيئة (لتعدل تركيب النيوكليوتيد).

٣- كلما دخل النيوكليوتيد المعدل المضاف إليه الصبغة المضيئة في الشريط المتكون حديثا يتوقف التفاعل .

٤- ينتج عن ذلك أشطرة DNA متفاوتة في الطول.

٥- يتم فصل قطع DNA المضافة عن طريق الفصل الكهربائي الهلامي.

٦- يتم تحليل الوسط الهلامي في آلة تحديد تسلسل القواعد في DNA

التي تكشف اللون في كل نيوكليوتيد موسوم

٧- يتم تحديد تسلسل القواعد في شريط DNA الأصلي من تسلسل القطع

المضافة.

تفاعل بلمرة سلسلة DNA

عندما يتم تحديد تسلسل القواعد في قطعة من DNA يمكن استعمال تقنية تسمى التفاعل المبلمر المتسلسل (PCR)

التفاعل المبلمر المتسلسل

(هي تقنية نسخ جزيئ DNA عدة مرات أو تضخيمه لكي يمكن استعماله في تحليل DNA)

ملحوظة : تقنية (PCR) هي تقنية شديدة الحساسية يمكن أن تكشف عن جزيئ DNA وحد في العينة

إستخدامات التفاعل المبلمر المتسلسل

* يستخدمها الباحثون في المختبر

* يستخدمها علماء الجريمة والأدلة الجنائية لتمييز المتهمين من الضحايا في الجرائم.

* يستخدمها الأطباء للكشف عن الأمراض المعدية ومنها الإيدز.

ملخص للأدوات المستخدمة في هندسة الجينات

التقنيات الحيوية

التكنولوجيا الحيوية : (استعمال هندسة الجينات من أجل إيجاد حلول لمشكلات عن طريق إنتاج مخلوقات حية تحتوي على جينات من مخلوق آخر)

المخلوقات الحية المعدلة وراثيا

(هي المخلوقات التي يحتوي محتواها الجيني على جين من مخلوق حي آخر)

استخدامات المخلوقات المعدلة وراثيا

* في الأبحاث العلمية * في النواحي الطبية * في مجال الزراعة

* الحيوانات المعدلة وراثيا

| الحيوان | استخداماته أو مميزاته |
|---|--|
| الفئران وذبابة الفاكهة والدودة الاسطوانية | تستخدم في دراسة الأمراض وتطوير الطرائق المختلفة لعلاجها |
| المواشي | تحسين المصادر الغذائية وتحسين معيشة البشر |
| الماعز | إنتاج بروتين اسمه مضاد ثرومبين III الذي يستخدم لمنع دم الإنسان من التخثر أثناء العمليات الجراحية |
| الديك الرومي | معدل وراثيا لمقاومة الأمراض |
| العديد من أنواع الأسماك | معدلة وراثيا لتنمو بمعدل نمو سريع |

ملحوظة : قد تصبح الحيوانات المعدلة وراثيا في المستقبل مصدرا يستخدم في مجال زراعة الأعضاء

* النباتات المعدلة وراثيا

| النبات المعدل | مميزاته |
|----------------------------|--|
| الذرة وفول الصويا | مقاومة لمبيدات الحشرات والأعشاب |
| القطن | مقاوم لمبيدات الحشرات والأعشاب وهجوم الحشرات |
| الفول السوداني وفول الصويا | لا تسبب حساسية لمستهلكيها |

* البكتيريا المعدلة وراثيا يمكن استخدامها في

- تصنيع مواد تذيب خثرات الدم -

- إنتاج هرمون النمو

- تصنيع الأنسولين

- تبطن من تكوين بللورات الثلج على المحاصيل الزراعية لحمايتها من التلف في الصقيع

- تزيل بقع النفط - تحلل القمامة

الجينوم البشري

يحتوي الجينوم البشري على جميع المعلومات التي يحتاج إليها المخلوق الحي لكي ينمو ويعيش

الجينوم : (هو المعلومات الوراثية الكاملة في الخلية)

ملحوظة : مشروع الجينوم البشري مشروع عالمي تم تنفيذه عام ٢٠٠٣م

لإتمام مشروع الجينوم البشري درس العلماء الجينوم للعديد من المخلوقات الحية الأخرى مثل : ذبابة الفاكهة والفأر وبكتيريا ايشيريشيا كولاي

