BY : BARJES ALZIARA

LECTURE 2 : BACTERIAL CELL STRUCTURE

GENERAL MICROBIOLOGY

introduction

احنا بنحاول نفهم تركيب البكتيريا مشان نقدر نعملها antibiotics

- **Prokaryote comes from the Greek words for prenucleus (blue-green algae, bacteria)**

ال prokaryote ما فيها nucleus المادة الوراثية فيها بتكون بالسايتوبلازم

- **do not have a nucleus**

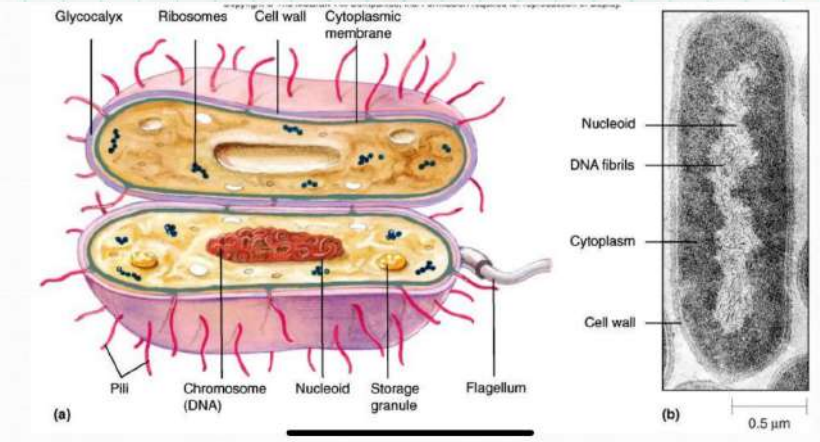
- **Eukaryote comes from the Greek words for true nucleus**

- **Prokaryotic cell is simpler than eukaryotic cells at every level except the cell envelop which is more complex**

كل اشي بال prokaryotes ابسط من eukaryotes بإستثناء الcell envelope

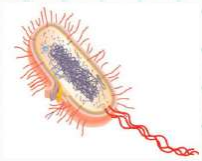
السبب انه ال eukaryotes موجودة بشكل multicellular و هذا بخلي الخلايا تحمي بعض
اما البكتيريا بتكون لحالها فقدها اشي قوي يحميها

Typical Prokaryotic Cell



اخر طبقة بتغطي ال prokaryote هي ال glycocalyx

Glycocalyx, Capsule



- **Structure: (literally meaning "sugar coat")**

- **A network of polysaccharides that project from cellular**
- **surfaces (found just outside thebacterium cell wall) and**
- **consist of:**
- **A gelatinous capsule**
- **A slime layer is unorganized & loose**

و هي مادة جيلاتين بتشبه الجيلي بتكون اما thick و اسمها capsule
اوبتكون thin و اسمها slime layer

- **Function: protects the bacterium from harmful phagocytes by creating capsules or allowing the bacterium to attach itself to inert surfaces, like teeth or rocks, via biofilms**

وظيفة هاي الطبقة انها بتمنع عملية ال phagocytosis مشان هيك
البكتيريا صعبة على جهاز المناعة او من المضادات الحيوية
برضو من وظائفها انه بتساعد في تكوين ال biofilm
يعني انهم جمعوا بعض فوق حالهم و صارو يفرزوا مادة وحدة ع اساس تحميها

Cell Wall structure

Made of peptidoglycan (in bacteria)

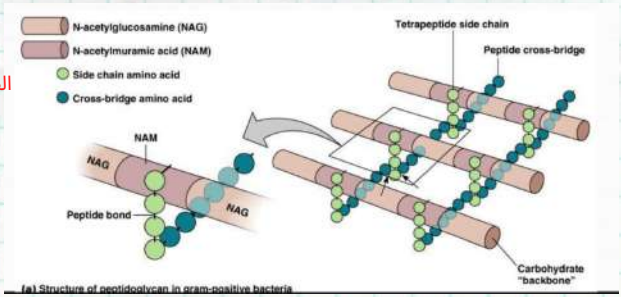
البكتيريا بتعمله مشان تحافظ ع الشكل و الحجم تاعها

- **Polymer of disaccharide**

N-acetylglucosamine (NAG) & N-acetylmuramic acid (NAM)

