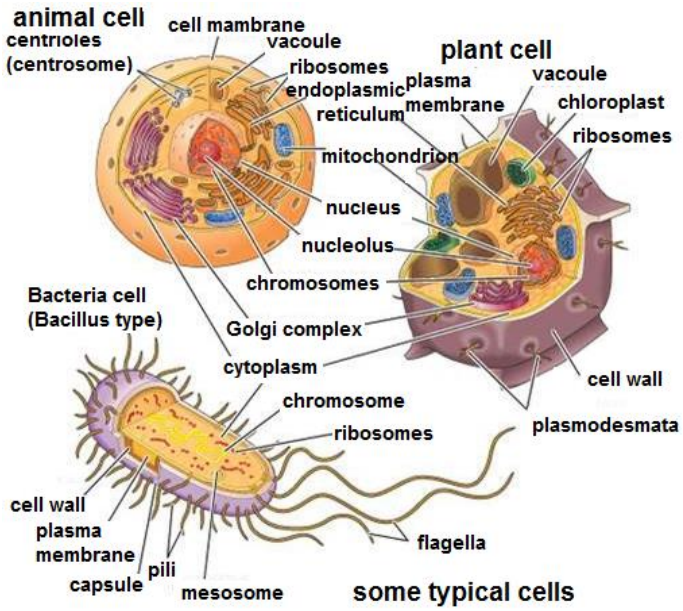
المحاضرة2

بدائيات النواة وحقيقيات النواة Prokaryotes and Eukaryotes

الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة في أجسام الكائنات الحية.



الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة

إن البكتريا (الجراثيم) والزراقم (البكتريا الزرقاء) والريكتسيات، والبدئيات خلايا بدائية النواة prokaryotes، وإن خلايا الخمائر والأعفان والفطريات والطحالب والنباتات والحيوانات حقيقية النواة eukaryotes.

The differences between representatives of the domains Prokaryote and Eukaryote.

النواة أصغر في الخلية بدائية النواة (أبعادها 1 – 10 μ) وأبسط بكثير عموماً من حقيقية النواة (الخلايا 10 – 100 μ وقد تبلغ سنتمترات عدة).

لا توجد حركة السيتوبلازما في بدائية النواة، وموجودة في حقيقية النواة.

الدنا DNA في بدائية النواة صبغي حلقي وحيد في السيتوبلازما النووية أو نَوَواني nucleoid، والعديد من الجراثيم يحتوي على البلازميدات، والدنا في حقيقية النواة صبغيات حقيقية وعديدة في النواة المشكّلة (ذات غشاء).

تحتوي سيتوبلازما الخلايا حقيقية النواة على عُضيّات مثل الميتوكوندريا والصانعات وجُسيمات غولجي وغيره لها أشكال ووظائف متخصصة، محاطة بأغشية ومعلقة في العصارة الخلوية؛ وهي غير موجودة في بدائية النواة.

الانقسام الخلوي خيطي mitosis في بدائية النواة، خيطي ومنصّف miosis في حقيقية النواة، يحدث اندغام جنسي amphimixis أو اعتراس syngamy في حقيقية النواة.

يتكوّن الغلاف الخلوي من: المورين mureine في بدائية النواة، ويتكوّن من السلولوز cellulose أو الكيتين chitin في حقيقية النواة.

الجُسيمات الريبية صغيرة وحرة في الخلايا بدائية النواة، وتتألف من تحت وحدتين: 50S و 30S، وهي كبيرة ومرتبطة إلى قُنيات الشبكة الداخلية في الخلايا حقيقية النواة، وتتألف من تحت وحدتين: 60S و 40S.

البروتينات بدون هستونات في بدائية النواة، والبروتينات مع هستونات في حقيقية النواة.

الجسميات الحالة غير موجودة في بدائية النواة، وهي حويصلات أحادية الغشاء تحتوي على إنزيمات حالة في حقيقية النواة.

قابلية تثبيت النتروجين موجودة في بدائية النواة، وغير موجودة في حقيقية النواة.

