

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAFICA

Editor: G. WOLF

E 2179/1975

Fusarium solani (Fungi imperfecti) Intranucleäre Mitose

Mit 12 Abbildungen

GÖTTINGEN 1975

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Film E 2179

Fusarium solani (Fungi imperfecti) **Intranucleäre Mitose**

CHARLOTTE THIELKE, Berlin

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Bei den höheren Pilzen ist der Verlauf der Kernteilung im Vergleich zur klassischen Mitose noch nicht generell geklärt. Dabei wird einmal die Frage diskutiert, ob sich die Kernmembran während der Mitose auflöst oder ob die Spindel intranucleär verbleibt. Außerdem ist noch unklar, ob individuelle Chromosomen auftreten oder ob das gesamte chromosomale Material in einem Verband liiert ist (DAY [3]) und welche Strukturen an Stelle der Centriolen für die Spindelpole kennzeichnend sind (GIRBARDT [4]).

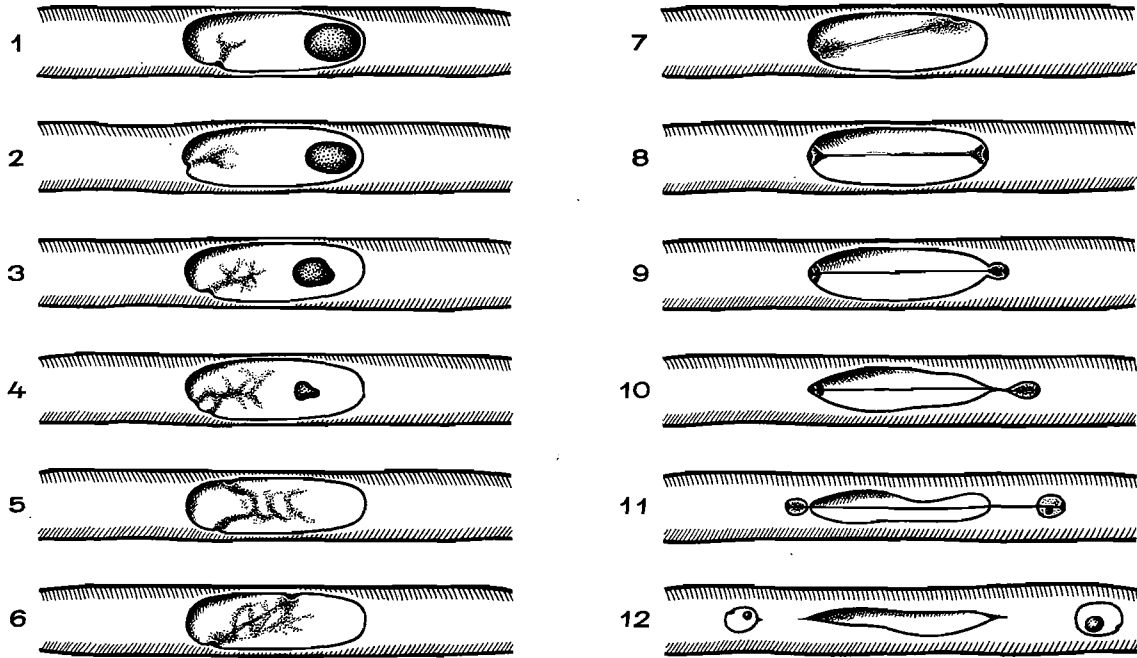
Unter den vielen Objekten, die eine in vivo Kontrolle erlauben, hat sich die Gattung *Fusarium* als besonders günstig erwiesen. Die Mitose wurde in allen wesentlichen Einzelheiten bei *F. oxysporum* nach phasenoptischen Untersuchungen beschrieben (AIST [1]); die später erfolgte elektronenoptische Nachprüfung konnte alle Angaben bestätigen (AIST u. WILLIAMS [2]). Die dort mitgeteilten Befunde stimmen mit unseren phasenoptischen Beobachtungen an *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. überein. Diese Art ist aber für eine kinematographische Darstellung besser geeignet, da sie in der Regel nur einkernige Terminalzellen besitzt. Ihre Kerne sind relativ groß und lassen auch ein Centrioläquivalent erkennen.

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 8. — Die Aufnahmen wurden mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Die Gattung *Fusarium* gehört zwar zu den imperfekten Pilzen, doch ist für einige Vertreter dieser Gattung bekannt, daß sie die Nebenfruchtform der Ascomycetengattung *Nectria* darstellen. *Fusarium solani* kann bei der Kartoffel und bei vielen anderen Pflanzen pathogen werden, läßt sich aber auch als Saprophyt leicht kultivieren.

