# الانواع في الفطريات والكائنات الشبيهة بالفطريات المسببة لأمراض النبات

# Speciation in Fungal and Oomycete Plant Pathogens


أعداد

تبارك حسن شمخي

أشراف

أ. د. راضي فاضل الجصاني


2024

# المقدمة INTRODUCTION

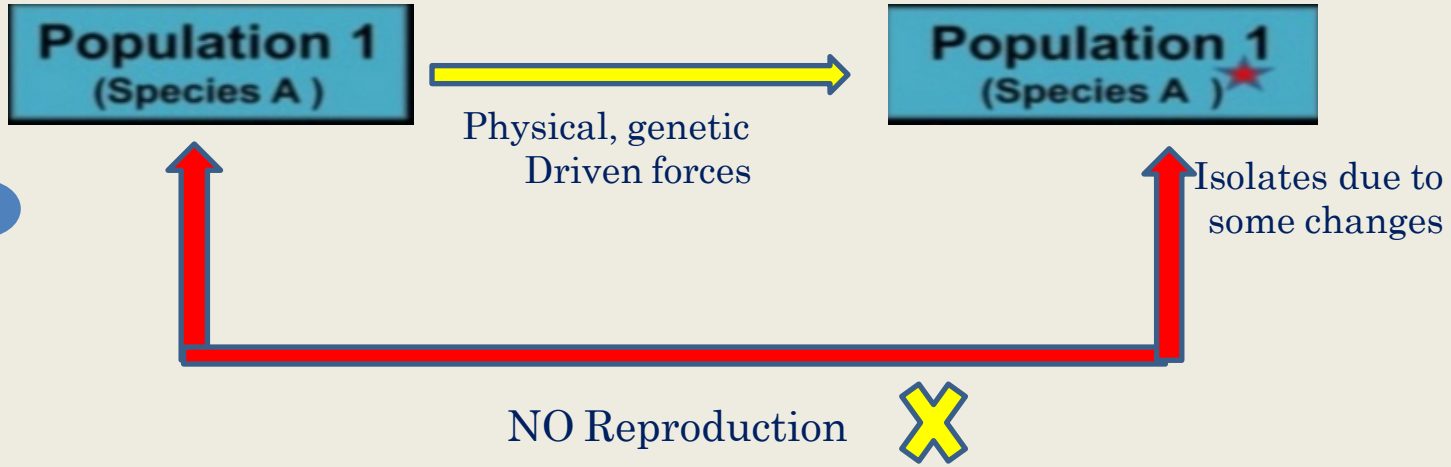
- الفطريات هي مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة حقيقة النواة، تتواجد الفطريات في البيئة بشكل عام بأعداد هائلة اكثر من 120000نوع مشخص وربما يوجد اضعاف هذا العدد لم يتم اكتشافها .
- Oomyceteكائنات حية شبيهة بالفطريات ذات أهمية اقتصادية وتسمى اعفان المياة water (moulds) وهي وواسعة الانتشار وتعيش في المياه العذبة ومياه التربة ومع العوالق البحرية، والعديد منها قادر على تسبب أمراض مهمة اقتصادية في النبات مثل *Pythium* و *Phytophthora* و *Pernospora* و*Sclerospora* ..... وتضم حوالي 1000نوع في 110 اجناس.
- دراسة الأنواع الفطريات النباتية ضرورية لفهم كيفية تطور الأمراض النباتية وتطوير استراتيجيات فعالة في مكافحة أمراض النباتات والحفاظ على استدامة الأنظمة الزراعية.