المشترك:

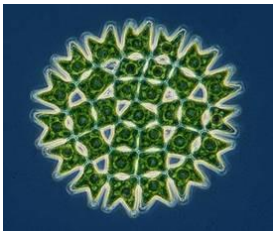
وجود غشاء سيتوبلازمي: وجود العصارة الخلوية تجتمع فيها العضيات، ووجود خيوط تحمل مورثات على هيئة الدنا، وجود جُسيمات ريبية.

Major Plant Groups

- Fungi, Lichens and Algae

Fungi

Algae



Algae

- Moses and Ferns: Mosses, Liverworts and hornworts

الحزازيات Bryophyta/Musci = الكبديات = الحزازيات

Funaria

Marchantia

= السراخس

Equisetum

- Spermatophytes:
  Conifers (Gymnosperms)

السرو *Cupressus*

الصنوبر *Pinus*

الأرز *Cedrus*

الشوح *Abies*

الإفدرا *Ephedra*

Flowering Plants (Angiosperms)

Hypericum العرن

Iris السوسن

Crocus vernus الزعفران

Crataegus

الزعرور

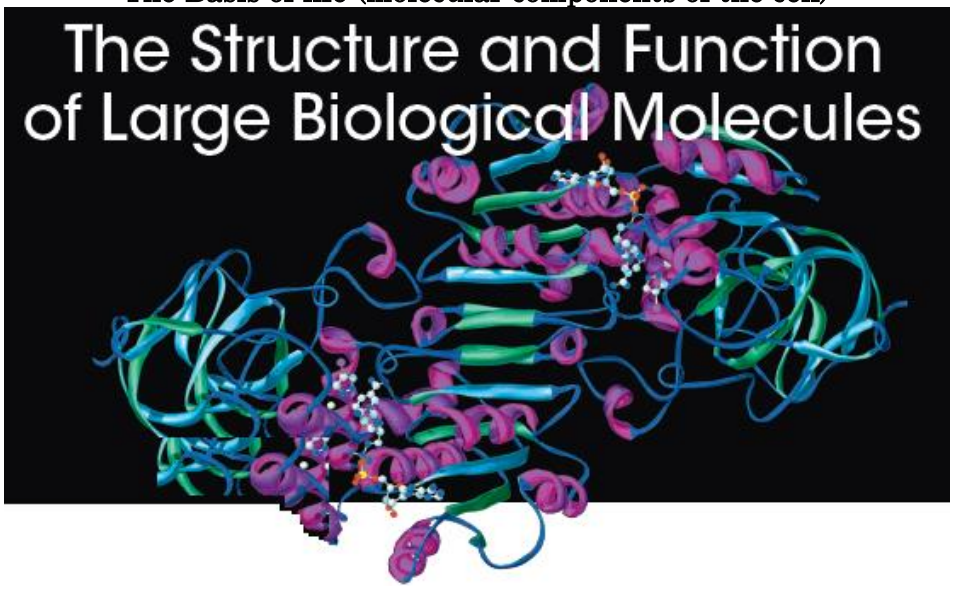
Salix الصفصاف

Quercus السنديان

أساسيات الحياة

The Basis of life

The Basis of life (molecular components of the cell)



بنية ووظيفة الجزئيات الحياتية الضخمة

تُعدّ الشمس مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية، فالنباتات تقتنص طاقة الأشعة من الشمس وتحوّلها إلى طاقة كيميائية على هيئة غذاء تستعملها الخلايا لاحقاً لإنجاز عملياتها وأنشطتها الحيوية المختلفة، كالنمو والانقسام والتمايز.

Chemical Composition of the Cell

التركيب الكيميائيّ للخليّة

تتكوّن المادة الحياتية من جزيئات عديمة الحياة، فهي تُظهر جميع الصفات الفيزيائية والكيميائية للمادة اللاحية عند عزلها وفحصها منفردة، لكن الأحياء تتميّز بصفات ومقدرات معيَّنة لا تمتلكها مجموعةُ الجزيئات اللاحيوية التي تتكوّن منها.

