الفصل الثانى

طرق التكاثر وأهميتها فى تربية النبات

إن لطريقة تكاثر المحصول أهمية كبيرة للمربى؛ لما لها من تأثير فى التركيب الوراثى للنبات الواحد، ومدى التشابه أو الاختلاف الوراثى بين نباتات العشيرة الواحدة، والطرق المناسبة لتربية المحصول، والكيفية التى يتم بها تداوله أثناء تنفيذ برنامج التربية؛ لذا فإن الدراسة المفصلة لطرق التكاثر فى النباتات تعد ضرورية لفهم أساسيات التربية وطرقها. ويمكن - عمومًا - تقسيم طرق التكاثر فى النباتات إلى قسمين، هما التكاثر اللاجنسى، والتكاثر الجنسى. ولقد تناول Richards (١٩٨٦) - بشئ من التفصيل - موضوع التكاثر فى النباتات، وعلاقته بنظم تربيتها.

وقبل الدخول فى تفاصيل طرق التكاثر فإننا نلقى الضوء أولاً على الخلية النباتية ومكوناتها.

الخلية النباتية

تحتوى الخلية على المكونات التالية (عن Rost وآخرين ١٩٨٤):

١ - الجدار الخلوى الأولى primary cell wall: يبلغ سمكه ٢-٥ ميكروميتر، ووظيفته الحماية وإكساب الخلية متانتها.

يحتوى الجدار الخلوى الأولى على ألياف سيليلوزية cellulose microfibrils يبلغ قطرها ١٠-٢٥ نانوميتر وبطول غير محدد، ووظيفتها الدعم الميكانيكى للخلية

وتتكون الألياف السيليلوزية ذاتها من جزيئات السيليلوز التى تبلغ أبعادها ٨٣٤ ٠ × ٨ ٠ نانوميتر، ووظيفتها الدعم.

كما يحتوى الجدار الخلوى الأولى على نسيج غير منظم amorphus matrix تقع فيه الألياف السيليلوزية

٢ الصفيحة الوسطى middle lamella يبلغ سمكها ٢ ميكروميتر، ووظيفتها لصق لجدر الخلوية بعضها ببعض

٣ البروتوبلاست protoplast يتكون البروتوبلاست او البروتوبلازم protoplasm من السيتوبلازم - وهو موقع التفاعلات الحيوية التى تتحكم فيها النواة nucleus - والنوية

ويحتوى السيتوبلازم على المكونات التالية

- كلوروبلاستيدات chloroplast تبلغ أبعادها ٢-٢٠ ميكرومتر، ووظيفتها البناء الضوئى
- كروموبلاستيدات chromoplast تبلغ أبعادها ٢-١٠ ميكرومتر، ووظيفتها تخزين الكاروتينات والصبغات المماثلة
- الأميوبلاستيدات amyloplast تبلغ أبعادها ٢ ٢٥ ميكرومتر، ووظيفتها تخزين النشا
- لبلاستيدات عديمة اللون leucoplast تبلغ أبعادها ٢ ١٠ ميكرومتر، وهى تشبه النشا من الأنواع الأخرى من البلاستيدات
- ميتوكوندريات mitochondria تبلغ أبعادها (٠٫٥ ٢) × (٢ ١٠) ميكرومتر، ووظيفتها التنفس
- الديكتيوسومات dictyosomes يبلغ قطرها ٣ ميكرومتر، ووظيفتها تخليق الإنزيمات
- شبكة الإندوبلازمية endoplasmic reticulum يبلغ قطرها ١٧ نانوميتر وبدون طول محدد، ووظيفتها تمثيل البروتين وانتقاله داخل الخلية
- الريبوسومات ribosomes تبلغ قطرها ٢٠ نانوميتر، ووظيفتها تمثيل البروتين

الاسفيروسومات spherosomes يبلغ قطرها ٢ ميكرومتر، ووظيفتها تمثيل الدهون وتخزينها

- الأجسام الميكرو microbodies يبلغ قطرها ٠٫١-٢ ميكرومتر، ووظيفتها فصل وحجز compartmentalization الإنزيمات عن بعضها البعض
- الأنابيب الميكرو microtubules يبلغ قطرها ١٨ ٢٥ نانوميتر وبدون طول محدد،

ووظيفتها التحكم فى شكل الخلية، واتجاه الانقسام الخلوى الجديد، وحركة الكروموسومات

- الخيوط الميكرو microfilaments يبلغ قطرها ٤-٧ نانوميتر، وتلعب دورا فى حركة السيتوبلازم
- الغشاء البلازمى الداخلى tonoplast يبلغ سمكه ٨ نانوميتر، ووظيفته تنظيم التبادل بين الفجوة العصارية والسيتوبلازم
- الغشاء البلازمى الخارجى plasmalemma يبلغ سمكه ٨ نانوميتر، ووظيفته تنظيم التبادل بين السيتوبلازم والسوائل الخارجية.
- الروابط البروتوبلازمية plasmodesmata. يبلغ سمكها ٢ ميكروميتر، وهى تربط الخلايا بعضها ببعض

أما النواة nucleus .. فيبلغ قطرها ٥-٣٠ ميكروميتر، وهى تحتوى على المعلومات الوراثية التى تلزم للنمو والنشاط الطبيعيين للخلايا.

وتحتوى النواة على المكونات التالية:

- الغلاف النووية nuclear envelope يبلغ سمكه ٢٥ نانوميتر، وهو يفصل مكونات النواة عن السيتوبلازم.
- البلازما النووى nucleoplasm: الوسط التى تتواجد فيه الأجسام النووية الأخرى.
- البروتينات النووية nucleoproteins هى التى تنتظم فيها الأحماض النووية
- الأحماض النووية nucleic acids. تتكون من الدنا DNA والرنا RNA.
- حلزون الدنا DNA helix يبلغ قطره ١٨ نانوميتر وبدون طول محدد، وهو يحمل الشفرة الوراثية.
- وحدات ليفية unit fibers يبلغ قطرها ١٢.٥ نانوميتر وبدون طول محدد، وهى تطوق حلزون الدنا والبروتين النووى
- النوية nucleolus. يبلغ قطرها ١-٥ ميكروميتر، ووظيفتها تمثيل الرنا.
- الرنا RNA: وظيفة نقل المعلومات من الدنا إلى السيتوبلازم.
- الكروموسومات chromosomes: يبلغ سمكها ٢-٢٠٠ ميكروميتر، وهى الوسيلة التى ينتقل عن طريق حلزون الدنا أثناء الانقسام.

- الكينيتوكور kinetochore وهى جزء الكروموسوم الذى يتعلق منه بخيوط المغزل
- السنترومير centromere هو الكينيتوكور
- الكروماتيده chromatid يبلغ سمكها 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 اهميه فى التنظيم المائى للخليه