# تطور الأنواع في مسببات الأمراض النباتية : دور العزلة التكاثرية

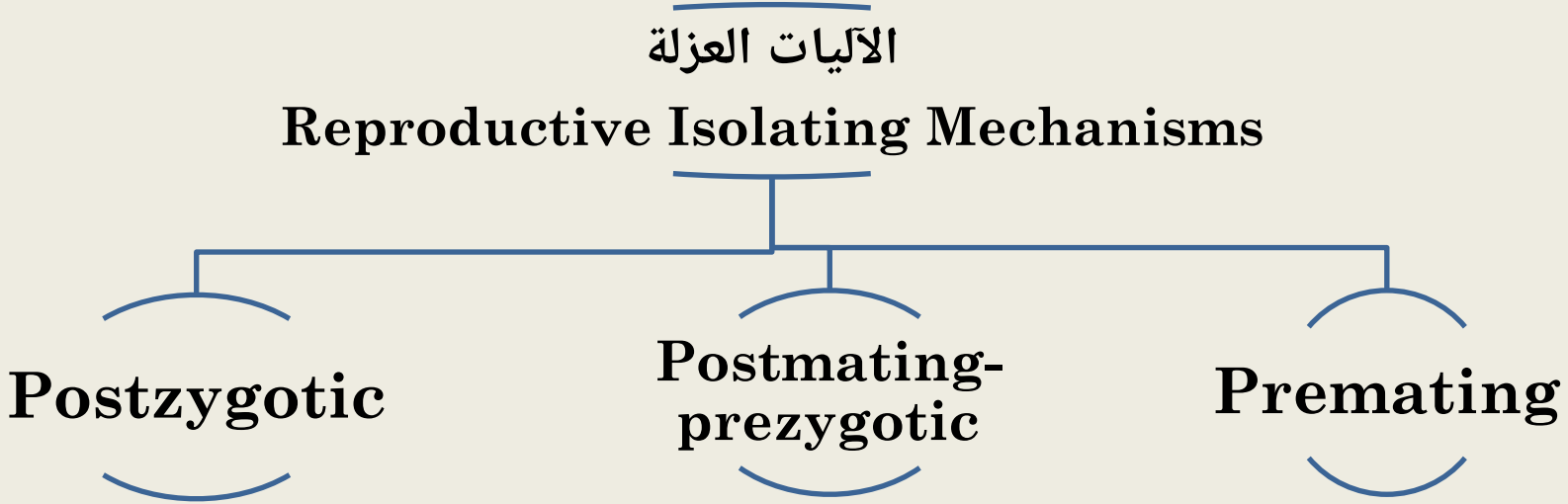
**النوع Species**

مجموعة من الكائنات الحية القادرة على التكاثرلإنتاج افراد خصبة.

عملية التخصص الجيني أو التطور الذي يؤدي إلى تشكيل أنواع جديدة من الكائنات الحية، ويحدث تخصص الأنواع عندما يتشكل فصل بين مجموعة من الكائنات الحية ويتطورون بشكل مستقل عن بعضهم البعض لفترة طويلة بما فيه الكفاية حتى يصبحوا غير قادرين على التكاثر معاً.



يمكن تصنيف آليات العزل في الفطريات والفطريات البيضية إلى ثلاث مجموعات رئيسية وفقًا لموقع حدوثها في دورة التكاثر:

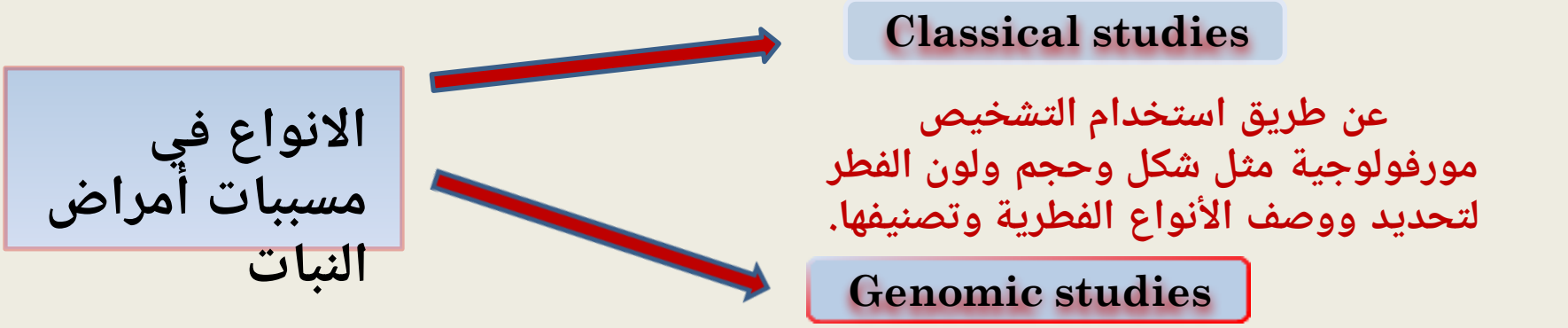


| Species 1 | Species 2 | Type of isolating mechanism | Method and conclusions | Reference |
|---|---|---|---|---|
| *Phytophthora infestans* | *Phytophthora mirabilis* | Premating | In vitro interspecific crosses failed to produce hybrids | (79) |
| *Phytophthora rubi* | *Phytophthora fragariae* | Premating | Attempts to infect each other's host have been unsuccessful | (120) |
| *Phytophthora capsici* | *Phytophthora tropicalis* | Postmating, prezygotic | In vitro interspecific crosses revealed the existence of hybrid sterility | (47) |
| *Phytophthora megakarya* | *Phytophthora nicotianae* | Postmating, postzygotic | In vitro interspecific crosses produced fewer progeny than conspecific crosses and inviable oospores | (14) |
| *P. capcisi* | *Phytophthora nicotianae* | Postzygotic | In vitro interspecific crosses produced mostly inviable oospores | (14) |
| *P. capcisi* | *Phytophthora palmivora* | Postzygotic | In vitro interspecific crosses produced mostly inviable oospores | (14) |
| *Phytophthora vignae* | *Phytophthora sojae* | Postmating, postzygotic | Interspecific crosses in vitro and infection assays showed that $F_1$ hybrids have reduced aggressiveness. | (121) |
| *Melampsora medusae* f. sp. *deltoidae* | *M. medusae* f. sp. *tremuloidae* | Prezygotic | Putative species were isolated in different substrates, indicating habitat isolation | (188) |
| *Cylindrocladium floridanum* | *Cylindrocladium canadense* | Premating | Interspecific crosses failed to produce hybrids | (106) |