تتكوّن الخلايا الحية من مجموعة من عناصر كيميائية تؤلّف بنسب مختلفة المركّبات التي تدخل في تركيب المادة الحياتية، وهي غالباً 40 عنصراً كيميائياً تفيد أساساً في صون الأحياء واستمرارها، وتوجد على نمطين:

◙ العناصر الكبرية macroelements

توجد بكميّة كبيرة نسبياً، تركيزها في النباتات > 1000 جزء في المليون ppm، وتبلغ 0.1 – 6% (1 – 60 ملغ/غ) من محتوى المادة الجافة فيها، ويختلف مصدرها:

الهواء الجوي:– الكربون والهدروجين والأكسجين، وفي البقوليات النتروجين.

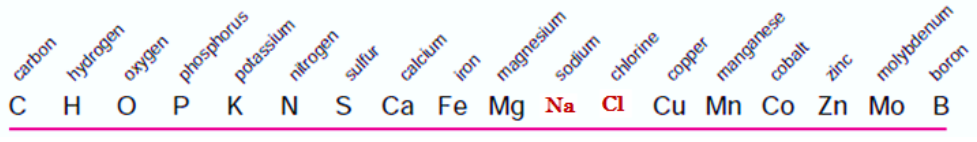
التربة:– النتروجين والفُسفور والبوتاسيوم والكلسيوم والمغنزيوم والكبريت.

◙ العناصر الصِّغْريّة microelements

توجد بكمية زهيدة جداً، وتسمى العناصر الأثرية trace elements، تركيزها في النباتات < 500 جزء في المليون ppm من محتوى المادة الجافة فيها، ومصدرها التربة: الكوبلت والنحاس واليود والزنك/التوتياء والمنغنيز والحديد والبورون والموليبدن.

تؤدي العناصر الصِّغْريّة دوراً مهماً في حياة النباتات، فهي ذات دور حاسم، مثل: إنزيمات التنفس والاستقلاب، أو هي جزء من فيتامين معيّن.

وتؤلّف العناصر الست: الكربون والهدروجين والأكسجين والنتروجين والكبريت والفسفور أكثر من 95% من الكتلة الحياتية، وهناك 16 عنصراً أكثر وجوداً في النباتات. صحيح أن عناصر Na و Cl من العناصر الصغرى لكنها تنتمي إلى العناصر الكبرى فيما يتعلّق بالنباتات الملحية التي تحتاجها بكميات كبيرة مقارنة بالنباتات الأخرى.



العناصر الأساسية الموجودة في تركيب المواد داخل النباتات

الماء: الوسط الذي يحتضن الحياة Water: the medium of life

توجد المكوّنات الكيميائية في الخلية الحية على نمطين:

□ مواد لاعضوية □ مواد عضوية.

⌂ المواد اللاعضوية

جزئيات بسيطة أو صغيرة تأخذها الخلية من الخارج كالماء والأملاح والشوارد المعدنيّة.

1. **الماء** H_2O Water the molecules evolved that supports all of life

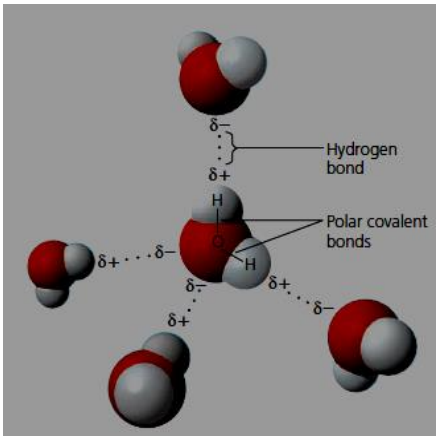
بدأت الحياة على الأرض في الماء ونشأت هنالك منذ 3 مليارات سنة، فهو المادة التي جعلت الحياة ممكنة كما نعرفها اليوم على الأرض. يكوّن الماء 50 – 90% من الكتلة الخلوية في النسج الحية، وأكثر من 90% من الوزن الصافي للبروتوبلازما protoplasm، وله أهميّة كبيرة في حياة النبات.

للماء خواص فريدة تجعل منه وسطاً خلوياً مناسباً:

© سائل ومذيب مناسب ينحلّ فيه معظم الأملاح والشوارد المعدنية وجزء من الفيتامينات.