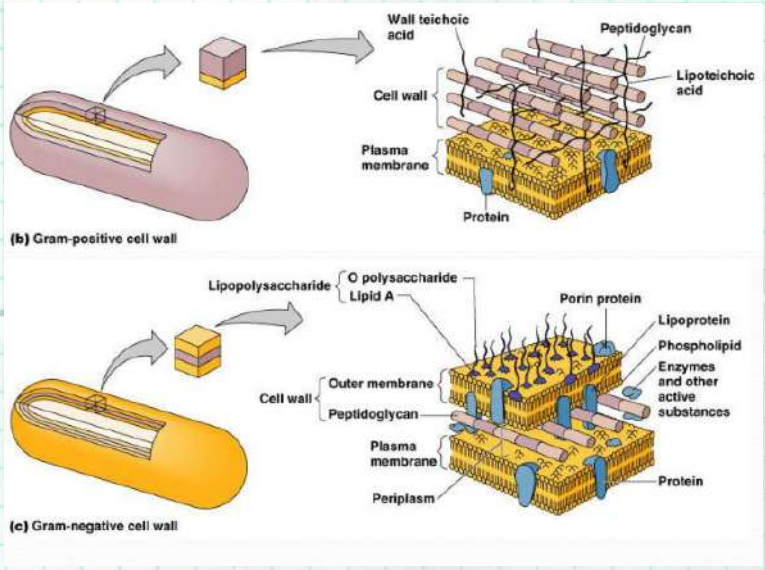
- **Linked by polypeptides**

الطبقة الثانية من ال cell wall هي عبارة عن polymer of disaccharide



الطبقة كاملة بنسميها **peptidoglycan**

اللي بلزق ال polymers مع بعض هو polypeptide



بالنسبة لل positive
بتكون غلافها الخارجي من جزأين اول جزء plasma membrane و اللي بتتكون من phospholipids bilayer

اما الجزء اللي فوقه فهو ال cell wall و اللي حكينا انها بتتكون من سكرين ال nam و nag

ال cell wall بتكون من أكثر من طبقة peptidoglycan بال positive
بنربط الطبقات عن طريق lipoteichoic acid

هذا الاشي بسمح لمادة ال Crystal violet اللي لونها بنفسجي انها تتراكم بين الطبقات
ولما نضيف ال iodine بكبر حجم ال Crystal violet و ما بتقر تطلع من ال cell wall
بسبب هذا الاشي ال positive بتبين بلون purple تحت المجهر

اما بالنسبة لل negative

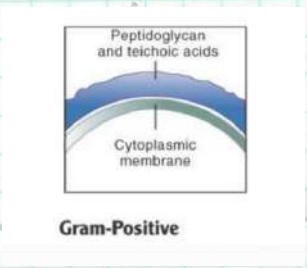
غلافها بتكون من ٣ اجزاء
الاول plasma membrane

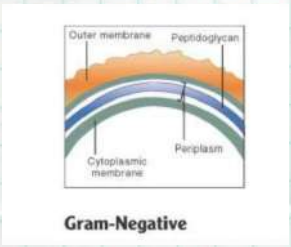
الثاني cell wall اللي بتكون من طبقة peptidoglycan وحدة
هذاالاشي بخلي تراكم الصبغة البنفسجية صعب

الثالث outer membrane بتتكون من سكرين اسمه o polysaccharides سكر متعدد السكريات بنسميه o و lipid A اللي هو يعتبر toxic جدا اذا تدري البكتيريا و حررته

برضو هاي الطبقة بتصعب القضاء ع البكتيريا
طيب ليش ؟؟
لانه احنا بال antibiotics بنعمل على مهاجمة ال lipoteichoic و بتفصل الطبقات عن بعض فبتموت البكتيريا
بسمع وجود هذا الجزء بيصير صعب تكسير ال cell wall

Gram-positive cell walls Vs Gram-negative cell walls





- **Thick peptidoglycan**
- **Teichoic acids**
- **No outer membrane**
- **No periplasm**

- **Thin peptidoglycan**
- **No teichoic acids**
- **Outer membrane**
- **Have periplasm**

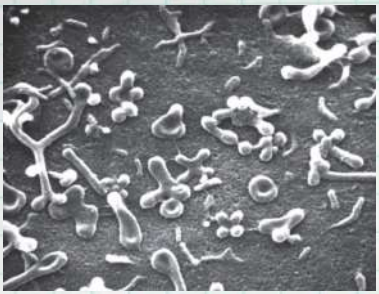
Atypical Cell Wall

Pleomorphic

- **Mycoplasmas (e.g. Mycoplasma pneumonia- walking pneumonia)**

بكتيريا ما الها cell wall فما الها شكل محدد

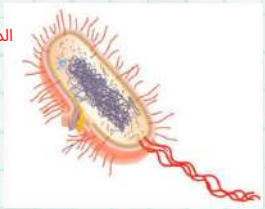
- **Lack cell walls**
- **Sterols in plasma membrane**



cell wall functions

- **Determines cell shape**
- **Prevents osmotic lysis**
- **Part of cell envelope**
- **In some cases recognized by host immune system**