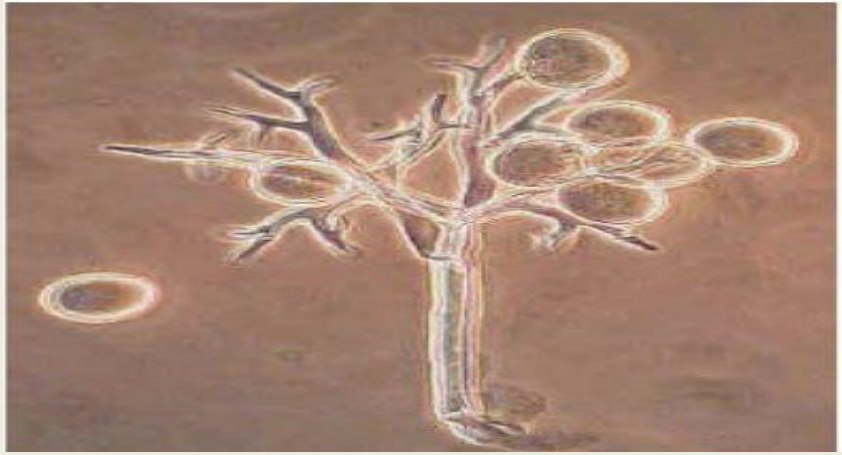
(*Continued*)

# كيفية دراسة الأنواع في مسببات الأمراض النباتية؟

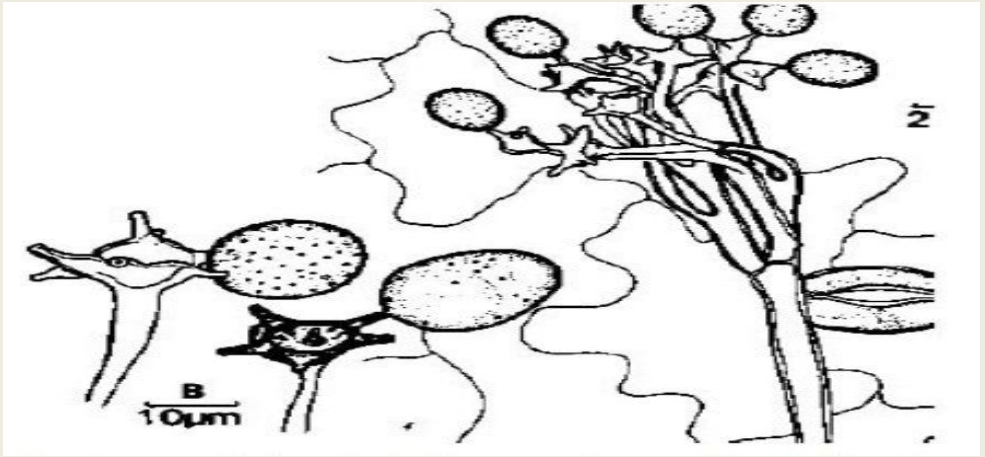
يعتمد فهم عملية تكوين الأنواع الجديدة على دراسة العوامل التي تمنع تبادل الجينات . تم استخدام عدة طرق لدراسة العزلة التكاثرية بين أنواع مسببات الأمراض النباتية المختلفة.



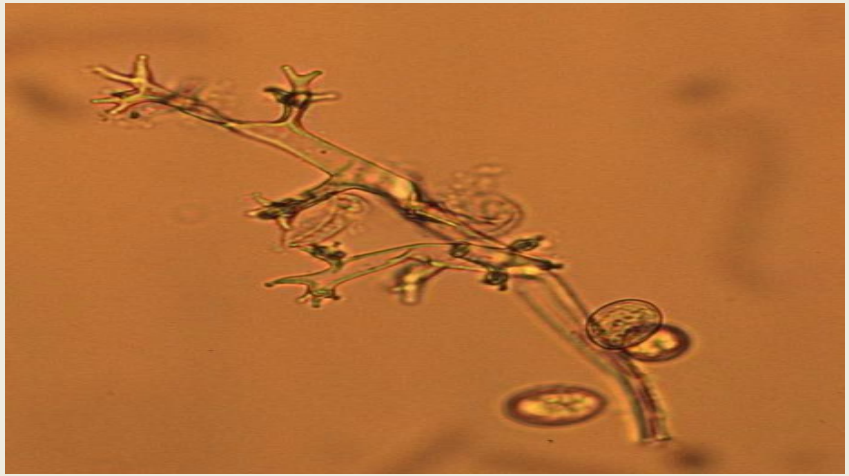

تقانة الجيل القادم (NGS) تقنية حديثة لتحديد تسلسل الحمض النووي (DNA ) أو الحمض النووي الريبوزي (rRNA) بسرعة ودقة عالية . وهي التي تستخدم تقنيات تحليل الجينوم الكامل للكشف عن خصائص جينية مرتبطة بالعزلة التكاثرية أو باختلافات بين الأنواع .