التكاثر اللاجنسى

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

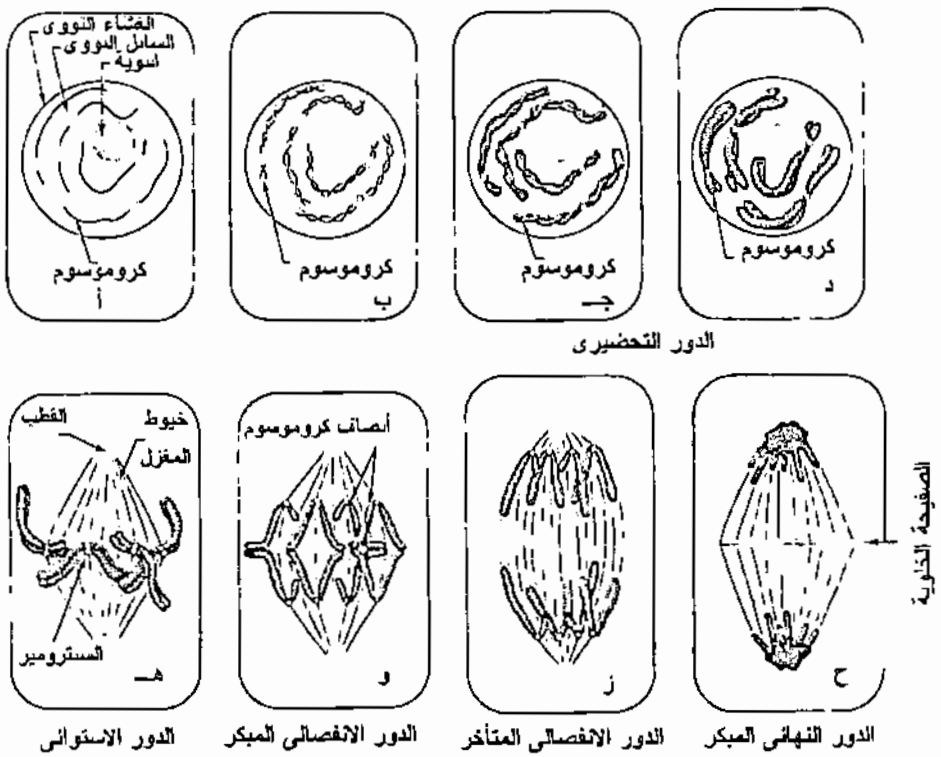
الانقسام الميتوزى

يعد الانقسام الميتوزى وسيله الانقسام الوحيدة للتكاثر اللاجنسى فى النباتات الراقيه وهو لا يحدث أى تغير وراثى فى الخلايا الناتجة من الانقسام، بل تكون جميع خلايا الفرد الجديد متكون مماثلة تماما 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 رفيعه منسقه طويلة، وملتفة حول بعضها فى النواة، حيث يكون كل كروموسوم منقسم إلى كروماتيدتين وكلما تقدم هذا الدور ازداد انكماش الكروموسومات، حتى يظهر كل كروموسوم فى نهايه 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 الى قطبى الخلية، فيبدأ فى التغير من الحالة التى كانت عليها إلى حالة خيطية رفيعه 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 الخليه مباشرة، وتقوم الخلايا خلاله بتمثيل مختلف الأحماض النووية الريبوزية (RNAs) اللازمة لتمثيل البروتين كما يتحدد - خلال هذه المرحلة - إذا كانت الخلية سوف تبقى ميرستيميه 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 المرحله تدخل الخلية فى الانقسام الميوزى 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 – تماما – مع النبات الذى نشأت منه ويتكون – عادة – عدة أجنة لاإخصابيه 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 – بالزرعة – أجنة لاجنسية Embryoids، وهى اجسام مكتملة التكوين تشبه الأجنة العادية، تنمو مباشرة إلى نباتات كاملة (Swamy & Krishnamurthy ١٩٨٠) ويوجد بعض أوجه الشبه بين هذه الأجنة والأجنة المتكونة فى حالات التكاثر اللاإخصابى، إذ إن كليهما لاجنسى

أهمية التكاثر اللاجنسى

يرجع أهمية التكاثر اللاجنسى - بالنسبة للمربى إلى ماله من مزايا أو عيوب، كما يلى

١ – يمكن - بواسطة التكاثر اللاجنسى عامة – المحافظة على أى تركيب وراثى، تم 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 إطلاق 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 جميعا - متشابهة فى تركيبها الوراثى

٤ – كثيرا 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 جنسيًا، وتتبع طرق خاصة لتحقيق ذلك فى المحاصيل التى لا تتكاثر خضريًا 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 ينتقل 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) عائقا أمام المربى إذا رغب فى

الحصول على البادرة الناتجة من الجنين الجنسى، ولم يتمكن من التمييز بينها وبين البادرات الأخرى الناتجة من الأجنة اللاإخصابيه 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، نظرا لاحتواء البذور المكثرة على أجنة لاإخصابية

حالات التكاثر اللاإخصابى

اسبق 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

يعد كل حالات التكاثر اللاإخصابى Apomixis توالدًا بكريًا Parthenogensis ولكن العكس ليس صحيحا؛ لأن التوالد البكرى يعنى أن النبات يعقد ثمارا بذرية، تحتوى داخلها أى داخل البذور - على أجنة بكرية، تكونت بنمو أحد أنوية أو خلايا المبيض مباشره، دونما حدوث تزاوج بين خلية ذكرية وأخرى أنثوية، فإذا تكون جنين بنمو نواة البيضة الأحادية مباشرة فإنه يكون أحادى المجموعة كروموسومية 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 احيانا - ضمن أنواع الأجنة اللاإخصابية أما إذا تكون الجنين بنمو خلية ثنائيه من خلايا المبيض مباشرة فإنه يكون ثنائى المجموعة الكروموسومية، ويعطى عند نموه نباتًا يشابه وراثيًا ومظهريًا مع النبات الأصلى الذى نشأ منه وهذا هو الجنين اللاإخصابى، أو الخضرى

وترجع أهمية الأجنة الأحادية الى أنه قد يمكن استخدامها فى الحصول على نباتات مشابهة أصلها، فى جميع العوامل الوراثية فى وقت قصير نسبيًا (بمساعدة كروموسومات بالمعاملة بالكولسيسين)، بدلاً من اللجوء إلى التربية الداخلية لعدة أجيال

ويجب التمييز بين ظاهرة التوالد البكرى التى سبق شرحها، وظاهرة العقد البكرى parthenocarpy التى تعنى تكوّن ثمار بكرية خالية من البذور seedless، كما هى الحال فى الجوافة والبرتقال أبو سرة، واللوز وتحتوى مبايض زهار هذه الأنواع على تركيزات عالية من الهرمونات الطبيعية، التى تعمل على انقسام خلايا المبيض، وزيادة حجمه، مع بقاء الثمرة لحين نضجها وتمثل هذه الظاهرة عائقًا أمام المربى، الذى يرغب دائما فى الحصول على البذور المحتوية على الأجنة الجنسية، التى تعد المصدر الرئيسى للتراكيب الوراثية الجديدة، فإذا كانت هذه الظاهرة تحدث بصورة طبيعية فإن المربى يلجأ إلى طرق معينة فى تربية المحصول، لا تعتمد على إجراء التهجينات أما إذا كانت هذه الظاهرة تحدث تحت ظروف خاصة فإنه يتعين الاحتراس لأجل تجنب وقوعها، لأن تكون الثمار البكرية يعد عائقًا للمربى وعلى سبيل المثال فإن إجراء التلقيحات فى القرعيات - فى أثناء فترة ارتفاع درجة الحرارة بعد الظهر يؤدى أحيانا إلى عقد ثمار بكرية، وبذا يضيع على المربى موسم زراعى كامل، وربما لا يمكنه الاستفادة من تركيب وراثى مرغوب فيه قام بسحبه

ومن المظاهر الأخرى للثمار اللابذرية تلك التى تحتوى على أجنة ضامرة aborted embryos لم يكتمل نموها ولزم لتكوين هذه الثمار حدوث عمليتى التلقيح والإخصاب، اللتين يعقبهما بدء انقسام اللاقحة لتكوين الجنين، الذى يموت فى مراحل مبكرة من تطوره، بينما تستمر الثمرة ذاتها - فى نموها لحين نضجها، حيث نُشاهد داخلها بذور ضامرة، كما فى صنف العنب اللابذرى طومسون سيدلس Thompson Seedless وقد يضمر الجنين - فى حالات أخرى - نتيجة لفشل الإندوسبرم فى إمداده بحاجته من الغذاء، خاصة فى المراحل الأولى من نموه، أو نتيجة لعدم وجود أى توافق بين الهيئة الكروموسومية للجاميطة المذكرة، وتلك الخاصة بالجاميطات المؤنثة فى الزيجوت، وتعرف هذه الظاهرة باسم Somatoplastic Sterility، وهى تحدث فى بعض الهجن الجنسية (بين أجناس مختلفة)، والنوعية (بين أنواع مختلفة) مثل الهجين بين الطماطم *Lycopersicon esculentum* كأم، والنوع البرى *L. peruvianum* كاب

