فسيولوجيا الفطريات

الفرقة الرابعة – قسم العلوم البيولوجية والجيولوجية

أ.د.م/ معاذ محمد حامد محمد

أستاذ الميكروبيولوجى المساعد – المعهد القومى لعلوم البحار والمصايد – فرع البحر الأحمر

رؤية الكلية

تسعى الكلية الى مساعدة الجامعة فى تحقيق اهدافها الاستراتيجية من خلال ان تكون واحدة من الكليات المتميزة والمنافسة داخليا وخارجيا فى التعليم وخدمة المجتمع والبحث العلمى من خلال تحقيق مستوى رفيع من الاداء وتقديم خريج متميز يقابل الاحتياجات المتعددة بسوق العمل الداخلى والاقليمى والخارجى

رسالة الكلية

تهدف كلية التربية بالغردقة الى التميز من خلال:

- إعداد المربين والمعلمين المتخصصين والقادة إعداداً أكاديمياً ومهناً وثقافياً فى مختلف التخصصات التربوية.
- تنمية القدرات المهنية والعلمية للعاملين فى ميدان التربية والتعليم بتعريفهم بالاتجاهات التربوية الحديثة.
- إجراء البحوث والدراسات فى التخصصات التربوية والمختلفة بالكلية.
- نشر الفكر التربوى الحديث واسهاماتة لحل مشكلات البيئة والمجتمع.
- تبادل الخبرات والمعلومات مع الهيئات والمؤسسات التعليمية والثقافية المختلفة.
- تنمية جوانب شخصية الطلاب ورعاية الموهوبين والمبعدين.

مقدمة

- يشير علم وظائف الأعضاء الفطري إلى التغذية والتمثيل الغذائي والنمو والتكاثر والموت للخلايا الفطرية. كما أنه يتعلق بشكل عام بتفاعل الفطريات مع محيطها الحيوي وغير الحيوي ، بما في ذلك الاستجابات الخلوية للإجهاد البيئي.
- تؤثر فسيولوجيا الخلايا الفطرية بشكل كبير على البيئة والعمليات الصناعية وصحة الإنسان.
- فيما يتعلق بالجوانب البيئية ، فإن التدوير للكربون في الطبيعة لن يكون ممكنًا بدون مشاركة الفطريات التي تعمل كمحللات أولية للمواد العضوية.
- علاوة على ذلك ، في العمليات الزراعية ، تلعب الفطريات أدوارًا مهمة مثل المتعايشات المتبادلة ، ومسببات الأمراض ، والنباتات الرخامية ، حيث تقوم بتعبئة العناصر الغذائية والتأثير على البيئة الفيزيائية والكيميائية ، أو يمكن استغلالها كعوامل للمكافحة الحيوية أو كأسمدة بيولوجية.

مقدمة

- الأيض الفطري مسؤول أيضًا عن إزالة السموم من الملوثات العضوية والمعالجة الحيوية للمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية المتمردة الأخرى في البيئة (بما في ذلك مياه الصرف الصحي والمياه الجوفية).

- يعتمد إنتاج العديد من السلع الصناعية المهمة اقتصاديًا على استغلال الخميرة واستقلاب الفطريات وتشمل هذه المنتجات المتنوعة مثل الأطعمة الكاملة والمضافات الغذائية والمشروبات المخمرة والمضادات الحيوية والبروبيوتيك والأصباغ والأدوية والوقود الحيوي والإنزيمات والفيتامينات والعضوية والدهنية وانتاج الأحماض والستيرولات.
- فيما يتعلق بصحة الإنسان ، فإن بعض الخمائر والفطريات تمثل مسببات الأمراض الانتهازية الرئيسية التي تهدد الحياة ، في حين أن البعض الآخر هو منقذ للحياة لأنها توفر مضادات الميكروبات وعوامل العلاج الكيميائي. في التكنولوجيا الحيوية الحديثة ، يتم استغلال العديد من أنواع الخميرة كمضيفين للتعبير عن البروتينات العلاجية البشرية بعد تقنيات الحمض النووي المؤتلف وتحرير الجينات.

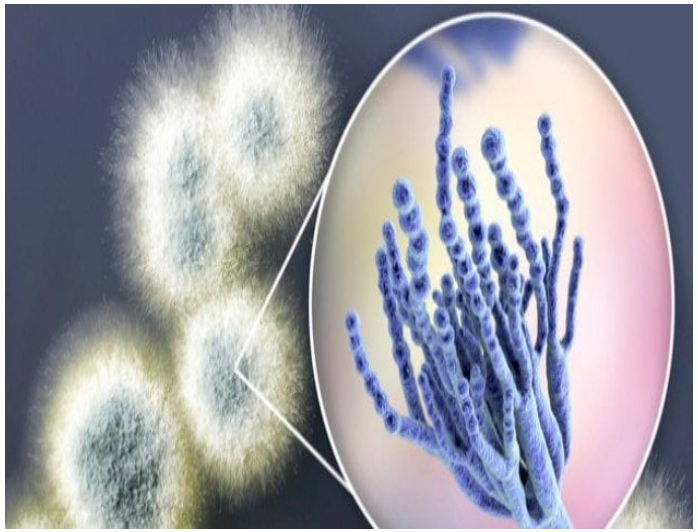
مقدمة

- علاوة على ذلك ، شرع اتحاد دولي لبحوث البيولوجيا التركيبية ، في بناء نسخة اصطناعية بالكامل من Saccharomyces cerevisiae. سيمثل هذا أول جينوم حقيقي النواة اصطناعي بالكامل في العالم!

- بالإضافة إلى الاستغلال الصناعي المباشر للخمائر والفطريات ، من المهم ملاحظة أن هذه الكائنات الحية ، وعلى الأخص خميرة S. cerevisiae، تلعب دورًا متزايد الأهمية كخلايا نموذجية حقيقية النواة في تعزيز معرفتنا الأساسية بالعلوم البيولوجية والطبية الحيوية.

مقدمة

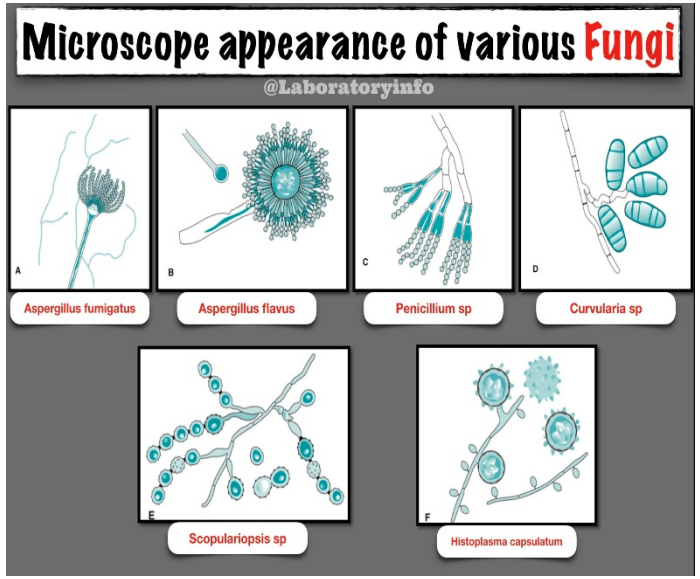
- هذا هو الحال بشكل خاص الآن حيث تم تسلسل العديد من الجينومات الفطرية بالكامل والمعلومات المستقاة من الجينوميات والبروتيوميات الفطرية توفر نظرة ثاقبة في علم الوراثة البشرية والاضطرابات الوراثية.



- ومع ذلك ، فإن معرفة فسيولوجيا الخلية أمر ضروري إذا تم توضيح وظائف العديد من الجينات الفطرية غير المعروفة حاليًا ، بما في ذلك الجينات "الاصطناعية" ، بشكل كامل.
- من الواضح ، إذن ، أن الفطريات كائنات حية مهمة للمجتمع البشري ، والصحة ، والرفاهية ، وأن دراسات علم وظائف الأعضاء الفطرية وثيقة الصلة بفهمنا ، والتحكم ، واستغلال هذه المجموعة من الكائنات الحية الدقيقة.

مورفولوجيا الخمائر والفطريات

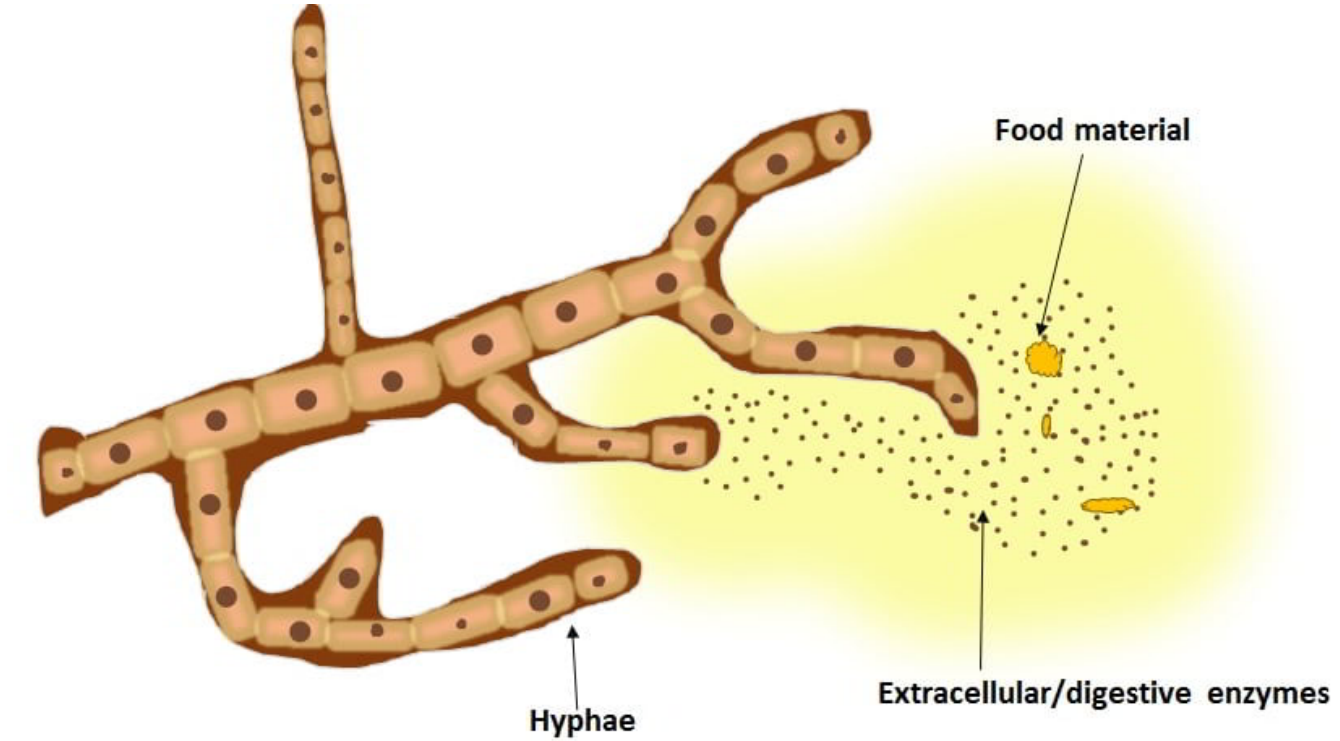
- هناك مجموعة متنوعة من الخميرة والأشكال الخلوية الفطرية.



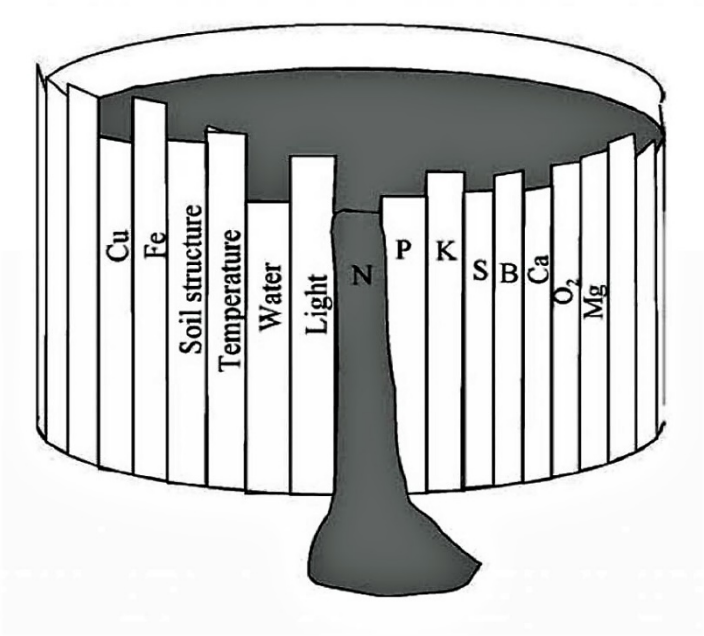
- معظم الفطريات العليا خيطية ، والخمائر تنمو على شكل خلايا أحادية ، وتنمو بعض الفطريات البدائية مثل Chytridomycota كخلايا مستديرة فردية أو سلاسل متفرعة من الخلايا ذات جذور تشبه الجذر للتعلق بمصدر مغذٍ.

- هنا ننظر في أكثر أشكال النمو شيوعًا ، الفطريات الخيطية والخمائر أحادية الخلية.