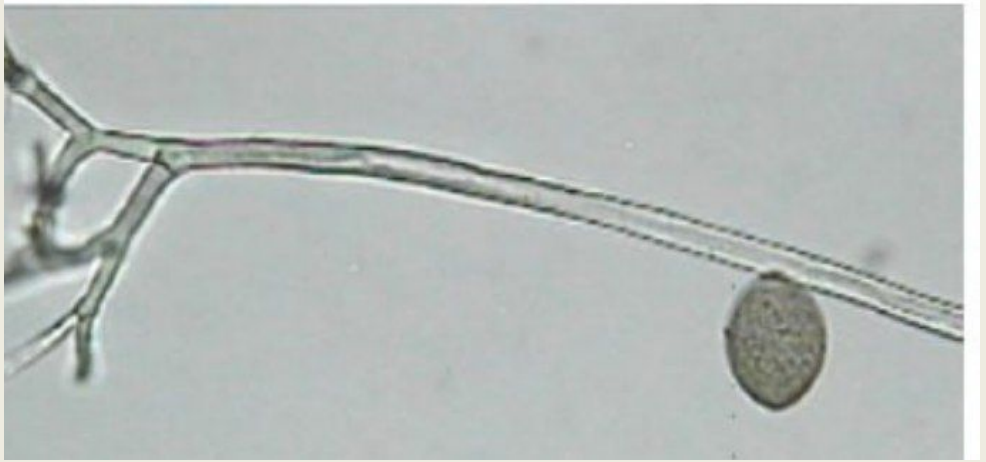
*Peronospora trifoliorum*



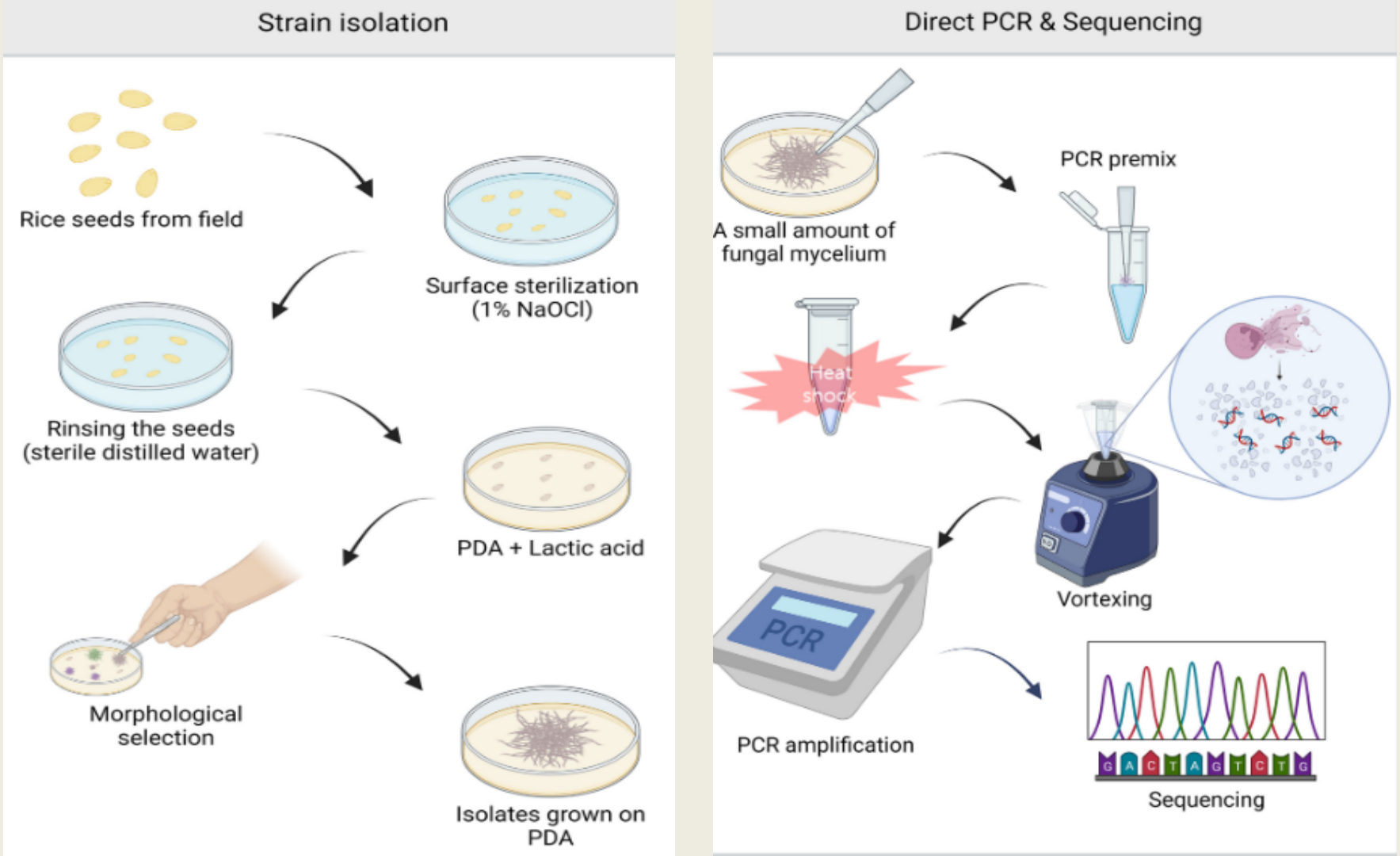

*Bremia lactucae*

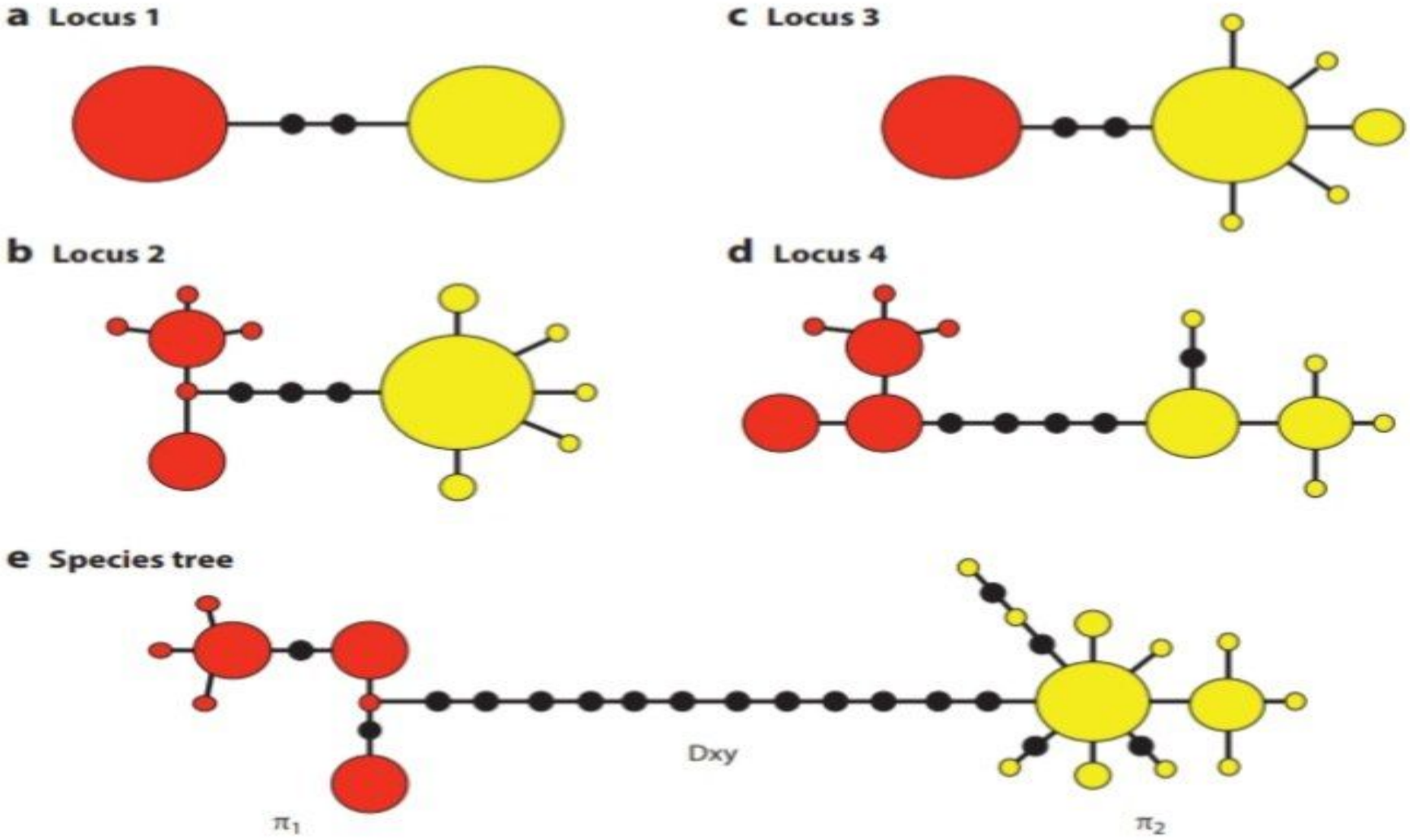


*Plasmopara viticola*



*Pseudoperonospors cubensis*


Strain isolation
Rice seeds from field
Surface sterilization
(1% NaOCl)
Rinsing the seeds
(sterile distilled water)
PDA + Lactic acid
Morphological
selection
Isolates grown on
PDA
Direct PCR & Sequencing
A small amount of
fungal mycelium
PCR premix
Heat
shock
Vortexing
PCR
PCR amplification
Sequencing


a Locus 1
c Locus 3
b Locus 2
d Locus 4
e Species tree
Dxy
$\pi_1$
$\pi_2$

# دوافع الاختلاف في مسببات الأمراض النباتية

فهم هذه الآليات له أهمية كبيرة لعلماء أمراض النبات وأحياء التطور حيث يمكن أن يساعد في التنبؤ بظهور مسببات الأمراض الجديدة وتطوير استراتيجيات أفضل لمكافحة الأمراض النباتية.