أما الأجنة اللاإخصابية فإنها تتكون – كما سبق بيانه – نتيجة لنمو خلية أمية ثنائية إلى جنين مباشرة، تكون جميع خلاياه ثنائية، ومماثلة فى تركيبها للنبات الذى نشأت منه

تقسيم حالات التكاثر اللاإخصابى

يتوسع البعض فى تقسيم حالات التكاثر اللاإخصابى لتشمل – كذلك – حالات الأجنة الأحادية والأجنة الخضرية، حيث يقسم التكاثر اللاإخصابى – تبعًا للخلية التى يبدأ منها تكوين الجنين – إلى الحالات التالية:

أولا. الأجاموسبرمى Agamospermy

على الرغم من أن أعضاء الزهرة الجنسية تلعب دورًا فى هذا النوع من التكاثر اللاإخصابى، فإن البذور تتكون لاجنسيًا، وينقسم هذا النوع إلى ثلاثة تحت أنواع، كما يلى:

١ – تكاثر لاإخصابى جاميطى Gametophytic apomixis:

ينشأ الجنين فى هذه الحالة من خلية جنسية ثنائية، ويعرف منه نوعان:

أ – التكوين اللابوغى (أبو سبورى) Apospory

يتكون الجنين اللاإخصابى وإندوسبرم البذرة فى هذه الحالة فى كيس جنينى، ينشأ من خلية جسمية ثنائية المجموعة الصبغية، غير الخلية الوالدة للجرثومة الكبيرة megaspore mother cell (أو الخلية الوالدة للكيس الجنينى)، مثل إحدى خلايا الأغلفة البويضية integuments، أو النيوسيلة nucellus. وبينما تدخل هذه الخلية فى عمليات انقسام ميتوزية لتكوين الجنين والإندوسبرم .. فإن الخلية الوالدة للجرثومة الكبيرة تبدأ هى الأخرى فى الانقسام الميوزى الطبيعى، إلاّ أن الكيس الجنينى الذى ينشأ منها .. يضمحل فى بداية مراحل تكوينه ويتميز الكيس الجنينى المتكون فى هذه الحالة باختفاء الخلايا السمتية. ويعد هذا النوع من الأجنة أكثر التكوينات اللاإخصابية انتشارًا فى المملكة النباتية كما فى buffelgrass، و Kentuckey bluegrass.

وقد اكتشف فى الكاسافا ظاهرة التكاثر الإخصابى من النوع الأبوسبورى فى أحد الأنواع البرية القريبة التى انتقلت منها الصفة إلى الجيل الأول الهجين بينها وبين الكاسافا وظهرت فيه، الأمر الذى يعنى إمكان إنتاج أصناف تجارية من الكاسافا

لاإخصابية بكثير يمكن فيها تثبيت قوة الهجين والاستغناء عن عملية التكثير الخضري المكلفة والتي ينتقل عن طريقها عديدا من الفيروسات (Nassar وآخرون ١٩٩٨)

ب التكوين الديبلوسبوري Diplospory

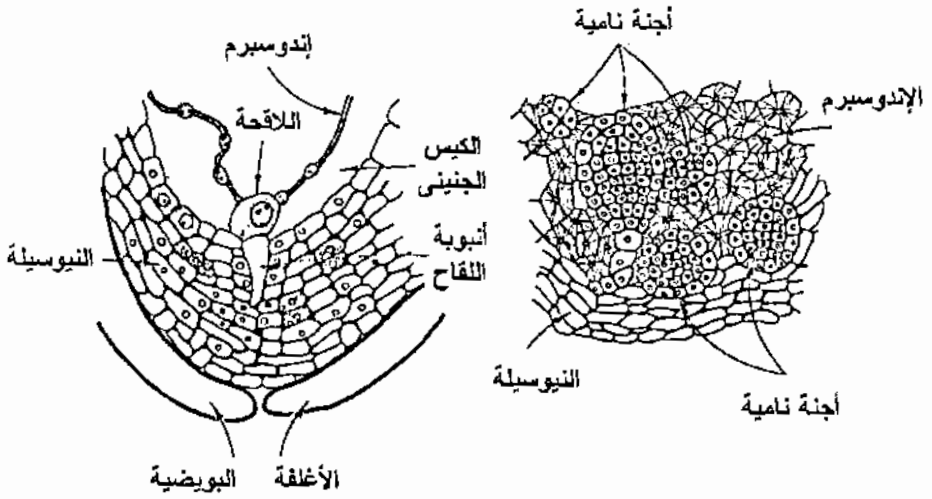
يتكون الجنين اللاإخصابي وإندوسبرم البذرة في هذه الحالة في كيس جنيني ينشأ من الخلية الوالدة للجرثومة الكبيرة، دون أن تدخل نواتها في عملية الانقسام الاختزالي، بل تنقسم ميتوزيًا مباشرة، ويزداد حجمها إلى أن تشغل الفراغ الذي كان مفروض أن يشغله الكيس الجنيني الطبيعي. يوجد هذا النوع من التكاثر اللاإخصابي في عدة أجناس من الأعشاب النجيلية المعمرة، مثل *Tripsacum*.

٢ الأجنة العرضية Adventitious Embryony

لا يتكون كيس جنيني عندما يتكون بذور تحتوي على أجنة عرضية، بل تنمو خلية جسمية ثنائية من البويضة ovule أو الأغلفة البويضية integuments، أو جدار المبيض ovary wall ذاته، وتنقسم ميتوزيًا لتكوّن جنينًا. ويفترض أن إندوسبرم البذور ينشأ في هذه الحالة من الأنوية القطبية لكيس جنيني طبيعي، يتكون مستقلا في البويضة. ويكثر الأجنة العرضية في بذور بعض أنواع الموالح، وبعض أصناف المانجو، وتعرف هذه الظاهرة باسم ظاهرة تعدد الأجنة Polyembryony

تنتشر ظاهرة تعدد الاجنة في المملكة النباتية حيث تتكون عدة أجنة في البذرة الواحدة في ٢٣٩ نوعا نباتيًا تنتمي إلى ١٣٨ جنسا، و ٥٩ عائلة

تنشأ الأجنة اللاإخصابية العرضية في الموالح من نسيج النيوسيلة، لذا فإنها تسمى أيضا أجنة نيوسيلية nucellar embryos (شكل ٢ ٢) وتحمل البذرة الواحدة من ٣ ١٢ جنينا، منها عدة أجنة لاإخصابية، إلى جانب الجنين الجنسي. وهي الحالة التي تعرف بالتكاثر اللاإخصابي الاختياري Facultative Apomixis، إلا أن بعضها قد يحمل أجنة لاإخصابية فقط، والبعض الآخر يحمل الجنين الجنسي فقط ويلاحظ - دائما - أن البادرات الناتجة من الأجنة اللاإخصابية تكون أقوى نموًا من البادرات الناتجة من الجنين الجنسي. وتعرف الحالة التي تحمل فيها بذورُ النوع أو الصنف أجنة لاإخصابية فقط بالتكاثر اللاإخصابي الإجباري Obligate Apomixis



شكل (٢-٢): تكوين الأجنة العرضية النيوسيلية فى الموالح (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣).

وتشاهد ظاهرة كثرة عدد البادرات التى تنمو من البذرة الواحدة فى بعض أصناف المانجو التى توجد بها ظاهرة تعدد الأجنة العرضية النيوسيلية مثلما فى الموالح.