الدكتور حكا ال osmotic lysis مهم جدا



اخر وظيفة ضدها
لانه بتساعد جهاز المناعة يتعرف عليها كجسم غريب دخل عليه

هسه بالنسبة لل osmotic lysis نفرض البكتيريا دخلت و كان في saliva فإذا البكتيريا كانت بدون cell حتدخل عليها و يصير swelling للبكتيريا

Clinical Importance of Cell Wall

- **Differentiate Gram-positive from Gram-negative bacteria (Investigation and diagnosis)**

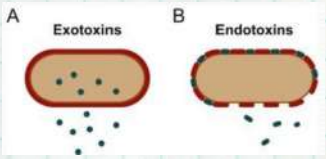
- **Cell wall provide antigenic variation critical for host immune defense and autoimmune diseases**

- **Cell wall is target for antibiotics, Gram-negative cell wall provide resistance for many antibiotics**

- **Grame-negative outer membrane Lipopolysacchraide (Lipid A) secretes Endotoxins in Gram-negative bacteria**

ال endo هو نفسه ال lipid a

لازم تعرف ندرس ال cell wall اغلب ال anti biotics بتشتغل عليه فلازم نحدد اذا هو negative او positive



Exotoxins بروتينات تفرزها البكتيريا سواء postive او negative و هي مش خطيرة بسبب انه الاستجابة المناعية عليها سريعة

Endotoxin بتطلع من ال negative فقط و هي اكثر خطورة تفرزها البكتيريا عند موتها ممكن ان تؤدي الى الموت

حكا انسوكوا من الثالثة الباقي ركزوا عليه

	Exotoxin	Endotoxin
Species	Some species of both Gram-positive and Gram-negative bacteria	Most Gram-negative bacteria and *Listeria*
Protein Location	Proteins secreted from cell	Part of cell (lipopolysaccharide) that fragments off
Gene Location	Genes for exotoxin are in plasmid or bacteriophage	Genes for endotoxin are on bacterial chromosome
Toxicity	High toxicity	Low toxicity
Antigenicity	Highly antigenic (host forms antibodies called antitoxins)	Poorly antigenic
Vaccine	Vaccine available (formed from toxoids)	No vaccine available
Heat Stability	Heat labile	Heat stable
Example	Think cholera, tetanus, botulism	Think meningococcemia, sepsis

اقل خطورة ال exo مع انه اكثر سمية الا انه الاستجابة عليه سريعة مشان هيك هو

ال endo اقل سمية لكنه اخطر لانه poorly antigenic

Bacteria Flagella

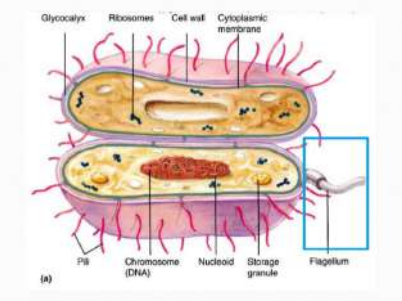
Structure:

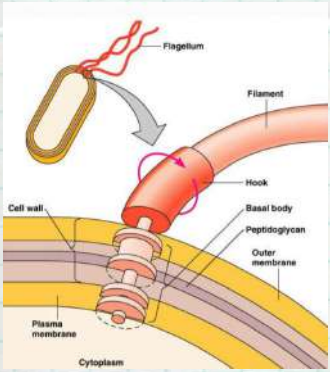
Outside cell wall Made of chains of flagellin

Attached to a protein hook

Anchored to the wall and membrane by the basal body

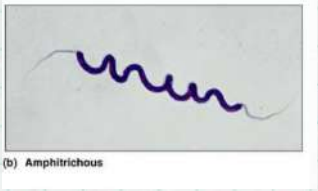
Function: Motility





Flagella Arrangement

موجودة على جهة وحدة منه



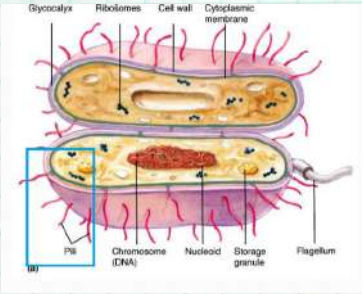
موجودة على جهتين عكس بعض

موجودة أكثر من وحده من نفس المكان

موجود أكثر من وحدة بأماكن مختلفة

Pili and Fimbriae

Filamentous appendages that are shorter, straighter and more numerous than flagella

