الخلايا الحقيقية النواة Eukaryotes

الخلايا الحقيقية النواة تتميز بوجود نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي يفصلها عن السايتوبلازم على عكس الخلايا البدائية النواة التي تتميز بوجود المادة النووية منحلة داخل السايتوبلازم. توجد هذه الخلايا في مجموعة كبيرة من الكائنات الحية مثل الابتدائيات protozoa, الفطريات fungi, الطحالب algae, الحيوانات animals والنباتات plants. تختلف الخلايا حقيقية النواة بالشكل والحجم باختلاف انواعها والوظائف التي تقوم بها.

المكونات الخلوية للخلايا الحقيقة النواة:

الغشاء الخلوي plasma membrane: الغشاء البلازمي هو غشاء رقيق جدا يتركب من بعض الدهون والبروتينات وتبعا لذلك فانه كلما كانت المواد اكثر قابلية للذوبان في الدهون كلما كان معدل انتشارها اسرع خلال الاغشية الخلوية حيث اظهرت بعض المشاهدات وجود طبقة بروتينية في غشاء الخلية تعتبر امتدادات ليفية متغلضة من اغشية الخلايا المتجاورة . يقوم غشاء الخلية بدور اساسي في تنظيم مرور المواد الذائبة بين الخلية والوسط المحيط به ويطلق على هذه الخاصية بصفة النفاذية permeability ولنفاذية الخلية اهمية خاصة, فهي الوسيلة التي تعمل على تنظيم دخول مواد معينة ذات اهمية اساسية في بناء المادة الحية للخلية. كذلك يقوم غشاء الخلية بتنظيم خروج النواتج التالفة والمواد الافرازية, وكذلك الماء الزائد عن حاجة الخلية وتعتمد نفاذية الخلية على الحالة الفسيولوجية للخلية, درجة تركيز الاملاح في الوسط المحيط بالخلية ودرجة الحرارة تلعب دورا هاما في نفاذية غشاء الخلية من خلال التحكم في خروج نواتج انشطة الايض المختلفة من الخلية ويتأثر غشاء الخلية ايضا بصورة واضحة بعوامل معينة تتسبب في تحلله وتفككه مثل الاجسام المضادة والمعادن الثقيلة والاشعة السينية ومذيبات الدهون.

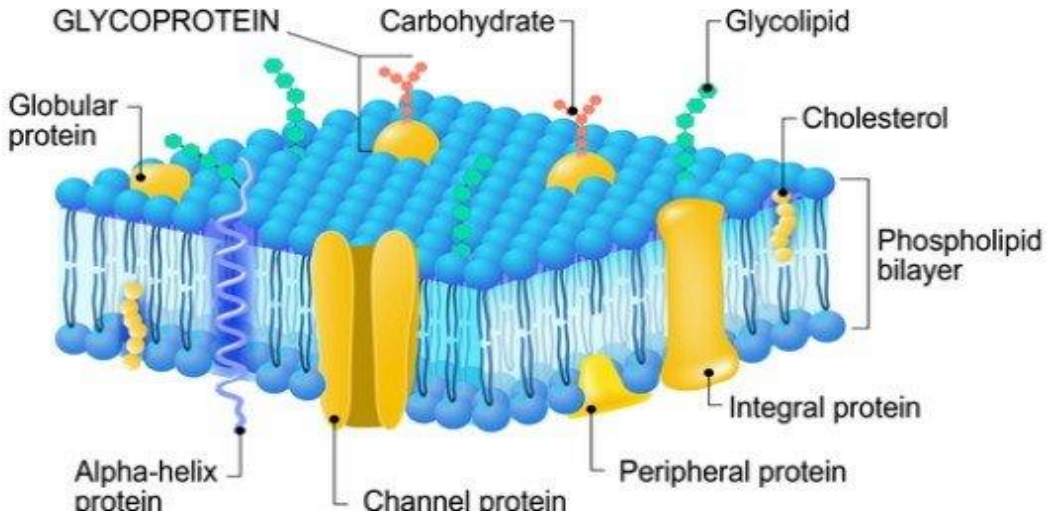

Figure 1: plasma membrane.