وتقسم أصناف المانجو حسب عدد الأجنة التى توجد فى بذورها إلى قسمين كما يلى:

- أصناف لا يوجد فى بذورها سوى الجنين الجنسى، مثل ألفونس، وبايرى، ومبروكة، ودبشة.
- أصناف تحتوى بذورها على جنين جنسى وأجنة لاإخصابية، وتعطى عند إنباتها من ١-١١ بادرة، غالبًا ما تكون جميعها خضرية، نظرًا لضمور الجنين الجنسى، كما فى الأصناف هندى بسنارة، وتيمور، وقلب الثور، ولونج

وتعد أصناف المانجو عديدة الأجنة أكثر إنتاجية عن نظيراتها وحيدة الأجنة، وربما كان ذلك بسبب التحفيز الأقوى للنمو بواسطة الأجنة الخضرية فى الثمار متعددة الأجنة (عن Aron وآخرين ١٩٩٨)

وتستعمل النباتات عديده الأجنة بكثرة كأصول جذرية، كما فى المانجو وبعض الأنواع الأخرى

ويعد التلقيح ضروريًا فى معظم الحالات، لتكوين البذور المحتويه على أجنة لاإخصابيه، بالرغم من أن النواة الذكرية لا تتحد مع نواة البيضة لتكوين الزيجوت ويقتصر دور حبوب اللقاح فى هذه الحالات على التحفيز stimulation، حيث يبدو أنه تشجع نمو الجنين والكيس الجنينى، كما أنها قد تخصب النواتين القطبيتين لتكوين نواة الإندوسبرم وتعرف هذه الظاهرة باسم التكاثر الجاميطى الكاذب Pseudogamy، وهى شائعة فى عدة أنواع نباتية هامة، مثل الوالنج، والتفاح، والراسبرى، والـ guayule (جنس *Parthenium*)، وبعض أنواع الأعشاب النجيلية الزرقاء من جنس *Poa*، ولكن التلقيح ربما لا يكون ضروريًا لتكوين الأجنه اللاإخصابية، سواء أكانت عرضية كما فى جنس *Opuntia*، أم غير عرضية كما فى بعض أنواع الأجناس *Crepis*. و *Taraxacum*، و *Poa*، و *Allium*

وتشكل ظاهرة التكاثر اللاإخصابى الإجبارى مشكله كبيره جدًا للمربى حينما يرغب فى إجراء تهجينات جنسية للحصول على انعزالات وراثية جديدة

٣ تكاثر لاإخصابى غير متكرر Non-recurrent apomixis

يعطى الانقسام الاختزالى العادى – فى هذه الحالة – خلايا أحادية تتطور مباشره – إلى أجنة أحادية.

وقد سبقت الإشارة إلى أن الأجنة الأحادية المجموعة الكروموسومية لا تعد أجنة لاإخصابيه (خضرية)، لأنها تعطى بادرات تختلف وراثيًا ومظهريًا عن النبات الذى نشأت منه، إلا أن بعض المؤلفين (خاصة من غير مربى النبات) يميلون إلى تصنيفها ضمن حالات التكاثر اللاإخصابى Apomixis

وتقسم الأجنة الأحادية حسب نشأتها إلى الحالات التالية:

أ - التوالد البكرى Parthenogensis

إن التوالد البكرى هو تكوين جنين أحادى من خلية البيضة داخل كيس جنينى جنسى تحدث هذه الظاهره بصورة اعتباطية فى بعض الأنواع النباتية، إلا أنها تعرف

– أيضًا – كصفة وراثية فى سلالات معينة من أنواع أخرى، مثلما يكون فى *Solanum nigrum*

ب التكوين اللاجاميطى الأحادى Haploid Apogamy

تتكون الأجنة الأحادية فى هذه الحالة بنمو أحد الأنوية الأحادية – غير خلية البيضة – داخل كيس جنينى جنسى، حيث قد ينشأ الجنين من أحد الأنوية المساعدة synergids أو الأنوية السمتية antipodal nuclei.

جـ التكوين الذكرى المنشأ (أندروجنسس) Androgensis

يتكون جنين البذرة الأحادى فى هذه الحالة بنمو النواة التناسلية، التى توجد فى حبة اللقاح بعد دخولها الكيس الجنينى. وتحدث هذه الظاهرة – اعتباطًا – فى بعض الأنواع، إلا أنها تعرف أيضًا – كصفة وراثية – فى بعض سلالات الذرة، وتوصف هذه الظاهرة بأنها androgensis *sensu stricto*.

د – التكوين الأحادى الجاميطى المختلط (سيميجامى) Semigamy

تحدث ظاهرة السيميجامى حينما تصل النواة التناسلية التى توجد بحبة اللقاح إلى الكيس الجنينى، وتخترق خلية البيضة، إلا أنها لا تخصب نواة البيضة، لتكوين زيجوت ثنائى، بل تنقسم كل منهما مستقلة عن الأخرى، ليكوّنا جنينًا أحاديًا، يعطى عند نموه نباتًا أحاديًا، تكون بعض أنسجته أمية المنشأ، وبعضها الآخر أبوية المنشأ، وقد وجدت هذه الظاهرة فى قطن بيما Pima

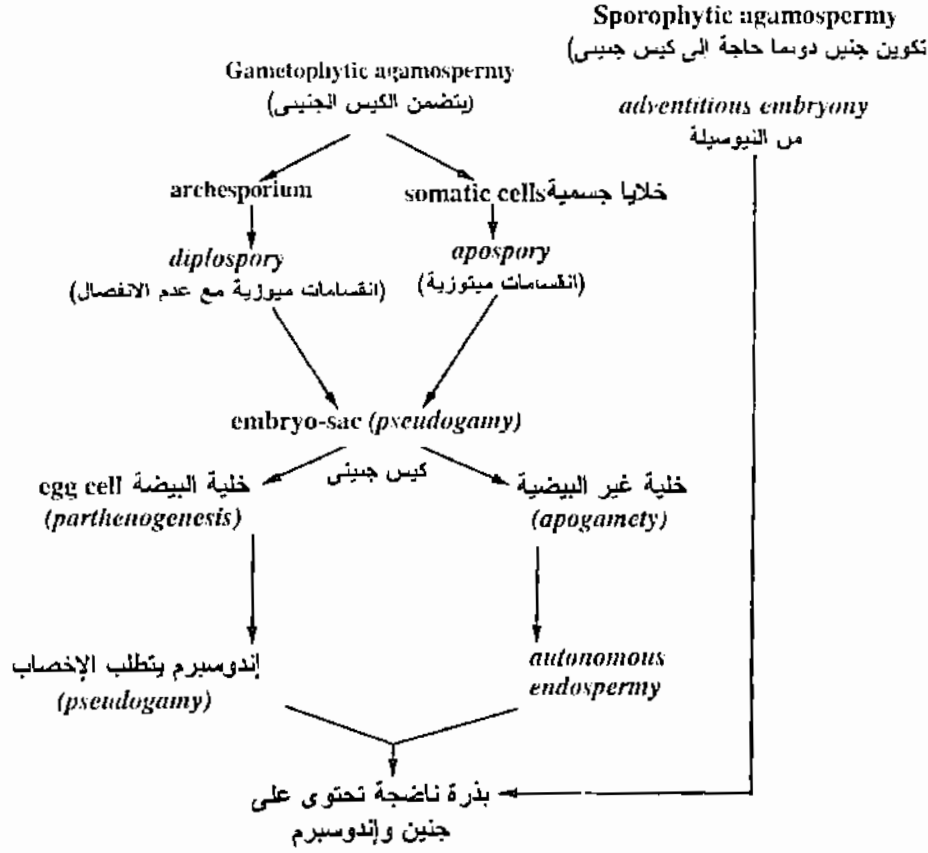
ثانيا التكاثر اللاإخصابى الخضرى

يعد التكاثر الإخصابى الخضرى Vegetative Apomixis (أو Vivipary) حالة خاصة، تجمع ما بين نوعى التكاثر اللاجنسى، حيث يتكون فى النورات – مكان الأزهار - براعم عرضية يطلق عليها اسم بلابل bulblis يحدث ذلك - بصورة طبيعية – فى بعض النباتات مثل الثوم (*Allium sativum*)، والنوع *Allium bulbosa*، وبعض أنواع الجنس *Agave*، وتتشابه هذه البراعم فى حالة الثوم مع الفصوص العادية التى توجد فى البصلة، إلا أنها تكون أصغر حجمًا، وتعطى عند إنباتها نباتات مماثلة وراثيًا ومورفولوجيًا للنبات الذى نشأت منه. ولا تعد هذه الطريقة تكاثرا لإخصابيًا حقيقيًا، لأن الأجزاء المستعملة فى التكاثر ليست بذورًا، ولا تحتوى على أجنة، وإنما