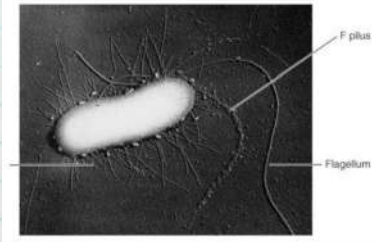


Found mostly in Gram (-) Bacteria

Fimbriae allow attachment while Pili are used to transfer DNA from one cell to another

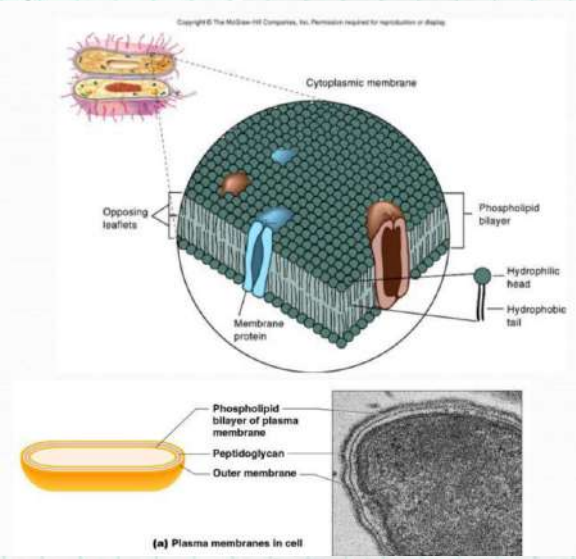
اول خطوة فأي infections هي ال attachment لا لو ما صار راح تطلع وبرا الجسم
فوظيفة ال fimbriae انها تعمل attachment

ال pili بتنقل ال DNA من خلية لأخرى



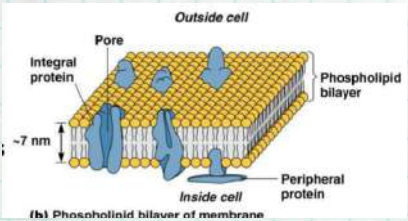
ال cell envelope زي ما حكينا بنقسم ل 3 شغلات
membrane و cell wall و capsule

Plasma Membrane



Structure :

- **Phospholipid bilayer**
- **Peripheral proteins**
- **Integral proteins**
- **Transmembrane proteins**



- **Integral membrane can be classified according to their relationship with the bilayer:proteins**

- **Transmembrane proteins span the entire plasma membrane.**
- **Integral monotopic proteins are permanently attached to the membrane from only one side.**

هذا مجرد توضيح مش حكي الدكتور

تقسيمة ال phospholipid هي plasma membrane و membrane proteins bilayer
هسه عنا نوعين للبروتينات هاي
اما peripheral proteins او integral proteins

بالنسبة لل peripheral فهي بتكون بس ماسكة بطرف الcell membrane بدون ما تفوت جواته
اما ال integral فهي اما بتكون داخلة بال membrane من جهة وحدة و بنسميها monotopic proteins
او بتكون مخترقة الجهتين و بنسميها transmembrane

Plasma Membrane Functions

- **Selective permeability allows passage of some molecules**
- **Enzymes for ATP production**

لانه البكتيريا ما عندها مايتوكندريا فهي عندها على ال cell membrane
فهي عندها على ال internal side مجموعة انزيمات تنتج ATP

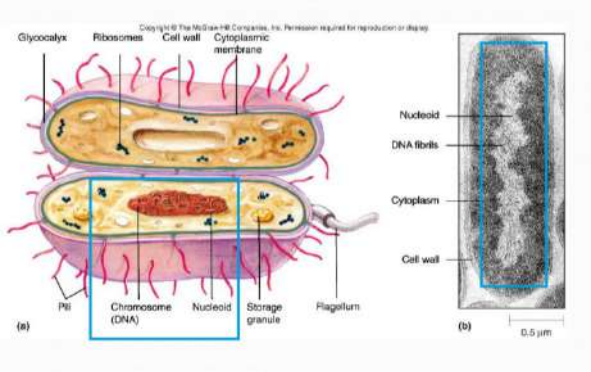
- **Secretes exoenzymes: amylases, lipases, peptidases**
- **Enzymes for cell wall synthesis**