بناء على هذه الدراسات تم تطوير التقنيات الضرورية للتعامل مع الكميات الكبيرة من البيانات التي تم الحصول عليها من مشروع الجينوم البشري وتساعد هذه التقنيات على تعرف وظائف الجينات البشرية المكتشفة حديثا

تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية في الجينوم

لتحديد تسلسل القواعد النيتروجينية في الجينوم البشري المتصل يتم عمل التالي :

* تقطيع كل كروموسوم من الكروموسومات البشرية ال ٤٦ باستخدام العديد من إنزيمات القطع المختلفة من أجل الحصول على قطع ذات تسلسل قواعد متداخلة

* ربطت هذه القطع بنواقل من أجل تكوين DNA هجين

* ثم استنسخت هذه القطع لعمل سلالات مختلفة

* ثم حدد تسلسل القواعد فيها باستخدام أجهزة تحديد تسلسل القواعد

* حللت الحواسيب مناطق التداخل لتكوين تسلسل واحد متصل من القواعد النيتروجينية

لاحظ العلماء ما يلي

* أقل من ٢% من نيوكليوتيدات الجينوم البشري فقط هي المسؤولة عن جميع البروتينات في الجسم

* الجينوم مليء بتسلسل من القواعد المتكررة والطويلة والتي ليس لها وظيفة مباشرة وتسمى التسلسلات الغير مشفرة

بصمة DNA الوراثية

(هي مجموعة من قطع DNA الغير مشفرة والنادرة والخاصة بكل فرد)

ملحوظة : يمكن الحصول على البصمة الوراثية من خلال الفصل الكهربائي الهلامي من أجل ملاحظة أنماط الأشرطة المميزة الخاصة بكل فرد

| تسلسل القواعد النيتروجينية الغير مشفرة | تسلسل القواعد النيتروجينية المشفرة |
|--|------------------------------------|
| يمثل أكثر من ٩٨% من الجينوم البشري | يمثل أقل من ٢% من الجينوم البشري |
| ليس لها وظيفة مباشرة | مسئول عن إنتاج بروتين الجسم كامل |
| نادرة وخاصة بكل فرد | متطابقة بين جميع الأفراد تقريبا |

إستخدامات البصمة الوراثية

* يستعملها علماء الأدلة الجنائية في التعرف على المشتبه بهم والضحايا في القضايا الجنائية

* تستخدم لتحديد الأبوة * للتعرف على الجنود الذين يقتلون في الحروب

كيفية عمل بصمة DNA الوراثية

- ١- نأخذ عينة من الدم أو الشعر أو السائل المنوي أو الجلد كما بالشكل
- ٢- يتم عمل تفاعل بلمرة سلاسل DNA لنسخ هذه الكمية من DNA وذلك لعمل عينة أكبر من أجل عملية التحليل
- 3 - يقطع جزيئ DNA المتضخم باستعمال خليط من إنزيمات القطع المختلفة
- ٤ - تفصل قطع DNA بعد ذلك عن طريق الفصل الهلامي الكهربائي
- ٥- تقارن بقطع من DNA من مصدر معروف مثل المتهم أو الضحية في القضية الجنائية من أجل العثور على أنماط تقطيع متشابهة
- ٦- إذا تطابق نمطا تقطيعهما فإن هناك احتمال كبير أن تكون عيني DNA من نفس الشخص

تعرف الجينات

(يقصد به تحديد وظائف الجينات بعد تحديد تسلسل النيوكليوتيدات في DNA)

ملحوظة : معظم وظائف الجينات في الجينوم البشري غير معروفة حتى الان

تمكن العلماء من تعرف الجينات في مخلوقات حية منها البكتيريا والخميرة (لأن محتواها الجيني لا يحتوي على مناطق كبيرة من DNA الغير فعال)

المعلومات الحيوية

(يقصد به بناء قواعد بيانات للمعلومات الحيوية والمحافظة عليها)

ملحوظة : تم الحصول على هذه البيانات من خلال مشروع الجينوم البشري وتحديد تسلسل القواعد في مخلوقات حية مختلفة
يتطلب تحليل معلومات تسلسل القواعد كلا من :

- ١ - إيجاد تسلسل قواعد جينات لجزيئات DNA من مخلوقات حية مختلفة
- ٢- تطوير طرائق لتوقع تركيب البروتينات المكتشفة حديثا ووظيفتها
- ٣- إنشاء جينات بتجميع تسلسلات قواعد بناء البروتين من مخلوقات حية متقاربة التسلسل
- ٤- المقارنة بين البروتينات المتشابهة من مخلوقات حية مختلفة