هى براعم عرضية، تكونت مكان البذور (Nygren ١٩٥٤، و Chaudhari ١٩٧١، و Sneep & Hendriksen ١٩٧٩، و Hartman & Kester ١٩٨٣، و Fehr ١٩٨٧، و Agrawal ١٩٩٨)

هذا ويبين شكل (٢-٣) كيفية نشأة مختلف حالات التكاثر اللاخصابى. كما يلخص جدول (٢-١) تلك الحالات ومستوى التضاعف فى كل منها. بينما يوضح جدول (٢-٢) مدى انتشار حالات التكاثر اللاإخصابى فى مختلف الأنواع والاجناس النباتية

هذا وتنتشر ظاهرة التكاثر اللاإخصابى أساسا فى الأنواع المتضاعفة، على الرغم من أن التضاعف ليس ضروريًا – فى حد ذاته – لحدوث الظاهرة



شكل (٢-٣) كيفية نشأة مختلف حالات التكاثر اللاإخصابى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

تأثير العوامل البيئية على خاصية التكاثر اللاإخصابى

تؤثر العوامل البيئية على نسبة البذور الجنسية إلى البذور اللاإخصابية. ولذلك أهميته للمربى فى أمرين.

١ يسمح ذلك بزيادة فرصة التكاثر الجنسى، بكل ما يعنية ذلك من زيادة فرصة التباينات الوراثية التى يمكن تثبيتها بعد ذلك بالتكاثر اللاإخصابى

٢ – قد يؤدى ذلك إلى نتائج لا تحمد عقابها عندما يكثر الصنف – الذى يفترض أنه يتكاثر لاإخصابيًا فى الظروف البيئية التى أنتج فيها – عندما تكثر بذوره فى بيئة أخرى تحفز التكاثر الجنسى (عن Agrawal ١٩٩٨).

جدول (٢–١) نمو الأنابيب اللقاحية من عدمه، والخلية التى ينشأ منها الجنين، ومستوى التضاعف فى الخلايا الجسمية للأفراد الناتجة فى الحالات المختلفة للتكاثر اللاإخصابى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣).

نوع التكاثر اللاإخصابى	نمو الأنابيب اللقاحية	الخلية التى ينشأ منها الجنين	مستوى تضاعف الخلايا الجسمية
Non Recurrent			
Androgenesis	+	حبة اللقاح	n
Gynogenesis	+	البيضة	n
Haploid parthenogensis	–	البيضة	n
Haploid apogamy	–	الخلايا المساعدة أو الأنوية القطبية	n
Recurrent			
Diplospory	+	خلية البويضة الأمية	2n
Apospory			
Diploid pseudogamety	+	البيضة	2n
Diploid parthenogensis	–	البيضة	2n
Apogamety	–	أى خلية غير البيضة	2n
Adventive Embryony	–	النيوسلة أو نسيج الأغلفة	2n
Vegetative Apomixis	–	vivipary	2n

وراثة ظاهرة التكاثر اللاإخصابى

يورث التكاثر اللاإخصابى - غالبًا – كصفة بسيطة يتحكم فيها عامل وراثى واحد، أو عدد قليل منها، وقد تكون سائدة أو متنحية (عن Hanna ١٩٩٥)

جدول (٢- ٢) انواع الـ apomixis المنتشرة في مغطاة البذور (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

Adventitious Embryony	Diplospory	Somatic Apospory	Vegetative Apomixis	Genus	Family
			+	*Agave*	Amaryllidaceae
	+			*Zephyranthes*	
+				*Mangifera*	Anacardiaceae
+				*Pothos*	Araceae
	+			*Antennaria*	Asteraceae
	+	+		*Arnica*	
		+		*Ceratiola*	
		+		*Coreopsis*	
		+		*Crepis*	
	+			*Erigeron*	
	+	+		*Parthenium*	
	+			*Rudbeckia*	
+	+			*Betula*	Betulaceae
+				*Sarcococca*	Buxaceae
+				*Opuntia*	Cactaceae
+	+			*Citrus*	Calycanthaceae
+				*Celastrus*	Celastraceae
+				*Ilex*	
+				*Euphorbia*	Euphorbiaceae
+	+		+	*Allium*	Liliaceae
+				*Hosta*	
			+	*Lilium*	
+				*Nigritella*	Orchidaceae
+				*Spiranthes*	
			+	*Agrostis*	Poaceae
			+	*Festuca*	
	+		+	*Poa*	
			+	*Polygonum*	Polygonaceae
		+		*Ranunculus*	Ranunculaceae
		+		*Malus*	Rosaceae
		+		*Rubus*	
	+	+		*Potentilla*	
+				*Citrus*	Rutaceae

وقد أوضحت دراسات Aron وآخرون (١٩٩٨) أن ظاهرة تعدد الأجنة polyembryony في المانجو صفة وراثية بسيطة (يتحكم فيها جين واحد) وسائدة

إن التكاثر اللاإخصابى المثالى للاستعمال فى برامج التربية هو الذى يتحكم فيه جين واحد أو جينات سائدة، والذى يكون نابتًا فى الظروف البيئية المتباينة، والذى يكون إجباريًا

ولسوء الحظ فإن الجينات المسئولة عن التكاثر اللاإخصابى لم تكتشف فى معظم المحاصيل الرئيسية المزروعة، إلاّ إنه قد يمكن العثور عليها فى الأنواع أو الأجناس البرية القريبة منها

استخدامات ظاهرة التكاثر اللاإخصابى فى برامج التربية

نجد فى حالات التكاثر اللاإخصابى الاختيارى أنه يمكن اتباع طرق التربية ذاتها التى تتبع مع التكاثر الإخصابى الإجبارى، لكن مع ضرورة إجراء مزيدا من اختبارات النسل للتأكد من ثبات الصفة فى مختلف التراكيب الوراثية اللاإخصابية التكاثر.