وتعد الآليات الرئيسية للتباعد وتكوين الأنواع في مسببات أمراض النبات. يركز على ثلاث آليات أساسية:

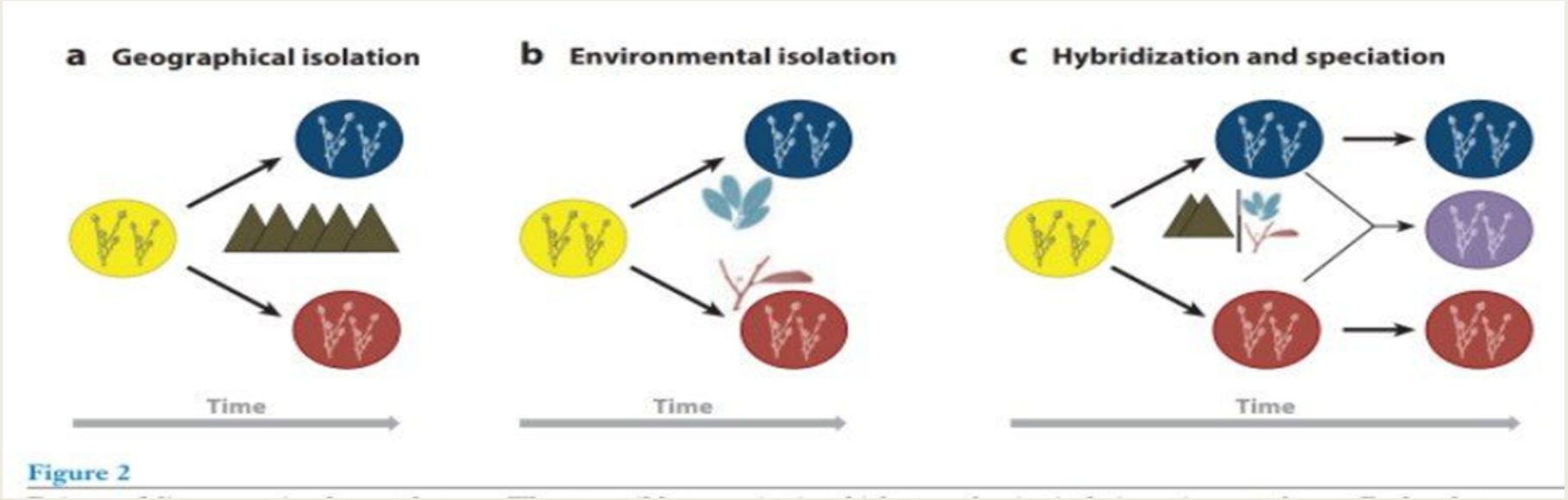



Figure 2

# العزلة الجغرافية Geographical Isolation

فصل مجموعات مسببات الأمراض النباتية عن بعضها البعض يؤدي إلى تباعدها بواسطة حاجز (نهر، جبل)بدون تدفق الجينات بين المجموعتين، مما يؤدي الى اختلافات جينية وتكوين أنواع جديدة. وتكون نوعين

**الانواع المتباينة Allopatric speciation**

مجموعتان من نفس النوع معزولتين جغرافيًا عن بعضهما البعض، و ان هذه مجموعتين منفصلتين غير متوافقتين تكاثريًا.

مثل ثلاثة أنواع من الفطريات التي تصيب الحبوب
***Pyrenophora tritici-repentis***
***Pyrenophora teres f.sp.teres***
***Pyrenophora teres f.sp. maculata.***

**الانواع المتماثلة Sympatric speciation**

هو تكوين الأنواع يمكن أن يحدث بدون عزل جغرافي ، تتكون الأنواع الجديدة من مجموعة واحدة من الكائنات الحية. يمكن أن يحدث ذلك من خلال عوامل مختلفة، مثل التكيف مع بيئات مختلفة أو

مثل ***Rhizoctonia solani*** وجد ان عزلات الفطر التي تصيب نباتات الأرز والذرة،.

# الاختلاف البيئي Ecological Divergence

هو ظاهرة تحدث عندما تتكيف مجموعة من الكائنات الحية مع بيئة محددة، مما يؤدي إلى اختلافها عن مجموعات أخرى من نفس النوع.

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى التخصص البيئي، بما في ذلك:

1- الاختلافات الجينية: قد تمتلك بعض مسببات الأمراض جينات تجعلها أكثر قدرة على إصابة أنواع معينة من النباتات. مثل اللفحة المتأخرة ***Phytophthora infestans*** على البطاطس، تمتلك جينات تجعلها أكثر قدرة على إصابة أنواع معينة من البطاطس. حيث هذه الجينات تسمح للفطر بإنتاج أشارة تتفاعل مع مستقبلات محددة موجودة على سطح خلايا البطاطس.