البكتيريا تفرز ال exoenzymes اللي بتشتغل برا البكتيريا
مشان هيك في ادوية خصوصا ادوية تسهيل الهضم بكون فيها
بكتيريا نافعة

Note : Damage to the membrane by alcohols, quaternary ammonium (detergents) and polymyxin antibiotics causes leakage of cell contents

Nuclear Area (Nucleoid) and Plasmid

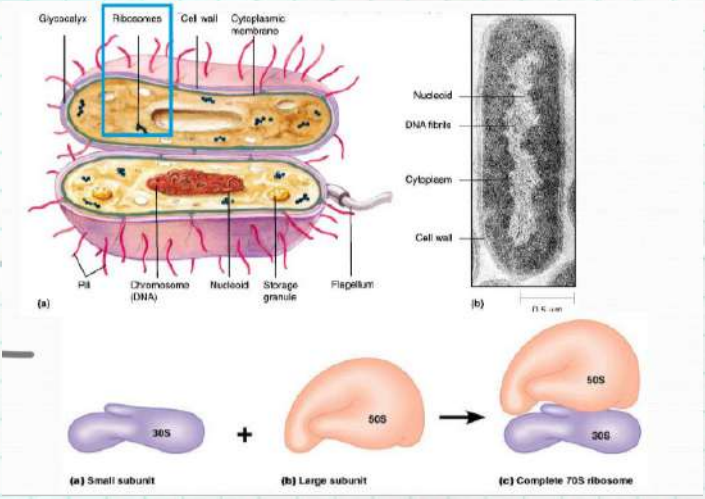
- **Prokaryotic cells have no true Nuclei, DNA is packaged as Nucleoid and some small circular DNA pieces named Plasmid**
- **The number of Nucleoids and Chromosomes depend on growth condition**



- **Prokaryotic cells have no true Nuclei, DNA is packaged as Nucleoid and some small circular DNA pieces named Plasmid**

المادة الوراثية لبكتيريا بتكون على شكل كروموسوم واحد دائري
اسمه الnucleoid و بكون حر في السايتوبلازم
برضو عنا البلازميدات plasmid اللي هي كروموسمات اضافية بتحمبل جينات
مقاومة الantibiotics

Ribosomes: Sites of Translation

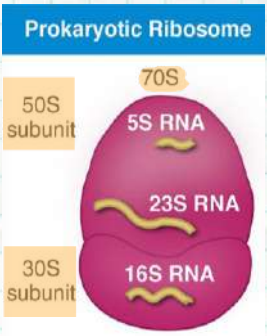


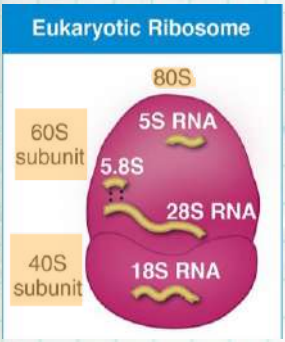
- **Ribosomes are cellular organelles that are involved in protein synthesis. Like other organisms, bacteria need ribosomes in order to make proteins**

الفرق بين ال prokaryotic ribosome و eukaryotic ribosome
هو انه الحجم مهم جدا نعرف الفرق بينهم لانه احنا عملنا بعض ال antibiotics بحيث انها تهاجم الرايبوزوم تاع البكتيريا و ما تهاجم رايبوزوم الانسان
فهي بتفرق بينهم على حسب الشكل و الحجم

كل رايبوزوم بتكون من 2 units
large subunit
small sbunit

الوزن الكلي للرايبوزوم مش مجموع الlarge مع small





مش مطالبين بالارقام اللي جوا
بس اوازنهم مهمة

Endospores

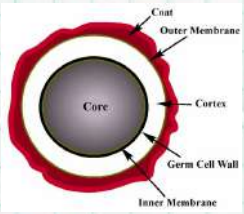
- **Resting cells**
- **Dormant, tough, and non-reproductive structure produced by certain bacteria**
- **Resistant to desiccation, heat, chemicals**

هذول النوعين الرئيسين اللي بيصير فيهم ال spore form

- **Bacillus, Clostridium**
- **Sporulation: Endospore formation**
- **Germination: Return to vegetative state**
- **Response to nutrition limitation**