إن من أهم مزايا التكاثر الإخصابى بالنسبة للمربى هو إمكان المحافظة على قوة الهجين بالتكاثر البذرى جيلا بعد جيل دون أن تحدث أى انعزالات أو يحدث أى تدهور وراثى

بعد التكاثر اللاإخصابى البسيط السائد الأسهل استعمالاً فى برامج التربية لأن كل النباتات اللاإخصابية التكاثر سوف تكون خليطة فى تلك الصفة، بما يعنى أن التهجينات جنسى × لاإخصابى سوف تعطى نسل جيل أول هجين جنسى ولا إخصابى التكاثر بنسبة ١ ١، ويمكن استبعاد أفراد الجيل الأول الجنسية التكاثر أو استعمالها فى التهجين مع نباتات أخرى لاإخصابية التكاثر لإنتاج هجن أخرى لاإخصابية وجنسية تظهر فيها انعزالات وراثية جديدة. ومع تهجين النباتات الجنسية التكاثر الأفضل مع النباتات اللاإخصابية التكاثر الأفضل فى كل جيل تزداد فرصة ظهور هجن متميزة لاإخصابية التكاثر جيلاً بعد جيل. هذا مع العلم بأن أى نبات جيل أول هجين لاإخصابى التكاثر يمكن انتخابه وإكثاره وتقييمه واستعماله كصنف جديد

أما عندما تكون صفه التكاثر اللاإخصابى بسيطة ومتنحيه فإن كل النباتات الجنسية لتكاثر تكون خليطة فى تلك الصفة، بينما تكون النباتات اللاإخصابية أصيلة. وعند الهجين بين أطرازين بتعين تلقيح كل نبات جيل أول ذاتيًا، مما يعنى حدوث فقد فى قوة الهجين، مع توقع انعزال الجين المتنحى المسئول عن ظاهرة التكاثر اللاإخصابى بحالة أصيلة فى ٢٥٪ من نباتات الجيل الثانى، وفى المقابل فإنه قد تظهر بين النباتات اللااخصابية التكاثر أفرادا تحدث فيها ظاهرة الانعزال الفائق الحدود transgressive segregation فى صفات مرغوب فيها. مما قد يجعلها أفضل من نباتات الجيل الأول وكما فى حاله السيادة. فإن النباتات اللاإخصابية التكاثر المتميزه يمكن انتخابها وإكثارها وتقييمها واستعمالها كصنف جديد

ويمكن الانتخاب لقوة الهجين فى الجيل الأول - عندما تكون صفة التكاثر اللاإخصابى بسيطة ومتنحية وذلك بإجراء التهجينات بين نباتات جنسية التكاثر خليطة فى الصفة، حيث يتوقع أن تكون ٢٥٪ من نباتات الجيل الأول أصيله متنحيه فى صفة التكاثر اللاإخصابى وفى المقابل فإن الانتخاب يجرى على ٢٥٪ فقط من النباتات، مما يقلل من فرصة العثور على تراكيب وراثية متميزة

ويعد تلقيح أمهات جنسية التكاثر خليطة فى جين التكاثر اللاإخصابى المتنحى بحبوب لقاح نباتات لاإخصبية التكاثر أصيلة هى أفضل الطرق لزيادة احتمالات العثور على تراكيب وراثية لاإخصابية التكاثر مرغوب فيها، حيث ينتج عن ذلك التلقيح نباتات جيل أول هجين جنسية ولاإخصابية التكاثر بنسبة ١ ١ (عن Hanna ١٩٩٥)

مزايا التكاثر اللاإخصابى

إن من أهم مزايا التكاثر اللاإخصابى، ما يلى

١ – نجد فى برامج التربية لإنتاج الهجن التجارية التى يستفاد فيها من ظاهرة العقم الذكرى أن ظاهرة التكاثر اللاإخصابى تلغى الحاجة إلى كل من الـ A-lines والمحافظة عليها، وإلى نظام العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى، والـ B-lines (وهى السلالات الخصبة ذكريا التى تستخدم فى إكثار الـ A-lines)، والـ R-lines (والأخيرة

هى restorer lines التى تلزم لاستعادة الخصوبة فى الـ A-lines) ويتطلب إنتاج وإكثار هذه السلالات (A، و B، و R) وقتًا، وجهدًا ومساحات كبيرة لتوفير العزل المناسب لها كما أن استعمال الـ A-lines سريعًا ما يؤدى إلى تضييق القاعدة الوراثية النووية والسيتوبلازمية فى الهجن المنتجة، ويحدث ذلك أيضا بفعل الـ R-lines هذا بينما نجد أن المتطلب الوحيد اللازم لإنتاج هجين لاإخصابى هو توفر أم لديها بعض القدرة على التكاثر الجنسى وتكون متوافقة مع أب لاإخصابى التكاثر يستعمل كمصدر لحبوب اللقاح ونجد فى الأنواع ذات التكاثر اللاإخصابى أن توفر الأم التى يمكن أن تتكاثر جنسيًا هو العامل المحدد، وعندما ينقل جين (أو جينات) التكاثر اللاإخصابى إلى نوع جنسى التكاثر، فإن كل جيرمبلازم هذا النوع تصلح كأمهات لإنتاج هجن تجارية

٢ – يثبت التركيب الوراثى لأى هجين لاإخصابى التكاثر فى صورة جيل أول، كما أن كل تركيب وراثى لاإخصابى هجين يمكن أن يصبح صنفًا جديدًا. ولا تفقد قوة الهجن باستمرار التكاثر اللاإخصابى على غير الحال فى التكاثر الجنسى.

٣ – للتكاثر بالبذور الحقيقية التى تحتوى على أجنة لاإخصابية مزايا كثيرة مقارنة بطرق التكاثر الخضرى الأخرى، منها الحد من انتشار الأمراض، وخفض تكلفة التخزين، والشحن، والزراعة. نظرًا لعدم الاعتماد على الأجزاء الخضرية – مثل الدرنات والجذور والأبصال . . إلخ – فى الزراعة.

٤ – تمكن ظاهرة التكاثر اللاإخصابى مربى النبات من هندسة النباتات، حيث تسمح بإنتاج تراكيب وراثية ذات صفات معينة، مثل الجودة، والاستجابة للمعاملات الزراعية، وموعد النضج مع ثبات ظهور الصفات من سنة لأخرى، كما يمكن خلط مجموعة من التراكيب الوراثية معًا فى توافيق مختلفة لتحقيق التباينات الوراثية التى تحقق أهدافا خاصة.

٥ – تحقق الأصناف التى تتكاثر لاإخصابيًا طفرة جديدة فى طريقة إنتاج التقاوى وتسويقها .. هى بالتأكيد فى صالح المزارعين (عن Hanna ١٩٩٥).

التكاثر الجنسى

يعنى بالتكاثر الجنسى Sexual Reproduction: التكاثر بالبذور التى تحتوى على أجنة نشأت بطريقة جنسية ويسبق تكوين الجنين الجنسى خطوات، تعد غاية فى

الأهمية بالنسبة للمربى، فيحدث – أولاً - الانقسام الاختزالى فى كل من متوك ومبايض الأزهار، وما يتبع ذلك من تكوين حبوب اللقاح، وأنوية الكيس الجنينى الأحاديه ويحدث – أثناء الانقسام الاختزالى – عمليات الارتباط والعبور، وانعزال الكروموسومات والعوامل الوراثية. ويلى ذلك عمليتا التلقيح والإخصاب المزدوج، التى تنتهى بتكوين جنين، يكون مختلفا وراثيًا عن أبويه فى حالات التلقيح الخلطى. وتعد هذه الانعزالات الوراثيه المصدر الرئيسى للاختلافات التى يحتاج إليها المربى لتربية النباتات وتحسينها كما أن لطريقة التلقيح السائدة فى محصول ما دورًا كبيرا فى تحديد أنسب الطرق لتربيته، وكيفية تداوله أثناء برنامج التربية

الانقسام الاختزالى (الميوزى)

يعد الانقسام الميوزى Meiosis (أو Meiotic Division) عماد عملية التكاثر الجنسى، ويعد الإلمام بخطواته ضروريًا لتفهم كثير من الأمور التى تبنى عليها قواعد توارث الصفات، وقواعد تربية النباتات

ويتضمن الانقسام الميوزى (شكل ٢-٤) انقسامين، أولهما .. اختزالى، وينتج منه خليتان، تحتوى كل منهما على نصف عدد الكروموسومات، وثانيهما ميتوزى، يؤدى إلى مضاعفة عدد الخلايا الناتجة من الانقسام الأول، دون أن يؤثر فى عدد الكروموسومات بها وفيما يلى تفاصيل عملية الانقسام الميوزى (عن طنطاوى وحامد ١٩٦٣)

١ – الانقسام الميوزى الأول.