مصفوفة DNA الدقيقة

(هي شرائح مجهرية أو رقائق من السيليكون منقطة بقطع من DNA)

استخدامها

- * تستخدم في تحليل جميع الجينات التي يعبر عنها في مخلوق حي معين أو خلية معينة.
- * يستخدمها الباحثون في تحديد ما إذا كان التعبير عن بعض الجينات سببه العوامل الوراثية أو البيئية.
- * التعرف على الجينات الجديدة ودراسة التغيرات في ترجمة بروتينات تحت ظروف نمو مختلفة.
- ملحوظة : يمكن لمصفوفة DNA الدقيقة أن تضم جينات قليلة مثل التي تتحكم في الدورة الخلوية أو جميع جينات الجينوم البشري لذلك يمكن تخزين كمية كبيرة من المعلومات في شريحة أو رقيقة صغيرة واحدة

الخطوات المستعملة في إجراء تجربة مصفوفة DNA الدقيقة

١- يتم عزل جزيئات mRNA من مجموعتين مختلفتين من الخلايا وتنقيتها .

٢- يتم تحويلها إلى أشرطة DNA المكمل (cDNA) باستعمال إنزيم يسمى إنزيم النسخ العكسي

٣- يحدد DNA المكمل من كل مجموعة خلايا بصبغة مضيئة (مثلا : تظهر الخلايا السرطانية باللون الأحمر والخلايا الطبيعية باللون الأخضر)

٤- يدمج محتوى DNA المكمل على شريحة مصفوفة دقيقة وتتم حضانتها.

يلاحظ ما يلي : عند تحليل شريحة المصفوفة الدقيقة

* تظهر نقط مضيئة صفراء على الرقاقة ---- عندما يكون نفس التعبير الجيني في الخلايا الطبيعية والسرطانية

* تظهر نقط مضيئة حمراء على الرقاقة ---- عندما يكون التعبير الجيني في الخلايا السرطانية أعلى

* تظهر نقط مضيئة خضراء على الرقاقة ---- عندما يكون التعبير الجيني في الخلايا الطبيعية أعلى

ملحوظة : لما كانت شريحة مصفوفة دقيقة واحدة تحتوي على الاف الجينات فإن العلماء يدرسون التغيرات في أنماط التعبير الجيني لعدة جينات في الوقت نفسه

الجينيوم والاختلالات الوراثية

التعدد الشكلي لنوكليوتيد مفرد (التغيرات في تسلسل قواعد DNA التي تحدث عندما يتغير نوكليوتيد في الجينيوم البشري)

سبب ذلك : ترتبط هذه التغيرات بالأمراض التي تصيب الإنسان

ملحوظة : * ٩٩% من تسلسل قواعد النوكليوتيدات هونفسه في جميع البشر

* لكي يعد هذا تغيرا يجب أن يحدث في ١ % من الجماعة الحيوية على الأقل

* العديد من التعدد الشكلي لنوكليوتيد مفرد ليس له تأثير في وظيفة الخلية

أهمية خرائط التعدد الشكلي لنوكليوتيد مفرد

تساعد العلماء في التعرف على العديد من الجينات المرتبطة بأنواع الاختلالات الوراثية المختلفة

الجينيوم الدوائي

(هو دراسة كيفية تأثير الوراثة في استجابة الجسم للأدوية)

فوائده

١- الاختيار الأدق لجرعة الدواء التي تكون أكثر أمانا وأكثر تحديدا

٢- استعمال الأدوية وفقا لجينيوم الفرد وهذا سيزيد من :

* الأمان عند استخدام الدواء * سرعة الشفاء * تقليل الأعراض الجانبية

ربما يأتي يوما يقرأ فيه الطبيب سيرتك الوراثية قبل وصف الدواء المناسب

العلاج الجيني

(التقنية التي تهدف إلى تصحيح الجينات التي حدث بها طفرة والتي تسبب أمراضا بشرية)

حيث يقوم العلماء بإدخال جين طبيعي في الكروموسوم ليحل محل الجين المعطل

خطواته

١- ربط الجين الطبيعي بناقل فيروس مما ينتج DNA معاد الاتحاد

٢- تصاب الخلايا الهدف من المريض بالفيروس حيث يطلق DNA معاد التركيب إلى الخلايا المصابة.

٣- يدخل الجين الطبيعي إلى داخل الجينيوم ليبدأ عمله