هذول الامراض اللي بتعملهم

- **Anthrax, botulism**



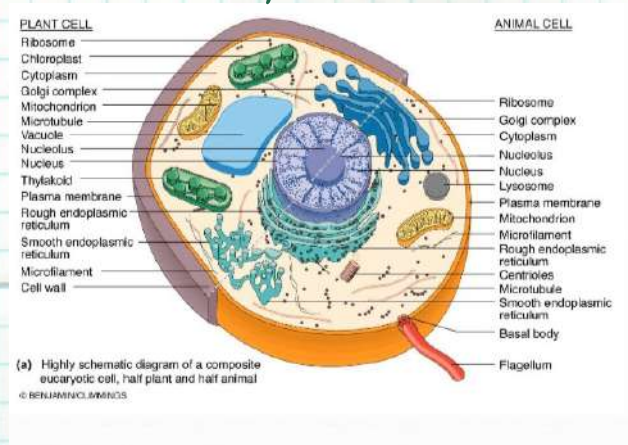
في بعض البكتيريا عندها قدرة اذا اجت على بيئة مش مريحة زي يكون في نقص غذاء او نقص رطوبة او نقص اوكسجين او الحرارة مش ملائمة الها بتغلف حالها بغلاف و بتضل عايشة في هذا الغلاف بدون ما تعمل عمليات metabolism هاي العملية بتحافظ عليها لحد ما تصير الظروف مناسبة بتعمل germination و ترجع لشكلها العادي

بس تعمل هذا الformبتقدر تتحمل المطهرات و المعقمات و الحرارة و نقص الغذاء و باقي العوامل مشان هيك ال spore form يعتبر the most resistance form of bacteria

هذا ملخص لكل اشي اخذناه

Structure	Characteristics
Extracellular	
Filamentous appendages	Composed of subunits of proteins that form a helical chain.
Flagella	Provides the most common mechanism of motility.
Pili	Different types of pili have different functions. The common types, often called fimbriae, enable cells to adhere to surfaces. A few types mediate twitching or gliding motility. Sex pili are involved in a mechanism of DNA transfer.
Surface layers	
Glycocalyx	Layer outside the cell wall, usually made of polysaccharide.
Capsule	Distinct and gelatinous. Enables bacteria to adhere to specific surfaces; allows some organisms to thwart innate defense systems and thus cause disease.
Slime layer	Diffuse and irregular. Enables bacteria to adhere to specific surfaces.
Cell wall	Peptidoglycan is the molecule common to all bacterial cell walls. Provides rigidity to prevent the cell from lysing.
Gram-positive	Thick layer of peptidoglycan that contains teichoic acids and lipoteichoic acids.
Gram-negative	Thin layer of peptidoglycan surrounded by an outer membrane. The outer leaflet of the outer membrane is lipopolysaccharide.
Cell Boundary	
Cytoplasmic membrane	Phospholipid bilayer embedded with proteins. A barrier between the cytoplasm and the outside environment. Also functions as a discriminating conduit between the cell and its surroundings.
Intracellular	
DNA	Contains the genetic information of the cell.
Chromosomal	Carries the genetic information that is essential to a cell. Typically a single, circular, double-stranded DNA molecule.
Plasmid	Carries genetic information that may be advantageous to a cell in certain situations.
Endospore	A type of dormant cell that is extraordinarily resistant to damaging conditions including heat, desiccation, ultraviolet light, and toxic chemicals.
Gas vesicles	Small, rigid structures that provides buoyancy to a cell.
Granules	Accumulations of high molecular weight polymers, which are synthesized from a nutrient that a cell has in relative excess.
Ribosomes	Intimately involved in protein synthesis. Two subunits, 30S and 50S, join to form the 70S ribosome, which serves as the structure that facilitates the joining of amino acids.

Eukaryotic Cells



Organelles

- **Nucleus : Contains chromosomes**
- **ER : Transport network**
- **Golgi complex : Membrane formation and secretion**
- **Lysosome : Digestive enzymes**
- **Vacuole : Brings food into cells and provides support**
- **Mitochondrion : Cellular respiration**
- **Chloroplast : Photosynthesis**

الدكتور حكا اهم اشي تعرف الفرق بين الprokayote و ال eukaryote

- **Peroxisome : Oxidation of fatty acids; destroys H2O2**

Eukaryote vs Prokaryote

- **Paired chromosomes, in nuclear membrane**
- **Histones**
- **Organelles**
- **Polysaccharide cell walls**
- **Mitotic spindle**

- **One circular chromosome, not in a membrane**
- **No histones**
- **No organelles**
- **Peptidoglycan cell walls**
- **Binary fission**