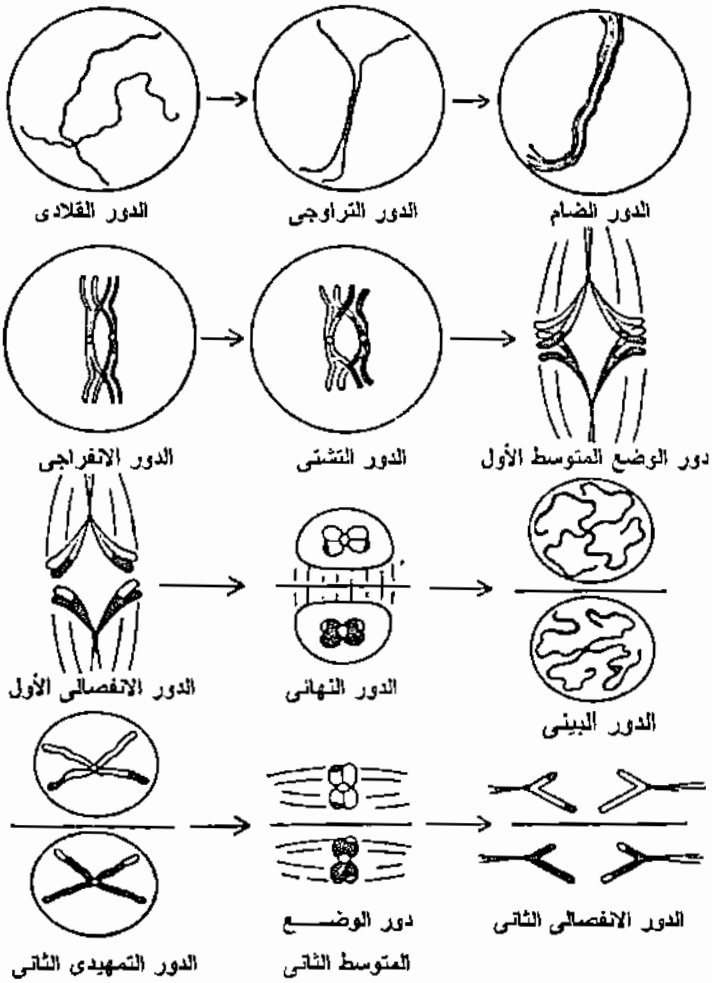
أ الدور التمهيدى الأول First Prophase

(١) الدور القلادى Leptotene

تظهر الكروموسومات على هيئة خيوط رفيعة جدًا، غير منشقة طوليًا، وموزعة فى النواة بدون أى نظام

(٢) الدور التزاوجى Zygotene

يقترب كل كروموسومين متماثلين من بعضهما حتى يصبحا زوجا واحدا، وتعرف هذه الظاهرة بالاقتران synapsis.



شكل (٢-٤): خطوات الانقسام الميوزى (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧).

(٣) الدور الضام Pachytene:

تلتف أزواج الكروموسومات المقترنة حول بعضها وتعرف كل وحدة ثنائية الكروموسوم باسم bivalent، ويكون عددها مساويًا للعدد الأحادى من الكروموسومات. ويزداد قصر الكروموسومات، كما تزداد فى السمك. وفى منتصف هذا الدور .. ينشق كل كروموسوم طوليًا، فيما عدا فى منطقة السنترومير، وبذلك . تصبح كل وحدة ثنائية الكروموسوم مكونة من أربع كروماتيدات، كل اثنتين متصلتين بسنترومير واحد

وتعرف الكروماتيدات المتصلة بسنترومير واحد بالكروماتيدات السقيقة sister chromatids. كما تعرف الكروماتيدات غير المتصلة بسنترومير واحد فى الوحدة الرباعية الكروماتيدات باسم الكروماتيدات غير الشقيقة.

يحدث – بعد الانشقاق الطولى للكروموسوم – أن تتبادل أجزاء متساوية بين كروماتيدتين غير شقيقتين فى الوحدة الثنائية الكروموسوم؛ نتيجة لحدوث كسر فى كروماتيدتين غير شقيقتين فى نفس المستوى، ثم حدوث التئام متبادل، وهى الظاهرة التى تعرف باسم crossing-over

(٤) الدور الانفراجى Diplotene:

يتنافر الكروموسومان المتماثلان فى الوحدة الثنائية الكروموسوم عن بعضهما، فيما عدا فى أماكن حدوث العبور، التى تعرف باسم كيازمات Chiasmata (المفرد كيازمة chiasma)، وتنفرج الكروموسومات بين الكيازمات مع نهاية هذا الدور. كما تتحرك الكيزامات نحو أطراف الكروموسومات، وهى الحركة التى تعرف باسم الانزلاق terminalization

(٥) الدور التشتتى Diakinesis

تظهر الوحدات الثنائية الكروموسوم أقصر وأسمك، ومنتشرة فى السائل النووى، ويؤدى استمرار ظاهرة الانزلاق إلى أن تبدو الكيازمات طرفية.

ب – دور الوضع المتوسط الأول First Metaphase

يتحلل الغشاء النووى والنوية، ويختفيان، وتتحرك الوحدات الثنائية الكروموسوم نحو المحور الوسطى للخلية، بحيث يكون سنترومير كل وحدة ثنائية الكروموسوم عموديين على المحور الوسطى

جـ – الدور الانفصالى الأول First Anaphase.

تنفصل كل كروماتيدتين شقيقتين عن الكروماتيدتين الأخريين فى الوحدة الثنائية الكروموسوم، وتتجه السنترومبرات نحو القطبين المتضادين. وتعرف كل كروماتيدتبن متصلتين بسنترومبتر واحد باسم وحدة ثنائية الكروموسوم dyad. ويؤدى ذلك إلى اختزال عدد الكروموسومات – فى كل قطب – إلى العدد الأحادى

د – الدور النهائى الأول First Telophase:

بعد وصول الوحدات الثنائية الكروموسوم إلى قطبى الخلية . تبدأ الكروموسومات فى فقدان الشكل الذى كانت عليه، حيث يفرد الحلزون جزئيًا، وتلتف الخيوط الكروموسومية، وتظهر النوية والغشاء النووى.

هـ – الدور البينى Interphase

تتحول الكروموسومات إلى الشكل المعروف فى السكون الكروموسومى. وفى ذوات الفلقة الواحدة . تنقسم الخلية إلى خليتين ملتصقتين ببعضهما، ولكن ربما لا يحدث الانقسام السيتوبلازمى، مع بقاء النواتين الجديدتين فى قطبى الخلية

٢ – الانقسام الميوزى الثانى

أ الدور التمهيدى الثانى Second Prophase:

تظهر الوحدات الثنائية الكروماتيدة طويلة نوعًا، لكنها تنكمش تدريجيًا، ويظهر تنافر واضح بين كروماتيدتى كل وحدة. ثم تختفى النوية والغشاء النووى.

ب – دور الوضع المتوسط الثانى Second Metaphase:

يظهر المغزل، وتترتب الوحدات الثنائية الكروماتيدة فى المستوى الوسطى للمغزل وفى نهاية هذا الدور .. ينشق السنترومير – أيضًا – طوليًا فى الوحدات الثنائية الكروماتيدة.

جـ – الدور الانفصالى الثانى Second Anaphase:

تنفصل كروماتيدتا كل وحدة ثنائية الكروماتيدة، ويتجه كل سنترومير إلى القطب المضاد، ساحبًا معه كروماتيدة واحدة، تصبح بعد ذلك كروموسومًا؛ وبذلك يتم توزيع الكروماتيدات الأربع التى كانت موجودة فى الوحدة الثنائية الكروموسوم على أربع نوايا.

د – الدور النهائى الثانى Second Telophase.