التغذية الفطرية والتخليق الحيوي الخلوي



١ . المتطلبات الكيميائية للنمو



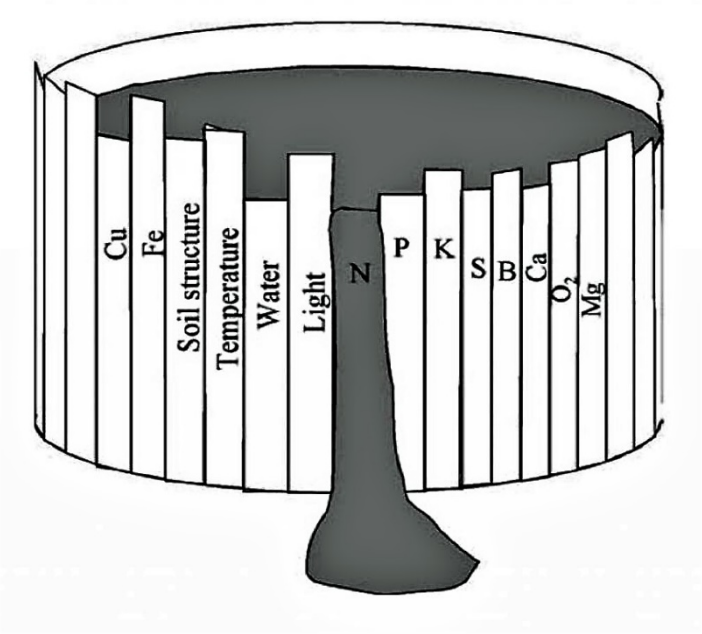
- تحتوي الخمائر والفطريات على احتياجات غذائية بسيطة نسبيًا ويمكن لمعظم الأنواع البقاء على قيد الحياة جيدًا في الظروف الهوائية إذا تم تزويدها بالجلوكوز وأملاح الأمونيوم والأيونات غير العضوية وبعض عوامل النمو.

- ١- **المغذيات كبيرة المقدار** ، التي يتم توفيرها بتركيزات مليمترية ، تشمل مصادر الكربون والنيتروجين والأكسجين والكبريت والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم.

- ٢- **المغذيات دقيقة المقدار**، التي يتم توفيرها بتركيزات ميكرومولار ، تشتمل على العناصر النزرة مثل الكالسيوم والنحاس والحديد والمنغنيز والزنك اللازمة لنمو الخلايا الفطرية.

١ . المتطلبات الكيميائية للنمو

- تحتوي الخمائر والفطريات على احتياجات غذائية بسيطة نسبيًا ويمكن لمعظم الأنواع البقاء على قيد الحياة جيدًا في الظروف الهوائية إذا تم تزويدها بالجلوكوز وأملاح الأمونيوم والأيونات غير العضوية وبعض عوامل النمو.



- ١- **المغذيات كبيرة المقدار** ، التي يتم توفيرها بتركيزات مليمترية ، تشمل مصادر الكربون والنيتروجين والأكسجين والكبريت والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم.
- ٢- **المغذيات دقيقة المقدار**، التي يتم توفيرها بتركيزات ميكرومولار ، تشتمل على العناصر النزرة مثل الكالسيوم والنحاس والحديد والمنغنيز والزنك اللازمة لنمو الخلايا الفطرية.
- بعض الفطريات قليلة التغذية ، وتنمو على ما يبدو مع إمداد محدود للغاية من المغذيات ، وتعيش عن طريق التخلص من كميات صغيرة من المركبات العضوية المتطايرة من الغلاف الجوي.

١ . المتطلبات الكيميائية للنمو

- كونها كيميائية عضوية (يمكنها اصلاح النتيتروجين) ، تحتاج الفطريات إلى أشكال ثابتة من المركبات العضوية لتزويدها بالكربون والطاقة.

- تستخدم السكريات على نطاق واسع لنمو الفطريات ويمكن أن تتراوح من السداسيات البسيطة مثل الجلوكوز إلى السكريات المتعددة مثل النشا والسليلوز والهيدروكربونات العطرية (بما في ذلك اللجنين). يوضح الجدول مجموعة متنوعة من مصادر الكربون التي يمكن أن تستخدمها الخمائر والفطريات الخيطية للنمو.

Table 1.4 Elemental requirements of fungal cells.

Element	Common sources	Cellular functions
Carbon	Sugars	Structural element of fungal cells in combination with hydrogen, oxygen, and nitrogen. Energy source
Hydrogen	Protons from acidic environments	Transmembrane proton motive force vital for fungal nutrition. Intracellular acidic pH (around 5–6) necessary for fungal metabolism
Oxygen	Air, O_2	Substrate for respiratory and other mixed-function oxidative enzymes. Essential for ergosterol and unsaturated fatty acid synthesis
Nitrogen	NH_4^+ salts, urea, amino acids	Structurally and functionally as organic amino nitrogen in proteins and enzymes
Phosphorus	Phosphates	Energy transduction, nucleic acid, and membrane structure
Potassium	K^+ salts	Ionic balance, enzyme activity
Magnesium	Mg^{2+} salts	Enzyme activity, cell and organelle structure
Sulfur	Sulfates, methionine	Sulfhydryl amino acids and vitamins
Calcium	Ca^{2+} salts	Possible second messenger in signal transduction
Copper	Cupric salts	Redox pigments
Iron	Ferric salts. Fe^{3+} is chelated by siderophores and released as Fe^{2+} within the cell	Heme-proteins, cytochromes
Manganese	Mn^{2+} salts	Enzyme activity
Zinc	Zn^{2+} salts	Enzyme activity
Nickel	Ni^{2+} salts	Urease activity
Molybdenum	Na_2MoO_4	Nitrate metabolism, vitamin B12

١ . المتطلبات الكيميائية للنمو

- الفطريات غير ديازوتروفيك (لا يمكنها إصلاح النيتروجين) وتحتاج إلى إمدادها بمركبات تحتوي على النيتروجين ، إما في شكل غير عضوي مثل أملاح الأمونيوم ، أو في شكل عضوي مثل الأحماض الأمينية.

- كبريتات الأمونيوم هي مصدر نيتروجين شائع الاستخدام في وسط نمو الفطريات لأنها توفر أيضًا مصدرًا للكبريت القابل للاستخدام.

- يمكن أيضًا أن تنمو العديد من الفطريات (ولكن ليس الخميرة S. cerevisiae) على النترات ، وإذا كانت قادرة على القيام بذلك فقد تستخدم النتريت أيضًا اختزال النترات ، متبوعًا باختزال النتريت ، وهي الإنزيمات المسؤولة عن تحويل النترات إلى أمونيا.

- يمكن لمعظم الفطريات استيعاب الأحماض الأمينية والأمينات والأميدات كمصادر للنيتروجين.

- يعتبر استخدام اليوريا شائعًا في الفطريات ويتم تصنيف بعض الخمائر القاعدية على أنها إيجابية اليورياز (قادرة على استخدام اليوريا) في حين أن معظم الخمائر غير المتجانسة سلبية اليورياز.

- من حيث متطلبات الأكسجين ، فإن معظم الفطريات عبارة عن أيروب. على الرغم من أن الخمائر مثل S. cerevisiae يُشار إليها أحيانًا بالخلايا اللاهوائية الاختيارية ، إلا أنها لا تستطيع النمو في ظروف لاهوائية بحتة ما لم يتم تزويدها ببعض الأحماض الدهنية والستيرولات (التي لا يمكن تصنيعها بدون الأكسجين الجزيئي). بالنسبة للخمائر والفطريات التي تتنفس بالهواء ، فإن الأكسجين مطلوب كمتقبل طرفي للإلكترون. تستجيب الأنواع الفطرية المختلفة لتوافر الأكسجين بطرق متنوعة.

١ . المتطلبات الكيميائية للنمو

- تشمل مصادر الكبريت لنمو الفطريات الكبريتات والكبريتات والثيوسلفات والميثيونين والجلوتاثيون مع الكبريتات غير العضوية وميثيونين الأحماض الأمينية الكبريتية المستخدمة بشكل فعال.

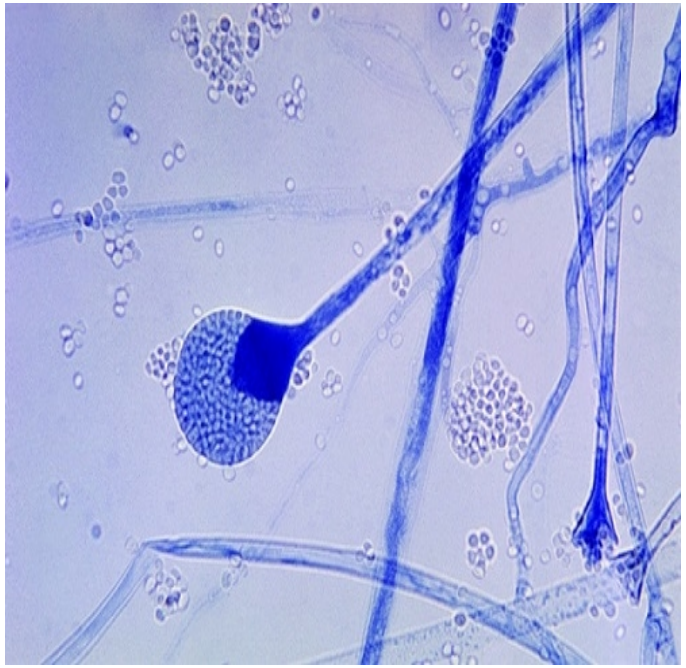
- يمكن لجميع الخمائر تقريبًا تصنيع الأحماض الأمينية الكبريتية من الكبريتات ، وهو الشكل الأكثر تأكسدًا للكبريت غير العضوي.

- الفوسفور ضروري للتخليق الحيوي للأحماض النووية الفطرية ، الفوسفوليبيدات ، ATP والجليكوفوسفات. ومن ثم ، فإن محتوى الفوسفات في الفطريات كبير (على سبيل المثال ، في خلايا الخميرة ، يمثل حوالي ثلاثة إلى خمسة بالمائة من الوزن الجاف ؛ الجزء الأكبر من هذا في شكل أورثوفوسفات ((- H2PO4، الذي يعمل كركيزة ومستجيب للإنزيم).

- قد يكون توافر كل من النيتروجين والفوسفور مقيدًا للنمو في الطبيعة.

- طورت الفطريات الخيطية عددًا من الاستراتيجيات البيوكيميائية والمورفولوجية التي تسمح بالتقاط الفوسفور غير المتاح في كثير من الأحيان داخل البيئة الطبيعية. تستغل النباتات هذه الكفاءة أثناء التكافل بين جذورها وبعض الفطريات الفطرية.

١ . المتطلبات الكيميائية للنمو



- فيما يتعلق بمتطلبات المعادن والبوتاسيوم والمغنيسيوم والعديد من العناصر النزرة ضرورية لنمو الفطريات. K و Mg عبارة عن عناصر كبيرة مطلوبة في تركيزات الميلي مولار بينما العناصر الدقيقة الأخرى (العناصر النزرة) مطلوبة بشكل عام في النطاق الميكرومولار. وهي تشمل Mn و Ca و Fe و Zn و Cu و Ni و Co و Mo.
- تؤثر المعادن السامة (مثل Ag و As و Ba و Cs و Cd و Hg و Li و Pb سلبًا على نمو الفطريات بتركيزات أكبر من ١٠٠ ملي مولار.

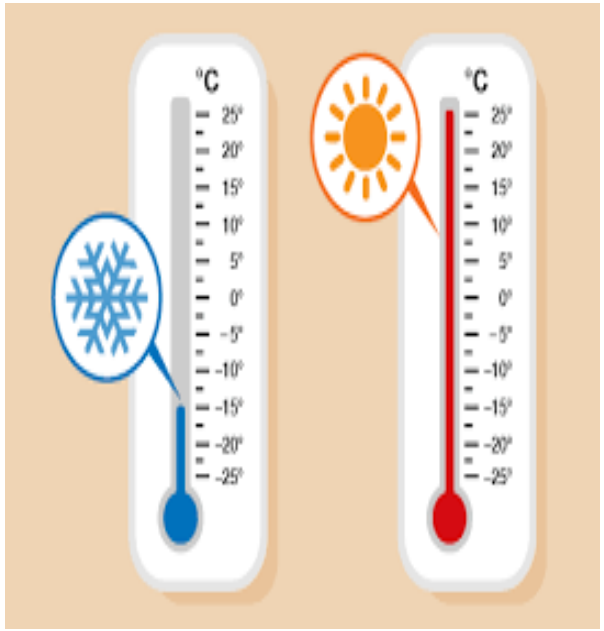
عوامل نمو الفطريات

- هي مركبات عضوية مطلوبة أحيانًا بتركيزات منخفضة جدًا لأدوار إنزيمية أو هيكلية محددة ، ولكن ليس كمصادر للطاقة.
- وتشمل هذه الفيتامينات (مثل الثيامين والبيوتين) والبيورينات والبيريميدين والنيوكليوسيدات والنيوكليوتيدات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والستيرولات.
- بالنسبة للفطريات التي يكون لها عامل نمو متطلب يشير إلى أن الخلايا لا تستطيع توليف العامل ، مما يؤدي إلى تقليص النمو دون توفيره في وسط المزرعة. بعض الفطريات (مثل Aspergillus niger و Penicillium chrysogenum) لها احتياجات غذائية بسيطة للغاية ويمكنها توليف عوامل النمو الخاصة بها من الجلوكوز.

٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

- تزدهر معظم أنواع الخميرة والفطريات في الظروف الدافئة والسكرية والحمضية والهوائية.