جدار الخلية cell wall: جدار صلب غير حي لكنه مرن الى حد ما ويتمثل الجدار الخلوي في النباتات الراقية بشبكة من لييفات دقيقة سليلوزية تتركب من مادة اساسية تحتوي على اصماغ ومواد مخاطية ودهون وشموع وهو يميز الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية. يتكون الجدار الخلوي من الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي

والجدار الثانوي, الجدار الابتدائي يتكون من السيليلوز واشباه السيليلوز والبكتين اما الجدار الثانوي فيتكون بعد تقدم الخلية في العمر ويدخل في تركيبه اللكنين والكيوتين وان اهم فوائده حماية الخلية وتحديد شكل الخلية.

النواة nucleus: تظهر النواة على هيئة جسم كروي او بيضوي محاطة بالسايتوبلازم التي تعتبر مركز قيادة الفعاليات الايضية ومغلفة بغشاء مزدوج رقيق يعرف بغشاء النواة nuclear envelope ويتصل هذا الغشاء مع الشبكة الاندوبلازمية ويوجد داخله العصير النووي nuclear plasma والكروماتين chromatins عندما تكون في حالة متميزة ثم تتميز الى الكروموسومات chromosomes التي تتكون من الحامض النووي منقوص الاوكسجين (DNA) وبروتينات. يختلف قطر النواة حسب نوع الخلية ونوع الكائن فهي كبيرة الحجم بالمقارنة مع حجم الخلية كما في الخلايا الناشئة او صغيرة الحجم كما في الخلايا البالغة. تتميز النواة بلزوجة كبيرة تميزها عن السايتوبلازم كما تتميز بوجود نوعين من الاحماض النووية هما الحامض النووي المنقوص الاوكسجين (DNA) حامل المادة الوراثية (الجينات) والحامض النووي الرايبوزي (RNA) الذي يوجد بكمية اكبر في النوية. يوجد داخل النواة تركيب صغير يعرف بالنوية Nucleolus و تكون النوية هلامية الشكل وشبه صلبة غير محاطة بغشاء واكثر كثافة من العصير النووي وتحتوي على فراغات واجسام بلورية كما تحتوي على حامضي DNA و RNA وبروتينات وكذلك اماكن لتكوين الاجسام الرايبوسومية.

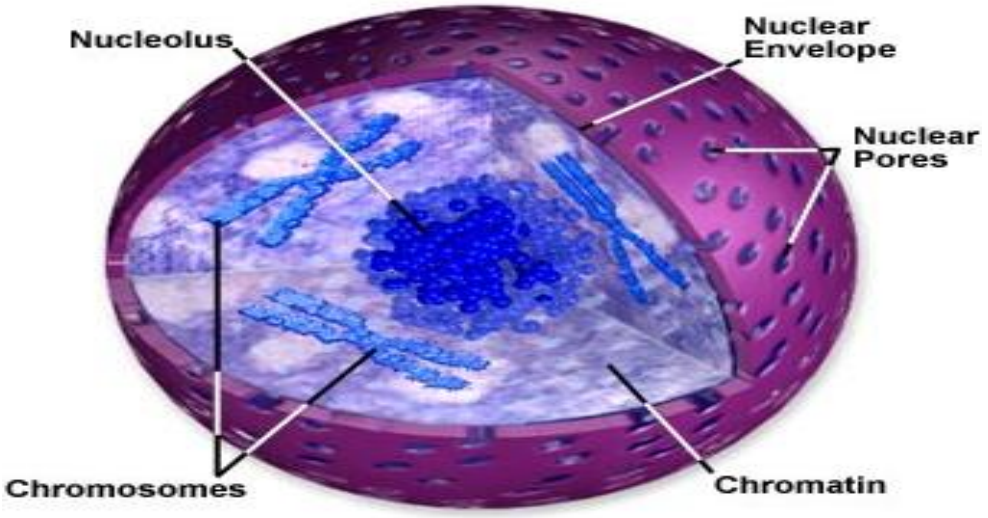

Figure 2: Nucleus.

المايتوكوندريا Mitochondria: هي مكونات بروتوبلازمية حية وهي تظهر تحت المجهر الضوئي كحبيبات صغيرة مستديرة او عصوية. تتكون المايتوكوندريا من غشاء مزدوج يحيط بمادة بروتينية تسمى بالحشوة stroma وتحتوي ايضا رايبوسومات وجزيئات الحامض النووي منقوص الاوكسجين يسمى (mt-DNA) ولكنها اقل حجما من مثيلاتها في السايتوبلازم وكما ان الغشاء يتميز بأن الجزء الداخلي ذو ثنيات Cristae (الاعراف) تمتد داخل الحشوة لتزيد من سطح الغشاء وتحتوي على عدة انزيمات منها الانزيمات الداخلة في دورة كربس Krebs cycle والانزيمات المؤكسدة, لذا فهي تقوم بعمليات التنفس وتوليد الطاقة في الخلية.

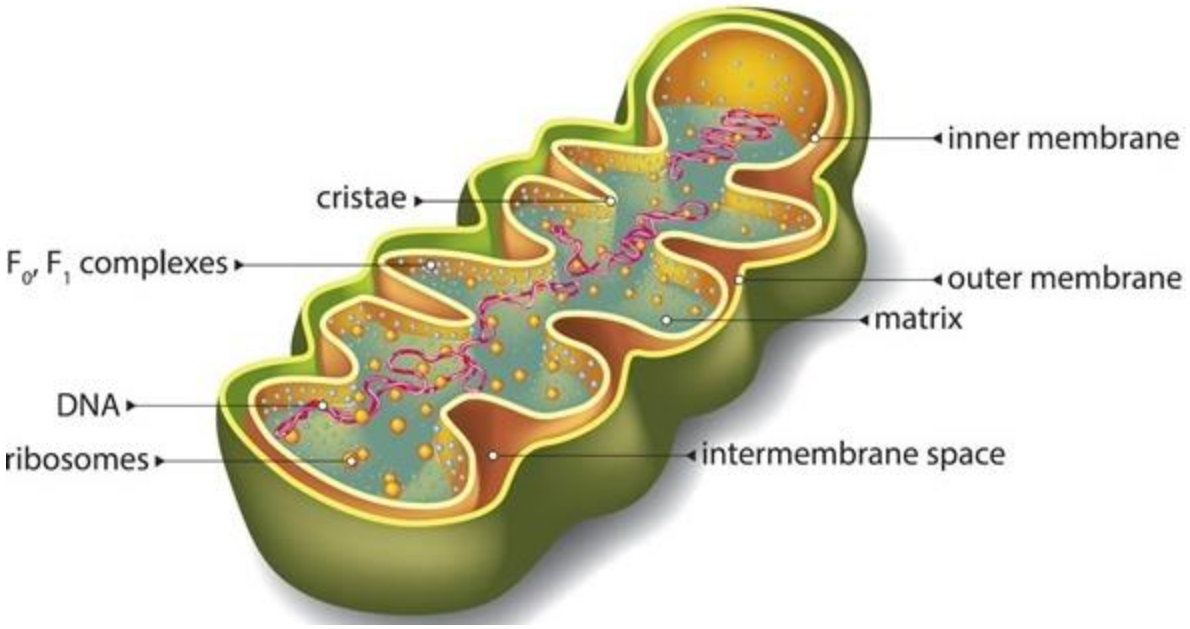

Figure 3: Mitochondria.

جهاز كولجي Golgi apparatus: يسمى في النبات dictyosomes هي اجسام بروتوبلازمية حية يتكون كل منها من مجموعة مفلطحة من الاكياس Cisternae المستديرة المتراكبة فوق بعضها البعض ويحاط كل كيس بغشاء وغالبا ما تكون حافة الكيس ذات ثقوب عميقة , فعندما تأخذ في الاتساع تظهر انبوبية الشكل وتقوم هذه الاجسام بعملية الافراز في الخلية حيث تفرز المواد المتجمعة في حويصلات تنطلق من حافة الكيس متجهة الى اماكن معينة في الخلية او تفرز خارجها. تقوم بتجميع المواد الناتجة من الشبكة الاندوبلازمية ثم افرازها كما يحدث لمادة جدار الخلية حيث تقوم بافراز مادة جدار الخلية ضمن الحويصلات التي تنقلها باتجاه جدار الخلية ضمن الحويصلات التي تنقلها باتجاه جدار الخلية ثم تتحد هذه الحويصلات مع الغشاء البلازمي الخارجي وتفرز المادة تجاه جدار الخلية في النبات ولقد اتضح ان الانابيب الدقيقة Microtubules تلعب دورا كبيرا في توجيه هذه الحويصلات الى جدار الخلية.

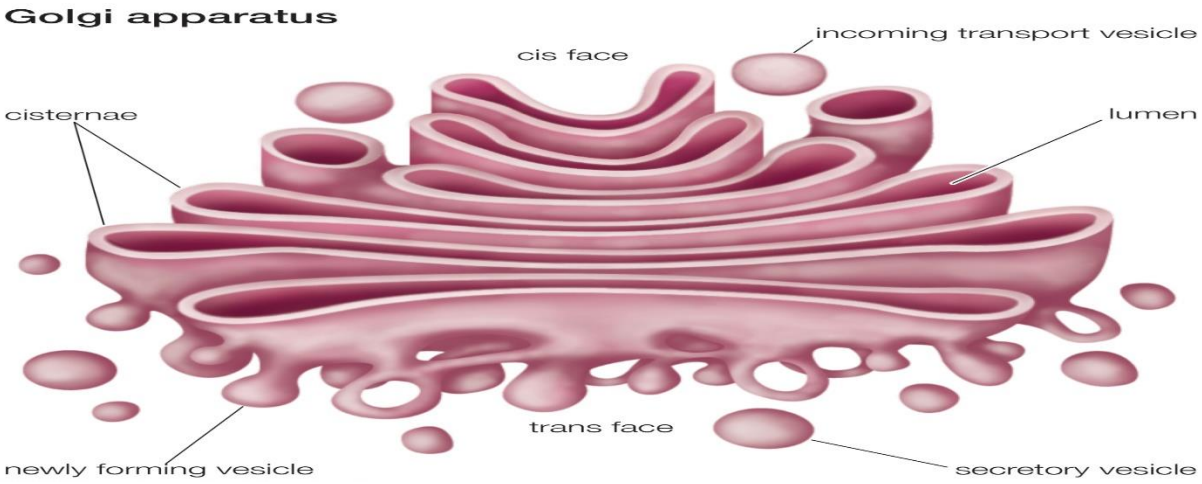

Figure 4: Golgi apparatus.

البلاستيدة Plastid: هي اجسام بروتوبلازمية لزجة ذات شكل متميز توجد في الخلايا النباتية دون الخلايا الحيوانية الا انها قد لا توجد في بعض النباتات الدنيا خاصة البلاستيدات الخضر او قد توجد بلاستيدة واحدة كما في طحلب السبيروجيرا *Spirogyra* sp. اما في خلايا النباتات الراقية فانها توجد بأعداد كبيرة وتنشأ البلاستيدات من بلاستيدات اولية proplastids ذات اصل متشابه ثم تأخذ في التميز مع الخلية ونموها وتتكاثر البلاستيدات في الانقسام المباشر ولا يرتبط انقسامها بالانقسام المباشر للخلية وتتركب البلاستيدة من غشاء مزدوج يسمى بغشاء البلاستيدة يفصلها عن السايتوبلازم ويحيط بمجموعة من الحبيبات البلاستيدية او الكرانا Grana ومفردها حبيبة بلاستيدية Granum وهي مكونة من اكياس مفلطحة تشبه الاقراص تسمى الصفيحات Lamellae وتتصل الحبيبات مع بعضها البعض على مسافات معينة بصفائح بين حبيبية Intergrana- Lamellae وتسمى الحبيبات والصفائح بين الحبيبية Thylakoids وتنغمر جميعها في الحشوة stroma وتعتبر الحبيبات البلاستيدية اماكن اساسية لتواجد اليخضور ويعزى تحول البلاستيدات الخضر الى عديمة اللون لتحلل الحبيبات وعدم انتظامها. تحتوي الحشوة على الحامض النووي DNA ولكنها تكون اصغر حجما من تلك الموجودة في السايتوبلازم. تختلف البلاستيدات بالشكل والحجم والاصباغ وتتميز الى ثلاثة انواع رئيسة هي بلاستيدات خضر chloroplasts, بلاستيدات ملونة Chromoplasts وبلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts.

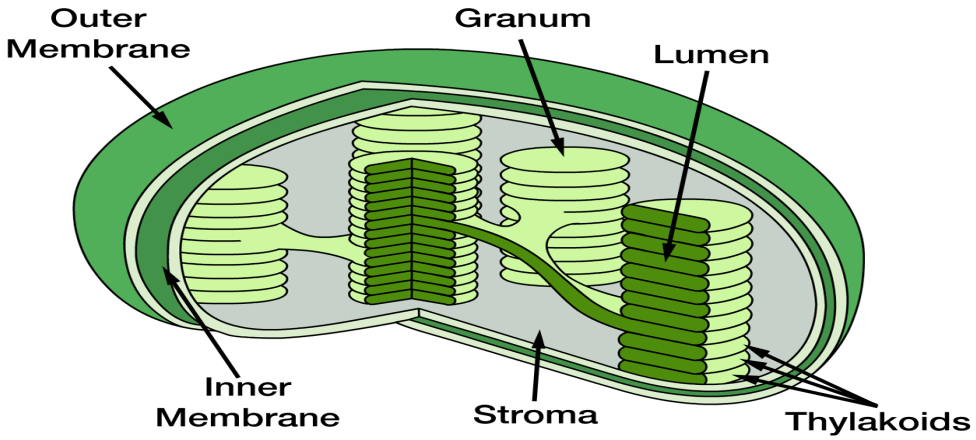

Figure 5: plastids.

الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum: وهي نظام من فراغات Cisternae محاطة بأغشية او هي عبارة عن غشاء مزدوج يحيط بفراغ ضيق يحتوي على وسط غير معروف التركيب وهي تملأ الخلية بمسطح غشائي داخلي كبير تتوزع خلاله الانزيمات وهي تعمل على تكثيف وتجميع النواتج الايضية وتنقلها من مكان الى اخر داخل الخلية واحيانا تكون الشبكة الاندوبلازمية على هيئة مجاميع مكونة بذلك الروابط السايتوبلازمية التي تربط بين الخلايا المتجاورة من خلال جدارها وقد تتصل الشبكة الاندوبلازمية مع غشاء النواة كما يرتبط بسطحها الخارجي عدد من الرايبوسومات وبذلك توصف بأنها الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وقد تخلو من الريبوسومات فتوصف بالشبكة الاندوبلازمية الملساء ويعتقد بأن وجود الرايبوسومات على

الشبكة الاندوبلازمية دليل قيامها بتكوين البروتين كما ان هناك العديد من الاقتراحات التي ترى الشبكة الاندوبلازمية تكون اغشية اجسام كولجي والاجسام الدقيقة.

الرايبوسومات Ribosomes: الرايبوسومات عبارة عن حبيبات صغيرة كروية الشكل توجد اما على اغشية الشبكة الاندوبلازمية او معلقة حرة في السايتوبلازم وتتركب من حوالي 60% rRNA و 40% بروتين وتتكون من وحدات S80 بحيث ان الوحدة الكبرى تكون S60 والوحدة الصغرى S40.

لايسوسوم Lysosomes: توجد هذه الجسيمات في معظم الخلايا الحيوانية وبنسبة اقل في الخلايا النباتية وتظهر اللايسوسومات تحت المجهر الضوئي على هيئة حويصلات اصغر من المايتوكندريا ويوضحها المجهر الالكتروني كأكياس صغيرة يحيط بكل منها غشاء رقيق. تتركب لايسوسوم من مواد دهنية وبروتينية معقدة وتحوي بداخلها عددا من الانزيمات الهاضمة الهامة. يشير لفظ لايسوسوم الى وفرة الانزيمات الهاضمة في هذه الجسيمات كما يشير ايضا الى ان هذه الانزيمات تنتشر في سايتوبلازم الخلية في حالة تمزق الاغشية المحيطة باللايسوسومات وعندما يحدث ذلك فأن هذه الانزيمات تتلف كل مكونات الخلية مما يتسبب في تحلل الخلية كلها ولذلك يطلق على اللايسوسومات اسم الجيوب الانتحارية. تقوم اللايسوسومات بوظائف مختلفة مثل الهضم داخل الخلية وعمليات ايض المواد الكاربوهيدراتية وغيرها, كذلك تلعب اللايسوسومات دورا هاما في التخلص من بعض محتويات الخلايا والانسجة في ظروف معينة.

الجسيم المركزي Centrosomes: تركيب خلوي صغير يقع قريبا من النواة ويوجد في الغالبية العظمى من الخلايا فيما عدا تلك الخلايا التي فقدت قدرتها على الانقسام والتكاثر مثل الخلايا العصبية البالغة. يظهر الجسيم المركزي على هيئة جسم صغير قائم تحيط به منطقة رائقة تسمى المنطقة المركزية الدقيقة Microcentrum تليها الى الخارج منطقة كثيفة تسمى الكرة المركزية Centrosphere التي تنشأ منها الاشعة النجمية astral rays astrosphere في بداية انقسام الخلية. يحتوي الجسيم المركزي في كل خلية على حبيبتين مركزيتين Centrioles. تلعب الحبيبات المركزية دورا هاما في عملية انقسام الخلية حيث تبتعد الحبيبتان المركزيتان عن بعضهما البعض وتتحركان الى قطبين متقابلين من اقطاب الخلية ولكنهما تظلان متصلتان بواسطة خيوط دقيقة تعرف بخيط المغزل spindle fibers تنتظم عليها الكروموسومات. الحبيبات المركزية ايضا وثيقة الصلة بحركة الاهداب في الخلايا والكائنات الهدبية كما انها تسهم بصورة ما في تكوين ذيول الحيوانات المنوية.

الهيكل الخلوي Cytoskeleton:هو عبارة عن دعامة او هيكل بروتيني موجود في الخلية مثل جميع العضيات الاخرى ضمن السايتوبلازم. يوجد الهيكل الخلوي في جميع الخلايا الحية الحقيقية النواة بحيث يشكل بنية حركية تحافظ على شكل الخلية وتمكن بعض الخلايا من الحركة مستخدمة الاسواط (Flagella) او الاهداب (Cilia) كما وتلعب دورا اساسيا في النقل والحركة داخل الخلية مثل نقل الحويصلات وحركة العضيات في السايتوبلازم. يقوم الهيكل الخلوي بدور اساسي في عملية الانقسام الخلوي وفي ثبات شكل الخلية مثل microfilament و microtubules.

الفجوات Vacuoles: تعتبر الفجوات من اهم مكونات البروتوبلاست فهي تحتوي على الماء والمواد العضوية وغير العضوية ومعظمها تكون في حالة سائلة وقد تكون هذه المواد التخزينية مثل السكر والاحماض العضوية والبروتينات والفوسفات. قد اظهرت الدراسات الحديثة على الخلية ان الفجوات لا تقتصر على تجميع النواتج الايضية ولكنها تشترك في تنظيم الماء والمواد البايوكيمياية في الخلية كما انها تستطيع ان تعمل كعضية تقوم بوظيفة حيوية في الخلية حيث تحتوي على الانزيمات الهاضمة التي تحلل المواد السايتوبلازمية والمواد الايضية ولهذا يعتقد البعض انها تشبه اللايسوسوم lysosomes في الخلية الحيوانية ويعتقد بأن منشأ الانزيمات الهاضمة يكون في الشبكة الاندوبلازمية او في جهاز كولجي ومن ثم ينقل الى الفجوات عن طريق حويصلات غشائية تنفصل من هذه العضيات وتتميز النباتات بوجود فجوة كبيرة تعطي الدعم للخلية تسمى Tonoplast.

الاجسام الدقيقة microbodies: هي اجسام صغيرة توجد في سايتوبلازم الخلايا الحقيقية النواة وتحاط بغشاء مفرد وتكون الحشوة حبيبية او ليفية الشكل وتحتوي على انزيمات تختلف حسب نوع الخلية او النسيج الذي توجد فيه ويعرف منها نوعان : اجسام بيروكسية peroxisomes توجد في خلايا البدائيات والخمائروالنباتات الراقية وخلايا الكبد والكلية وتحتوي على انزيمات مؤكسدة للاحماض الجليكولية Glycolic acids واجسام جليوكسية توجد في الخلايا النباتية الغنية بالدهون وتحتوي على انزيمات تعمل على تحليل الاحماض الدهنية.

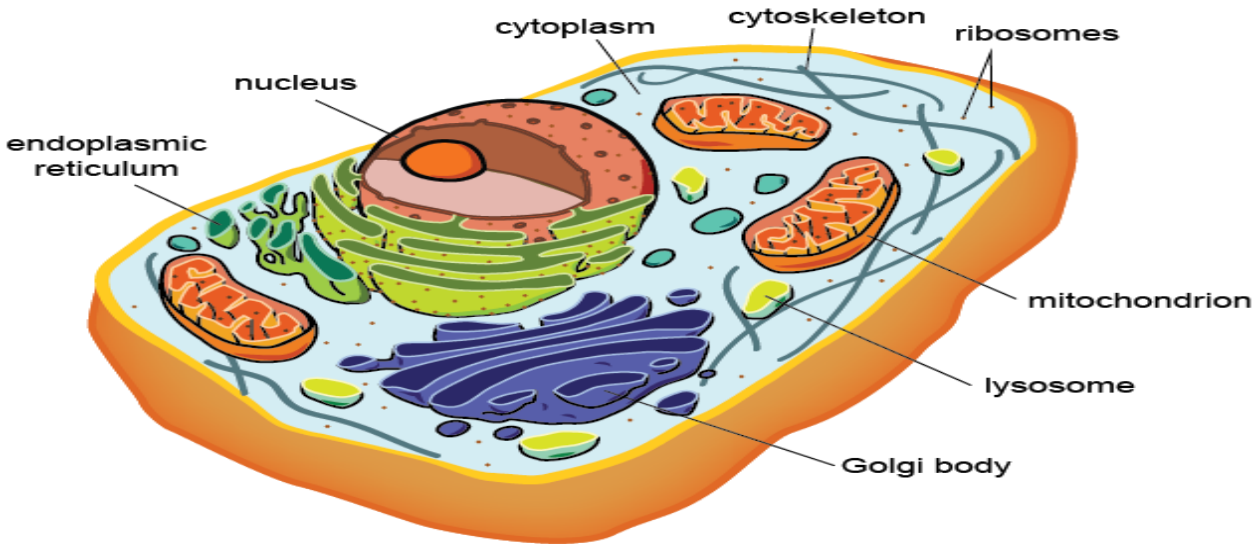

Figure 5: the cell.

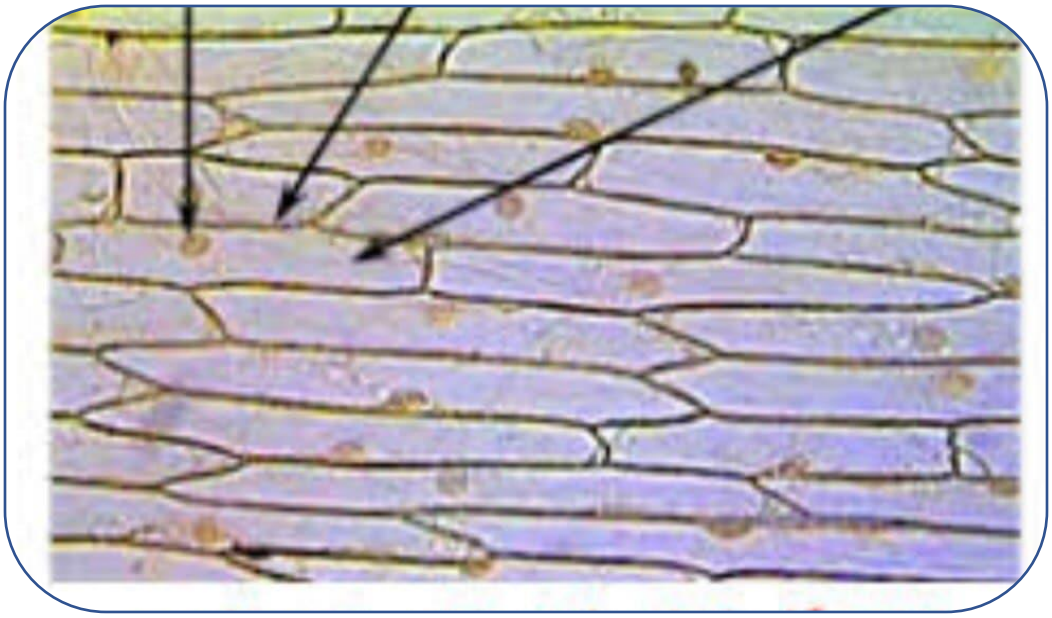

Figure 6: plant cell.

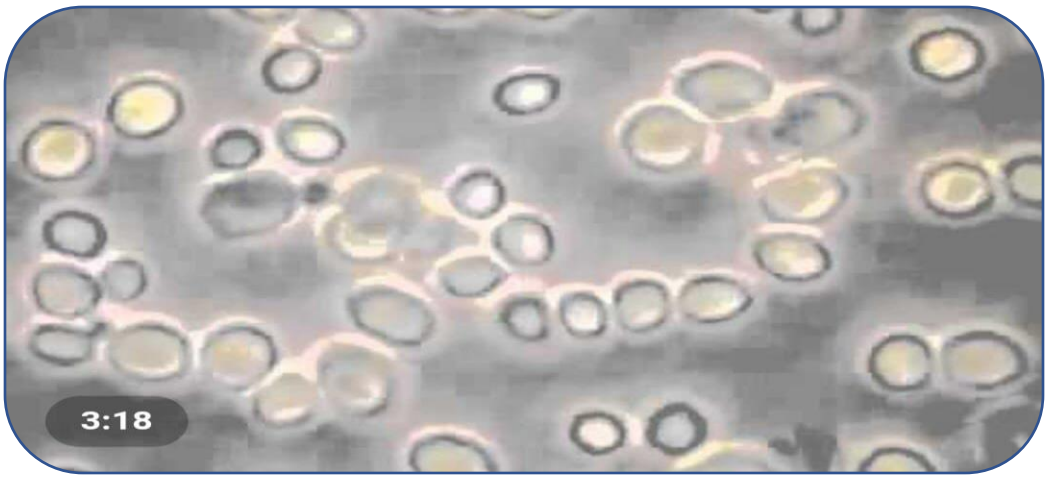

Figure 7: *Candida* (yeast).

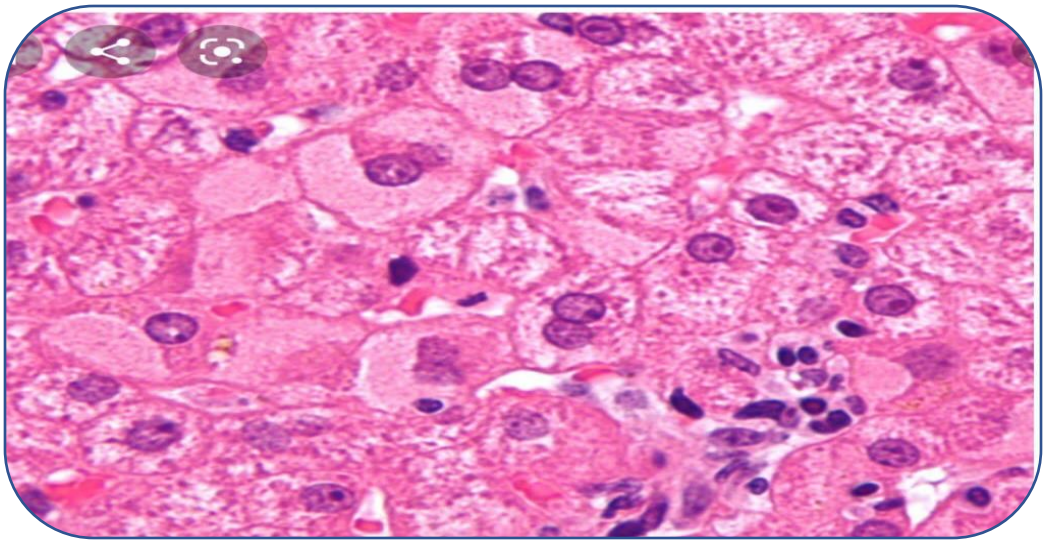

Figure 8: liver cells.

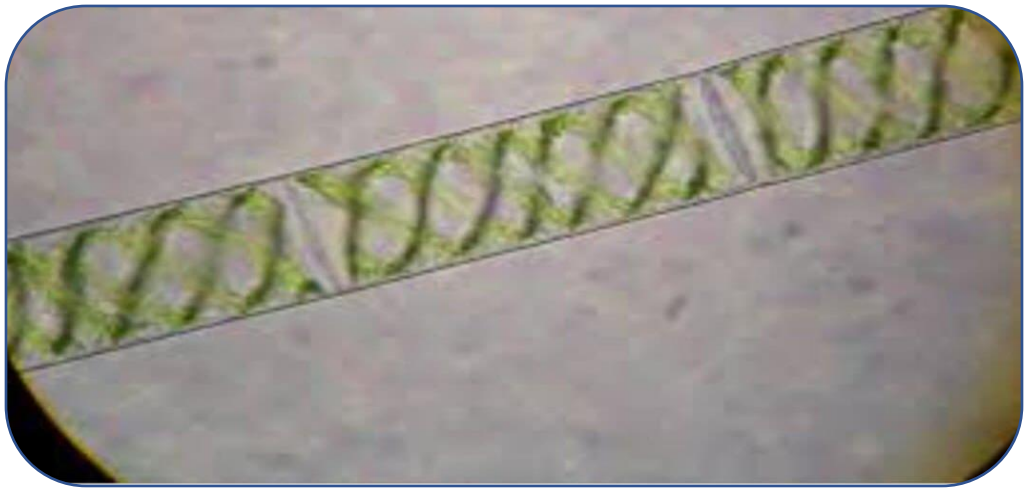

Figure 9: *Spirogyra*.