2- التفاعلات مع النباتات المضيفة: قد تتفاعل بعض مسببات الأمراض مع جينات مقاومة محددة موجودة في انواع معينة من النباتات مثل ***Plasmopara viticola*** البياض الزغبي على العنب ، حيث تمتلك جينات تجعلها أكثر قدرة على إصابة أنواع معينة من الكروم. هذه الجينات تسمح للفطر بإنتاج إنزيمات تتفاعل مع جينات مقاومة محددة موجودة في أنواع الكروم الحساسة.

3- العوامل البيئية: قد تؤثر العوامل البيئية، مثل المناخ والتربة، على قدرة مسببات الأمراض على إصابة أنواع معينة من النباتات.

4- التغيرات في الفسيولوجية :يمكن أن تتطور مسببات الأمراض خصائص فسيولوجية جديدة تسمح لها بالبقاء على قيد الحياة والتكاثر على مضيف معين.

# التهجين Hybridization

هو عملية نشأة نوع جديد من خلال تهجين نوعين موجودين. كيف يحدث تكوين الأنواع الهجينة؟

نوعان رئيسيان من تكوين الأنواع الهجينة

## أحادي الصيغة
## Homoploid

يحدث عندما يندمج جينومان من نوعين مختلفين لإنشاء نوع جديد له نفس عدد الكروموسومات مثل الأنواع الأصلية.

الخصائص:

1- نفس عدد الكروموسومات كما هو الحال في الأنواع الأصلية.

2- قادر على التكاثر جنسيًا.

3- قد يكون له خصائص تختلف عن الأنواع الأبوية.

مثل : *Zymoseptoria tritici* المسبب لمرض تبقع اوراق القمح، قد نشأ عن تهجين نوعين من الفطريات *Zymoseptoria pseudotritici*

## متعدد الصيغة الكلي
## allopolyploid

يحدث عندما يندمج جينومان من نوعين مختلفين لإنشاء نوع جديد له عدد أكبر من الكروموسومات.

الخصائص:

1- زيادة عدد الكروموسومات.

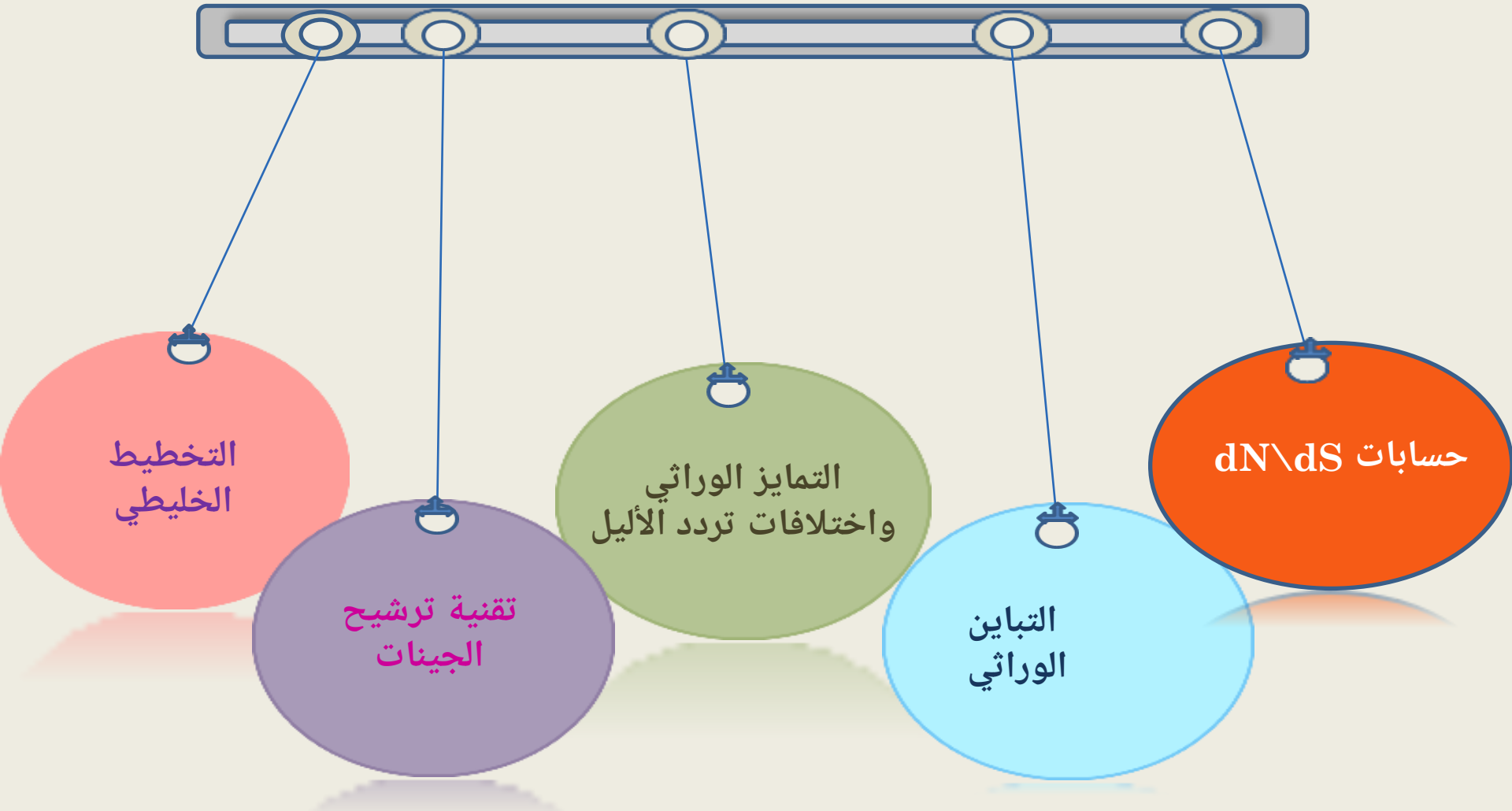
2- قد لا يكون قادرًا على التكاثر جنسيًا.