- **١ . درجة الحرارة**

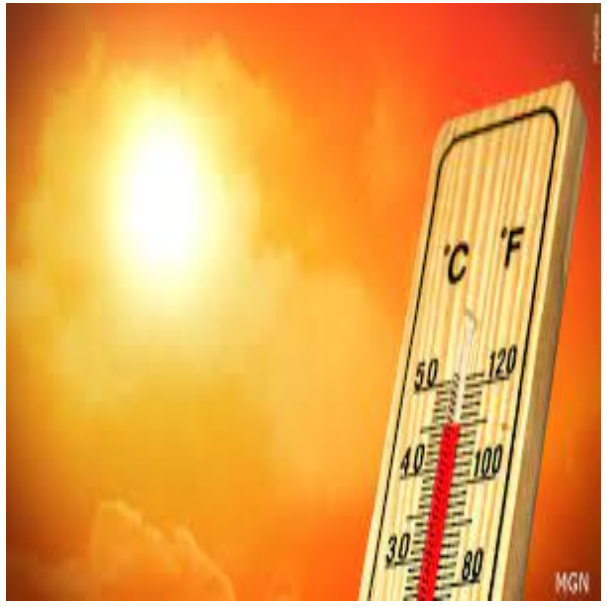


- نطاق درجة حرارة نمو الفطريات واسع جدًا ، لكن معظم الأنواع تنمو جيدًا جدًا عند حوالي ٢٥ درجة مئوية. ومع ذلك ، فإن الفطريات ذات درجة الحرارة المنخفضة والفطريات شديدة الحرارة المحبة للحرارة موجودة في الطبيعة. لا يعتمد نمو الفطريات في درجات حرارة مختلفة على الخلفية الوراثية للأنواع فحسب ، بل يعتمد أيضًا على معايير النمو الفيزيائي السائدة الأخرى وتوافر المغذيات.

- حول الإجهاد الناتج عن درجات الحرارة العالية على الخلايا الفطرية ، يمكن للضرر الحراري أن يعطل الترابط الهيدروجيني والتفاعلات الكارهة للماء ، مما يؤدي إلى تمسخ عام للبروتينات والأحماض النووية

٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

- **١ . درجة الحرارة**



- لا تملك الفطريات ، بالطبع ، أي وسيلة لتنظيم درجة حرارتها الداخلية ، وكلما ارتفعت درجة الحرارة زاد الضرر الخلوي ، مع انخفاض قابلية الخلية للحياة عندما تزيد درجات الحرارة عن مستويات النمو المثلى.
- تختلف درجة الحرارة المثلى اختلافًا كبيرًا في الفطريات ، حيث تنمو تلك التي يطلق عليها "مقاومة الحرارة" فوق ٤٠ درجة مئوية.
- يتعلق التحمل الحراري بالقدرة العابرة للخلايا المعرضة لدرجات حرارة عالية للبقاء على قيد الحياة من التعرض المميت اللاحق لدرجات حرارة مرتفعة ، مثل أن التحمل الحراري الجوهري يُلاحظ بعد صدمة حرارية مفاجئة (على سبيل المثال حتى ٥٠ درجة مئوية)

٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

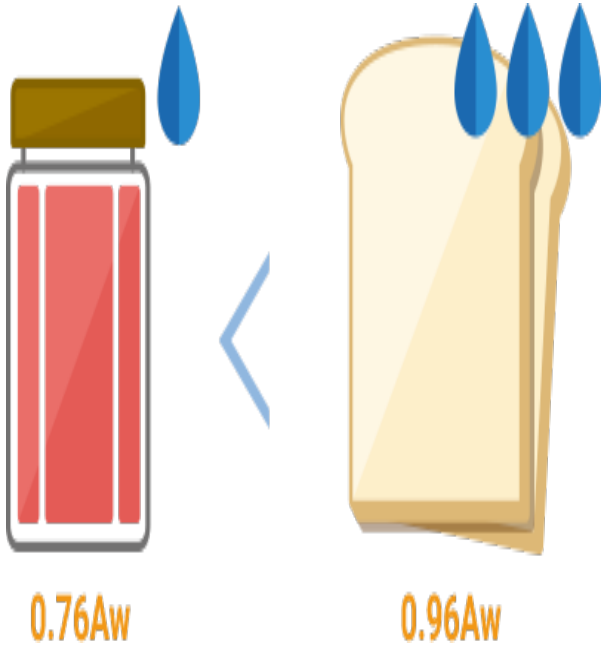
- **١ . درجة الحرارة**

- في حين يحدث التسامح الحراري المستحث عندما تكون الخلايا مسبقة التكييف بالتعرض لصدمة حرارية خفيفة (على سبيل المثال ٣٠ دقيقة عند ٣٧ درجة مئوية) قبل صدمة حرارية أكثر شدة.
- تحدث استجابات الصدمة الحرارية في الفطريات عندما تنتقل الخلايا بسرعة إلى درجة حرارة مرتفعة ، وإذا كان هذا توليفًا مستحثًا دون قاتل لمجموعة معينة من البروتينات ، تحدث "بروتينات الصدمة الحرارية" المحفوظة بشكل كبير
- يلعب Hsps العديد من الأدوار الفسيولوجية ، بما في ذلك الحماية الحرارية

٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

- **٢ . النشاط المائي**

- مطلوب نشاط مائي عالي لنمو معظم الفطريات ، بحد أدنى يبلغ ٠.٦٥ .
- الماء ضروري لعملية التمثيل الغذائي للفطريات ، وأي ظروف خارجية تؤدي إلى انخفاض توافر المياه للخلايا (مثل الإجهاد المائي) ستؤثر سلبًا على فسيولوجيا الخلية.
- يشير مصطلح إمكانات الماء إلى الطاقة الكامنة للمياه ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بالضغط الاسموزي لوسائط نمو الفطريات.
- يشار إلى الأنواع مثل Zygosaccharomyces rouxii وبعض أنواع الرشاشيات القادرة على النمو في ظروف منخفضة المياه المحتملة (أي تركيزات عالية من السكر أو الملح) باسم osmotolerant أو zerotolerant. توصف بأنها خميرة غير تناضحية



٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

- **٢ . النشاط المائي**

- يحدث الإجهاد المائي الخفيف ، أو الصدمة المفرطة ، في الفطريات عندما توضع الخلايا في وسط به إمكانات مائية منخفضة ناتجة عن زيادة تركيز المذاب (مثل الملح والسكر). على العكس من ذلك ، تتعرض الخلايا لصدمة تناضحية ناقصة عند إدخالها إلى وسط ذي إمكانات تناضحية أعلى (بسبب تقليل تركيز الذائبة).
- الفطريات بشكل عام قادرة على البقاء على قيد الحياة مثل هذه الصدمات قصيرة المدى عن طريق تغيير إمكاناتها التناضحية الداخلية (على سبيل المثال عن طريق تقليل المستويات داخل الخلايا من K^+ أو الجلسرين).
- الجلسرين هو مثال لمذاب متوافق يتم تصنيعه للحفاظ على نشاط مائي منخفض العصارة الخلوية عندما يكون تركيز المذاب الخارجي مرتفعًا

٢ . المتطلبات الفيزيائية للنمو

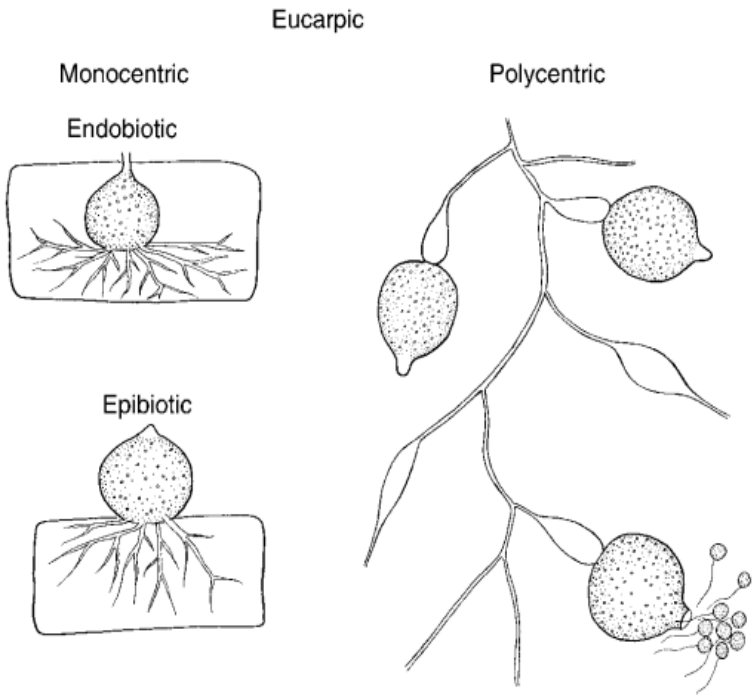
- **٣. الاس الهيدروجيني**

- معظم الفطريات محبة للحموضة وتنمو جيدًا بين الأس الهيدروجيني ٤ و ٦ ، ولكن العديد من الأنواع يمكن أن تنمو ، وإن كان بدرجة أقل ، في ظروف أكثر حمضية أو قلوية (حول درجة الحموضة ٣ أو الرقم الهيدروجيني ٨ ، على التوالي). تعد وسائط الزراعة الفطرية المحمضة بالأحماض العضوية (مثل الأحماض اللبنية والأسيتيك) أكثر تثبيطًا لنمو الخميرة مقارنة بتلك المحمضة بالأحماض المعدنية (مثل الهيدروكلوريك والأحماض الفوسفورية) لأن الأحماض العضوية يمكن أن تخفض درجة الحموضة داخل الخلايا (بعد انتقالها عبر أغشية البلازما الفطرية) .
- وهذا يشكل أساس عمل المواد الحافظة الضعيفة الحمضية في تثبيط نمو الفطريات التي تفسد الطعام.
- يمكن للعديد من الفطريات الخيطية تغيير درجة الحموضة الخارجية المحلية عن طريق الامتصاص الانتقائي للأيونات وتبادلها (NO3- أو H + / NH4 +)، أو عن طريق إفراز الأحماض العضوية مثل حمض الأكساليك.

٣. عوامل فيزيائية أخرى

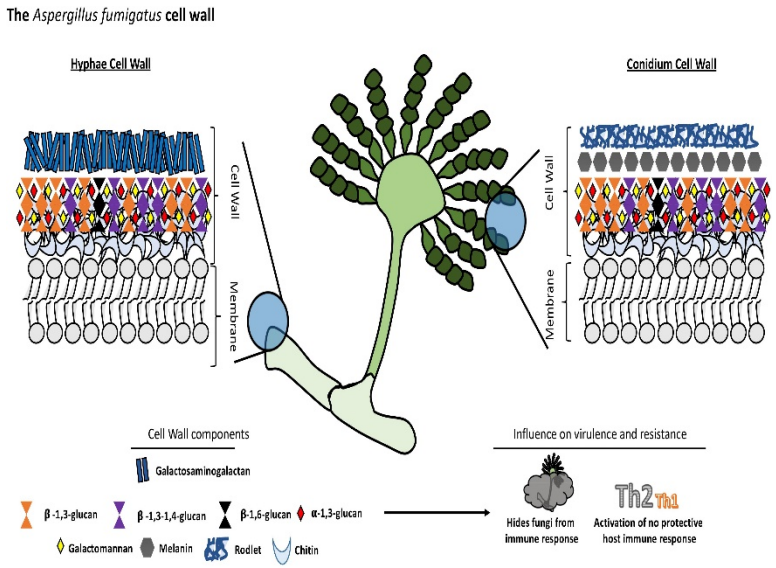
- هناك العديد من المعلمات التي تؤثر على فسيولوجيا الفطريات تشمل الإشعاع (قد يؤدي الضوء أو الأشعة فوق البنفسجية إلى التمايز الفطري والتكوُّن في بعض الفطريات التي تنتج جراثيم محمولة جواً) والتهوية والضغط وقوة الطرد المركزي وإجهاد القص الميكانيكي.

امتصاص واستيعاب المغذيات



- تستخدم الخلايا الفطرية مجموعة متنوعة من العناصر الغذائية وتستخدم استراتيجيات متنوعة لاكتساب المغذيات. الفطريات هي كائنات عضوية كيميائية غير متحركة ، ورمية (وأحيانًا طفيلية). تظهر الفطريات تفاعلات ديناميكية مع بيئتها الغذائية والتي يمكن أن تتجلى في بعض التغيرات المورفولوجية اعتمادًا على توافر المغذيات. على سبيل المثال ، فإن النمط الخيطي للنمو الذي لوحظ في محيط مستعمرات الخميرة التي تنمو في الاجار يشبه البحث عن المغذيات كما لوحظ في بعض الفطريات eucarpic.