Für die phasenoptische Beobachtung läßt man das Mycel auf Objektträgern wachsen, die mit einem Nährboden aus 15% Gelatine und 1% Malzextrakt befilmt sind. Zur Impfung werden die Conidien verwendet, die nach 2 Tagen ein brauchbares Mycel liefern. Die Hyphenspitzen wachsen auch nach Deckglasaufgabe weiter und besitzen an ihrem äußersten Ende einen Spitzenkörper, dessen Vorhandensein ein Kriterium für die Vitalität der gesamten Hyphe bietet. Die jungen Zellen des septierten und verzweigten Mycels sind meistens einkernig. In älteren Mycelabschnitten können auch mehrkernige vorkommen. Bei einem durchschnittlichen Hyphendurchmesser von 4—5 μm können die Zellkerne die gleiche Breite und eine Länge von etwa 18 μm erreichen. Wie bei den meisten Pilzen ist nur ein kontrastreicher Nucleolus vorhanden, der stets exzentrisch liegt, seine Lage aber auch verändern kann. Die Nucleolen sind relativ groß in Zellen, die sich nicht mehr teilen. Bei günstiger Lage lassen sich in vivo Centrioläquivalente daran erkennen, daß sie als kontrastreiche, etwas nach innen eingezogene kleine Platten direkt an der Kernmembran liegen. Auf der Innenseite ist an dieser Stelle — bei entsprechender Lage und optischer Einstellung — dichteres Material (= Chromosomen?) inseriert, das in den Kerninnenraum hineinreicht. Dieser „Centriolarplaque“ kann sich mit dem daran hängenden Material verlagern, so daß sich der Abstand zum Nucleolus verändert (Abb. 1, 2 u. 3). Dabei wird ein Minimalabstand von etwa $\frac{1}{4}$ des Kernumfanges nicht unterschritten.

Zur Beobachtung der Mitose wurden vorwiegend solche Terminalzellen ausgewählt, die einen intakten Spitzenkörper besaßen; Mitosen können aber auch interkalar auftreten. Der Beginn der Prophase wird dadurch eingeleitet, daß der Nucleolus sich von der Kernmembran löst, sich nach innen verlagert und allmählich kleiner wird (Abb. 3 u. 4). Gleichzeitig verdichtet sich in der anderen Kernhälfte das chromosomale Material, wird dadurch deutlicher und verändert dabei noch ständig seine Lage. Manchmal läßt sich ein schraubiger Körper erkennen (Abb. 5). Die Prophase kann etwa 3—4 Minuten dauern. Von einem nicht genau bestimm- baren Zeitpunkt an sind zwei Centrioläquivalente vorhanden, zwischen denen sich durch den Innenraum des Kernes hindurch eine geradlinige Spindelachse markiert (Abb. 7). Sie liegt häufig schräg, ist aber offenbar nicht an der Kernmembran fixiert, da sie rasch hin und her pendelnd ihre Lage verändern kann. Eine Metaphase in Form einer Äquatorialplatte wurde niemals gesehen. An den Polen der Spindelachse kondensiert sich dann das chromosomale Material. Dies geschieht während der



Schematische Darstellung von 12 aufeinanderfolgenden Stadien der Mitose bei *Fusarium solani*

Erläuterungen im Text

oft nur 1 Minute währenden Anaphase, bis sich die Pole in opponierter Stellung in der Längsrichtung der Hyphe befinden (Abb. 8). Unmittelbar daran anschließend beginnen die Telophasekerne sich nach außen vorzuwölben, während die restliche Membran des Mutterkernes als turgeszente Blase in der Mitte erhalten bleibt (Abb. 9 u. 10). Die beiden Tochterkerne trennen sich meist nach 1—2 Minuten asynchron. Sie sind jedoch noch lange miteinander in Verbindung durch eine elastische Achse, die sich verlängern und verkürzen kann. Ob sie aus den Spindelfasern allein besteht oder zusätzlich noch von Kernmembran umhüllt wird, läßt sich mit dem phasenoptischen Verfahren nicht entscheiden (Abb. 9—11). Bei der endgültigen Abtrennung reißt dieser Faden, seine freien Enden kontrahieren sich in Richtung des Restkernes, der später allmählich verschwindet. Die beiden Tochterkerne wachsen rasch heran. Sie bleiben durch einen kontrastreichen Punkt (= Centrioläquivalent) an der Peripherie markiert und lassen frühzeitig einen schnell heranwachsenden Nucleolus erkennen (Abb. 12). Die gesamte Mitose verläuft also intranucleär, doch wird durch das Verbleiben eines „Restkernes“ nicht das gesamte Volumen des Mutterkernes in die beiden Tochterkerne mit einbezogen.

Filmbeschreibung¹

1. Übersichtsbild von Hyphen verschiedenen Alters. Die hellen Kerne besitzen je einen dunklen Nucleolus. In der zweiten Hyphe von unten beginnt die Auflösung des Nucleolus. In allen Hyphen sind außerdem Mitochondrien, Sphaerosomen und helle Vakuolen zu erkennen.
Bildfeldbreite 80 μm ; Phasenkontrast (Phako); Aufn.-Freq. 2 B/s

Interphasekern

1 B/s

2. Im langgestreckten hellen Kern liegt der dunkle Nucleolus exzentrisch. An der unteren Kernmembran ist das Centrioläquivalent als kleine nach innen gewölbte, kontrastreiche Platte zu erkennen; sie kann ihre Lage verändern.

Bildfeldbreite 70 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 1 B/s

Gesamtablauf der Kernleitung

4 B/s

3. Gesamtdauer des Vorganges ca. 5 min. Der Nucleolus löst sich auf, in der linken Kernhälfte verdichten sich die Chromosomen, die Spindelachse wird vorübergehend sichtbar. Die Tochterkerne wölben sich an den

¹ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

seitlichen Polen des Mutterkernes vor, bleiben zunächst noch durch die Spindelachse miteinander verbunden und trennen sich dann.

Bildfeldbreite 50 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/s

Auflösung des Nucleolus; Kondensation der Chromosomen

5 B/s

4. u. 5. Der Nucleolus trennt sich von der Kernmembran, bewegt sich schaukelnd im Kerninnenraum und löst sich dabei auf. Gleichzeitig verdichtet sich in der rechten Kernhälfte bzw. Kernmitte das chromosomale Material.

4. Bildfeldbreite 40 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 5 B/s

5. Bildfeldbreite 31 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 5 B/s

Intranucleäre Spindel (Anaphase) Abtrennen von Tochterkernen (Telophase)

2 B/s und 5 B/s

6. bis 8. Auch während der Anaphase verlagert sich die starre Spindelachse. Sie bleibt anfangs auch dann noch erhalten, wenn sich die Tochterkerne von der Blase des Restkernes abtrennen.

6. Bildfeldbreite 100 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

7. Bildfeldbreite 40 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

8. Bildfeldbreite 40 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 5 B/s

Literatur

- [1] AIST, J. R.: The mitotic apparatus in fungi, *Ceratocystis fagacearum* and *Fusarium oxysporum*. *J. Cell Biol.* **40** (1969), 120—135.
- [2] AIST, J. R., and P. H. WILLIAMS: Ultrastructure and time course of mitosis in the fungus *Fusarium oxysporum*. *J. Cell Biol.* **55** (1972) 368—389.
- [3] DAY, A. W.: Genetic implications of current models of somatic nuclear division in fungi. *Canad. J. Bot.* **50** (1972), 1337—1347.
- [4] GIRBARDT, M.: Die Pilzzelle, 441—460. In: *Grundlagen der Cytologie*. Ed. G. C. HIRSCH, H. RUSKA, P. SITTE, Fischer, Jena 1973.

Anschrift der Verfasserin:

Prof. Dr. CHARLOTTE THIELKE, Freie Universität Berlin, Fachbereich 23 (Biologie), Institut für Pflanzenphysiologie und Zellbiologie, D-1000 Berlin 33 (Dahlem), Königin-Luise-Str. 12—16a.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1975 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 73 m, 7 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden in den Jahren 1973 und 1974. Veröffentlichung aus dem Institut für Pflanzenphysiologie und Zellbiologie (Fachbereich Biologie) der Freien Universität Berlin, Prof. Dr. CHARLOTTE THIELKE, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H.-K. GALLE; Aufnahme: C. LUDWIG.

Inhalt des Films

Bei *Fusarium solani* wird die intranucleäre Mitose dadurch eingeleitet, daß der Nucleolus sich auflöst. Das chromosomale Material wird während der Prophase sichtbar. Es verteilt sich in der Anaphase auf die beiden Spindelpole, die durch eine starre Achse durch den Kerninnenraum hindurch miteinander verbunden sind. Die Telophasekerne wölben sich an beiden Polen vor und trennen sich dabei von einem in der Mitte verbleibenden Rest des Mutterkernes ab, der allmählich verschwindet.

Summary of the Film

In *Fusarium solani* the intranuclear mitosis begins with the dispersion of the nucleolus. During prophase the chromosomal material appears. During anaphase it moves to both spindle poles which are connected by a straight spindle axe across the volume of the inner width of the nucleus. The telophase nuclei bulge out at both poles and separate from an empty residual nucleus which vanishes by and by.

Résumé du Film

Chez le *Fusarium solani* la division mitotique intranucléaire commence par le dérangement du nucléole. Le matériel chromatique est visible au cours de la prophase. Pendant l'anaphase il se migre vers les poles du fuseau qui sont en connection par un axe rectiligne. Les noyaux du télaphase se sépare par des ceintures d'un noyau de reste qui disparaît successivement.