



# BOT 312

## 14<sup>th</sup> Lecture

### تشكل العضيات الخلوية الداخلية

# INTRACELLULAR MORPHOGENESIS

٣١٢ نبت ( التشكل النباتي )

1

## تشكل الميتوكوندريا ، البلاستيدات والجسيمات المؤكسدة

تحتوي الخلية النباتية عدداً من العضيات الداخلية التي تتطور باستمرار وتتبدل أشكالها أو بنيتها وأحياناً تعضيها خلال تطور المتعضية مما يضمن للنبات بنية منظمة فيزيولوجياً ، وهذا ما ندعوه بعمليات التشكل الداخلية التي يمكن ملاحظتها في مستويات مختلفة من التعضي في النظم الحية. لا تنطبق هذه العمليات التشكلية فقط على الخلايا الآخذة بالنمو بل أيضاً على الخلايا التي لم تصل إلى مرحلة البلوغ النهائية.

تجتاز معظم العضيات الخلوية تغيرات محلية أثناء تطورها بما يناسب ووظيفة الخلية وعلى هذا لابد من ناظم موحد لتطور هذه العضيات.

تعتبر النواة مركزاً رئيساً لهذه التنظيم بما تحويه من المعلومات على شريط الـ DNA وقد لوحظ ان **DNA الميتوكوندريا والبلاستيدات يلعب دوراً في عمليات التنظيم من خلال اشتراكه في تصنيع بروتينات الميتوكوندريا أو البلاستيدات.**

# ١- تشكل الميتوكوندريا Morphogenesis of mitochondria

من المعروف أن الميتوكوندريا هي المكان الذي يحدث فيه تحول الطاقة نتيجة لتفاعلات الفسفرة التأكسدية. إضافة إلى ذلك يجري فيها عدد من الوظائف الأيضية الأخرى، مثل علاقتها بأيض الدهون أو التنفس الضوئي من خلال مسار الجليكولات في التمثيل الضوئي

## Photosynthetic glycolate Pathway

تتوزع الميتوكوندريا إلى الخلايا النبات أثناء الانقسام الخلوي بفضل قدرتها على التضاعف الذاتي ويكبر حجمها وتزداد مساحة غشائها الداخلي حيث تنضم إليه عناصر داخلية جديدة. كما ويزداد بروتين المادة الأساسية للميتوكوندريا Matrix ويتضاعف الـ DNA الذي يتواجد بالأصل بعدة نسخ متطابقة داخل الميتوكوندريا.

# صورة توضيحية للميتوكوندريا

## تركيب الميتوكوندريا

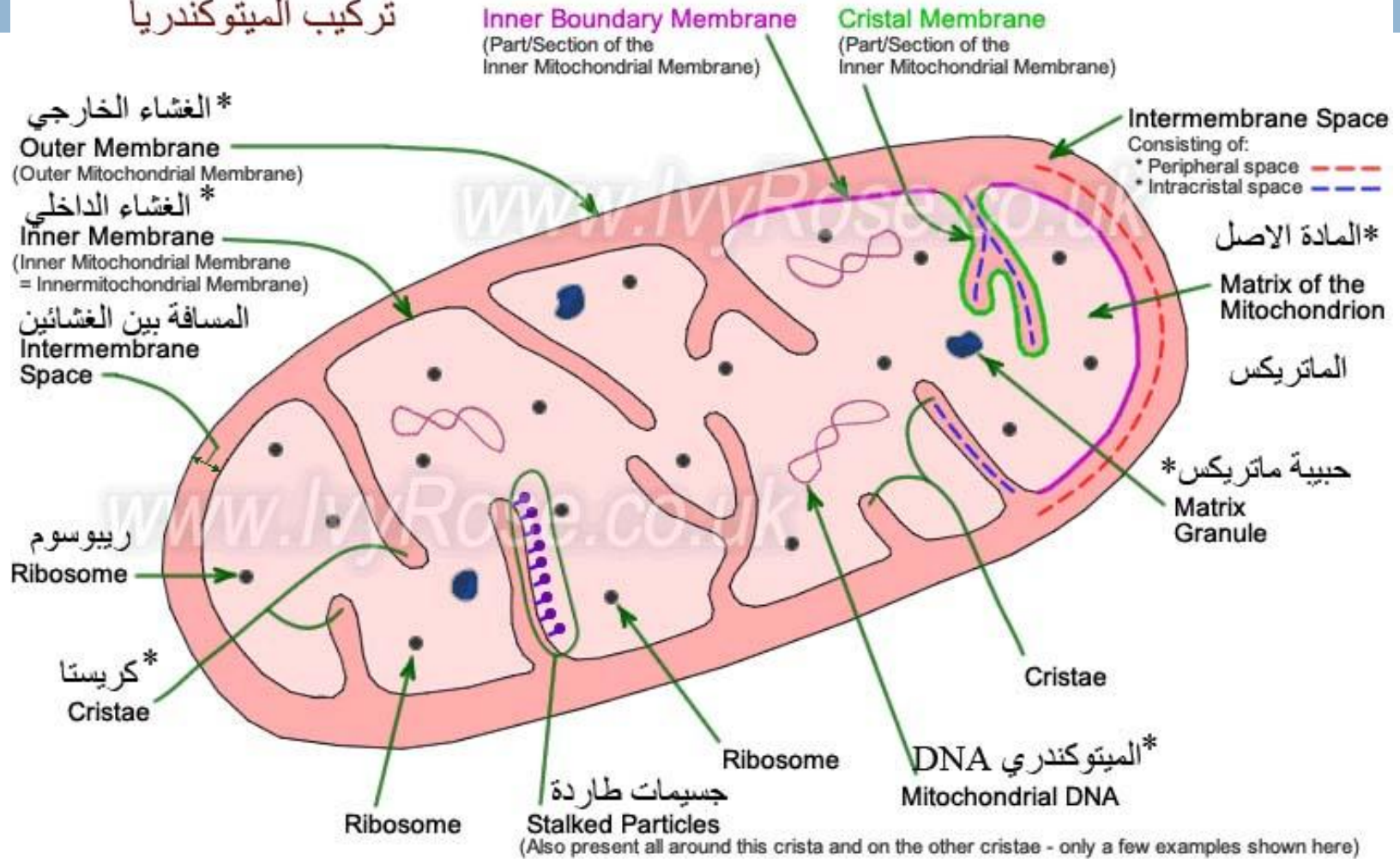


Diagram of a Mitochondrion: Copyright IvyRose Ltd., 2012.

## تابع تشكّل الميتوكوندريا

تشرف جينات الميتوكوندريا على اصطناع حوالي ٢٠ بروتيناً تابعاً لغشاء أو عصارة الميتوكوندريا.

أما النسبة العظمى من البروتين داخل الميتوكوندريا والبالغة ٩٥% فإنها تأتي من السيتوبلازم بعد أن اشرفت على تصنيعه جينات – كروموسومات نواة الخلية. ويعتقد ان جينات الميتوكوندريا والنواة تشتركان مع بعضهما في الإشراف على تصنيع عضية الميتوكوندريا المكتملة.

وعلى هذا فإن لمورثات النواة الدور الرئيسي، ليس فقط لأنها تقدم المعلومات الوراثية اللازمة لتصنيع الكميات الكبيرة ممن البروتين فحسب، بل لأهميتها العظيمة في تنظيم عمل الميتوكوندريا.

ففي الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* تبين انه رغم أن الميتوكوندريا تفتقد لـ DNA الخاص بها، إلا أنها تبدو ذات ميتوكوندريا طبيعية بالشكل الخارجي لكنها تبدي بعض الخلل بنظامية عملية التنفس.

## شكل الميتوكوندريا

١. تبدو الميتوكوندريا بأشكال متعددة. ففي الخميرة *Yeast* وطحلب اليوجلينيا *Euglena* وتحت ظروف خاصة، لوحظ وجود ميتوكوندريا ضخمة متفرعة في كافة أرجاء الخلية. وتكون قادرة على الانشطار إلى عدد من الميتوكوندريا الصغيرة.
٢. تبدو الميتوكوندريا في النباتات الراقية صغيرة وذات اشكال بيضاوية إلى متطاولة وغشاء داخلي متعرج. ترتبط المنطقة السطحية للغشاء الداخلي (مكان السلسلة التنفسية والفسفرة التأكسدية ) بنشاطات أيضية خلوية.
٣. ولهذا تتعدد أشكال الميتوكوندريا تبعاً للنسج التي تحويها، ولذلك توصف بأنها ذات تعددية شكلية. ففي الخلايا ذات النشاط التنفسي العالي، يلاحظ كثافة في طيات الغشاء الداخلي مثل الميتوكوندريا في الجذور الفتية.

## العوامل المؤثرة على تشكّل الميتوكوندريا:

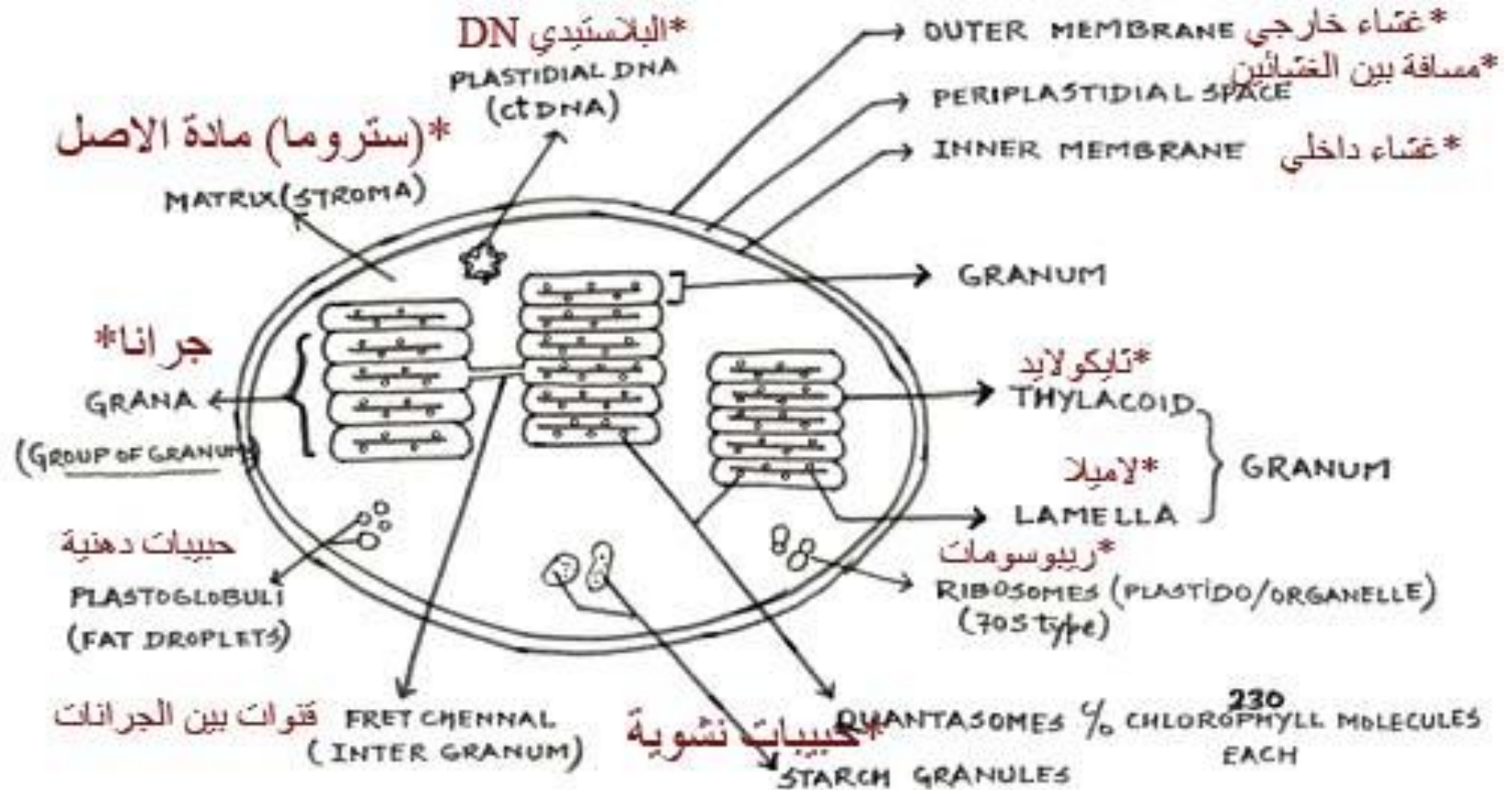
١. تتجلى مرونة الميتوكوندريا في قدرتها على تغيير أشكالها لدى تعرضها لتراكيز مختلفة من الاوكسجين فيقتصر عمل هذه الميتوكوندريا على الاحتفاظ بـ DNA الخاص بها.
٢. ولدى إعادة تزويد الخميرة بالأوكسجين، تتطور الميتوكوندريا مرة أخرى خلال ساعات إلى الميتوكوندريا طبيعية.
٣. لقد تبين وجود نماذج متخصصة من الميتوكوندريا في النباتات الراقية. ففي أجنة بذور بعض النباتات لوحظ أن الميتوكوندريا تمر بحالة تنفس نشيطة ، لاتلبث ان تتبدل إلى حالة أقل بنيوية وتفقد أنزيماتها التنفسية عندما تصل البذور إلى مرحلة النضج النهائي. تعود الميتوكوندريا إلى حالتها الاولى المتميزه بالنشاط التنفسي بعد انبات البذرة وتشكل البادرة الفتية.
٤. وقد وجد أن الضوء يلعب دوراً منظماً في نبات الخردل الابيض *Sinabis alba* عن طريق تأثيره على تشكّل الفيتوكروم الفعال الذي يؤثر بدوره على تشكّل الانزيمات التنفسية والخصائص البنيوية للميتوكوندريا



## ٢- تشكل البلاستيدات Morphogenesis of plastids

- تعتبر البلاستيدات عضيات نصف ذاتية Semi-autonomously التكوين، كونها تحوي على الـDNA الخاص بها والقادر على التضاعف الذاتي.
- تحوي البلاستيدة حوالي ٣٠٠ بروتين مختلف، يأتي ثلثية من السيتوبلازم.
- وتوجد البلاستيدات في خلايا جميع النباتات الخضراء ذاتية التغذية، ويزداد أعدادها بالانشطار، حيث تصل داخل الخلية إلى حدود ٢٠-٥٠ بلاستيدة.
- يتألف DNA البلاستيدة من شريط حلقي مضاعف يتكون من ١٦٠-١٢٠ كيلو من القواعد النيتروجينية ويشبه إلى حد ما الـDNA في طلائعيات النوى.

## رسم توضيحي للبلاستيدة الخضراء



## تابع تشكل البلاستيدات

تترجم جينات البلاستيدة وتنسخ داخل البلاستيدة. كما ان جهاز تصنيع البروتينات مؤلف بشكل جزئي من بروتينات قامة من السيتوبلازم والجزء الاخر يتركب داخلها بإشراف جينات البلاستيدة. وعلى هذا فإن البلاستيدة ليست مستقلة بتصنيع بروتيناتها، لأن نصف مورثاتها تلعب دورا في آلية الإظهار الجيني، مثل جينات *rRNA*, *tRNA* وتحت وحدات أنزيم نسخ بروتينات *rRNA* وبروتينات ريبوزومية خاصة بالبلاستيدة.

يقدم DNA البلاستيدة الشفرة المورثية المسؤولة عن تركيب بعض البروتينات الخاصة بالجملتين الضوئيتين وانزيمات التمثيل الضوئي مثل تحت الوحدة الكبيرة من انزيم Robco2 وتحت وحدات من أصل تسع من انزيم ATPase أما باقي تحت الوحدات فيشرف على تشكيلها جينات النواة أي انها تشكل في السيتوبلازم ثم تدخل إلى البلاستيدة. وتشبه طريقة عمل مورثات البلاستيدة إلى حد ما مورثات طلائعيات النوى.

## تابع تشكل البلاستيدات

تبدي البلاستيدات بنيات ووظائف مختلفة في النسيج المختلفة عند النباتات الراقية. ويعتبر نمط تغيرها الشكلي قابلاً للتبدل من شكل لآخر. تكون البلاستيدات ، داخل الأجنة الكامنة الموجودة في البذور ، بشكل طلائع بلاستيدة ، ثم تتميز فيها بعد إلى بلاستيدات خضراء في الأعضاء الخضراء مثل الفلقات والأوراق بعد عملية الانبات البذري.

تتطور في أجنة بعض النباتات بلاستيدات خضراء في المراحل الأولى من تشكل البذرة وتكون وظيفية أي تقوم بعملية التمثيل الضوئي. وخلال المراحل الأخيرة من نضج البذور يبدأ كل من الكلورفيل والأغشية الثلاكويدية بالتلاشي والاختفاء. وتكون هذه المراحل التشكلية قابلة للتغير بعد الانبات.

## تابع تشكل البلاستيدات

يعتمد تشكيل البلاستيدات الخضراء الوظيفية في مغلفات البذور على الضوء (مختلفة بذلك عن معراة البذور والنباتات الدنيا).

تكون البلاستيدات البيضاء **Etioplast** في النسيج النباتية البيضاء قادرة على الاخضرار، وهذا يعود لان هذه البلاستيدات تحوي جميع العناصر الجزيئية للبلاستيدات الخضراء (ولكن بكميات قليلة بالغالب)، ماعدا الكلوروفيل حيث يتكون مكانه كميات قليلة من طليعة الكلورفيليد والشكل الاستيري من الصبغة (طليعة الكلورفيل) والذي يختلف عن الكلورفيل A

\* تتحول البلاستيدات البيضاء إلى خضراء لدى التعرض للضوء بعدد من المراحل.

### ٣- تشكل الجسيمات المؤكسدة Morphogenesis of peroxisomes

الجسيمات المؤكسدة هي عضيات صغيرة تحوي الكاتاليز وواحد أو أكثر من الأوكسيديز وعدد من الأنزيمات الأخرى في العصارة البروتينية للجسيمات المؤكسدة المحاطة بغشاء مفرد. تفقد هذه العضيات لـ DNA لذلك لا يوجد فيها تركيب بروتين خاص بها .

وتعتبر الوظيفة الرئيسية لهذه العضيات هي أكسدة مواد استقلابية معينة وتكوين الماء الأوكسجيني.

لقد تبينت أهمية الجسيمات المؤكسدة في التخلص من سمية الماء الأوكسجيني في طفرات الشعير التي لا تحوي الكاتاليز، إذ تحوي أوراق النباتات الطافرة على الأجسام المؤكسدة ذات المحتوى الطبيعي من أنزيم جليكولات أوكسيديز الذي يتوسط تفاعل تكون الماء الأوكسجيني.

وينخفض نشاط التفاعل المؤدي للتخلص من هذا المستقلب السام إلى ما دون ٩٠% لذلك يلاحظ أن أوراق هذه النباتات سرعان ما تصفر وتموت بعد التعرض للضوء ولو لفترة قصيرة.

## اشكال الجسيمات المؤكسدة

توجد للجسيمات المؤكسدة أشكالاً مختلفة وظيفياً وتظهر عادة في أطوار معينة من التشكل وترتبط مباشرة بوظائف أيضية معينة في الخلية.

تحتوي جميع أنماط الجسيمات المؤكسدة الأنزيمات التي تتوسط الطرق الأيضية المختلفة التي تقوم بها هذه الجسيمات ولكن بكميات مختلفة بشكل كبير.

فمثلاً تسود أنزيمات أكسدة الدهون  $\beta$ -oxidation وحلقة الجليكولات في الجسيمات التي يجري فيها عمليات تحطيم الدهون وتسمى لذلك بالجسيمات المؤكسدة الدهنية **Gloxyosomes**

بينما تحتوي الخلايا النشيطة بالتمثيل الضوئي على نمط خاص من الجسيمات المؤكسدة التي يسود فيها أنزيمات تحطيم الجليكولات وتسمى بالجسيمات المؤكسدة الورقية **Leaf peroxisomes** وتحتوي الخلايا التابعة للعقد الجذرية في أنواع الفصيلة البقولية **Fabaceae** على جسيمات مؤكسدة تسود فيها أنزيمات تحطيم اليورين وتسمى **Uricosomes** وهذه الأخير شبيهة لحد كبير بالجسيمات المؤكسدة الموجودة في كبد الثدييات .

## كيف تتضاعف الاجسام المؤكسدة

تتضاعف الجسيمات المؤكسدة بالانقسام بعد حصولها على جميع بروتينها من السيتوبلازم التي تتشكل بإشراف مورثات النواة . وتتطور الجسيمات المؤكسدة الدهنية في النسيج الخازنة للدهون كسويداء البذور أو في الفلقات المخزونة للدهون بعد إنبات البذور دون الحاجة إلى الضوء، بالمقارنة فإن الجسيمات المؤكسدة الورقية تعتمد على الضوء في تشكيلها.

ويعتبر الفيتوكروم الصبغة المستقبلية للضوء التي تحت على مثل هذا التشكل الذي ينسق عمليات تمايز كل من الجسيمات البلاستيكية الخضراء والجسيمات المؤكسدة في الورقة.