امتصاص واستيعاب المغذيات

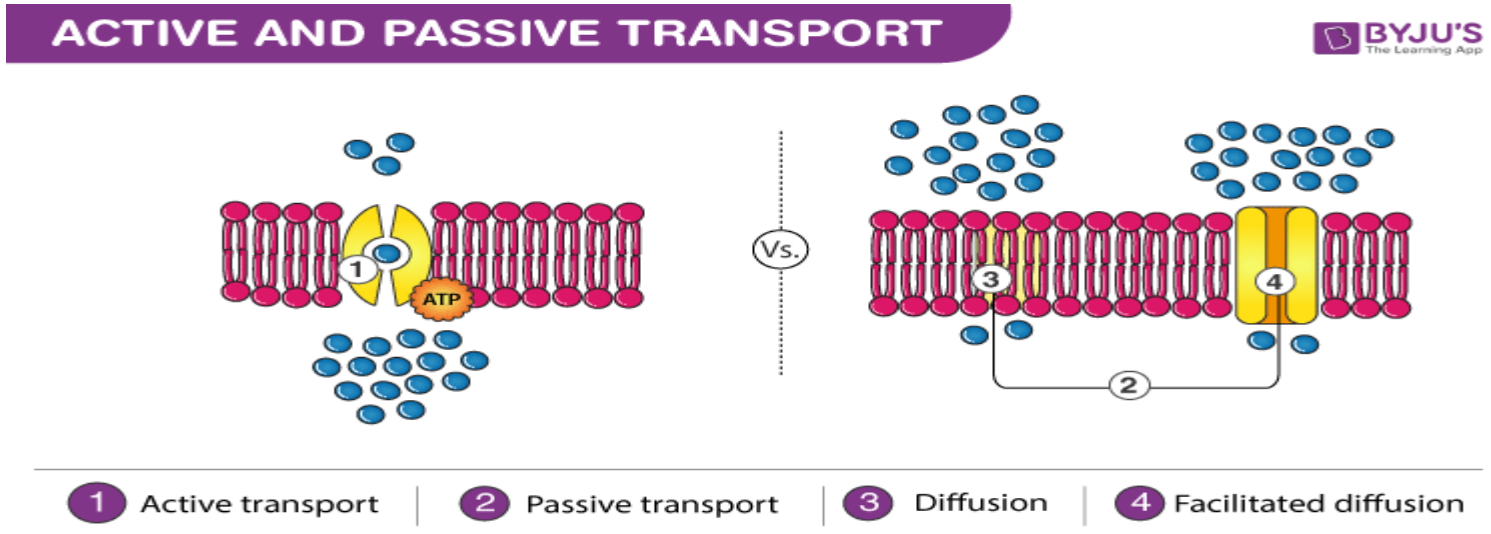


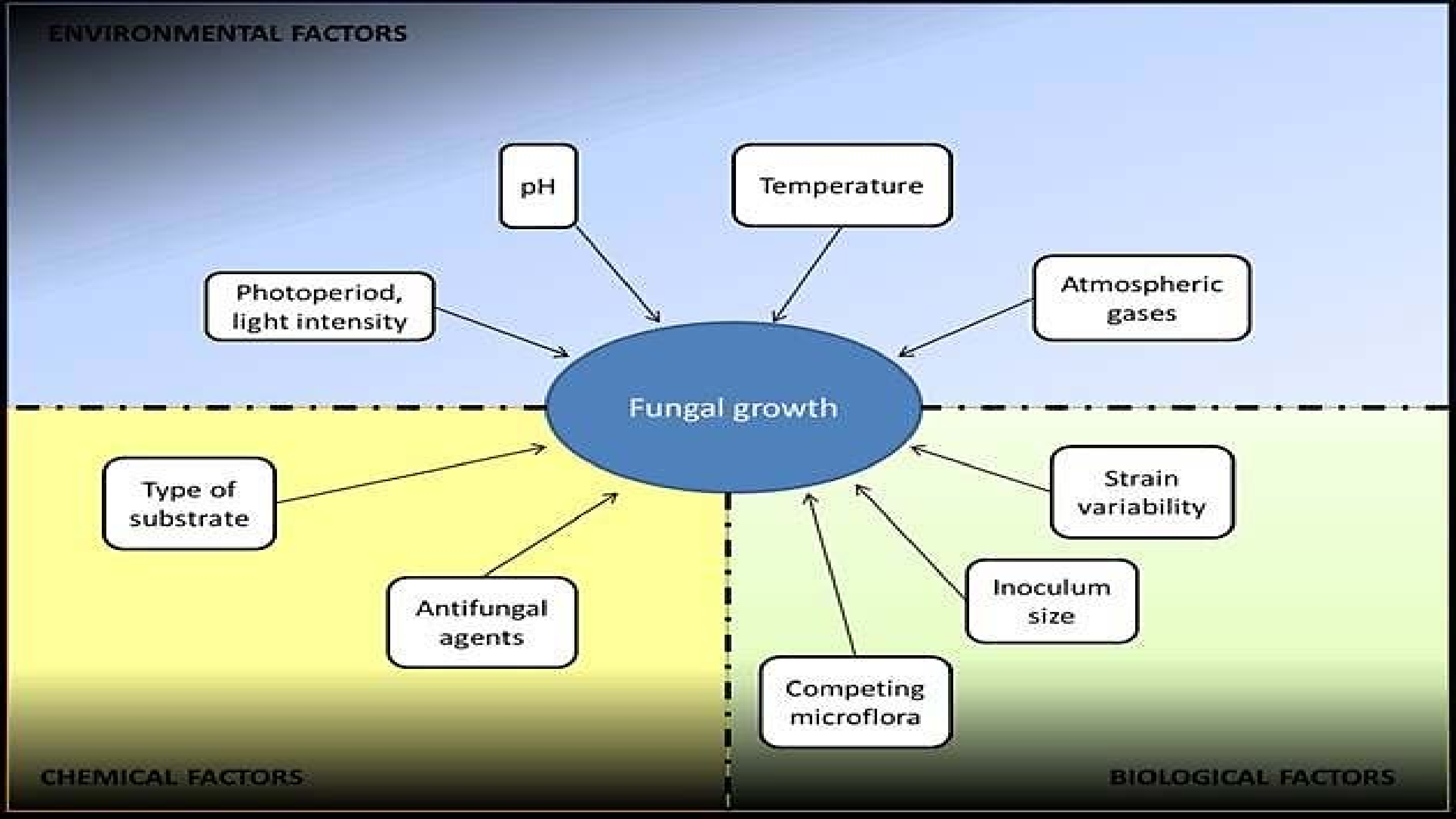
- توجد العديد من حواجز الغلاف الخلوية التي تحول دون امتصاص الخلايا الفطرية للمغذيات ، وهي الكبسولة وجدار الخلية والغشاء المحيط بالغشاء الخلوي. على الرغم من عدم اعتبارها هياكل مسامية، إلا أن جدران الخلايا الفطرية مسامية نسبيًا للجزيئات حتى متوسط كتلة جزيئية تبلغ حوالي ٣٠٠ دالتون ، وستحتفظ بشكل عام بجزيئات أكبر من حوالي ٧٠٠ دا. بشكل عام ، يمكن للفطريات أن تمتص فقط العناصر الغذائية الصغيرة القابلة للذوبان (السكريات الأحادية ، الأحماض الأمينية أو الببتيدات الصغيرة).
- غشاء البلازما هو الحاجز الرئيسي القابل للنفاذ بشكل انتقائي والذي يملي دخول المغذيات وخروج المستقلب من الخلية الفطرية. تعتبر آليات نقل الغشاء مهمة في فسيولوجيا الفطريات لأنها تتحكم في معدلات استقلاب الخلايا وتنموها وانقسامها. تمتلك الفطريات أنماطًا مختلفة من الامتصاص النشط والسلبي في غشاء البلازما.

امتصاص واستيعاب المغذيات

- ١- **النقل النشط:** هو حركة الواد عبر غشاء البلازما عكس تركيز تلك المواد (من التركيز المنخفض إلى التركيز العالي) النقل النشط للعناصر الغذائية مثل السكريات والأحماض الأمينية والنترات والأمونيوم والكبريتات والفوسفات في الفطريات الخيطية عن طريق **الفصل المكاني** من مضخات الأيونات في الغالب خلف القمة وبالتالي ، يحدث امتصاص المغذيات عند طرف الهايفال حيث يتدفق باستمرار، والميتوكوندريا المترجمة خلف قمة الإمداد ATP لدعم مضخة الأيونات.

- ٢- **النقل السلبي** ، على عكس النقل النشط ، لا يتطلب طاقة كيميائية. يعتمد معدل النقل السلبي على نفاذية غشاء الخلية والتي تعتمد بدورها على تنظيم وخصائص دهون الغشاء والبروتينات. يعتبر الانتشار الحر والانتشار الميسر وقنوات الانتشار أنواعًا من النقل السلبي.




ENVIRONMENTAL FACTORS
pH
Temperature
Photoperiod, light intensity
Atmospheric gases
Fungal growth
Type of substrate
Strain variability
Antifungal agents
Inoculum size
Competing microflora
CHEMICAL FACTORS
BIOLOGICAL FACTORS

Commercial fungal products
المنتجات الفطرية التجارية

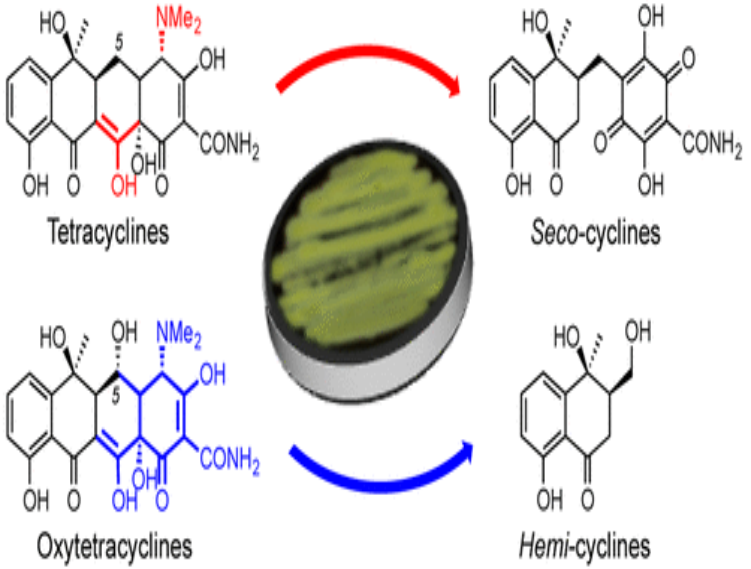
المنتجات الفطرية التجارية

- تلعب الخميرة دورًا مركزيًا في صناعة الخبز.
- في هذه الحالة يتم غرس العجين مع Saccharomyces cerevisiae ويتم تهويته. تُترك العجينة لتقف لفترة قصيرة في بيئة دافئة
- خلال هذا الوقت يحدث تنفس خلايا الخميرة وينتج ثاني أكسيد الكربون. يمكن تلخيص التنفس بالمعادلة التالية:
- ($C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ΔG° التنفس) = -٦٨٦ kcal / mol
- يعطي إنتاج ثاني أكسيد الكربون الخبز جودة خفيفة وجيدة التهوية.
- في حين أن الخبز هو في الأساس عملية هوائية ، فإن بعض الظروف شبه اللاهوائية تتطور في العجين ويمكن إنتاج الإيثانول بكميات صغيرة. هذا ، إلى جانب ثاني أكسيد الكربون ، يتم حرقه أثناء عملية الخبز ويؤدي إلى ظهور "رائحة الفواكه" التي غالبًا ما ترتبط بالمخابز. في بعض أجزاء اليابان ، تُترك عجينة الخبز لبضعة أيام ، يتم خلالها استخدام الأكسجين في التنفس ويبدأ التخمير. سرعان ما تحتوي العجينة على مستويات ملحوظة من الإيثانول ويتم تناولها لاحقًا!

المنتجات الفطرية التجارية

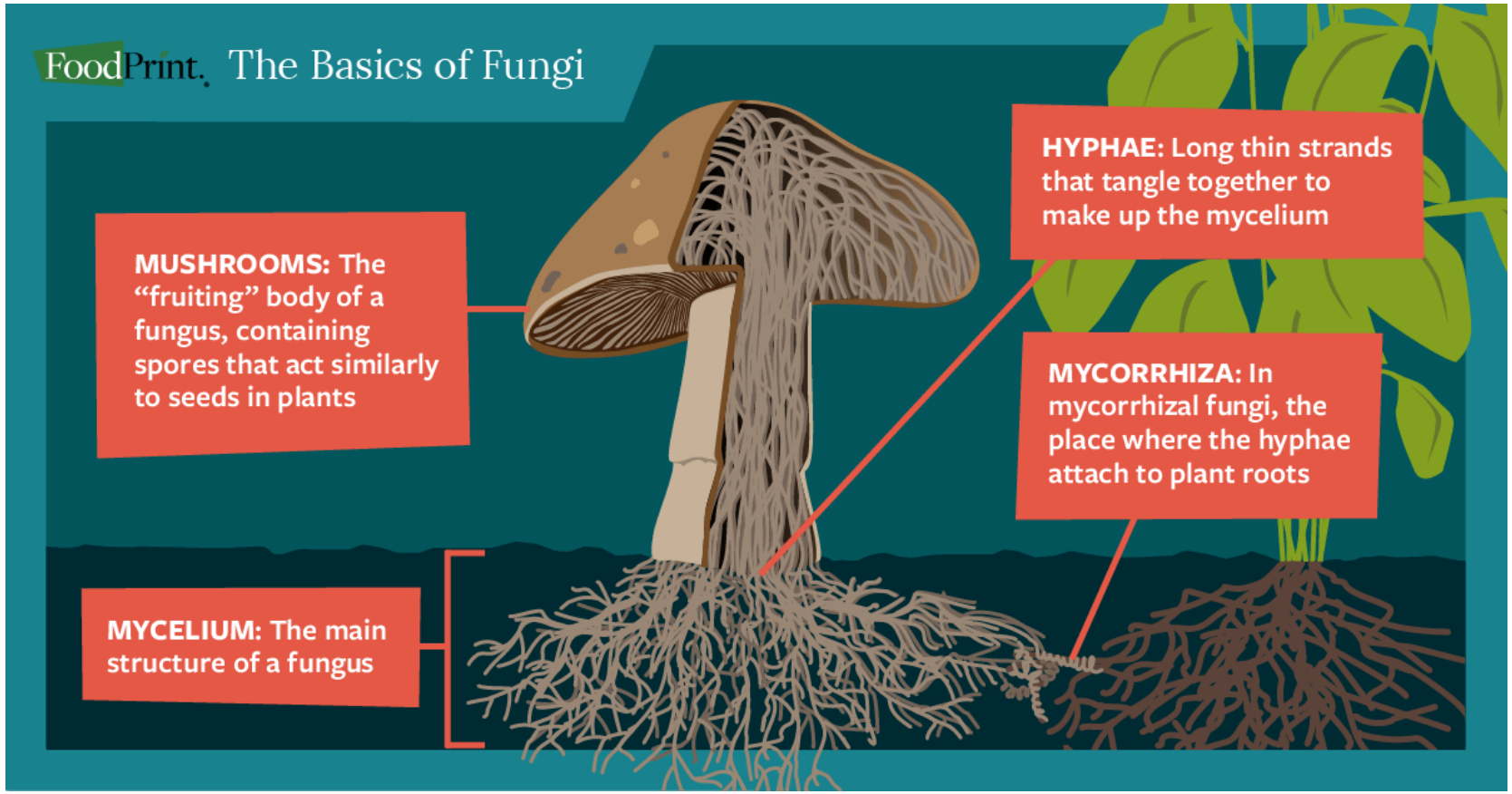
- **المضادات الحيوية والإنزيمات والسلع الكيميائية من الفطريات**

- تم استغلال الفطريات لإنتاج مجموعة من المنتجات الهامة ، والتي ثبت أن بعضها لا يقدر بثمن للبشرية. منذ عهد الفراعنة ، تم استخدام الفطريات في معالجة الطعام البسيطة. ومع ذلك ، فقد شهد القرن الماضي تطوير التكنولوجيا الحيوية الفطرية للإنتاج اللاحق للسلع القيمة مثل المضادات الحيوية والإنزيمات والفيتامينات والمركبات الصيدلانية ومبيدات الفطريات ومنظمات نمو النبات والهرمونات والبروتينات.