3- قد يكون له خصائص تختلف عن الأنواع الأبوية.

مثل *Phytophthora alni*: نشأ من تهجين *Phytophthora cambivora* و

# التطبيقات الوراثية ومستقبلها

يهتم علم الوراثة التطورية بدراسة كيفية تغير الكائنات الحية بمرور الوقت. أحد أهداف هذا العلم هو تحديد الأليلات التي تسبب الاختلافات بين الأنواع. تركز بعض الدراسات على الأليلات المسؤولة عن السمات التي تمنع التكاثر بين الأنواع، مثل عدم توافق الكروموسومات أو الاختلافات في سلوك التزاوج .
يواجه العلماء بعض التحديات في تحديد الأساس الجيني للصفات في بعض الفطريات. على سبيل المثال ،، توجد العديد من الفطريات *Oomycetes* لا توجد دورة جنسية في في المختبر، مما يجعل من الصعب إجراء التكاثر تحت ظروف مختبرية.
بالإضافة إلى ذلك، قد يكون من الصعب رسم خرائط دقيقة للأليلات على مستوى الجين.
لتحقيق أهدافهم، يستخدم العلماء استراتيجيات أخرى لتحديد الأليلات المشاركة في العزل التكاثري. تشمل هذه الاستراتيجيات:


التخطيط
الخليطي
تقنية ترشيح
الجينات
التمايز الوراثي
واختلافات تردد الأليل
التباين
الوراثي
حسابات dN\dS

# نقاط موجزه Summary Points

1. يقدم علم أمراض النبات نموذجًا مثاليًا لدراسة تكوين الأنواع وفهم كيفية نشوء الأنواع الجديدة.

2. على الرغم من أن التركيز الرئيسي لأبحاث أمراض النبات لا ينصب على تكوين الأنواع، إلا أن الدراسات الحديثة حددت بنجاح الأساس البيولوجي للعزل التكاثري بين مسببات الأمراض النباتية.

3. الجمع بين الأساليب الكلاسيكية والدراسات الجينومية يكشف خصائص الديموغرافية والوراثية لكيفية حدوث
الأنواع في مسببات الأمراض النباتية الفطرية.

4. دراسة الدوافع البيئية والجغرافية لها آثار مهمة على علماء أمراض النبات وعلماء الأحياء التطورية على حد
سواء في فهم أفضل للأحداث التي تؤدي إلى ظهور مسببات أمراض جديدة.

5. دور التدفق الجيني في تكوين الأنواع غير واضح تمامًا في جميع الأصناف، فإن احتمالية

# القضايا المستقبلية Future Issues

1. لا يمكن تحديد أنواع الفطريات بدقة دون معرفة مستوى الاختلاف المطلوب بينها. لذلك، من الضروري إجراء دراسات تربط التصنيف الجزيئي بالعزلة التكاثرية.

2. من خلال تطبيق الأساليب الكمية، يمكننا اكتشاف أنواع جديدة من مسببات الأمراض النباتية، مما يمّكننا من إجراء اختبار شامل لمعدلات ظهور وانقراض الأنواع داخل مجموعات هذه المسببات.

3. لا تزال العوامل التي تحدد نطاق مضيفات مسببات الأمراض غير واضحة تمامًا. مع ذلك، يشير بعض العلماء إلى أن التفاعل بين العوامل البيئية وجينات المقاومة في النبات قد يؤدي إلى تطور أنواع جديدة من مسببات الأمراض النباتية. لا تزال هذه الفرضية قيد الدراسات.

4. لا زال فهم عواقب التهجين في مسببات أمراض النباتية مجالًا مفتوحًا للبحث، حيث لم يتم تحديد عدد المرات التي يؤدي فيها التهجين إلى توسيع نطاق المضيف بشكل دقيق.

شكراً لحسن استماعكم
Plan: