# Lecture 8

# Photosynthesis

## What is Photosynthesis?

**Photosynthesis is the process by which plants, some bacteria, and some protistans transform light energy into chemical energy.**

**ما هو التركيب (التمثيل) الضوئي؟**

**التركيب الضوئي هو العملية التي تقوم بها النباتات وبعض البكتيريا وبعض الأوليات بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. أثناء عملية التمثيل الضوئي.**

**Leaves are the Photosynthesis factories.**

**الأوراق هي مصانع (مكان حدوث) عملية التركيب الضوئي.**

## Leaf anatomy

A cross section of a leaf (figure.10.1), shows that it is made of many layers. These layers are ranked from the top to the bottom:

**تشريح الأوراق**

يوضح المقطع العرضي للورقة الشكل (10. 1)، أنها تتكون من عدة طبقات. هذه الطبقات مرتبة من الأعلى إلى الأسفل:

1. **Upper epidermis.**
2. **Mesophyll:** (Greek for "middle leaf"). Most of the interior of the leaf between the upper and lower layers of epidermis. It is a parenchyma and the primary location of photosynthesis in the plant**. The mesophyll is divided into two layers:**

1. **البشرة العليا.**
2. **النسيج المتوسط (الميزوفيل) Mesophyll**: (باليونانية "الورقة الوسطى"). يقع معظم الجزء الداخلي من الورقة بين الطبقتين العلوية والسفلية للبشرة. إنه نسيج برانشيمي والموقع الأساسي لعملية التركيب الضوئي في النبات. **ينقسم الميزوفيل إلى طبقتين:**

- **Palisade mesophyll: layer of vertically elongated cells, directly beneath the upper epidermis, with intercellular air spaces between them. Its cells contain many chloroplasts**. Sun leaves have a multi-layered palisade layer, while shade leaves or older leaves closer to the soil are single-layered.

- **النسيج المتوسط الحاجزي: طبقة من الخلايا المتطاولة. (تقع) مباشرة تحت البشرة العليا. مع فراغات هوائية بينية (بين خلوية) بينها. تحتوي خلاياه (أي النسيج المتوسط الحاجزي) على العديد من الصانعات الخضراء.** تمتلك الأوراق المعرضة للشمس طبقة متعددة من الميزوفيل الحاجزي، بينما الأوراق الواقعة في الظل أو الأوراق القديمة الأقرب للتربة فتمتلك طبقة مفردة.

- **Spongy mesophyll: Beneath the palisade layer. The cells are more branched and not so tightly packed, so that there are large intercellular air spaces between them for oxygen and carbon dioxide to diffuse in and out of during respiration and photosynthesis. These cells contain fewer chloroplasts than those of the palisade layer.**

- **النسيج المتوسط الفراغي (الاسفنجي): تحت طبقة الحاجز. تكون الخلايا أكثر توزعاً وليست محكمة الاتصال (الارتباط)، بحيث توجد مسافات هوائية كبيرة بين الخلايا للأكسجين وثاني أكسيد الكربون لتنتشر داخل وخارج أثناء التنفس والتركيب الضوئي. تحتوي هذه الخلايا على عدد أقل من الصانعات الخضراء من تلك الموجودة في طبقة الحاجزية.**

**The vascular tissues are located within the mesophyll.**

**توجد الأنسجة الوعائية داخل النسيج الوسطي.**

3. **Lower epidermis:** The stomatal pores are located in the lower epidermis.

3. **البشرة السفلية:** توجد الثقوب المسامية في البشرة السفلية .

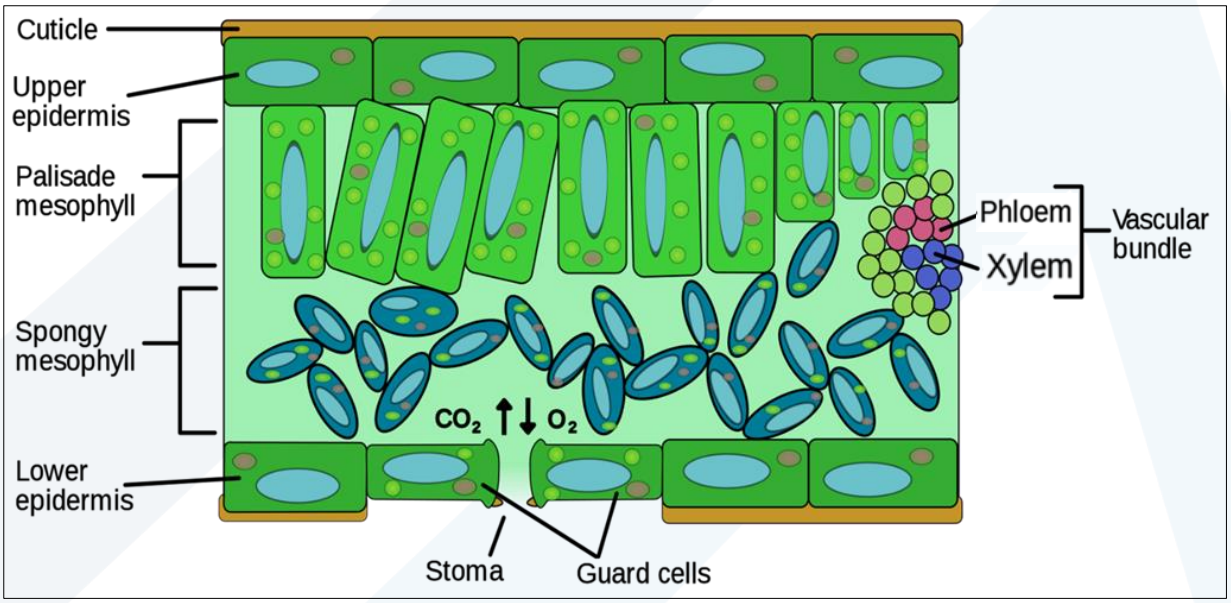



**Figure (10.1): Leaf anatomy.**

## Stomata, Structure and function

**Stomata means mouth which are small pores of elliptical shape, consists of two specialized epidermal cell called guard cells** (figure 10.2). Each guard cell has a cytoplasmic lining, central vacuole. It cytoplasm contains single nucleus and number of chloroplast.

**Function:** they are responsible for the exchange of gases ($O_2$, $CO_2$) between the atmosphere and the inside of the leaf.

**المسام (الثغور)، البنية والوظيفة**

**الثغور تعني الفم وهو عبارة عن مسام صغيرة ذات شكل بيضاوي (إهليلجي)، تتكون من خليتين متخصصتين من خلايا البشرة تسمى الخلايا الحارسة** الشكل (10. 2). تحتوي كل خلية حارسة على بطانة هيولي، فجوة مركزية. يحتوي السيتوبلازم على نواة واحدة وعدد من الصانعات الخضراء.

**الوظيفة:** هم مسؤولون عن تبادل الغازات ($O_2$، $CO_2$) بين الغلاف الجوي (الجو) وداخل الورقة.

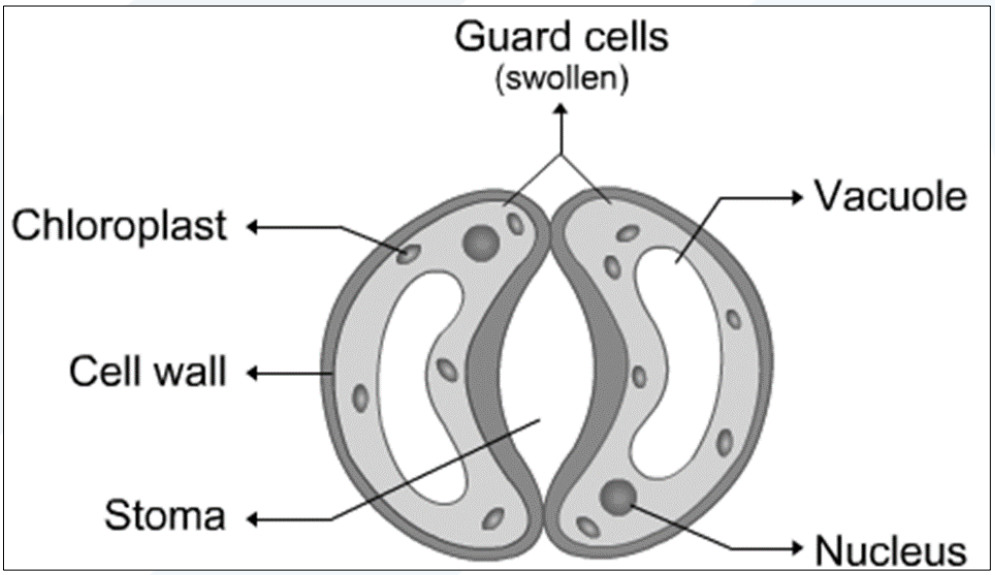


**Figure (10.2): Stomatal pores.**

## Chloroplasts, Structure and function

They are plastids (figure 10.3) that contain a network of membranes embedded into a liquid matrix, and harbor the photosynthetic pigment called chlorophyll.

**الصانعات الخضراء، البنية والوظيفة**

هي الصانعات (البلاستيدات) الشكل (10. 3)، التي تتضمن شبكة من الأغشية المدمجة في لُحمة سائلة، وتأوي صبغة التركيب الضوئي التي تسمى اليخضور (الكلوروفيل).

**The major components of a chloroplast are:**

1. **Envelope**

**The chloroplast envelope is double-membrane structure comprising an outer and an inner membrane.**

1. **الغلاف**

**غلاف الصانعات الخضراء عبارة عن بنية ثنائية الغشاء مكونة من غشاء خارجي وداخلي.**

2. **Stroma**

**The aqueous matrix present inside this double-membrane envelope is called the stroma. The stroma is especially rich in proteins, and contains several enzymes necessary for vital cellular processes. The chloroplast DNA is also present in the stroma along with ribosomes and other molecules required for protein synthesis.** Starch synthesized through photosynthesis is stored in the stroma in the form of granules.

2. الحشوة أو السدى (الستروما)

تسمى اللُحمة المائية الموجودة داخل هذا الغلاف المزدوج الغشاء بالسدى. السدى غنية بالبروتينات بشكل خاص، وتحتوي على العديد من الإنزيمات الضرورية للعمليات الخلوية الحيوية. يوجد الحمض النووي للصانعات الخضراء أيضاً في السدى جنباً إلى جنب مع الجسيمات الريبية (الريبوسومات) والجزيئات الأخرى اللازمة لتركيب البروتين. يتم تخزين النشاء المركب من خلال عملية التركيب الضوئي في السدى على شكل حبيبات.

3. Thylakoids

Thylakoids are the internal, membrane-bound compartments. Thylakoid lumen contains the molecules required for the transport of electrons.

3. الكيسات

الكيسات هي الأجزاء الداخلية المرتبطة بالغشاء. يحتوي تجويف الكيس على الجزيئات اللازمة لنقل الإلكترونات.

4. Grana

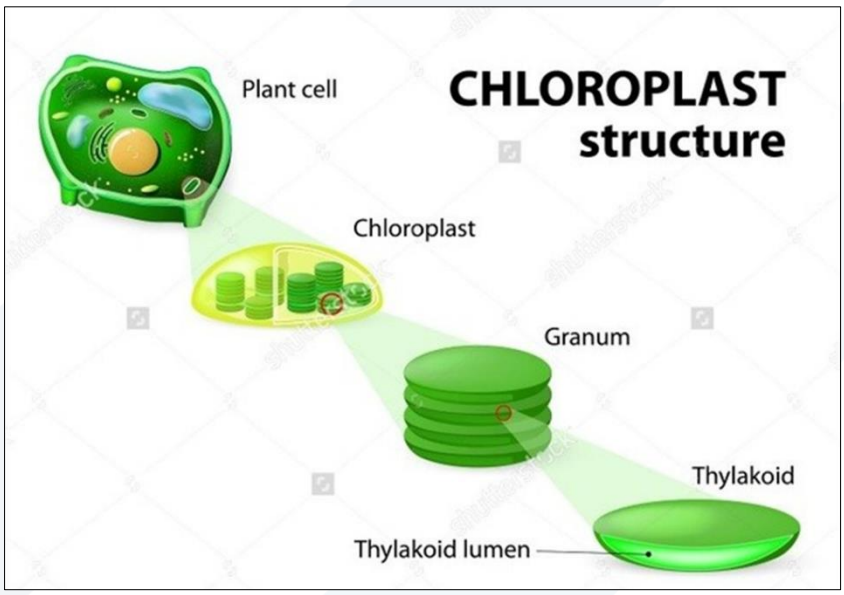
Some of the thylakoids are arranged in the form of discs stacked one above the other. These stacks are termed grana.

4. الغرانا

يتم ترتيب بعض الكيسات على شكل أقراص متراصة (مكدسة) واحدة فوق الأخرى. تسمى هذه الأكوام بالغرانا.

**Function of chloroplast:** Chloroplasts are the sites for photosynthesis, which comprises a set of light-dependent and light-independent reactions to harness solar energy and convert it into chemical energy.

**وظيفة الصانعات الخضراء**: الصانعات الخضراء هي مواقع عملية التركيب الضوئي، والتي تتألف (أي عملية التركيب الضوئي) من مجموعة من التفاعلات المعتمدة على الضوء والمستقلة عن الضوء (اللاضوئية) لتسخير الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كيميائية.



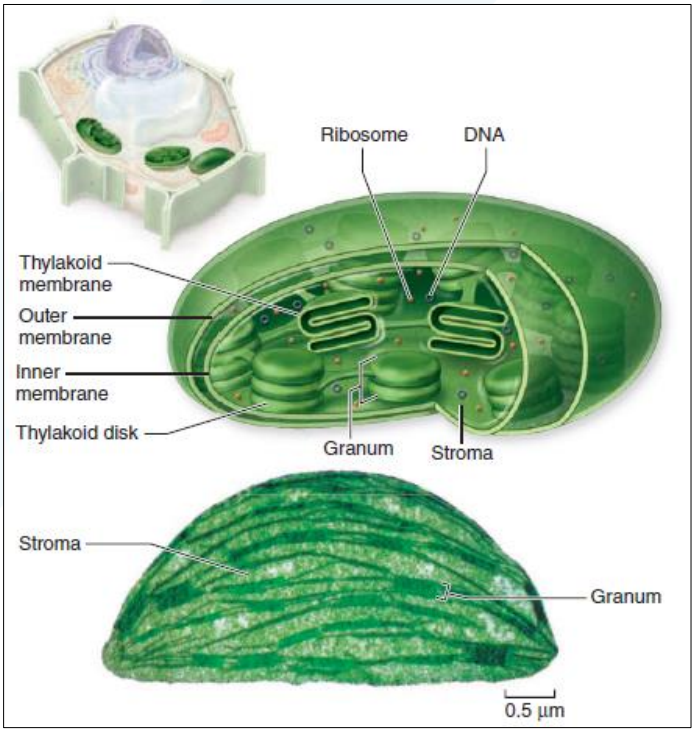




**Figure (10.3): Chloroplast′ s components.**

## Photosynthesis on chemical level

### Light-dependent reactions:

**It occurs in the grana and the associated photosystems**. This is where photosynthetic pigments like chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, etc. absorb light energy, which is then used **to break down water molecules, and ultimately give rise to ATP, $NADPH_2$ and oxygen** (figure. 4).

**التركيب الضوئي على المستوى الكيميائي**

**التفاعلات المعتمدة على الضوء:**

**تحدث في الغرانا والأنظمة الضوئية المرتبطة بها.** هذا هو المكان الذي تمتص فيه أصباغ التركيب الضوئي مثل اليخضور أ، واليخضور ب، والكاروتينات، وما إلى ذلك. الطاقة الضوئية، والتي تُستخدم بعد ذلك **لتفكيك جزيئات الماء، وتؤدي في النهاية إلى ظهور ATP و $NADPH_2$ والأكسجين**، الشكل (10. 4).

### Light-independent reactions:

**The stroma of chloroplasts is the site for the dark or light-independent reactions of photosynthesis.** The enzymes in the stroma utilize carbon dioxide from the atmosphere, as well as the ATP and $NADPH_2$ molecules released from grana, **to synthesize sugar molecules and starch. This process is also known as carbon dioxide fixation, and occurs through a series of reactions collectively called Calvin cycle** (figure 10.4).

**التفاعلات اللاضوئية (المستقلة عن الضوء):**

**سدى أو حشوة الصانعات الخضراء هي موقع التفاعلات المظلمة أو المستقلة عن الضوء لعملية التركيب الضوئي.** تستخدم الإنزيمات الموجودة في السدى ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، بالإضافة إلى جزيئات ATP و $NADPH_2$ الصادرة عن الغرانا، **لتكوين جزيئات السكر والنشاء. تُعرف هذه العملية أيضًا باسم تثبيت ثاني أكسيد الكربون، وتحدث من خلال سلسلة من التفاعلات تسمى مجتمعة دورة كالفن**، الشكل (10. 4).

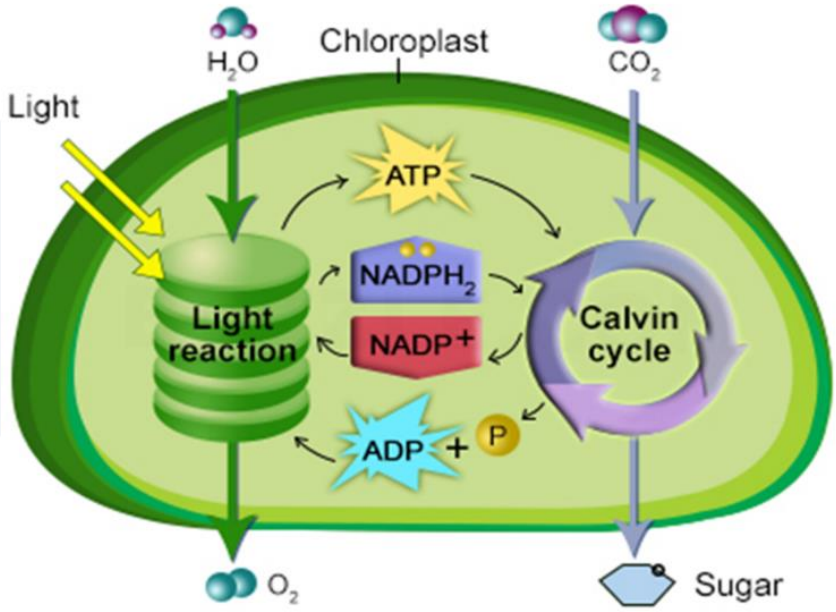



**Figure (4): Photosynthesis reactions.**

**End of lecture**