Class of product	Typical example	Industrial/commercial application	Common production organism
Enzymes	Amylase	Starch processing Fermentation application	Aspergillus niger Rhizopus oryzae
	Cellulase	Animal feed industry Brewing	Trichoderma longibrachiatum
	Protease	Meat/leather industry, Cheese manufacture	Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus
Organic acid	Citric acid Itaconic acid Malic acid Fumaric acid	Soft drinks industry Chemical industry Beverage/food industry Food industry	Aspergillus niger Candida/Rhodoturula Candida Candida
Vitamins	Riboflavin Pyridoxine D-erythro-ascorbic acid	Health industry Health industry Health industry	Candida Pichia Candida
Antibiotics	Penicillin Cephalosporin	Human/animal health Human/animal health	Penicillium chrysogenum Cephalosporium acremonium
Fatty acids	Stearic Dicarboxylic	Food industry Chemical industry	Cryptococcus Candida
Alcohol	Industrial alcohol Beverage alcohol	Fuel industry Beverage industry	Saccharomyces Saccharomyces
Pharmaceuticals	Lovastatin Cyclosporin	Human health Human health	Monascus rubber Tolypocladium inflatum
Amino acids	Lysine Tryptophan	Health industry Health industry	Saccharomyces Hansenula

التمثيل الغذائي الفطري
Fungal metabolism



التمثيل الغذائي الفطري

- الرابط المشترك بين جميع الفطريات هو طبيعتها غيرية التغذية: فهي لا تستطيع تصنيع طعامها وتعتمد على المواد العضوية في الكائنات الحية الأخرى من أجل بقائها. ومع ذلك ، بالمعنى الواسع ، من الممكن تقسيم الفطريات إلى مجموعتين رئيسيتين اعتمادًا على كيفية الحصول على العناصر الغذائية واستيعابها.
- ١- مجموعة واحدة ، المتعايشين الطفيلية والتعاضدية ، تحصل على مغذياتها بطريقة فعالة من الكائنات الحية
- .٢-المجموعة الثانية ، saprotrophs، لديها القدرة على تحويل المواد العضوية من الكائنات الميتة إلى العناصر الغذائية الأساسية اللازمة لدعم النمو. هذه المجموعة الثانية هي التي نهتم بها بشكل خاص ، حيث أن هذه المجموعة من الكائنات الحية تؤدي إلى إنتاج الجزء الأكبر من السلع المرتبطة عادة بالفطريات. ومع ذلك ، وبغض النظر عن هذا التقسيم ، يمكن للمرء أن يحدد بوضوح خلال دورة الحياة الفطرية إنتاج بعض المنتجات أو الأيضات إلى مرحلتين ، وهما الأيض الأولي والثانوي.
- - المستقلبات الأولية هي تلك الضرورية لحدوث النمو وتشمل البروتينات والكربوهيدرات والأحماض النووية والدهون. في الواقع ، يجب تصنيع سلائف هذه المنتجات الأولية إذا كان لا يمكن الحصول عليها من وسط النمو. تلعب هذه المستقلبات الأولية دورًا أساسيًا وواضحًا في نمو الفطريات.
- عادة ، ترتبط المستقلبات الأولية بمرحلة النمو الأولي السريع للكائن الحي ويحدث الإنتاج الأقصى بالقرب من نهاية هذه المرحلة. ومع ذلك ، بمجرد أن يدخل الفطر مرحلة النمو الثابتة ، يمكن استقلاب المستقلبات الأولية بشكل أكبر.
- تشمل الأمثلة على المستقلبات الأولية المنتجة بكثرة الإنزيمات والدهون والكحول والأحماض العضوية. من الناحية الاقتصادية ، يتم استغلال المستقلبات الأولية بسهولة حيث تنتشر المسارات الكيميائية الحيوية المشاركة في إنتاجها في جميع أنحاء المملكة الفطرية. هذا يسمح للفحص السريع لفئات الفطريات لمثل هذه المنتجات والتطور السريع لعمليات الإنتاج لاستخدامها.
- تم أيضًا الحصول على عمليات التمثيل الغذائي الأولية على نطاق واسع من خلال استخدام تقنيات الحمض النووي المؤتلف ، إلى الحد الذي يمكن فيه إنتاج البروتينات غير المتجانسة بشكل روتيني بواسطة الفطريات المضيفة كجزء من مرحلتها الأيضية الأولية.

التمثيل الغذائي الفطري

- ٢- المستقلبات الثانوية ليست ضرورية للنمو الخضري وقد يكون لها بالفعل وظيفة أساسية قليلة أو معدومة داخل الكائن الحي. يتم إنتاج المستقلبات الثانوية عندما يدخل الكائن الحي المرحلة الثابتة ، بمجرد انخفاض المرحلة الأولية للنمو السريع. غالبًا ما ترتبط المستقلبات التي يتم إنتاجها في هذه المرحلة بالتمايز والتكاثر ويمكن أن يكون لها أنشطة بيولوجية عميقة ، والتي تم استغلالها اقتصاديًا في بعض الحالات.

- يظهر عدد من الاختلافات المميزة بين المستقلبات الأولية والثانوية. في الحالة الأولى ، ثبت أنها تمتلك تنوعًا هائلاً من أصول وهياكل التخليق الحيوي التي لا توجد ، بشكل عام ، بين المستقلبات الأولية.

- ثانيًا ، يميل حدوثها إلى أن يقتصر على عدد صغير من الكائنات الحية ويمكن أن يختلف بالفعل بين سلالات فردية من نفس النوع.

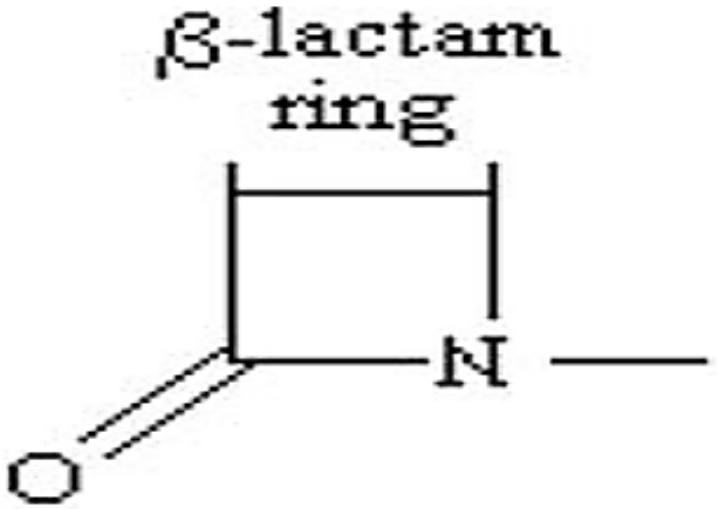
- أخيرًا ، يتميز إنتاجها بتوليد مجموعات من المركبات وثيقة الصلة ، والتي قد يكون لها خصائص بيولوجية مختلفة جدًا. تشمل الأمثلة المهمة على المستقلبات الثانوية المركبات المهمة طبيا مثل المضادات الحيوية ، الستاتين ، السيكلوسبورينات ، وقلويدات الشقران. تشمل المستقلبات الثانوية ذات الأهمية الزراعية ستروبيليروبين ، وهو مركب مضاد للفطريات ، وهرمونات نباتية مثل حمض الجبريليك. تطورت التكنولوجيا الحيوية الفطرية ، للسماح باستخدام عمليات التمثيل الغذائي المتأصلة في الكائنات الحية ، بطريقة قابلة للتطبيق تجاريًا.

Metabolites	Example	Production organism
Primary metabolites	Enzymes Industrial alcohol Organic acids Fats Polymers	Aspergillus sp. Saccharomyces cerevisiae Aspergillus/Candida Candida Yarrowia
Secondary metabolites	Antibiotics: Penicillin Fusidic acid	 Penicillium Fusidium coccineum
	Cholesterol lowering agents: Lovastatin Mevastatin	 Monascus rubber Penecillium citrinum
	Immunosuppressing drugs: Cyclosporin A	 Tolypocladium inflatum
	Plant hormones: Giberellic acid	 Gibberella fujikuroi

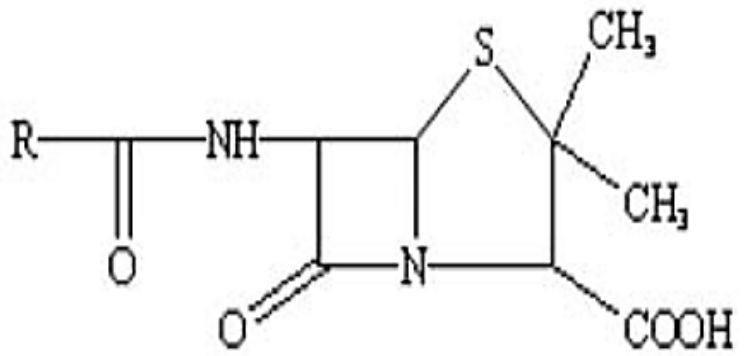
Antibiotic production
إنتاج المضادات الحيوية

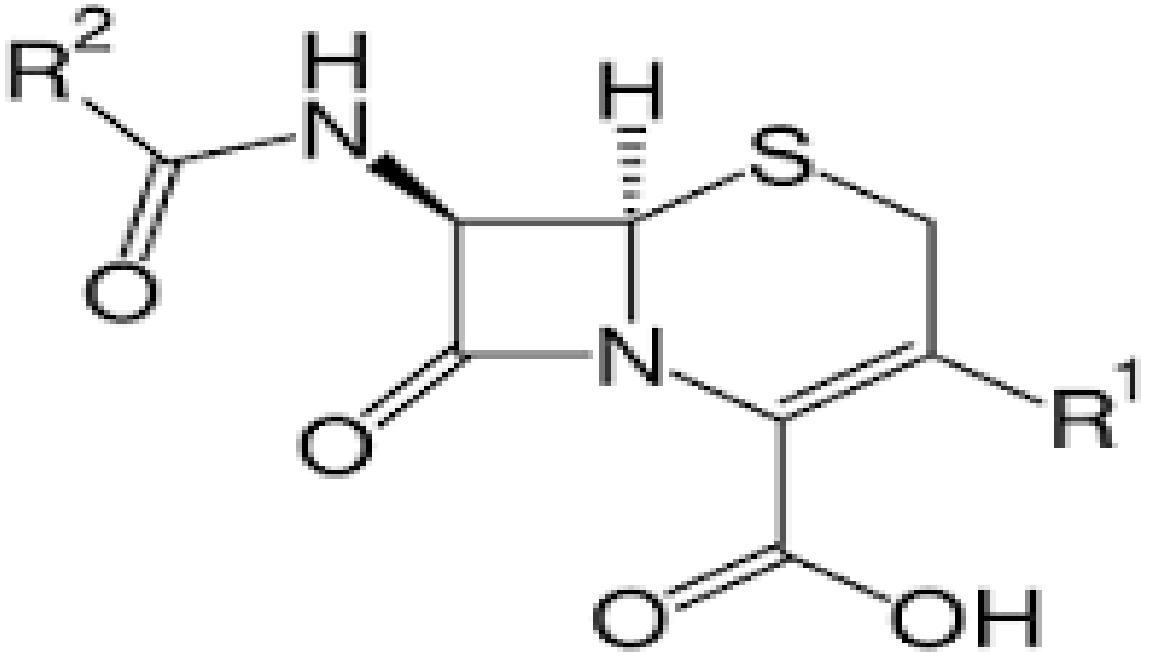
إنتاج المضادات الحيوية

- المستقلبات الثانوية الأكثر دراسة هي فئة المركبات المعروفة باسم المضادات الحيوية.
- تسمى هذه المركبات ذات الكتلة الجزيئية المنخفضة لأنها تمنع نمو الكائنات الحية الدقيقة الأخرى بتركيزات منخفضة. في حين تم اكتشاف عدة آلاف من المضادات الحيوية ، فقد اقتصر استخدامها على ٦٠ على الأكثر بسبب الخصائص السامة التي تظهرها تجاه البشر.
- من الناحية السريرية ، يتم إنتاج غالبية المضادات الحيوية بواسطة الفطريات الشعاعية ، وهي رتبة بكتيرية ، ولن يتم تناولها هنا. في حين أن العديد من الأجناس الفطرية تنتج المضادات الحيوية ، إلا أن نوعين فقط يفعلون ذلك بدرجة قابلة للتطبيق تجاريًا ، *Aspergillus* and *Penicillium*.
- البيتا-لاكتام ، وأشهرها البنسلين ، لأسباب ليس أقلها اكتشافه المصادفة من قبل فليمنج في عام ١٩٢٨ ، من مجموعة كبيرة جدًا من المضادات الحيوية وتشمل السيفالوسبورينات والبنسلين. في عام ٢٠٠٠ ، كانت السوق العالمية المقدرة للمضادات الحيوية ٢٨ مليار دولار ، مما يبرز الأهمية الطبية والاقتصادية لهذه المستقلبات.
- يمكن اعتبار كلمة بنسلين كمصطلح عام يستخدم لوصف مجموعة كبيرة من المضادات الحيوية الطبيعية وشبه الاصطناعية التي تختلف فقط من خلال بنية السلاسل الجانبية على حلقة حمض أمينوبنسيلانيك الأساسية. كقاعدة عامة ، يتكون جزيء البنسلين الأساسي من حلقة b-lactam، وحلقة ثيازوليدين من خمسة أعضاء ، وسلسلة جانبية. ب-لاكتام مع سلاسل جانبية غير قطبية مثل فينيل أسيتات وأسيتات الفينوكسي هي كارهة للماء بطبيعتها وتشمل البنسلين جي (بنزيل بنسلين) والبنسلين الخامس (ميثيل بنسلين). يتم تصنيع البنسلينات غير القطبية فقط عن طريق الفطريات الخيطية.
- في جوهرهم ، يمتلكون جميعًا حلقة) b-lactamأربع ذرات أميد حلقي) حيث تؤدي بدائل السلسلة الجانبية والاختلافات إلى ظهور سلسلة من المضادات الحيوية لكل منها نشاط مضاد للبكتيريا مختلف. بالإضافة إلى ما يسمى بـ b-lactamsالكلاسيكي ، يمكن تصنيع الأصناف شبه الاصطناعية عن طريق إزالة السلاسل الجانبية التي تحدث بشكل طبيعي والاشتقاق الكيميائي اللاحق لحلقة b-lactamالأساسية.



Penicillin structure





Cephalosporin structure

إنتاج المضادات الحيوية

- السيفالوسبورينات هي فئة من المضادات الحيوية بيتا لاكتام مشتقة أصلاً من فطر Acremonium، والذي كان يُعرف سابقًا باسم "السيفالوسبوريوم". جنبا إلى جنب مع السيفاميسينات ، فإنها تشكل مجموعة فرعية من المضادات الحيوية بيتا لاكتام تسمى cephems.تم اكتشاف السيفالوسبورينات في عام ١٩٤٥ ، وبيعت لأول مرة في عام ١٩٦٤
- تمتلك البكتيريا موجبة الجرام على الجانب الخارجي لجدار الخلية طبقة تتكون من مجموعات مميزة من البروتينات والكربوهيدرات التي تشكل محددات المستضدات المسؤولة عن توليد الاستجابة المناعية. توجد داخل هذه الطبقة الخارجية طبقة هيكلية بوليمرية تُعرف باسم ببتيدوغليكان وتتكون من وحدات متكررة من N-acetylglucosamine (NAG)و N-acetylmuramic acid (NAM).

- يرتبط بهيكل جدار الخلية عدد من البروتينات المعروفة باسم بروتينات ربط البنسلين ((PBP؛ وظيفة البعض غير واضحة. أثناء التخليق الحيوي لجدار الخلية ، تحدث عملية ربط متقاطع ، حيث يتم ربط خيوط الببتيدوغليكان ، مما يؤدي إلى الاستقرار الهيكلي للجدار. هذا الارتباط المتقاطع حساس للغاية للمضادات الحيوية ب لاكتام. على سبيل المثال ، ترتبط البنسلينات المختلفة بـ PBPsمن خلال سلاسلها الجانبية المختلفة ، مما يؤدي إلى مجموعة متنوعة من التأثيرات.
- يؤدي التفاعل مع (transpeptidase) PBP-1إلى تحلل الخلية ، بينما يؤدي الارتباط بـ) PBP-2أيضًا (transpeptidaseإلى تكوين خلايا بيضاوية غير قادرة على التكاثر. تعمل السيفالوسبورينات بطريقة مشابهة جدًا للبنسلين وهي أيضًا قادرة على التفاعل مع PBPsعن طريق تكوين روابط تساهمية ، مما يؤدي إلى التحلل الخلوي.
- تحتوي الخلايا السالبة الجرام على هيكل جدار خلوي أكثر تعقيدًا وعادة ما تحتوي على غشاء خارجي وجسم محيط معقد يحتوي على عديدات السكاريد الدهنية. بينما يحتوي جدار الخلية سالب الجرام أيضًا على طبقة ببتيدوغليكان ، فهو ليس واسع النطاق مثل البكتيريا الموجبة للجرام ولكنه حساس للمضادات الحيوية ب لاكتام بسبب وجود PBPs.
- تشمل البنسلينات ذات السلاسل الجانبية القطبية ، مثل D-a-aminoadipate، البنسلين Nولها خصائص محبة للماء. يتم تصنيعها على نطاق واسع بواسطة مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة ، بما في ذلك الفطريات والفطريات الشعاعية والبكتيريا وحيدة الخلية.

Important fungal diseases
الأمراض الفطرية الهامة

١. صدأ الساق (صدأ القمح)

مرض صدأ الساق للقمح

- **المسبب : *Puccinia graminis***

- صدأ الساق Stem rustأو الصدأ الأسود black rustأو صدأ الحبوب cereal rust، هو مرض يسببه فطر (باللاتينية: Puccinia graminis)، وهو من الأمراض الخطيرة التي تصيب محاصيل الحبوب. أنواع الحبوب المتأثرة بهذا المرض تشمل قمح الخبز، القمح الصلب، الشعير والشيقم. تاريخياً، أثرت هذه الأمراض على محصول القمح. منذ الخمسينيات، أتيحت سلالات من القمح مقاومة لمرض صدأ الساق. كما تتوافر أيضاً مبيدات الفطريات التي تستخدم للقضاء على صدأ القمح.

- يتطلب حدوث الإصابة بمسببات أمراض الصدأ توفر الرطوبة العالية وتواجد طبقة خفيفة من الماء الحر على سطح النبات (لإنبات الجرثومة ودخول أنبوب العدوى إلى النسيج النباتي) ويساعد على ذلك وجود الندى أثناء الليل وفي الصباح الباكر. تلعب درجة الحرارة دوراً مهماً في حدوث الإصابة وتطورها، وتناسب صدأ الساق درجات حرارة من ٢٥ إلى ٣٥ م.

مرض صدأ الساق للقمح

- يعتبر صدأ الساق من أخطر أمراض القمح في جميع أنحاء العالم ويصيب كل أجزاء النبات الخضرية خاصة الأوراق والسيقان وهو من أخطر أمراض القمح، ويصيب الإقماح الهندية في مصر أما الأصناف البلدية فهي مقاومة وتبلغ نسبة الخسارة للأقماح الهندية سنوياً في مصر حوالي ٥-٨% من المحصول وذلك في السنين العادية وأحياناً يصل الضرر إلي ٢٠% أو أكثر.

- **الأعراض** :

- يوجد طوران لهذا المرض على القمح: الأول هو الطور الأحمر أو اليوريدي والثاني هو الطور الأسود أو التيليتي وهما يوجدان على الأوراق وأغماد الأوراق والساق وقنابع الأزهار، ولكن يكثر وجود الإصابة على أغماد الأوراق والساق مما يؤدي إلي قلة وصول الغذاء إلي السنابل فتضمر الحبوب، وتتوقف درجة ضمورها على شدة الإصابة وميعاد ظهورها،

- تظهر أول أعراض الإصابة على هيئة بقع صفراء باهتة في مكان الإصابة يعقبها ظهور بثرات صغيرة لونها بني أو بني محمر تحتوي على الجراثيم اليوريدية، ولا تلبث هذه البثرات أن تكبر في الحجم فيستطيل شكلها، وعادة تنفجر خلايا البشرة فوق هذه البثرات فتظهر ممزقة على شكل حاجز حول البثرات، .

- تظهر أعراض الإصابة في الأصناف الشديدة المقاومة على شكل بقع صفراء باهتة، وقد تتكون بثرات في الأَصناف الأقل مقاومة وتكون صغيرة الحجم مثل سن الدبوس أو أكبر قليلا.

- تتطاير الجراثيم اليوريدية في الهواء وتقع على أجزاء أخري من نفس النبات أو نباتات أخري وتحدث إصابة جديدة ينتج عنها بثرات يوريدية أيضًا .

- وتتكرر هذه العملية عدة مرات في الموسم يتوقف عددها على ميعاد ظهور الإصابة والظروف الجوية الملائمة فكلما ظهرت الإصابة مبكرة كلما كثر عدد مرات تجدد الإصابة، وكلما كان الجو معتدلا ودرجة الرطوبة عالية كلما قلت مدة حضانة الفطر وطالت مدة النمو الخضري للنباتات فيكثر عدد مرات تجدد الإصابة.

- في نهاية الموسم عندما ترتفع درجة الحرارة ويزداد النبات في النضج يتحول لون البثرات اليوريدية إلي اللون الأسود نتيجة لتكوين الجراثيم التيليتية داخل البثرات التيليتية.

شكل يوضح صدا الساق الاسود في القمح المتسبب عن الفطر بكسينيا تريتيساي: (١) الطور الاحمر (اليوريدي)، (٢) الطور الاسود (التيليتي)، (٣) الجراثيم اليوريدية، (٤) الجرثومة التيليتية (لاحظ شكل قمة الجرثومة وسمك الجدار).

مرض صدأ الساق للقمح

- **دورة الحياة**

- فطر صدأ القمح من الأصداء ثنائية العائل إذ يمضي دورة حياته على عائلين مختلفين حيث يكون الطورين البكني والأسيدي على نباتات الباربري Berberis vulgaris . أما الطورين اليوريدي والتيليتي فيتكونان على القمح.

- الجراثيم اليوريدية كروية أو بيضاوية الشكل بنية اللون وتتكون من خلية واحدة ذات جدار مزدوج شفاف اللون تظهر عليه أشواك دقيقة. والجراثيم التيليتية لها عنق طويل شفاف تتكون من خليتين جدارهما سميك وأكثر سمكا عند قمة الجرثومة. تنبت الجرثومة التيليتية بعد فترة السكون ويتكون عليها حامل بازيدي يحمل اربعة جراثيم بازيدية تنتقل بواسطة الهواء لتصيب نبات الباربري الذى يتكون عليه الطور البكني والأسيدي ثم تنتقل الجراثيم الاسيدية بالهواء لتصيب القمح ويتكون عليه البثرات اليوريدية والتيليتية وبذلك تتم دورة حياة مرض الصدأ.

- **المكافحة**

١- زراعة أصناف مقاومة تتميز بالثبات لفترة طويلة تحت ظروف الحقل.

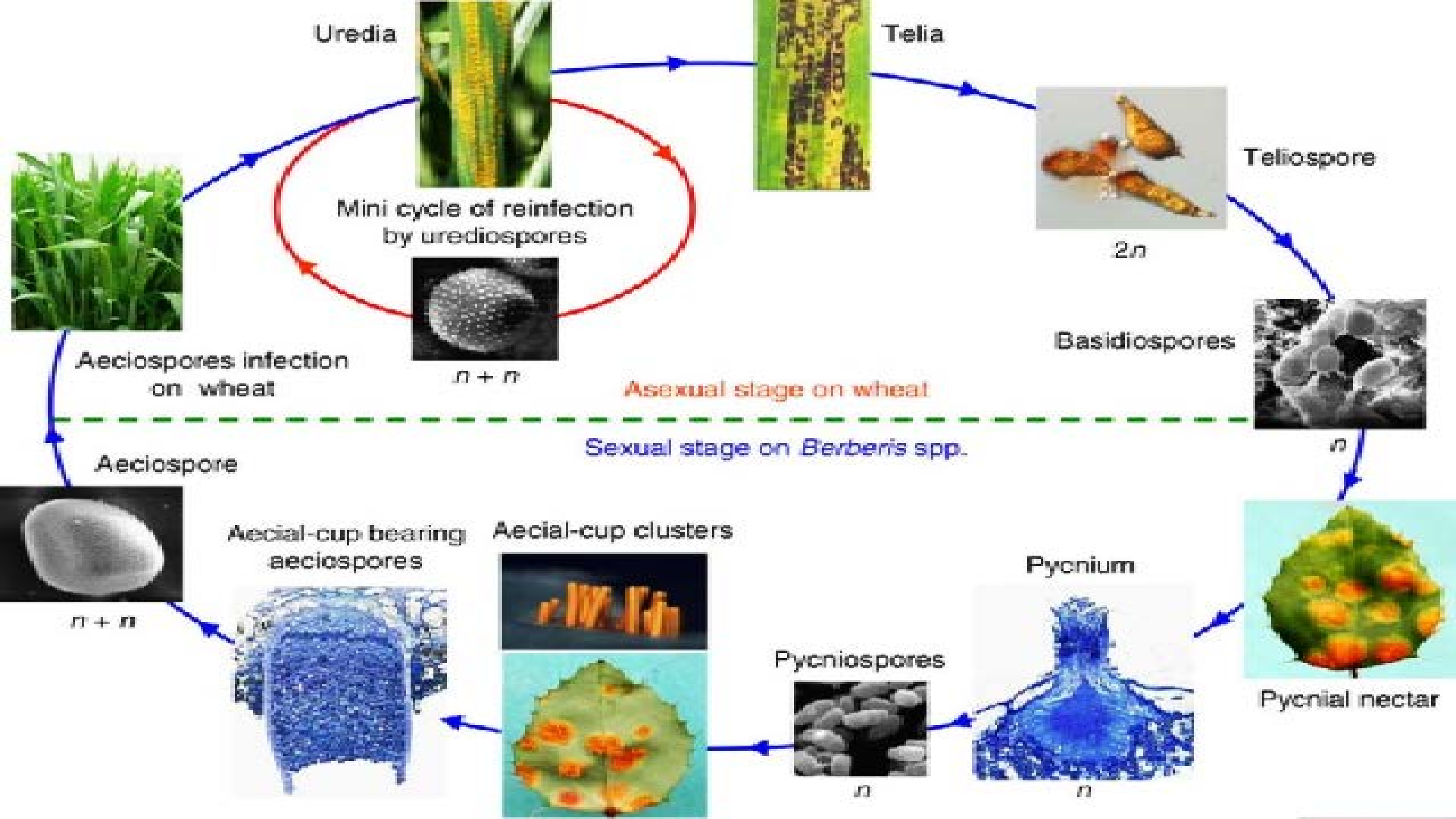
٢- الزراعة في الميعاد الموصى به.

