- الكينيتوكور kinetochore: وهى جزء الكروموسوم الذى يتعلق منه بخيوط المغزل.
- السنترومير centromere .. هو الكينيتوكور.
- الكروماتيدة chromatid: يبلغ سمكها ١-١٠ ميكروميتر، وهى نصف كروموسوم.
- خيوط المغزل spindle fibers: هى تركيب سيتوبلازمى يشارك فى حركة الكروموسومات أثناء الانقسام.

٤ - الفجوات vacules: تلعب وظائف متعددة ذات أهمية فى التنظيم المائى للخلية.

التكاثر اللاجنسى

يعنى بالتكاثر اللاجنسى Asexual Reproduction تكوين الأفراد الجديدة بطريقة لاجنسية، أى دون تلقيح وإخصاب، ويتبع ذلك أن تكون كل الأفراد الجديدة امتدادًا للنبات الأصلى، الذى نشأت منه، ومماثلة له تمامًا فى تركيبها الوراثى، وهو ما يعنى أن تكون متجانسة تمامًا فيما بينها. وتنمو الأفراد الجديدة من الفرد الأصلى بطريقة الانقسام الميتوزى Mitosis (أو غير المباشر).

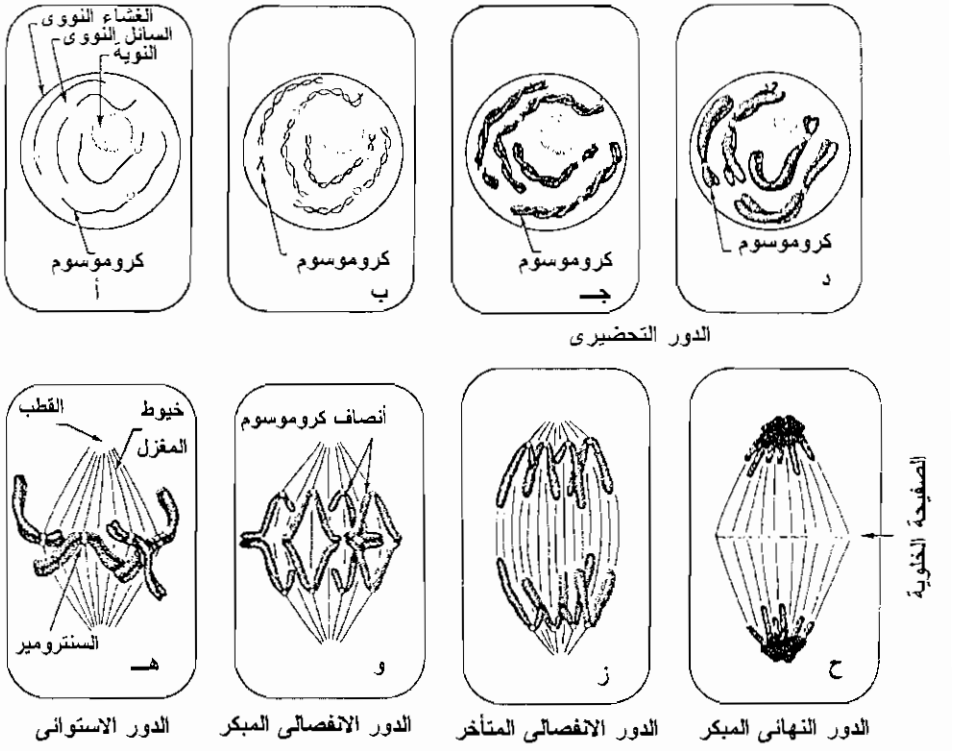
الانقسام الميتوزى

يعد الانقسام الميتوزى وسيلة الانقسام الوحيدة للتكاثر اللاجنسى فى النباتات الراقية وهو لا يُحدث أى تغير وراثى فى الخلايا الناتجة من الانقسام، لذا .. فإن جميع خلايا الفرد الجديد تكون مماثلة تمامًا فى تركيبها الوراثى لخلايا النبات الأصلى الذى نشأت منه، ويتضح ذلك عند تتبع خطوات الانقسام الميتوزى، التى يمكن إيجازها فيما يلى (شكل ٢-١).

١ - الدور التمهيدى Prophase:

تظهر الكروموسومات - فى هذا الدور - على هيئة خيوط رفيعة مُنشقة طوليًا، وملتفة حول بعضها فى النواة. حيث يكون كل كروموسوم منشقًا إلى كروماتيدتين. وكلما تقدم هذا الدور .. ازداد انكماش الكروموسومات؛ حتى يظهر كل كروموسوم فى نهاية هذا الدور، كوحدتين أسطوانيتين متوازيتين متصلتين بسنترومير واحد، هما الكروماتيدتان chromatids.

وفى نهاية هذا الدور .. يختفى الغشاء النووى والنوية تدريجيًا، وتبدأ الكروموسومات فى ترتيب نفسها حول المحور الوسطى للخلية equatorial plane.



شكل (٢-١): خطوات الانقسام الميتوزى (عن Rost وآخرين ١٩٨٤).

٢ - دور الوضع المتوسط Metaphase:

يبدأ ظهور المغزل spindle عند طرفى الخلية، ثم ترتب الكروموسومات نفسها على خيوط المغزل، ويكون اتصالها بالمغزل فى مناطق السنترومیرات.

٣ - الدور الانفصالى Anaphase:

ينشق كل سنترومير طوليًا، وبعد ذلك .. تبدأ السنترومیرات الشقيقة فى الابتعاد عن بعضها، كل ساحبًا معه كروماتيدته؛ ويؤدى ذلك إلى انفصال الكروماتيدتين الشقيقتين عن بعضهما، وذهاب كل كروماتيدة إلى القطب المضاد. وتعرف كل كروماتيدة بعد ذلك باسم كروموسوم.

٤ – الدور النهائى Telophase:

يبدأ الدور النهائى بمجرد وصول مجموعتى الكروماتيدات الصنوية إلى قطبى الخلية؛ فتبدأ فى التغير من الحالة التى كانت عليها إلى حالة خيطية رفيعة طويلة؛ حتى يصعب تمييزها. ويتكون – فى أثناء ذلك – الغشاء النووى حول كل مجموعة من مجموعتى الكروموسومات، كما تبدأ النوية فى الظهور

يلى ذلك .. انقسام السيتوبلازم بتكون صفيحة وسطية cell plate، ويختفى المغزل، ثم تدخل الخلية فى الدور البينى interphase قبل الابتداء فى انقسام ميتوزى أخر.

أما الدور البينى .. فإنه يتكون من مرحلة الانقطاع الأولى gap one phase (أو G_1) الذى يبدأ بعد انقسام الخلية مباشرة، وتقوم الخلايا خلاله بتمثيل مختلف الأحماض النووية الريبوزية (RNAs) اللازمة لتمثيل البروتين. كما يتحدد – خلال هذه المرحلة – إذا كانت الخلية سوف تبقى ميرستيمية قادرة على الانقسام، أم تصبح من الخلايا الدائمة، فإذا احتفظت بقدرتها على الانقسام .. فإنها تدخل فى مرحلة التمثيل synthesis phase (أو S)، وفيها .. يضاعف الدنا DNA نفسه من مواد أولية، سبق تمثيلها خلال مرحلة الانقطاع الأولى. وتلى ذلك .. مرحلة الانقطاع الثانية (G_2)، وفيها .. يتم تمثيل بعض مكونات الخلية الضرورية لتكوين خيوط المغزل، وبانتهاء هذه المرحلة .. تدخل الخلية فى الانقسام الميتوزى من جديد. يتضح مما تقدم أن الدور البينى ليس دور سكون – كما كان يعتقد – بل إن الخلية تكون فى أوج نشاطها. وتزداد فى الحجم. وتقوم بتمثيل كل احتياجاتها من المواد والمكونات اللازمة لبدء دورة جديدة من الانقسام.

طرق التكاثر اللاجنسى

توجد ثلاث طرق للتكاثر اللاجنسى هى: التكاثر الخضرى، والتكاثر اللاإخصابى، والتكاثر بمزارع الأنسجة والخلايا.

١ – التكاثر الخضرى:

يعرف التكاثر الخضرى Vegetative Reproduction: بأنه: التكاثر بالأجزاء الخضرية للنبات، مثل التكاثر بالدرنات، والجذور، والريزومات، والأبصال، والعقل،

والتكاثر بالترقيد، والتطعيم، والتركيب .. إلخ. ويؤدى الإكثار الخضرى المستمر لنبات واحد إلى إنتاج ما يسمى بالسلالة الخضرية clone.

٢ - التكاثر اللاإخصابى:

يعرف التكاثر اللاإخصابى Apomictic Reproduction (أو Apromixis) بأنه: التكاثر بالبذور التى تحتوى على أجنة لاإخصابية، لم تنشأ من إخصاب البويضة بحبة لقاح. وإنما نشأت من نمو إحدى الخلايا الأمية الثنائية المجموعة الكروموسومية مباشرة، إلى جنين تتشابه خلاياه - فى تركيبها الوراثى - تمامًا - مع النبات الذى نشأت منه. ويتكون - عادة - عدة أجنة لاإخصابية فى البذرة الواحدة. ويؤدى الإكثار اللاإخصابى المستمر لنبات واحد إلى إنتاج ما يسمى بالسلالة اللاإخصابية Apomictic Line.

٣ - التكاثر بمزارع الأنسجة والخلايا:

تستعمل مزارع الأنسجة والخلايا Tissue and Cell Cultures فى بعض الحالات كوسيلة للإكثار اللاجنسى غير المحدود للتراكيب الوراثية المرغوب فيها من النباتات: ومن أمثلة ذلك ما يلى:

(أ) مزارع القمة الميرستيمية:

تستعمل مزارع القمة الميرستيمية Meristem Culture فى إكثار أصناف عديدة من المحاصيل الزراعية؛ لإنتاج نباتات خالية من الفيرس. وتعد هذه الطريقة - فى جوهرها - إحدى طرق التكاثر الخضرى.

(ب) مزارع الإكثار الدقيق:

تستعمل مزارع الإكثار الدقيق micropropagation cultures فى الإكثار غير المحدود لأى تركيب وراثى مرغوب فيه، وكذلك فى الإكثار التجارى لأصناف عديد من المحاصيل الزراعية. وتعد هذه الطريقة - فى جوهرها - كسابقتها - إحدى طرق التكاثر الخضرى.

(جـ) مزارع الخلايا:

تستعمل مزارع الخلايا Cell Cultures - هى الأخرى - فى إكثار بعض النباتات،

حيث تعطى بعض الخلايا المفردة – بالمزرعة – أجنة لاجنسية Embryoids. وهى أجسام مكتملة التكوين تشبه الأجنة العادية. تنمو مباشرة إلى نباتات كاملة (Swamy & Krishnamurthy ١٩٨٠). وتوجد بعض أوجه الشبه بين هذه الأجنة والأجنة المتكونة فى حالات التكاثر اللاإخصابى؛ إذ إن كليهما لاجنسى.

أهمية التكاثر اللاجنسى

ترجع أهمية التكاثر اللاجنسى – بالنسبة للمربى – إلى ماله من مزايا أو عيوب. كما يلى:

١ – يمكن – بواسطة التكاثر اللاجنسى عامة – المحافظة على أى تركيب وراثى. يتم التوصل إليه، وإكثاره فى الحال. وبصفة مستمرة. دون أن يحدث أى تغير فى تركيبه الوراثى.

٢ – وفى المقابل – فإن التكاثر اللاجنسى الإجبارى – (أى عندما يكون المحصول غير قادر على التكاثر الجنسى إطلاقًا كما فى الثوم، والموز، والعنب البناتى) – هذا التكاثر يقلل من فرصة ظهور تراكيب وراثية جديدة لتحسين المحصول.

٣ – لاجدوى من الانتخاب بين النباتات الناتجة من التكاثر اللاجنسى لنبات ما، لأنها تكون – جميعًا – متشابهة فى تركيبها الوراثى.

٤ – كثيرًا ما يلجأ المربى إلى الإكثار الخضرى كوسيلة لزيادة عدد النباتات من نفس التركيب الوراثى، قبل أن يلجأ إلى الإكثار الجنسى؛ حتى يحصل على أكبر قدر ممكن من الانعزالات الوراثية، حينما يبدأ إكثاره جنسيًّا. وتتبع طرق خاصة لتحقيق ذلك فى المحاصيل التى لا تتكاثر خضريًّا بصورة طبيعية.

٥ – تفيد مزارع القمة الميرستيمية فى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية، فى حالة إصابة جميع نباتات إحدى السلالات الخضرية بمرض فيرسى. كما لا تنتقل كثير من الأمراض الفيروسية عن طريق الأجنة اللاإخصابية، ويفيد ذلك فى تجديد السلالات الخضرية التى تتدهور بفعل إصابتها بالأمراض الفيروسية.

٦ – يكون التكاثر اللاإخصابى الاختيارى (وهى الحالة التى يتكون فيها جنين جنسى واحد مع الأجنة اللاإخصابية فى البذرة) عائقًا أمام المربى إذا رغب فى

الحصول على البادرة الناتجة من الجنين الجنسى، ولم يتمكن من التمييز بينها وبين البادرات الأخرى الناتجة من الأجنة اللاإخصابية فى طور مبكر من النمو، يتعين عليه فى هذه الحالة الاستمرار فى زراعتها. إلى أن يمكنه التمييز بينها، وقد يستغرق ذلك عدة سنوات.

وفى المقابل .. فإن التكاثر اللاإخصابى يُستفاد منه - حاليًا - فى الإكثار البذرى للأصناف الهجين من بعض المحاصيل؛ حيث يمكن للمزارع إكثار الهجن بذريًا دون أن تحدث بها أية انعزالات وراثية؛ نظرًا لاحتواء البذور المكثرة على أجنة لاإخصابية.

حالات التكاثر اللاإخصابى

اشتقت كلمة التكاثر اللاإخصابى apomixis من كلمتين لاتينيتين تعنيان "بدون خلط" without mixing، وهو مصطلح عام لحالات التكاثر اللاجنسى التى تتطلب كل أعضاء التكاثر الجنسى أو بعضها. ونجد أن البذور اللاإخصابية تتكون فى المبيض كما فى النباتات الجنسية التكاثر، إلاّ أن الجنين لا ينشأ من اتحاد جاميطة مؤنثة بأخرى مذكرة.

تعد كل حالات التكاثر اللاإخصابى Apomixis توالدًا بكريًا Parthenogensis ولكن العكس ليس صحيحًا؛ لأن التوالد البكرى يعنى أن النبات يعقد ثمارًا بذرية، تحتوى داخلها - أى داخل البذور - على أجنة بكرية، تكونت بنمو أحد أنوية أو خلايا المبيض مباشرة، دونما حدوث تزاوج بين خلية ذكرية وأخرى أنثوية؛ فإذا تكون الجنين بنمو نواة البيضة الأحادية مباشرة .. فإنه يكون أحادى المجموعة الكروموسومية haploid، ويعطى هذا الجنين - عند نموه - نبات يختلف وراثيًا ومظهريًا عن النبات الأصلى الثنائى المجموعة الكروموسومية diploid الذى نشأ منه؛ ولذا .. لا يعد هذا الجنين لاإخصابيًا، على الرغم من تقسيم البعض له - أحيانًا - ضمن أنواع الأجنة اللاإخصابية. أما إذا تكون الجنين بنمو خلية ثنائية من خلايا المبيض مباشرة .. فإنه يكون ثنائى المجموعة الكروموسومية، ويعطى عند نموه - نباتًا يتشابه وراثيًا ومظهريًا مع النبات الأصلى الذى نشأ منه. وهذا هو الجنين اللاإخصابى. أو الخضرى.