© ناقل للشوارد/إيونات والجزيئات التي تدخل وتغادر الخلية بسبب طبيعته القطبية، وسط لتشتيت الغرويّات، ولا تنحل فيه المواد الشحمية التي تدخل في بناء الأغشية الخلوية. مصدر لشوارد الهدروجين والهدروكسيل.

© تمتلك جزيئات الماء خواص قطبية، أي لها أقطاب سلبية وأخرى إيجابية، يجذب القطب السلبي الأقطاب الإيجابية الأخرى ويجذب القطب الإيجابي الأقطاب السلبية الأخرى، بالنتيجة تتحد جزيئات الماء معاً ومع الجزيئات القطبية في الخلية.



Hydrogen bonds between water molecules

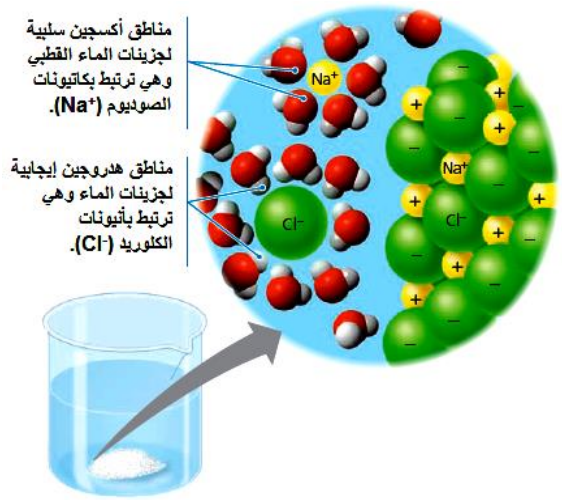


Table salt dissolving in water

$$\underset{\text{Carbonic acid}}{H_2CO_3} \rightleftharpoons \underset{\text{Bicarbonate ion}}{HCO_3^-} + \underset{\text{Hydrogen ion}}{H^+}$$

The pH Scale

$[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$; $pH = -\log [H^+]$

For a neutral aqueous solution, $[H^+]$ is 10^{-7} *M*, giving us $-\log 10^{-7} = -(-7) = 7$

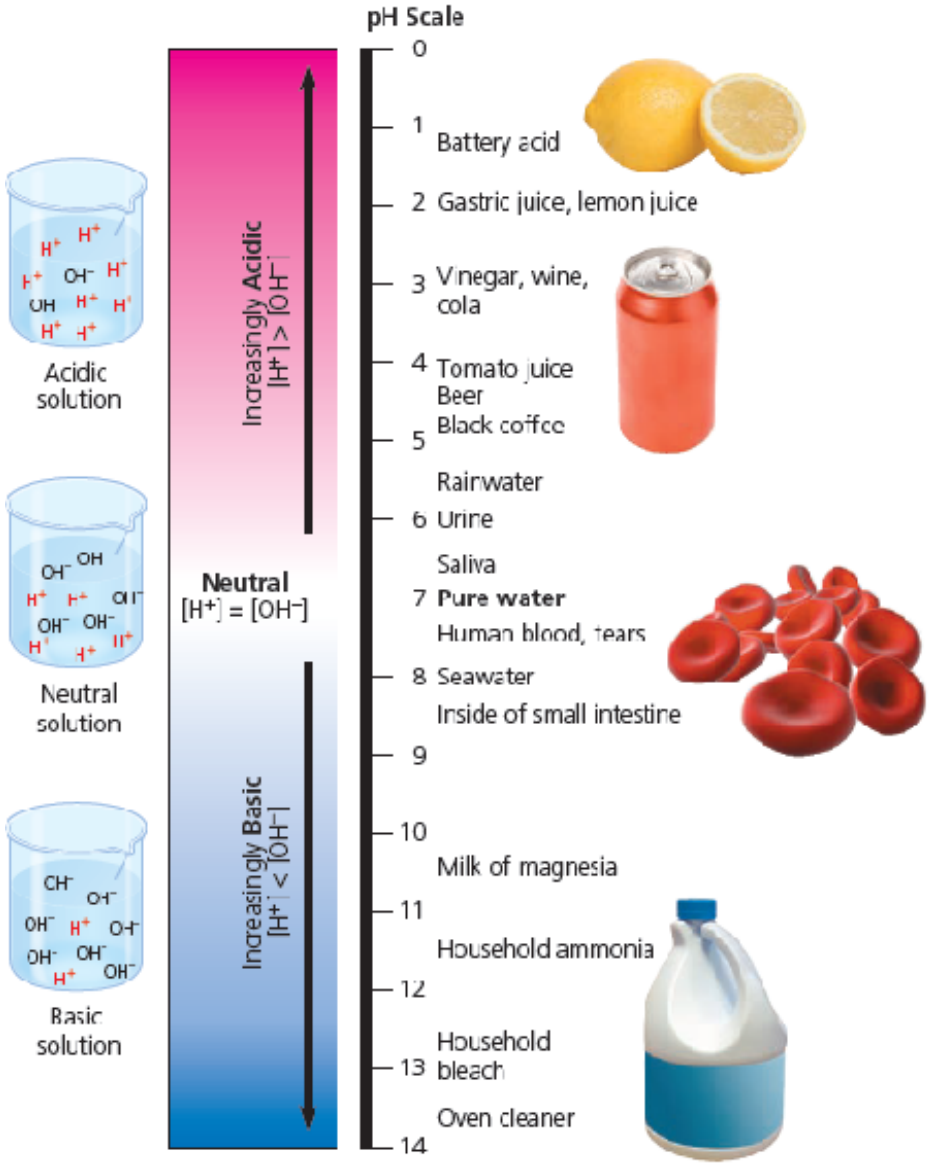
© وسط حيوي مهم لحدوث عدد كبير من عمليات الاستقلاب، تركيب وحلمهة ضمن الخلية، وكذلك عمليات النموّ والتكاثر.

© حرارته النوعية عالية، ودرجة تبخّره عالية مقارنة بالمحلات الأخرى؛ ما يمكّنه من امتصاص حرارة التفاعلات الحيوية المنتشرة من دون أن ترتفع درجة حرارة الخلية.

© الماء وسط عام تحدث فيه جميع الأنشطة في الخلايا، فكلّ الأحياء منظومات مائية، إذ تعجز عن القيام بدورها أو بأنشطتها في حال غياب الماء.

استقطاب الرابطة بين الأكسجين والهدروجين يؤمّن عبور المواد الغذائية المنحلة بالماء إلى داخل الخلية، شحنة سلبية جزئياً على الأكسجين وشحنة إيجابية على الهدروجين.

تشكّل الروابط الهدروجينية بين ارتباطاً قوياً بين جزيئات الماء في المحلول ومرونة للجزيئات، تشكل الجليد وذوبانه، وتفكك عدد من الروابط الهدروجينية، ويساعد في تشرّد الجزيئات المنحلة بالماء، الحموض والأسس والأملاح وتشرد الماء أيضاً.



The pH scale and pH values of some aqueous solutions

يوجد الماء في الخليّة على هيئتين:

◙ الماء الحرّ Free water: ماء متوافر دوماً من أجل مختلف تفاعلات الاستقلاب الخلوي، يرتبط مع الشوارد المنحلة فيه بروابط شاردية لاستقطاب الرابطة بين ذرتي الأكسجين والهدروجين في الماء، ويكوّن 95.5% من ماء الخلية.

يشكل الوسط الملائم لمختلف التفاعلات الحيوية الكيميائية، المذيب الأفضل للعديد من المركبات ضمن الخلية، يسمح بتشرّد المواد المذابة فيه، يكوّن معظم ماء الخلية.

◙ الماء المرتبط Bound water: ماء مرتبط مع الجزيئات الكبرية المنحلة: البروتينات وعديدات السكّاريد والدهون بروابط هدروجينية تجعل المادة المنحلة مماهة hydrated ترتبط بالعديد من جزيئات الماء المحيطة بها، ونسبته 4.5% من ماء الخلية، ففي السيتوبلازما عدد من الشوارد والجذور شديدة الكهرسلبية، مثل الهدروكسيل والكربوكسيل والكيتو وغيرها، وهو أكثر ثباتاً تجاه التبخّر والتجمّد؛ ما يجعل الخلايا قادرة على تحمّل الظروف القاسية كالبرودة والحرارة المرتفعة والجفاف وغيرها. يساهم في البنية الهندسية المعقدة لمكوّنات الخلية مثل بناء جزيئات الدنا والبروتينات.