٣- مراعاة التوزيع الاستراتيجي للأصناف بالمحافظات (السياسة الصنفية).

٤- التقيد بالمعاملات الزراعية الوارد الإشارة إليها في حزمة التوصيات.

٥- استخدام تقاوى من مصادر موثوق بها.

٦- استخدام المبيدات الآمنة والموصى بها من قبل الوزارة وذلك في الحالات الوبائية فقط بهدف الحد من انتشار وتطور الإصابة لتقليل مستوى الفاقد إلى أقل مستوى ممكن.


Uredia
Telia
Teliospore
2n
Mini cycle of reinfection
by urediospores
n + n
Aeciospores infection
on wheat
Basidiospores
n
Asexual stage on wheat
Sexual stage on Berberis spp.
Aeciospore
n + n
Aecial-cup bearing
aeciospores
Aecial-cup clusters
Pycnium
Pycniospores
n
n
Pycnial nectar

المكافحة

استخدام

- Dichlrone
- Zineb
- Oxycarboxin

٢. جرب التفاح

مرض جرب التفاح

يسبب المرض فطر فنتوريا إناكواليس Venturia inaequalis (Cke.)

- سجل هذا المرض لأول مرة في السويد سنة ١٨١٩م ثم في أميركا سنة ١٨٣٤م . اما في أستراليا سنة ١٨٦٢م و في مصر سنة ١٩٤٨م . و إنتشر بالعراق سنة ١٩٧٧م.
- كما يوجد المرض في ليبيا و السعودية و لبنان و فلسطين و سورية اليمن . و حاليا يصيب الفطر جميع زراعات التفاح في العالم.

- قد تصل الخسائر الناتجة عن المرض إلى أكثر من ٧٠% في مناطق زراعات التفاح في المناطق ذات المناخ الرطب البارد. وترجع الخسائر إلى تأثير المرض على الثمار و تأثيره على النمو الخضري للأشجار و على الإنتاج.
- إن مرضي جرب التفاح و البياض الدقيقي يحتلان موقع الصدارة إذا لم يكونا هدف كل تطبيقات الرش بالمبيدات الفطرية الضروري لإنتاج تفاح عالي الجودة . و للتحكم بمرض جرب التفاح في البساتين التجارية يمكن أن يتطلب ١٥ – ١ رشة أو أكثر من المبيدات الفطرية سنويا.
- على الرغم من أن مزايا الأصناف المقاومة مثبتة، لكن الأصناف المقاومة ليست هي السائدة في السوق حتى الآن.

مرض جرب التفاح

الأعراض (الاوراق):

- تظهر أعراض المرض على كافة الأجزاء الخضرية من النباتات (الأوراق و الثمار و الأزهار و أحيانا الفروع الحديثة).
- تظهر الأعراض الأولية على شكل بقع خضراء زيتونية اللون أقتم من النسيج الورقي المحيط بها . و بتقدم الإصابة تتحول البقع إلى اللون البني الغامق أو الأسود ذات المظهر المخملي أو القطيفي.
- و قد يسمك النسيج الورقي المجاور للبقع مؤديا إلى انتفاخ بقعة الجرب . حيث يقابلها انخفاض مماثل على السطح الآخر للورقة قد يؤدي إلى تجعد نصل الورقة و ربما تقزمها و تشوهها.
- و عند موت النسيج الورقي أسفل بقعة الجرب يظهر مكانه بقع بنية قاتمة مصحوبة عادة بنمو فطر العفن الأسود في مركزها . و في الإصابة المبكرة أي عند بداية تفتح البراعم يكون السطح السفلي للورقة أكثر تعرضا للتبلل بالماء. بالتالي تظهر البقع على السطح السفلي .
- بينما في الإصابات المتأخرة يكون السطح العلوي أكثر تعرضا للتبلل و بالتالي تظهر البقع على السطح العلوي.
- بقع السطح العلوي ذات حافة مميزة بينما بقع السطح السفلي غير مميزة الحافة و تميد للإمتداد على طول العرق الوسطي و العروق الثانوية للورقة.
- هذا و قد تحدث الإصابة على عنق الورقة و تكون البقع متطاولة أو مشابهة لتلك الموجودة على نصل الورقة ، و في حالات الإصابة الشديدة للأعناق تصفر الأوراق و تسقط.

مرض جرب التفاح

- **الأعراض (الثمار):**

- تظهر على الثمار بقع سمراء زيتونية بتلك التي تظهر على الأوراق إلا أنها تكون أكثر تحديدا منها . ثم تتحول البقع إلى اللون البني القاتم أو الأسود ذات المظهر القطيفي أو المخملي .
- وبعد ذلك تفقد البقع هذا المظهر و تصبح فلينية الشكل . نظرا لتكون طبقة فلينية في النسيج أسفل بقعة الجرب مؤدية إلى حدوث إنتفاخ سرطاني ينتج عنه تمزق طبقة الكيوتيكل التي تغطي بقعة الجرب . كما تظهر حواف هذه الطبقة الممزقة على شكل خيوط بيضاء و يأخذ مظهر التشقق النجمي.
- في الإصابة الشديدة يمكن أن يصبح كل سطح الثمرة فليني الشكل . و تحدث تشققات عميقة و تتشوه الثمرة خاصة عندما تحدث الإصابة على جانب واحد من الثمرة كما هي الحالة عادة.
- و تكون البقع على حوامل الثمرة مشابهة لتلك البقع على أعناق الأوراق ، و قد تؤدي هذه البقع في حال كثرتها إلى سقوط الثمار و خاصة الثمار الصغيرة الحجم.

مرض جرب التفاح

دورة مرض جرب التفاح

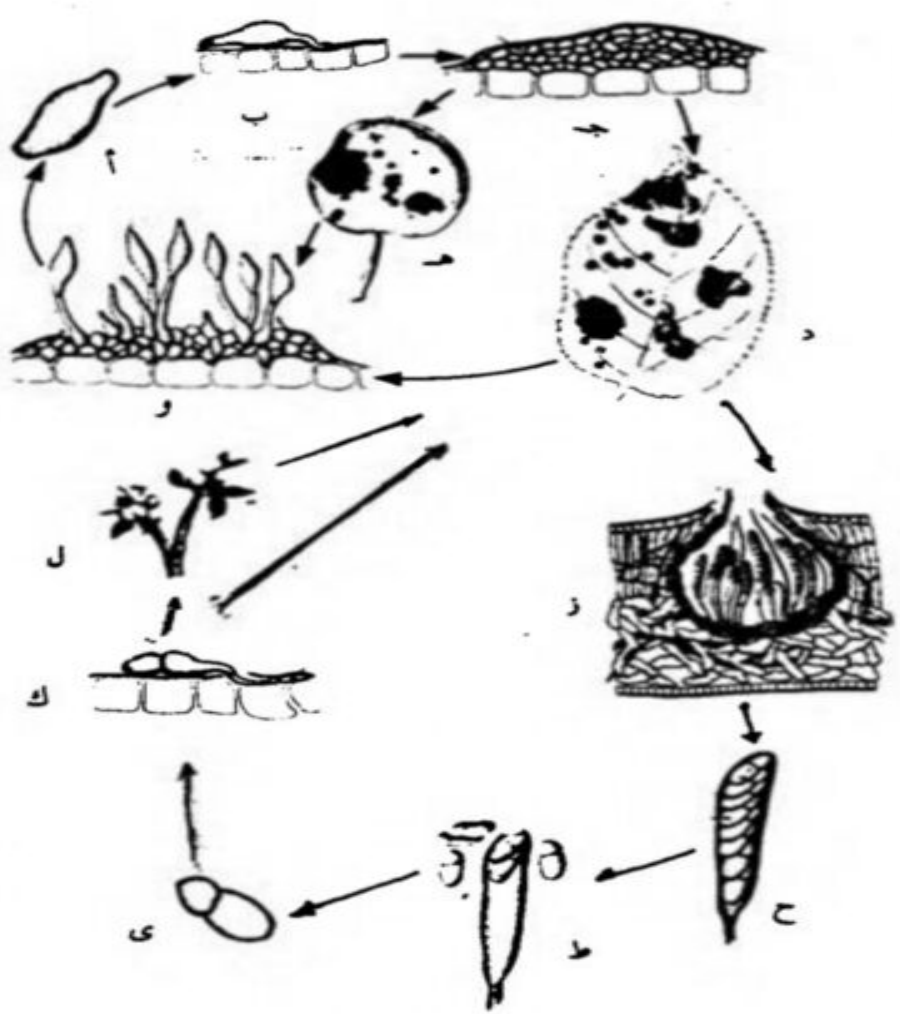
- يبدأ حدوث المرض في الربيع من جراثيم أسكية تنطلق بقوة من الثمار الأسكية المتكونة على الأوراق المتساقطة أو المتكونة على البراعم الساكنة ، ثم تتكرر العدوى من الجراثيم الكونيدية التي تتكون على النموات الحديثة .

- تبدأ العدوى بإنبات الجراثيم الكونيدية أو الأسكية ، و تتكون أنبوبة إنبات يتكون منها عضو إلتصاق مغلف بمادة غروية ، و يخرج منه نمو مدبب يخترق أدمة العائل ثم ينمو منه هيفات مقسمة و متفرعة سميكة الجدر داكنة اللون تنمو في كل الإتجاهات بين الأدمة و الجدار الخارجي لخلايا البشرة مكونة طبقة ميسيليومية ، تحصل على متطلباتها الغذائية من طبقة البشرة و من خلايا النسيج الوسطي للورقة أو القشرة للأفرع و الثمار و ذلك بتأثيرها على نفاذية الأغشية البلازمية للخلايا بفعل الإنزيمات الفطرية.

- بعد فترة من العدوى تنمو من الوسائد الهيفية حوامل كونيدية قصيرة ، تحمل كل منها جرثومة واحدة طرفية ، ثم يتتابع توالد الجراثيم الكونيدية خلال ندب سقوط الجراثيم السابقة. تتكرر العدوى بالجراثيم الكونيدية و يستمر تكوين الطور الناقص سبيلوسيا على الأوراق و الثمار و الأفرع و ذلك خلال موسم نمو النبات.

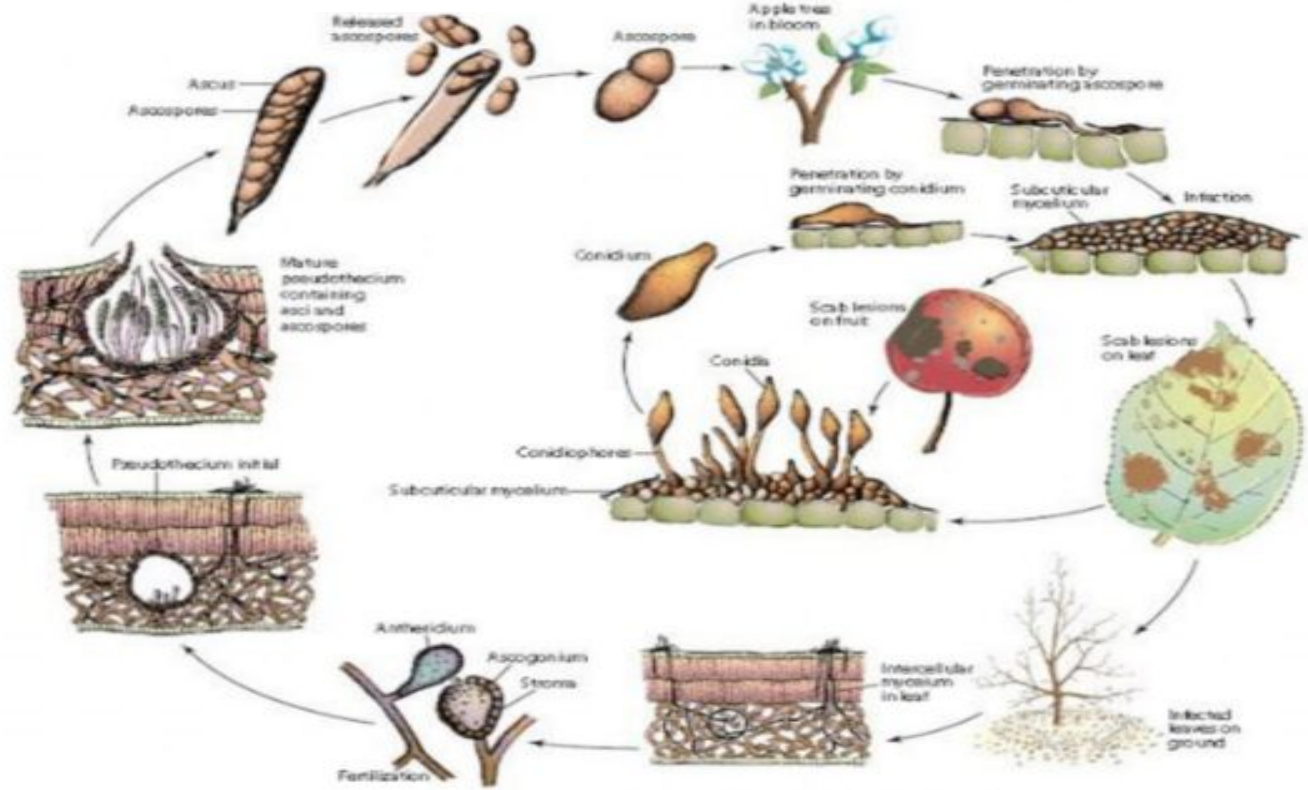
- يبدأ تكوين الطور الثاني للفطر و هو الطور الكامل في الخريف و خلال الشتاء ، حيث ينمو الفطر رميا على الأنسجة الميتة فيخترق الأنسجة الميتة مكونا نمو شبكي من هيفات بنية داكنة ، يتكاثف النمو الفطري مكونا وسائد هيفية أسكية يتكون بها الأجسام الثمرية الأسكية.

- في الربيع تستطيل الاكياس الأسكية بفعل مياه الأمطار أو الري و تبرز من فتحة الجسم الثمري ، و تطرد الجراثيم الأسكية بقوة حيث تحملها الرياح و التيارات الهوائية إلى الأوراق الصغيرة و البراعم الزهرية و الأفرع الحديثة مما يتسبب عنه الطور الأول المتطفل.



شكل ٤/١١: دورة مرض جرب التفاح

أ- جرثومة كونيدية.
ب- إنبات جرثومة كونيدية.
جـ- نمو فطرى بين البشرة والأدمة.
د- إصابة ورقة.
هـ- إصابة ثمرة.
و- تكوين حوامل وجراثيم كونيدية.
ز- تكون جسم ثمرى أسكى.
ح- كيس أسكى.
ط- خروج الجراثيم الاسكية.
ى- جرثومة أسكية.
ك- إنبات جرثومة أسكية.
ل- عدوى زهرة.



Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*

المكافحة

استخدام

- By using of dodine and captin, fixed copper, Bordeaux mixtures, copper soaps (cpper octanoare), sulfur, mineral or neem oils, and myclobutanil.

٣. التفحم السائب فى الحبوب

التفحم السائب فى الحبوب

يسبب المرض فطر الاستيلاجو نيدا – الاستيلاجو ترتسي *Ustilago nuda*, U. *tritici*

مرض التفحم السائب في القمح والشعير يسببه فطر يوستيلاجو نودا Ustilago nuda وهو فطر له عدة سلالات فسيولوجية تختلف في مدى إصابتها للأصناف المختلفة ...

.

التفحم السائب فى الحبوب

الأعراض:

١- من السهل جدا تشخيص هذا المرض عند طرد السنابل حيث أن جميع مكونات السنبلة الحية يتم استبدالها بكتل من جراثيم الفطر السوداء ومن السهل جدا رؤية هذه السنابل.

٢- تحدث الإصابة على جميع أجزاء السنبلة حيث تتكون بثرات تفحميه تحل محل الحبوب والأغلفة الزهرية.

٣- تحاط البثرة التحمية بغشاء رقيق من أنسجة العائل حيث يتمزق بدوره عند خروج السنبلة من غمدها كاشفة عن كتلة مسحوقيه سوداء من الجراثيم.

٤- تتحرر جراثيم الفطر بمجرد ظهور السنابل المصابة بواسطة الرياح.

٥- بعد تحرر الجراثيم لا يشاهد من السنبلة إلا محورها (يميل لونه إلى السواد) فارغا تماما من آية حبوب.

٦- قد تصاب بعض السنابل جزئيا فلا تظهر بثرات تفحميه على الجزء السفلى منها.

٧- عند انتشار الجراثيم تبقى محاور السنابل عارية وعليها بقايا الجراثيم.

٨- لا تشاهد أعراض الإصابة على النباتات قبل طرد السنابل.

٩- نظر لسهولة ملاحظة السنابل المصابة في مرحلة طرد السنابل فإن ترك هذه السنابل يمثل خطورة بالغة ويجب التخلص منها فورا حتى لو كانت موجودة بأعداد قليلة في الحقل.

التفحم السائب فى الحبوب

مصادر العدوى بـ التفحم السائب :

مرض التفحم السائب من الأمراض المحمولة داخل الحبة على هيئة أجزاء دقيقة من الغزل الفطري (الميسيليوم) تسكن في منطقة الجنين لذلك فمصدر العدوى الأساسي هو الحبوب الحاملة للغزل الفطري الساكن بجوار الجنين. وتحدث العدوى في موسم وتتكشف الإصابة في الموسم التالي. أي أن دورة الحياة تتم في موسمين كاملين. لذلك فإن استنباط أصناف مقاومة للتفحم السائب تستغرق سنوات طويلة مقارنة بما يحدث في أمراض الصدأ.

التفحم السائب فى الحبوب

طريقة حدوث العدوى بـ التفحم السائب :

يمكن للجرثومة التيليتية إحداث العدوى بطريقتين:

من خلال الميسم وقلم الزهرة حتى الوصول إلى المبيض المستعد للتلقيح. وتسلك الجرثومة نفس سلوك حبة اللقاح حتى تصل إلى منطقة الجنين وتسكن على هيئة ميسيليوم دقيق للغاية لا يمكن الكشف عليه إلا بوسائل فحص خاصة كما لا يظهر على الحبوب المصابة أي أعراض تميزها عن الحبوب السليمة ويستمر الميسيليوم ساكنا حتى موعد الزراعة التالي ولا يوجد اسى تأثير على مواصفات الدقيق الناتج من الحبوب الحاملة للغزل الساكن أو قد تسلك الجرثومة طريق الاختراق المباشر لجدار المبيض والوصول إلى منطقة الجنين مباشرة ويظل الميسيليوم في حالة سكون كامل حتى ميعاد الزراعة.

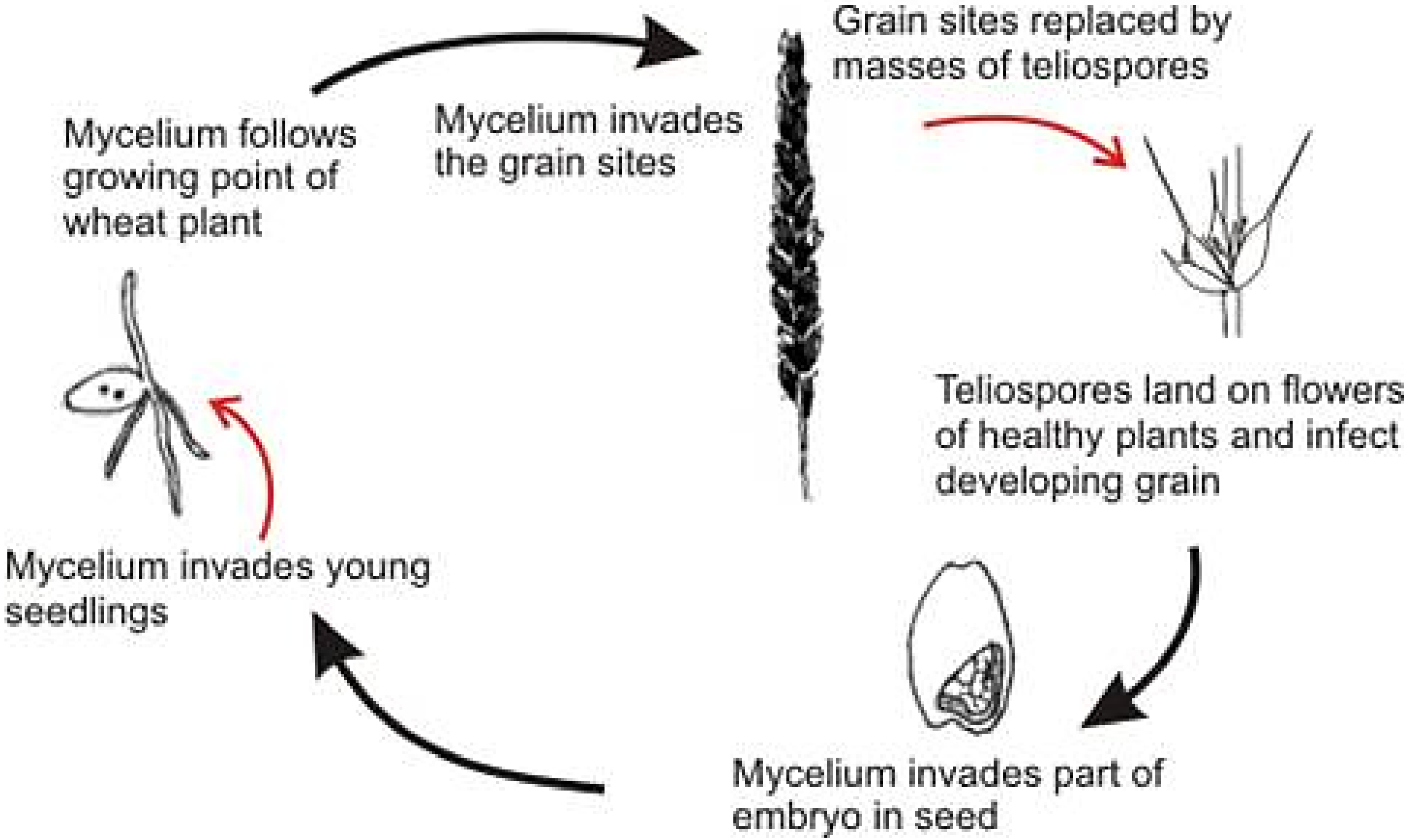
التفحم السائب فى الحبوب

دورة حياة مرض التفحم السائب :

تحدث الإصابة للنباتات نتيجة لزراعة تقاوي تحتوي على ميسيليوم الفطر ، وعند زراعة تلك الحبوب المصابة وامتصاصها للماء تنبت الحبة بإخراج الريشة والجذير وفى نفس التوقيت ينشط الميسيليوم الساكن ويلازم القمة النامية لينمو جهازيا حتى مرحلة الإزهار ، عندئذ يغزو ميسيليوم الفطر كل أجزاء السنبلة ، ثم يتحول تدريجيا إلى جراثيم كلاميدية أو تيليتية (التفحم)

وتحمل بواسطة الهواء إلى الأزهار، وعند خروج السنبلة من الغمد يتمزق الغلاف الشفاف الذى يحيط بالحبة وتصبح الجراثيم حرة وتتناثر مع الرياح واهتزاز النباتات لتسقط على الأزهار الجديدة الجاهزة للإخصاب، وتنبت الجراثيم التيليتية على مياسم الأزهار مكونة ميسيليوما أوليا ينتج منه أربع هيفات أحادية النواة يتكون منها ميسيليوم ثنائي الأنوية يصيب ميسم الزهرة الريشي أو يخترق جدار المبيض مباشرة - وتكون الزهرة معرضة للإصابة من وقت تفتحها إلى مرحلة التلقيح.

بعدها تقل فرصة حدوث الإصابة بدرجة كبيرة ، عندما يصل الميسيليوم إلى الجنين أو محور الجنين أو القصعة يكمن إلى موسم النمو التالي، ويساعد جفاف الجو خلال مرحلة التلقيح على انفراج القنابع والعصافات فتدخل الجراثيم التيليتية المحمولة بالهواء ، بينما تؤدي الرطوبة إلى عدم انفراجها فتقل فرص حدوث الإصابة.


Mycelium follows growing point of wheat plant
Mycelium invades the grain sites
Grain sites replaced by masses of teliospores
Teliospores land on flowers of healthy plants and infect developing grain
Mycelium invades part of embryo in seed
Mycelium invades young seedlings

التفحم السائب فى الحبوب

طرق المكافحة التفحم السائب:

١- زراعة أصناف مقاومة.

٢- زراعة التقاوي السليمة المأخوذة من حقول لم تظهر بها الإصابة.

٣- المرور في الحقول وقت طرد السنابل وجمع السنابل المصابة في أكياس من الورق باحتراس حتى لا تنتشر الجراثيم ثم تعدم هذه السنابل.

٤- يتم علاج المرض باستخدام طريقة الماء الساخن حيث يتم نقع التقاوي في الماء على درجة الحرارة العادية لمدة ٤ ساعات لينشط ميسيليوم الفطر الساكن داخل الحبة ، بعد ذلك تغمر التقاوي في ماء على درجة ٥٢°م لمدة ١٠ دقائق ثم توضع على خيش حتى تجف وتزرع مباشرة، ويجب إجراء هذه العملية بدقة حتى يتم التخلص من المرض وفى نفس الوقت لا تتأثر حيوية الحبوب (قدرتها على الإنبات).

٥- يمكن أيضا علاج المرض عن طريق خلط التقاوي المصابة بأحد المبيدات الفطرية الجهازية الملائمة:

** تلت ٢٥٠ مركز قابل للاستحلاب ٢٥ سم٣/١٠٠لترماء

*** بايفيدان® ٢٥٠ مركز قابل للإستحلاب بمعدل ٤٠ سم / ١٠٠ لتر ماء

** ستروبي ٢٠- ٣٠ جم / ١٠٠ لتر ماء .

المراجع

1. Webster, John & Weber, Roland WS (2007) Introduction to Fungi. Cambridge University Press, New York, NY.

2. Abdel ghany TM (2015) Entomopathogenic Fungi and Their Role In Biological Control.(978-1-63278-065-2), OMICS Group eBooks. USA.

3. Nagamani A, Kunwar I K and Manoharachary C (2006) Handbook of Soil Fungi. Published by I K International, New Delhi.

4. Ainsworth GC (2009) Introduction to the History of Mycology. Cambridge University Press.

5. Schwarze FWMR, Engels, J and Mattheck C (2004) Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer. Berlin.

6. Young AM (2005) A Field Guide to the Fungi of Australia. New South Wales Univ Press, Sydney.

7. Butt TM, Jackson C, Magan N (2001) Fungi as Biocontrol Agents: Progress Problems and Potential.CABI Publishingm, UK.

8. Meijer G and Leuchtmann A (1999) Multistrain infections of the grass Brachypodium sylvaticum by its fungal endophyte Epichloë sylvatica. New Phytologist, 141: 355-368.

9. Schardl CL, Leuchtmann A, Chung KR, Penny D, and Siegel MR (1997). Coevolution by common descent of fungal symbionts (Epichloë spp.) and grass hosts. Molecular Biology and Evolution, 14: 133-143.