الفيروسات Viruses

الفيروسات هي دقائق جينية تحتوي على حامض نووي من نوع واحد أما RNA أو DNA وليس كلاهما كما في البكتريا وتتصف هذه الجسيمات بأنها متطفلات إجبارية داخل خلايا العائل Obligate intracellular parasites.

الصفات العامة للفيروسات:

تعتبر الفيروسات حلقة اتصال بين عالمي الجماد والأحياء ولذلك لابد من دراسة كل من الصفات الإحيائية واللاأحيائية للفيروس وهى كالآتي:

أولاً : الصفات اللاأحيائية (الجمادية):

1. يمكن لحبيبات الفيروس آن تسلك في أنابيب الاختبار مسلك المواد الكيميائية فتتبلور ويمكن إعادة إذابتها وتبلورها دون آن تفقد قدرتها التطفلية.
2. لا تظهر الحبيبات الفيروسية نشاطا أيضياً مميزاً ولا يمكن التعرف عليها إلا إذا وجدت داخل عائلها الحي.

ثانيا : الصفات الأحيائية:

1. الفيروسات كائنات متطفلة إجبارية Obligate parasites لا تستطيع النمو والتكاثر إلا داخل الخلايا الحية.
2. عندما يصيب الفيروس خلية حية فانه يحتاج لفترة تحضين معينة حتى تظهر الأعراض المرضية Incubation period .
3. لها نقاط حرارة مميتة Thermal death points محددة وتتباين هذه الدرجات باختلاف الفيروسات.
4. تباين المدى العائلي Host range باختلاف الفيروسات حيث أن الفيروسات تتخير عوائلها وتنقسم الفيروسات من حيث عوائلها لثلاث مجموعات رئيسية هي:.
   أ. واسعة المدى العائلي : يستطيع الفيروس أن يتطفل على عدد كبير من العوائل الحية مثل فيروس تجعد القمة في نبات البنجر والذي يتطفل على 220 نوعاً تقريبا" موزعه بين 41 فصيلة نباتية .
   ب. وسطية المدى العائلي : يتطفل الفيروس على أفراد فصيلة واحدة فقط من العائلة النباتية .
   ج. ضيقة المدى العائلي : يكون تطفل الفيروس على نبات عائل واحد فقط أو قلة من النباتات مثل فيروس تبرقش الذرة الذي يتطفل على الذرة والذرة البيضاء .
5. للفيروسات القدرة على إنتاج سلالات متطفرة Mutant strains أي عند تعرض البلورات الفيروسية لبعض العوامل المستحثة للطفرة مثل بعض الإشعاعات والكيماويات فيؤدي ذلك إلى التغير في صفاتها أو قدرتها التطفلية وتظهر سلالة جديدة متطفرة

تختلف تماماً عن السلالة الأبوية . والتطفير الذي يحدث في الفيروسات تطفير إلكتروني وليس تطفيرا "جينيا" حيث إن بعض هذه المؤثرات الإشعاعية والكيميائية تؤثر على جزيئات الفيروس تسبب فصل أحد الإلكترونات فينتج عنه خلل في الجزيئات لإعادة تنظيم ما تبقى من الإلكترونات ويصاحب إعادة التنظيم الإلكتروني تبديل في الخواص و إنتاج سلالات جديدة متطفرة من الفيروسات .

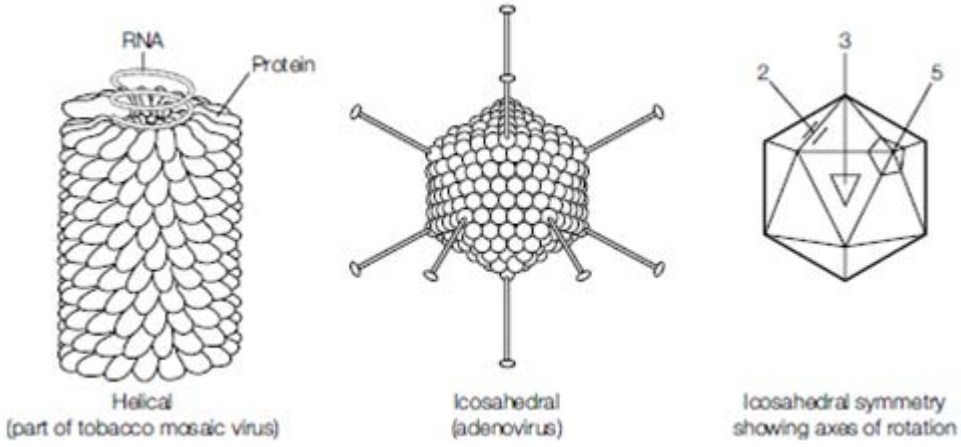
6. تحتوى الفيروسات على نوع واحد من الأحماض النووية إما RNA أو DNA وقد وجد أن الفيروسات المسببة للأمراض لا تستجيب للعلاج بالمضادات.

تركيب الفيروس The virus structure

تتركب الفيروسات من بلورات نيوكليوبروتينية nucleoprotein أي من حامض نووي (Nucleic acid) وبروتين ولا يوجد اتحاد بين البروتين والحامض النووي ولكن يمكن فصلهما ثم إعادة ضمهما دون أن يؤثر ذلك على قدرة الفيروس على الإصابة. و يختلف الحامض النووي باختلاف الفيروسات وفي معظم الفيروسات النباتية يكون من نوع (RNA) وأما الفيروسات الحيوانية فهو إما من نوع (RNA) أو من نوع (DNA) أما الفيروسات البكتيرية يكون من نوع DNA.

ويمثل الغلاف البروتيني أو ما يعرف بالكابسيد Capsid الجزء الخارجي للفيروس والذي يحتوي بداخله أما DNA أو RNA ويكون الكابسيد على نوعين:

1. عشريني التناظر Icosahedral Symmetry Capsid: وهو مجسم هندسي ذو عشرين وجه كل وجه يكون على شكل مثلث متساوي الأضلاع مكون من بروتينات كروية متراصة حيث يسمى كل بروتين منها Capsomere وكل كابسومير يتكون من سلسلة ببتيد واحدة أو أكثر.



2. حلزوني التناظر Helical Symmetry Capsid: يحتوي بداخله على RNA فقط حيث ترتبط الكابسوميرات مع الـ RNA وتلتف بشكل حلزوني وتتخذ شكلا كروياً في معظم الفيروسات. حيث يكون الحامض النووي بشكل لولب داخل حبيبة الفيروس مثل فيروس

موزائيك التبغ الذي يتكون من لولب اسطواني يحتوي على حامض RNA تحيط به أجزاء منفصلة متراكبة ومتراصة بجانب بعضها البعض من البروتين.

وبشكل عام الفيروسات قد تحتوي DNA أو RNA والحامض النووي قد يكون أحادي الشريط Single stranded أو ثنائي الشريط Double stranded وقد يكون شكله شريطيا Linear أو حلقياً Looped وقد يكون متصلاً Continuous أو متقطعا Sigmented.

أصناف الفيروسات

فيروسات الـ RNA: وهي ثلاثة أصناف:

1. ايجابية الشريط (+) Positive stranded.
2. سلبية الشريط (−) Negative stranded.
3. فيروسات راجعة Retroviruse.

إيجابية الشريط تعني أن الـ RNA مماثل تماما للـ mRNA أي أنه عندما يدخل فيروس إيجابي الشريط إلى خلية العائل فإن الـ RNA يمكن ترجمته مباشرة بواسطة الريبوسومات إلى بروتينات.

سلبية الشريط تعني أن الـ RNA لا يخضع مباشرة لعملية الترجمة عند دخوله لخلية العائل ولا بد من تحويله أولا إلى RNA إيجابي أي مماثل للـ mRNA وتتم هذه العملية بواسطة إنزيم خاص يسمى RNA-dependent RNA polymerase (يقوم هذا الإنزيم بعمل نسخة من RNA باستخدام شريط RNA كقالب) علما انه في حالة الفيروسات الممرضة للإنسان فإن هذا الإنزيم يأتي مع الفيروس لأن خلايا جسم الإنسان لا تحتوي عليه.

الفيروسات الراجعة تحتوي RNA لا يترجم ولا يحول إلى mRNA وإنما يحول إلى DNA بواسطة عملية تسمى بالتناسخ العكسي Reverse transcription ثم بعد ذلك يتم تشفير mRNA من الـ DNA الجديد والذي يترجم بدوره إلى بروتينات.

فيروسات الـ DNA: بخلاف فيروسات الـ RNA فإن كل فيروس DNA شريطين أحدهما إيجابي والآخر سلبي بحيث يكون الشريط الإيجابي يمكن ينسخ منه mRNA ومن ثم يترجم الأخير إلى بروتينات أما الشريط السلبي فلا يمكن أن ينسخ منه mRNA.

اعتمادا على تركيب أو بناء جسيمة الفيروس يوجد نوعان من الفيروسات:

1. الفيروسات العارية Naked viruses: تحتوي على حامض نووي وبروتين فقط.

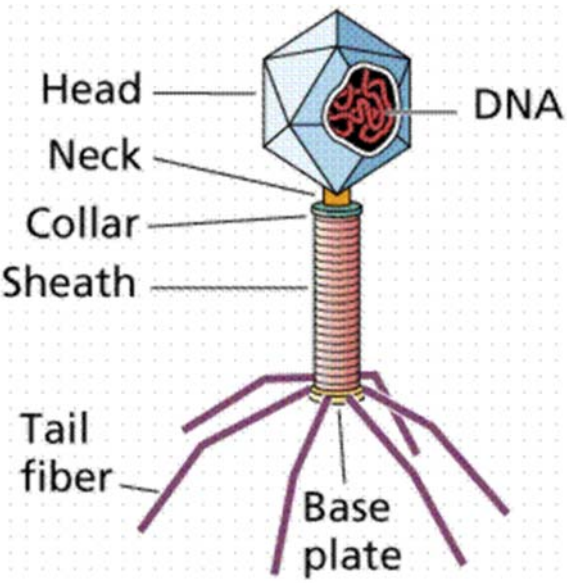
2. الفيروسات المغلفة Enveloped viruses: وتحتوي بالإضافة إلى الغلاف البروتيني غلاف خارجي يتكون من مواد كربوهيدراتية وبروتينية وتخرج منه زوائد Fibers لتساعد على التصاق الفيروس بخلية العائل.

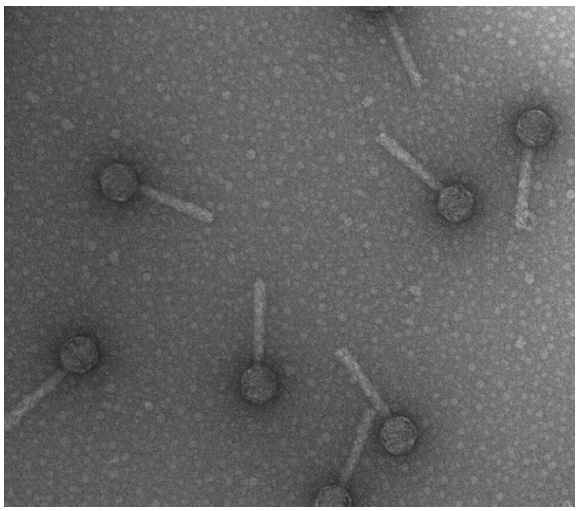
العاثيات البكتيرية Bacteriophges:

العاثيات Phages هي أنواع من الفيروسات تتطفل إجباريا على خلايا البكتريا تتكاثر بداخلها فتسبب تحللها وإذابتها وقد اكتشف هذا النوع من الفيروسات عام 1915 من قبل العالم الإنكليزي تورت Twort وعام 1917 من قبل العالم الفرنسي ديرل D'Herelle كل على انفراد من خلال ملاحظة ظاهرة غريبة تتمثل في أن البكتريا قد تضار نتيجة مرض متسبب عن فيروسات قابلة للترشح خلال مرشحات البكتريا وسميت هذه الظاهرة بإسم ظاهرة تورت – ديرل Twort–D'Herelle phenomenon.

تركيب العاثيات

تتكون العاثيات البكتيرية كما في باقي الفيروسات من حامض نووي DNA يحتوي على الشفرة الوراثية وكذلك بروتين يعمل على حماية المادة النووية (الرأس) ويمتد الغلاف البروتيني ليغطي منطقة الذيل والذي يكون أما طويل أو قصير ولا يقوم بوظيفة الحركة والذيل معقد التركيب يحتوي على أنبوبة مجوفة محاطة بغلاف بروتيني له القدرة على الانقباض وينتهي من أسفل بقرص قاعدي وتوجد ست شعيرات ذيلية رقيقة وطويلة تتصل بالقاعدة تعمل على التصاق الفيروس على سطح العائل. وتوجد أنواع كثيرة من العاثيات وأشهرها الذي تناولته الكثير الدراسات وهو المتطفل على البكتريا المعوية *E.coli* والذي يسمى بالكوليفاج Coliphge.





تصنيف الفيروسات

لقد اعتبر علماء الأحياء حديثا أن الفيروسات مملكة من الكائنات قائمة بذاتها أطلقوا عليها مملكة الفيروسات ومع هذا فلم يتوصلوا إلى قاعدة أساسية محددة في تصنيفها فقد صنفت الفيروسات على حسب تركيبها الجزيئي (DNA أو RNA) مثل تصنيف بلتيمور 1971 Baltimore classification وصنفت أيضا تبعا لنوع العائل الذي تصيبه (فيروسات الإنسان وفيروسات الحيوان وفيروسات النبات وفيروسات البكتريا) مثل تصنيف هولمز Holmes classification عام 1948 وفي عام 2014 قسمت اللجنة الدولية لتصنيف الفيروسات International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) الفيروسات إلى مجاميع بالاعتماد على تصنيف بلتيمور وقسمت كل مجموعة بدورها إلى رتب و عائلات وأجناس تبعا لنوع التشابه والاختلاف وكما يلي:.

Group I – dsDNA

Order: Ligamenvirales

Family: Lipothrixviridae

Genus: Alphalipothrixvirus

Species: *Thermoproteus tenax virus 1*

Genus: Betalipothrixvirus

Species: *Acidianus filamentous virus 3*

Group II – ssDNA

Group III – dsRNA

Group IV – (+)ssRNA

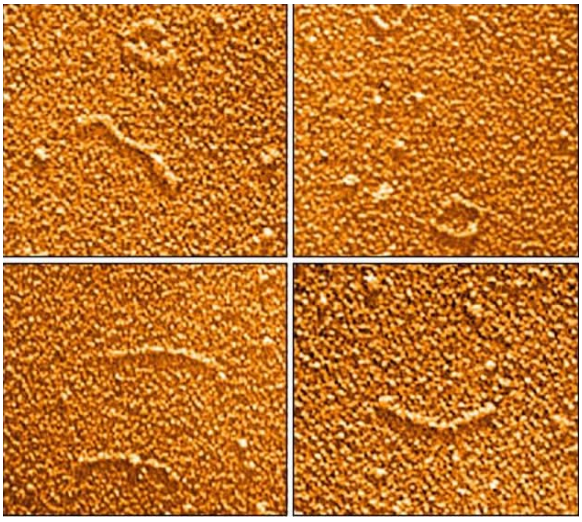
Group V – (−)ssRNA

Group VI – ssRNA–RT

Group VII – dsDNA–RT

Virus Taxonomy: 2014 Release". *International Committee on Taxonomy of Viruses*. Retrieved 16 March 2015. http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp.

الفيرويدات Viroids: هي أصغر عوامل الإصابة المعروفة لحد الآن تتكون تركيبيا من شريط RNA حلقي مفرد وبدون غلاف بروتيني Capsid ويكون قصير السلسلة حيث يتكون من 246-467 قاعدة نتروجينية (مقارنة بأصغر فيروس ممكن ان يحدث إصابة فإن طوله لا يقل عن 2000 قاعدة نتروجينية) ومعظمها ممرضات نباتية كالفيرويد المسبب لمرض الدرنة المغزلية في البطاطا والذي كان يعتقد أنها فيروسات سابقا.



فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطا

الطحالب Algae

الطحالب Algae عبارة عن مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الحقيقية النواة Eukaryotic التي قد لا تكون بالضرورة شديدة التقارب فهي تتباين من كائنات دقيقة وحيدة النواة Unicellular مثل الكلوريلا Chlorella والدايتومات Diatoms إلى كائنات متعددة الخلايا Multicellular مثل الطحالب البنية Brown algae التي قد تنمو ليصل طولها إلى 50 متر. وهي ذاتية التغذية Autotrophic لاحتوائها على الكلوروفيل لكنها تختلف عن النباتات الراقية بعدم احتوائها على الأوراق والسيقان والجذور و ولا تحتوي على تراكيب أخرى مثل اللحاء Phloem والخشبXylem والثغور Stomata. تقوم الطحالب بعملية البناء الضوئي باستخدام صبغة الكلوروفيل الموجودة في خلاياها والتي قد تطغي عليها صبغات أخرى وتحصل على المواد الغذائية عن طريق امتصاص الماء بما يوجد به من مواد غذائية من خلال جدر خلاياها. وتخزن المواد الغذائية في خلايا الطحالب تكون على هيئة كربوهيدرات بالأضافة إلى المركبات الدهنية وتتكاثر الطحالب خضريا Vegetatively ولا جنسيا Asexually وجنسيا Sexually.

يمكن إجمال الصفات العامة للطحالب بما يلي:.

1. معظمها أنواع تعيش في المياه (البحار والمياه العذبة) كما تعيش تحت مستوى التربة وعلى الصخور الرطبة وجذوع الأشجار الرطبة والجليد وغيرها.
2. تمتلك أنواع عديدة من الصبغات.
3. جسمها عبارة عن ثالوس بسيط (الثالوس: عبارة عن جسم نباتي الشكل غير متمايز إلى ساق وأوراق وجذور).
4. لا تمتلك نظام وعائي.
5. لا تحتوي أجسامها على أنسجة للحماية الميكانيكية (أغلفة)
6. جدار الخلية مكون من السيليلوز.
7. تخزن الغذاء على شكل نشأ Starch أو زيوت Oils أو دهون Lipids ...ألخ
8. الأعضاء الجنسية سواء كانت وحيدة أو متعددة الخلايا تكون محاطة بخلايا غير عقيمة.
9. في حالة الأعضاء الجنسية المتعددة الخلايا فإن كل خلية من الثالوس بإمكانها إنتاج الكميتات Gametes.
10. التكاثر الجنسي أما أن يتم بواسطة كميتات جنسية متشابهة في الشكل والحجم Isogamous أو غير متشابهة بالشكل والحجم Ansiogamous أو بواسطة كميتات بيضية (تكون البيضة الأنثوية أكبر حجما من الكميت الذكري) Oogomous.
11. في الظروف البيئية الملائمة فإن الطحالب تتكاثر لا جنسيا.
12. لا يتكون جنين بعد اتحاد الكميتات.
13. دورات الحياة أحادية العدد الكروموسومي Haploid (1n) وثنائية العدد الكروموسومي Diploid (2n) تكون منفصلة تماما أي بمعنى أن هناك اختلاف واضح بينهما.

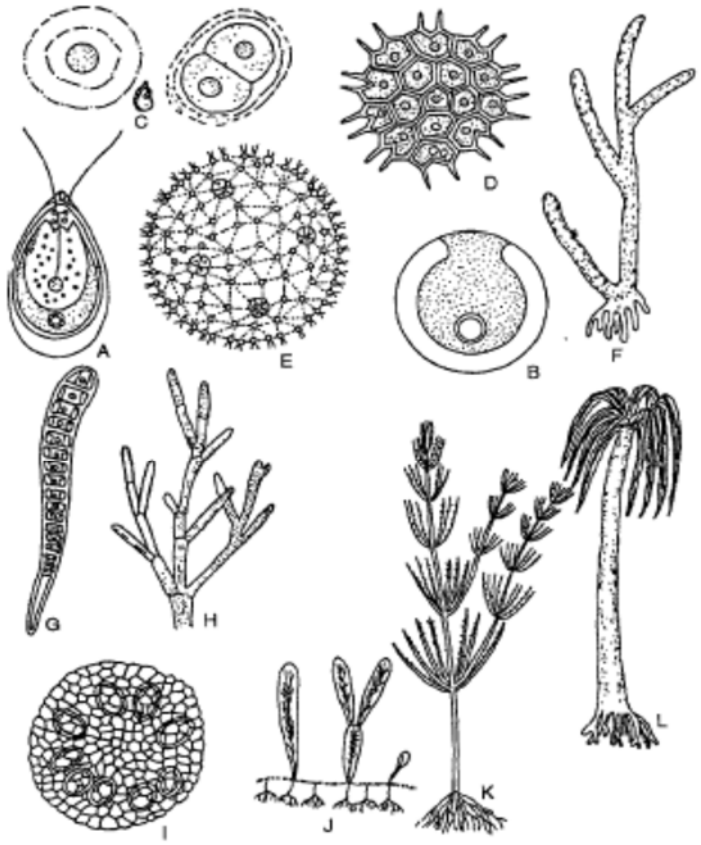


Fig. 1 : Range of thallus organisation Algae (A) *Chlamydomonas* (B) *Chlorella* (C) *Gleocapsa* (D) *Pediastrum* (E) *Volvox* (F) *Vaucheria* (G) *Ulothrix* (H) *Cladophora* (I) *Coleochaete* (J) *Caulerpa* (K) *Chara* (L) *Pastelsia*

تتواجد الطحالب في معظم الأماكن على اليابسة Terrestrial habitat كما تعيش بغزارة في المحيطات والبحيرات الملحية والعذبة Aquatic habitat وفي الجداول والترع وبعض من الطحالب يوجد في الترب الرطبة وعلى الصخور وقلف الأشجار وفي النباتات والحيوانات كما ينمو بعضها على الثلج في المناطق القطبية وعلى قمم الجبال ومن ناحية أخرى فإن بعض الطحالب يينمو في الينابيع الحارة التي تصل حرارتها إلى أكثر من 90ْم ونادرا ما تتواجد الطحالب البحرية في المناطق الشمالية من المحيطات على أعماق أكثر من 45-55 متر أما في المياه الصافية والدافئة والاستوائية حيث يتوفر ضوء الشمس لفترات طويلة في اليوم الواحد فإنها تعيش على أعماق تصل إلى 180 متر وقد تتواجد الطحالب في بيئات غير عادية Unusual habitats حيث بإمكانها التكيف حسب البيئة الموجودة فيها.

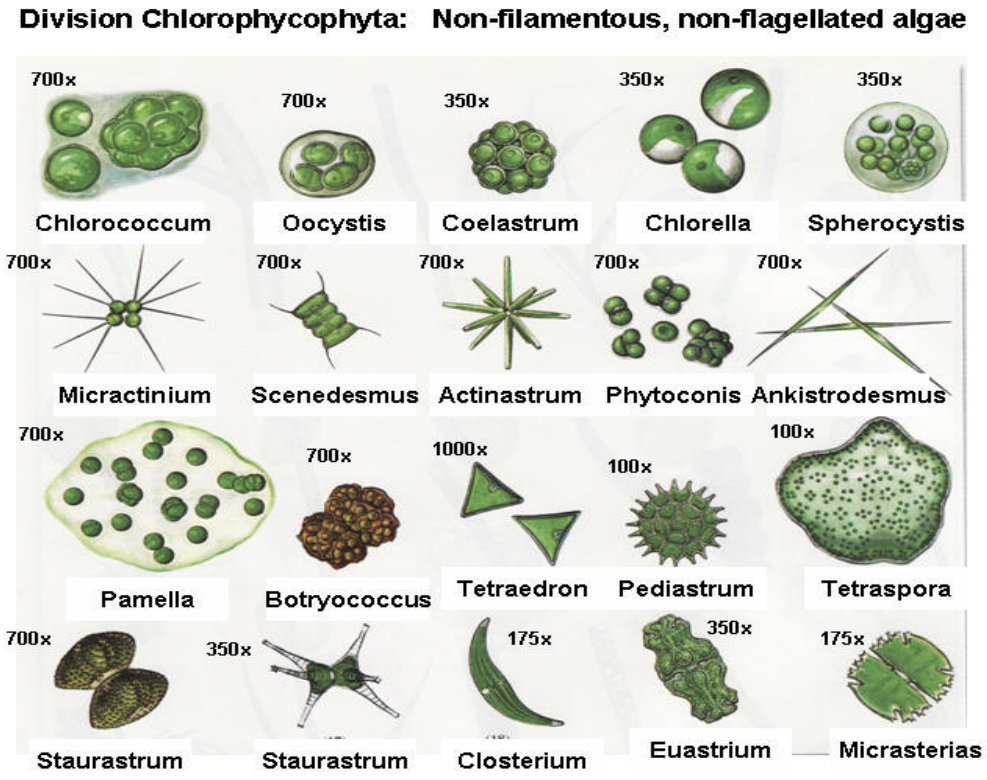
غالبا ما تسبب الطحالب مشاكل في مشاريع إسالة المياه لأنها تنتج طعما ورائحة غير مرغوب فيها. إن نمو الطحالب على هيئة طبقة كثيفة في المياه الطبيعية يؤثر على استخدام هذه المياه في الغسل كما أن نموها على هيئة طبقة كثيفة قد يحجب وصول الأوكسجين إلى الماء وكذلك يمنع عملية التركيب الضوئي للنباتات المائية في المياه العميقة عن طريق حجب الضوء من الوصول إليها وبذلك قد تؤدي إلى اختناق الأسماك والحيوانات المائية الأخرى ومن جانب

آخر فقد يزيد نمو الطحالب في المياه من تركيز الأوكسجين الناتج من التركيب الضوئي كما أن نمو بعض الطحالب يقلل من عسرة المياه وذلك بإزالة الأملاح منها.

تصنيف الطحالب Classification of algae

تصنف الطحالب على أساس الصبغات التي تحويها ونوع الغذاء المخزون ونوع وترتيب الأسواط وتركيب جدار الخلية بالإضافة للتراكيب الدقيقة للبلاستيدات الملونة. وتقسم الطحالب إلى:

1. **الطحالب الخضراء Chlorophyta:** تنمو في المياه العذبة كما ينمو بعضها في الترب الرطبة والمياه المالحة وحتى في الثلوج وعلى قمم الجبال وعلى الرغم من وجودها بشكل خلايا منفردة فإن بعضها تكون على هيئة خيوط طويلة من الخلايا المنفردة أو على شكل عناقيد كروية أو على شكل أوراق تشبه الخس. وتحتوي عل كلوروفيل أ و ب وتخزن المواد الغذائية على هيئة نشأ.



2. **الطحالب اليوغلينية Euglenophyta:** وهي طحالب أحادية الخلية ولها بعض الصفات النباتية كاحتوائها على الكلوروفيل أ وب فضلا عن بعض الصفات الحيوانية وتتحرك هذه الكائنات في الماء وذلك بضرب اسواطها نحو الأمام والخلف حيث يكون سوطها طويلا ومرنا. وتلتهم هذه الطحالب دقائق المواد الغذائية بالإضافة إلى قيامها بعملية التركيب الضوئي. وتحمل هذه الكائنات نقطة حساسة للضوء تمكنها من الحركة باتجاه الضوء أو

بعيدا عنه. وطحالب هذه المجموعة لا تحتوي على جدار خلية وأغلبها يعيش في المياه العذبة وقليل منها في الترب الرطبة وبعضها في القناة الهضمية للحيوانات وتخزن هذه الكائنات الغذاء بشكل جزيئات كربوهيدرات مشابهة للنشأ تسمى الباراميلوم Paramylum.

3. **الطحالب الدايتومية Bacillariophyta:** توجد الأنواع التابعة لهذه المجموعة في المياه العذبة والبحار وعلى اليابسة. والدايتومات تكون عادة وحيدة الخلية بالرغم من أن بعضها يكون مستعمرات وبعضها الآخر مثل *Melosira spp* يكون خيوطا مغلفة ويتكون جدار خلية الدايتوم من السيليكا بجزئين يدخل أحدهما في الآخر كما في طبق البتري. وجميع الأنواع تحتوي على الكلوروفيل أ و ب والبيتاكاروتين والزانثوفيل. إن الجدران الزجاجية للدايتومات تكون مزخرفة بأخاديد وثقوب صغيرة جدا بحيث تستخدم في فحص جودة المجاهر ويكون بعض هذه الثقوب صغيرا جدا بحيث لا يمكن رؤيته إلا بالمجهر الإلكتروني. إن البقايا الزجاجية لهذا الطحلب تراكمت منذ القدم في قاع البحار وبكميات كبيرة بحيث أن استخراجها يعد ذا مردود اقتصادي. ولأن الدايتومات صغيرة جدا ولها قوام يشبه بودرة التالك Talcum powder فإنها تستعمل في تلميع المعادن. كما يمكن استخدامها كمرشحات للسوائل بسبب قابلية جدرانها على حجز الشوائب الموجودة فيها وكذلك يمكن يمكن استخدام الدايتوم كمادة عازلة بسبب تحملها لدرجات الحرارة العالية.
4. **البايروفايتا Pyrophyta:** تأتي هذه المجموعة بعد الدايتوم من حيث أهميتها في تغذية الحيوانات البحرية وخاصة في المحيطات. إن أحد الأجناس التابعة لهذه المجموعة هو جنس *Gonyaulax* يكون ما يشبه ازهارا صغيرة حمراء Bloom توجد بغزارة في المحيطات بحيث تلون المياه وتسمى بالأمواج الحمراء وهذا الجنس ينتج سموما قاتلة للإنسان والأسماك والكائنات الحية الصغيرة.
5. **الطحالب البنية Phaeophyta (Brown algae):** أغلب الأنواع التابعة لهذه المجموعة تعيش بالمياه المالحة وتتكون من عدة خلايا وتحتوي على الصبغات البنية التي تعطيها اللون البني ويعد عشب البحر Kelp من الأمثلة على هذه المجموعة اذ يغطي الصخور الممتدة على سواحل المحيطات وبعض أنواعه تكون ذات حجم كبير بحيث يبلغ طوله 100 م وتستخدم بعض أنواع عشب البحر غذاء للإنسان والأسماك ويستخدم أيضا سمادا ومصدرا لليود والأملاح المعدنية.
6. **الطحالب الحمراء Rhodophyta:** تنمو هذه الطحالب في المياه المالحة وتتواجد على الصخور وعلى امتداد سواحل البحار. وأغلبها يكون مغمورا بمياه البحر ويتراوح طولها بين

2-4 أمتار وعدد من أنواعها ذو أهمية اقتصادية مثل طحلب *Gelidium* الذي يعد مصدرا لمادة الأكار.

7. **الطحالب الخضراء المزرقة (Blue-green algae) Cyanophyta:** تعد من ابسط الكائنات الحية وأقدمها حيث توجد في المياه العذبة والبحار وكذلك على اليابسة. إن التركيب الخلوي لهذه الطحالب بسيط (كائنات بدائية النواة) حيث أن المادة النووية DNA غير محاطة بأغلفة نووية ولذلك فإنها صنفت حديثا ضمن البكتريا وسميت Cyanobacteria. ولا تحتوي هذه الطحالب على البلاستيدات لذا تكون الصبغات منتشرة في السايتوبلازم. والناتج الرئيسي لعملية التركيب الضوئي هو نشأ سيانوفايسين Cyanophycean starch بدلا من النشأ الذي ينتج في النباتات الراقية.

الأهمية الاقتصادية للطحالب

1. **خصوبة التربة:** تقوم الطحالب الخضراء المزرقة بدور مهم في تثبيت النتروجين الجوي في الترب كما تفعل البكتريا المثبتة للنتروجين. ولبعض الطحالب غلاف جلاتيني يحمي البكتريا المثبتة للنتروجين من الجفاف ويجهزها بالكربوهيدرات كمصدر للطاقة. وفي بعض البلدان التي توجد فيها كميات كبيرة من الطحالب الحمراء والبنية فإنها تستدم كأسمدة.
2. إنتاج الفيتامينات: إن الصبغة الصفراء في بعض الطحالب هي عبارة عن الكاروتين الذي يعد المادة الأساس التي يصنع منها فيتامين A كما أن هناك أنواع أخرى من الطحالب تقوم بتخليق فيتامين D. وعندما تتغذى الأسماك على هذه الطحالب فإن الفيتامينات تخزن في أعضائها ومن هذه الأعضاء يمكن استخلاص الفيتامينات أو تستعمل مباشرة كمصدر غني بالفيتامينات في تغذية الإنسان.
3. **الطحالب كمواد غذائية:** تستخدم بعض أنواع الطحالب كغذاء في الشرق الأوسط فاليابانيون يزرعون طحلب *Prophyra* وهو من الطحالب الحمراء ويعد من المحاصيل الغذائية. والأكار يستعمل في بعض الأغذية كمادة مانحة للصلابة ويستعمل في ترويق عصير الفواكه. وأحد منتجات الطحالب الحمراء الذي يسمى كاراجينان Carrageenan يستعمل كمادة مثبتة للحفاظ على المواد الصلبة بصورة معلقة في السوائل كتعليق الكاكاو في الحليب لإنتاج الحليب المطعم بالكاكاو. ومن طحلب الـ Klep تستخلص مادة الألجينات Alginate التي تستخدم كمادة مثبتة في الصناعات الغذائية بدلا من الأكار. وهناك اتجاه حديث لاستخدام الطحالب الصغيرة مثل طحلب الكلوريلا *Chlorella* كغذاء للإنسان والحيوانات حيث أن تنمية هذا الطحلب تحت الظروف الملائمة يعد مصدرا غنيا بالبروتين الغني بجميع الأحماض الأمينية الأساسية لنمو الحيوان كما أنه يعد مصدرا غنيا بالكربوهيدرات.
4. **استعمالات مختلفة:** تستخدم عدة من المواد المستخلصة من الطحالب كالألجينات مواد مثخنة أو مانحة للصلابة في صناعة الأدوية والعقاقير فضلا عن استخدام مادة الأكار Agar في تصليب الأوساط الغذائية الخاصة بالأحياء المجهرية. وتعد الطحالب مصدرا غنيا بالبروم واليود والبوتاسيوم ومواد كيمياوية أخرى علاوة على كونها غذاء للأحياء المائية.

الخمائر Yeasts

الخمائر كائنات حية دقيقة حقيقية النواة Eukaryotic تصنف ضمن مملكة الفطريات Fungi Kingdom وهي تضم حوالي 1500 نوع معرف لحد الآن حيث يقدر أنها تشكل 1% من الفطريات. الخمائر بشكل عام وحيدة الخلية Unicellular غير أن هناك بعض أفرادها تظهر شكلا متعدد الخلايا Multicellular ناتج من اتصال عدد من البراعم بهيئة سلسلة تعرف بالهايفات الكاذبة Psudohyphae. حجم خلايا الخمائر تختلف بشكل كبير اعتمادا على النوع والبيئة ولكن بشكل عام فهب تتراوح بين 3-4 مايكرومتر قطرا وقد يصل حجمها أحيانا إلى 40 مايكرومتر. معظم الخمائر تتكاثر لاجنسيا Asexually بالانقسام الاعتيادي Mitosis حيث تجري هذه العملية بهيئة انقسام غير متناظر يسمى بالتبرعم Budding.

تصنيف الخمائر Yeast Classification

إن مصطلح الخمائر لا يشمل مجموعة تصنيفية أو سلالة واحدة فقط. فالمصطلح خميرة Yeast هو في الواقع هو مرادف لغوي لخميرة الخبز *Saccharomyces serevisia* أما سلالات الخمائر المختلفة فإنها توضع ضمن شعبتين Two Phyla هما الفطريات الكيسية Ascomycota والفطريات البازيدية Basidomycota. الخمائر التي تتكاثر بالتبرعم تسمى بالخمائر الحقيقية True yeasts وهي تقع ضمن رتبة Saccharomycetales.

Domain: Eukaryota

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Saccharomycotina (True yeasts)

Class: Saccharomycetes

Order: Saccharomycetales

Family: Saccharomycetaceae

Genus: Saccharomyces

Species: *S. cervisia*

Subphylum: Taphrinomycotina (Fission yeasts)

Phylum: Basidomycotina

Subphylum: Afaricomycotina

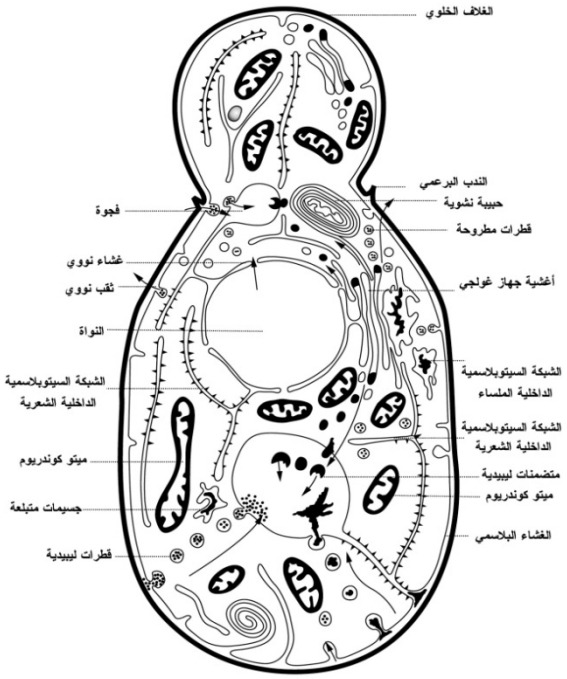
Class: Termellomycetes

Subphylum: Puccinomycotina

Class: Mycrobotryomycetes

تركيب خلية الخميرة Cytology of Yeast

إن شكل خميرة الخبز وتركيبها يختلفان باختلاف النوع ولأهمية خميرة الخبز *Saccharomyces servisia* من الناحية الزراعية والصناعية نجد أن أغلب المعلومات المتوافرة عن الخمائر تخص خميرة الخبز مع أن الدراسات الحديثة فد تضمنت أجناسا أخرى مثل *Hansenula* و *Rhodotorula* وعددا أخر من الأجناس. لقد تعمقت دراسة الخمائر بعد اكتشاف المجهر الإلكتروني حيث أنه بالإمكان الآن فحص جدار الخلية ومقاطع رقيقة جدا من داخل الخلية لملاحظة التراكيب الداخلية للخلية ومواقعها ومعرفة وظائف أجزاء الخلية المختلفة. وبشكل عام تتكون خلية الخميرة من الأجزاء الآتية:



1. **الكبسولات Capsules:** بعض أنواع الخمائر تكون محاطة بمادة مخاطية لزجة تسمى الكبسولات ومعظم كبسولات الخمائر تتكون من السكريات المتعددة Polysaccharides والتي تشمل المانان Mannan ومواد شبيهة بالنشأ.
2. **جدار الخلية Cell wall:** يكون جدار الخلية رقيق جدا في الخلايا الفتية ويتثخن مع تقدم العمر وبملاحظة صور المجهر الإلكتروني لمقاطع رقيقة من جدار الخلية يتضح أنه عبارة عن غلاف خارجي يكون حوالي 0.14 من قطر الخلية ويتكون بصورة رئيسية من نوعين من السكريات المتعددة وهي الكلوكان Glucan (30–35%) والمانان Mannan (30%) وجدار خلية الخبز يتكون من 6–8% بروتين ويعتقد أن بعضه عبارة عن إنزيمات فقد وجد أن إنزيم الإنفرتيز Invertase يوجد في جدار الخلية. وتتراوح نسبة الدهن في جدار الخلية بين 8.5–13.5% أما كمية الكايتين Chitin فتختلف حسب جنس الخميرة فمثلا لوحظ عدم وجود الكايتين في خميرة *Schizosccharomyces spp* في حين تحتوي خميرة الخبز على 1–2% كايتين وبعض الأجناس وخاصة الخيطية تحتوي على نسبة أكثر من

ذلك. وقد وجد أن الكلوكوز أمين Glucose amine وهو أحد مكونات جدار خلايا الأعفان يوجد بكميات قليلة في جدار خلايا الخمائر. أما نوعية وكمية المواد غير العضوية الموجودة في جدار خلية الخميرة فإنها تختلف بصورة كبيرة من نوع لآخر.

3. **الغشاء السايتوبلازمي Cytoplasmic membrane**: إن هذا الحاجز التناضحي يقوم بنفس العمل الذي يقوم به الغشاء البلازمي في البكتريا. ويتكون من طبقتين كثيفتين من الدهن والبروتين حيث يعتقد أنه تركيب دهني بروتيني Lipoprotein حيث أن الطبقة الداخلية تتكون من الدهن والخارجية تتكون من البروتين.
4. **المحتويات البروتوبلازمية Protoplasmic constituents**: يكون السايتوبلازم في خلية الخميرة على هيئة شبه سائلة ويحتوي على مواد حبيبية دقيقة وهي الرايبوسومات الغنية بالحامض النووي RNA عن أعضاء محاطة بأغلفة.
5. **النواة Nucleus**: تحتوب خلية الخميرة على نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي مزدوج شبه نفاذ تسيطر على عمليات الأيض والتكاثر في الخلية.
6. **المايتوكوندريا Mitochondria**: عبارة عن أعضاء محاطة بأغلفة وعند الفحص بالمجهر تظهر كأنها خيط ملفوف وتتكون من كميات كبيرة من البروتين الدهني lipoprotein وكمية قليلة من الحامض النووي RNA ويطلق على المايتوكوندريا بيوت الطاقة بالنسبة للخلية لأنها تحتوي على الإنزيمات التنفسية.
7. **الفجوات Vacuoles**: تحتوي كل خلية على فجوة واحدة أو أكثر بهيئة قطرات شفافة في السايتوبلازمويمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي عند صبغ الخلية بصورة جيدة وبالإمكان تمييزها عن السايتوبلازم المحيط بها باستخدام المجهر الإلكتروني وتستخدم هذه الفجوات لخزن المواد الغذائية ومواد أخرى.
8. **محتويات متنوعة Miscellaneous inclusions**: تحتوي بعض خلايا الخميرة على حبيبات الفوليوتين (وهي عبارة عن مادة متعددة الفوسفات Polyphosphste) وتقوم خمائر أخرى بخزن كميات كبيرة من الدهون والكربوهيدرات والبروتين فمثلا خمائر *Endomycopsis vernalis* و *Torulopsis lipofera* و *Oospora lactis* قد تتجاوز نسبة الدهن فيها 50% من وزنها الجاف وتعد خمائر أخرى مصدرا جيدا للكلايكوجين والإنزيمات والفيتامينات وتستخدم لدعم أغذية الإنسان والحيوان وتحتوي بعض الخمائر على صبغات مثل صبغة الكاروتين التي لها علاقة بفيتامين A.

تكاثر الخمائر Yeasts reproduction

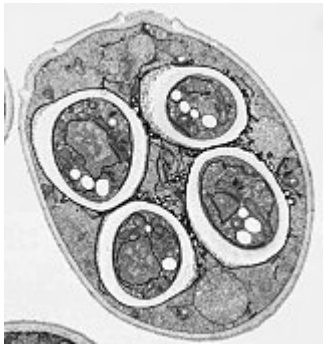
إن الخمائر الحقيقية التي تتبع لعائلة Saccharomycetaceae تتكاثر جنسيا بتكوين السبورات الجنسية وخضريا (لاجنسيا) بالتبرعم أو الانشطار.

1. **التبرعم Budding**: وهي من أكثر الطرق شيوعا في تكاثر الخميرة وتعد من طرق التكاثر اللاجنسية وتتم هذه العملية بإرسال أنبوب من فجوة النواة في الخلية في الخلية الأم باتجاه نقطة قريبة من فجوة البرعم Bud vacuole ويتكون نتوء صغير على السطح الخارجي

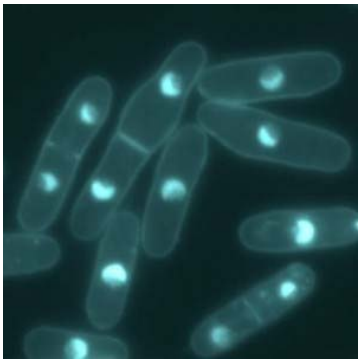
للخلية ثم يمر الأنبوب من خلال جدار الخلية إلى هذا النتوء الذي يكبر ويمتلئ بالمادة النووية والسايتوبلازمية من الخلية الأم.

وعندما يكبر البرعم ويصبح تقريبا بحجم الخلية الأم يعاد ترتيب المادة النووية في كلتا الخليتين. وتنفصل الخلية الأم عن الخلية الجديدة ويتكون برعم جديد. ولا يتكون جدار عرضي بين الخلية الأم والخلية الجديدة في حالة التبرعم الحقيقي ولكن يتكون هذا الجدار في بعض الحالات التي تبدأ فيها عملية التكاثر بالتبرعم وتنتهي بالانشطار. خلال فترة حياة خلية الخميرة الكاملة نجد أنها قد تنتج في المتوسط 24 جيلا من الخلايا الجديدة بوساطة عملية التبرعم ويكون تعاقب تكوين البراعم دائما في أماكن مختلفة من سطح الخلية.

2. **تكوين السبورات Sporulation:** جميع الخمائر الحقيقية تنتج السبورات الكيسية وهي عملية تكاثر جنسي لذلك تصنف الخمائر الحقيقية ضمن الفطريات الكيسية. يحتوي الكيس Ascus عادة على 1–4 سبورات وقد يكون العدد أحيانا 8 أو أكثر وتتكون السبورات نتيجة انقسامات متكررة للنواة وكل نواة تتكون لهذه الانقسامات تحاط بالمادة السايتوبلازمية ثم بجدار الخلية.



3. **الانشطار Fission:** طريقة الانشطار الثنائي هي أحد طرق التكاثر الخضرية أو اللاجنسية وتشابه تلك التي تحدث بالبكتريا حيث تنتفخ أو تستطيل خلية الخميرة وتنقسم النواة وتتكون خليتين جديدتين كما في حالة الخمائر التابعة لجنس Schizosaccharomyces.



4. **التبرعم والانشطار المشترك Combined budding and fission:** أن هذه تعرف بالتبرعم الانشطاري Budfission وهي عبارة عن طريقة وسطية بين بين الانشطار والتبرعم وفي هذه الطريقة تتكون البراعم في نهايات الخلايا ويتكون جدار عرضي بين الخلية الأم والخلية الجديدة. وتحدث هذه الطريقة في الخمائر التابعة لجنس Saccharomycodes.

أهمية الخمائر The importance of Yeasts

للخمائر أهمية اقتصادية وصحية كبيرة للإنسان فهي تمتلك الكثير من المميزات النافعة و والضارة والتي يمكن أدراجها فيما يلي:.

1. تستخدم بشكل كبير في الصناعات الغذائية مثل صناعة المعجنات والصناعات التخميرية مثل صناعة الكحول كما تعتبر مصدر مهم للبروتينات (قد تصل نسبة البروتين 40-50%) والفيتامينات والدهون ومواد النكهة والتي تستخدم في دعم الأغذية المصنعة.
2. تستخدم في المجال الطبي حيث تعمل على خفض الكولسترول كما تستخدم إنزيماتها في في الصناعات الدوائية وقد تستخدم في علاج بعض الأمراض كالأيدز HIV.
3. تستخدم في الصناعات البايوتكنولوجية مثل صناعة الوقود الحيوي.
4. تستخدم في مجال الوراثة الجزيئية ككائنات نموذجية للدراسة أو في مجال العلاج الجيني Gene Therapy.
5. تستخدم في مجال حماية البيئة كما في معالجة التلوث البيئي ومعالجة المياه الثقيلة ووقاية النبات وفي المعالجة البايلوجية للتربة Bioremediation.
6. قد تسبب الخمائر مشاكل صحية تتراوح شدتها من الطفيفة إلى تهديد الحياة وذلك يعتمد على الحالة المناعية للجسم ونوع الخميرة ومكان تواجدها فقد تسبب خسارة في الوزن أو تساقط الشعر أو بمشاكل في الجهاز التنفسي وأمراض جلدية عديدة للإنسان.
7. فساد الأغذية الذي يحدث نتيجة نمو الخمائر على الثمار المخزونة والذي يؤدي إلى أضرار فيزياوية وكيمياوية وحسية تؤدي إلى انخفاض القيمة التسويقية والغذائية للثمار.
8. قد تؤدي الخمائر إلى تسمم المشروبات المعلبة.
9. يسبب بعض الخمائر أمراضا للنبات فبعضها يصيب نبات القطن وثمار الحمضيات ويسبب بعض الخسائر الاقتصادية وبعض الخمائر يسبب تبقع أوراق ومرض حبات القهوة على البقوليات Coffee bean disease.