الخلية النباتية لا يحدث لها انكماش بسبب جدارها ولكن يحدث انكماش للبروتوبلازما، ويمكن أن تشفى الخلية من الانكماش بوضعها في محلول متساوي التركيز إذ يعود الماء تدريجياً إلى الخلية وتعود الخلية إلى وضعها السابق.

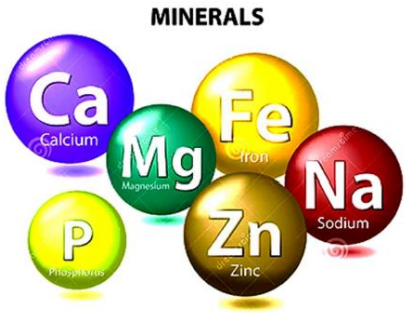
أنواع المحاليل الحيوية

محلول سوي التركيز Isotonic solution

- محلول ناقص التركيز Hypotonic solution ← انفجار الخلية
- محلول زائد التركيز Hypertonic solution ← انكماش الخلية

2. الأملاح والشوارد المعدنية Salts and Ions

يحتوي التركيب الكيميائي للنسج الخضراء نحو 80 – 95% ماء ونحو 5 – 20% مادة جافة dry matter، والأملاح المعدنيّة مركّبات لاعضوية ضرورية لحياة خلايا النباتات، مثل: الفُسفور والبوتاسيوم والنتروجين والكبريت والكلسيوم والحديد والمنغنيز والزنك والنحاس، تحصل النباتات على الأملاح المعدنية من التربة والماء حيث تنمو، وهذه الأملاح تتفاعل مع غاز ثنائي أكسيد الكربون والماء فتكوّن المواد الخام التي تدخل في تركيب المواد العضوية المعقّدة في الخلية. وتكون الإنزيمات خاملة في حال غياب العناصر المعدنية لاسيما العناصر الصغريّة.



يعدّ وجود الأملاح اللاعضويّة ضروريّاً لتنشيط تفاعلات الإنزيمات وتنظيم الضّغط التناضحي والرقم الهدروجيني وكمون الأكسدة والإرجاع.

يؤثّر في المحتوى المعدني في النبات العوامل الآتية: العامل الوراثي وجاهزية العنصر الغذائي واختلاف عمر النبات.

توجد الأملاح المعدنيّة في الخليّة على هيئتين: الأملاح الحرّة، والأملاح المرتبطة مع الجزيئات العضويّة الكبيرة. تتشرّد الأملاح في الماء لتعطي شرجبات (K^+, Na^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}) وشرسبات (Cl^-, NO_3^-, PO_4^{-3}, CO_3^{-2}) تتوزع على نحو مختلف بين داخل الخلية وخارجها، وتتصف الشوارد والأملاح بأهمية كبيرة كالآتي:

تحافظ على توازن الضغط التناضحي الخلوي مقابله للسوائل خارج الخلوية، إذ توجد الشوارد المعدنية بنسب مختلفة، فتسهم في استقرار درجة حموضة الوسط الداخلي في الخلية بعمليتي الانتشار والتناضح/الحلول لتلك الشوارد.

للتوازن الشاردي بين داخل الخلية وخارجها أهمية قصوى في الحفاظ على الاستقطاب الخلوي، أي كمون الراحة أو الغشاء، وهو شرط لاستجابة الخلية للمؤثرات والإشارات الواردة إليها.

⌂ المواد العضويّة:

هي الجزيئات الضخمة أو الكبيرة التي تحتوي على الكربون، وتركّبها الخلية بدءاً من المواد الخام اللاعضوية، مثل:

السكريات والشحم lipids والبروتينات والحموض النووية.

☺