تفقد الكروموسومات الخاصية التى كانت لها فى الدور السابق، ويظهر الغشاء النووى والنوية، وبذلك .. تتكون أربع نوايا جديدة، لكل منها العدد الأحادى من الكروموسومات

ويحدث بعد ذلك الانقسام السيتوبلازمى، وتتكون أربع خلايا وتعرف هذه الحالة التى تكون فيها الخلايا الأربع متصلة ببعضها - باسم الحالة الرباعية quartet، وتعرف كل خلية بأنها بوغه spore

الزهرة

تعد الزهرة - بحق مصنع المربى، الذى يوجه إنتاجه نحو الغاية التى ينشدها من برنامج التربية، ويحصل منه على الجيرمبلازم الذى يلزمه فى مراحل تحسين المحصول كلها. لذا يعد الإلمام بتركيب الزهرة أمرًا ضروريًا للمربى، لكى يحسن تداولها

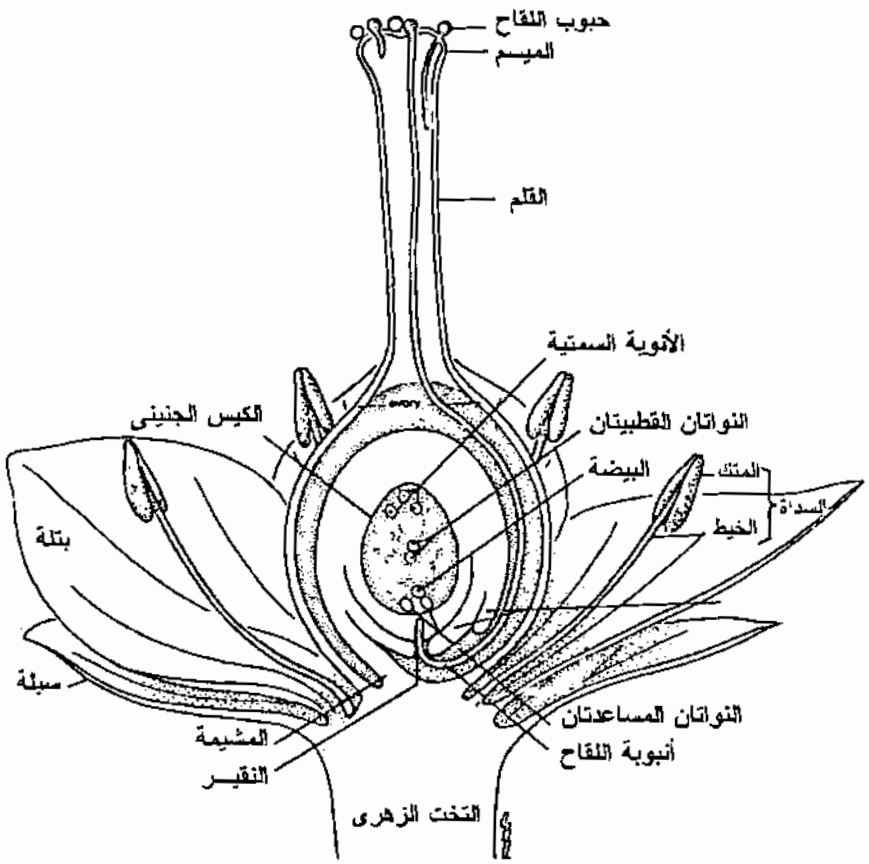
يُعرِّف النباتيون الزهرة بأنها: فرع قصير لا تظهر به سلاميات واضحة، ويحمل أوراقا متزاحمة، تحورت لغرض التكاثر وتنشأ الزهرة - عادة - فى إبط ورقة، تسمى قنبة bract، قد تشبه الأوراق العادية، أو تكون حرشفية، أو ملونة وقد تكون الزهرة جالسة sessile (أى بدون عنق)، أو معنقة. وقد تظهر على عنق الورقة أوراق صغيرة، تسمى قنيبات bracteoles وقد يوجد فى قمة العنق جزء متضخم يعرف باسم التخت receptacle، يحمل الأوراق الزهرية التى تنتظم فى محيطات، وهى الكأس، والتويج، والطلع، والمتاع (شكل ٢-٥)

١ الكأس والتويج

يشكل الكأس والتويج - معا - الأعضاء غير الأساسية للزهرة.

ويعد الكأس calyx المحيط الخارجى للزهرة، وهو يتركب من أوراق صغيرة خضراء تعرف باسم السبلات sepals ووظيفته حماية الأجزاء الزهرية الأخرى فى البرعم الزهرى وقد يكون الكأس متساقطًا - حيث تسقط السبلات بعد عقد الثمرة - أو مستديما - حيث تنمو أوراقه مع الثمرة كما فى الطماطم، كما قد تكون السبلات منفصلة، أو ملتحمة ويوجد - أحيانًا - محيط آخر خارج الكأس، يتركب من أوراق تشبه السبلات، ويعرف باسم فوق الكأس epicalyx

أما التويج corolla فإنه يتركب من عدد من الأوراق الملونه التى تعرف باسم البتلات petals، تفيد فى جذب الحشرات فى حالات التلقيح الخلطى بالحشرات وقد تكون البتلات هى الأخرى منفصلة، أو ملتحمة، وتأخذ أشكالا عدة عند التحامها



شكل (٢–٥): أجزاء الزهرة وعملية الإخصاب.

وقد تتشابه أوراق الكأس والتويج معًا بدرجة كبيرة فى بعض النباتات – خاصة فى ذوات الفلقة الواحدة – ويعرفان – معًا فى هذه الحالة باسم الغلاف الزهرى perianth.

وقد أوضحت الدراسات الحديثة – نسبيًا – أن الكأس والتويج يؤديان دورا جوهريًا – غير مباشر – فى التطورات التالية للإخصاب، وأن إلحاق الضرر بهما – قبل تفتح الزهرة – يؤثر تأثيرا سيئًا فى عضو التأنيث gynecium بها، ذلك لأنهما يفرزان بعض المركبات، التى تعد مبادئ حيوية أساسية للتطورات التالية للإخصاب (Swamy & Krishnamurthy ١٩٨٠).

٢ – الطلع

يعد الطلع androecium عضو التذكير، وهو يتكون من عدد من الأسدية stamens تتركب كل سداة من جزء رفيع، يعرف بالخيط filament، يحمل فى قمته جزءا منتفخا هو المتك anther وقد تكون الأسدية منفصلة، أو ملتحمة بخيوطها ومتوكها سائبة، أو العكس كما قد تكون الأسدية ملتحمة مع البتلات، وتعرف بأنها فوق بتليه epipetalous، أو تكون منفصلة عنها

يتركب المتك من فصين lobes طوليين، يحتوى كل منهما على تجويفين طوليين. يطلق على كل منهما اسم كيس لقاح pollen sac يحتوى كل كيس على عدد من حبوب اللقاح pollen grains وبالفحص المجهرى للقطاع المستعرض فى المتك نجد أن جدار المتك يتركب من طبقة البشرة الخارجية، ثم طبقة ليفية fibrous layer ذات خلايا عمادية بجدرها تغليظ ليفى، ثم عدد من الطبقات المتوسطة intermediate layers، ثم الطبقة الطرازية tapetal layer التى تحيط بالتجويف المشتمل على حبوب اللقاح، وخلاياها غنيه بالمواد الغذائية، ووظيفتها مد حبوب اللقاح بالغذاء أثناء اكتمال تكوينها وعند تكون حبوب اللقاح تمر الخلايا الوالدة اللقاحية pollen mother cells بانقسام اختزالى، فينشأ من كل منها أربع حبوب لقاح، كل منها أحادية المجموعه الكروموسومية وعند اكتمال نضج المتك يختفى الجدار الفاصل بين تجويفى كيس اللقاح فيصبح كل فص مشتملاً على تجويف واحد

يعتمد تفتح المتك على أمرين الأول هو أن التغليظ الليفى فى خلايا الطبقة الليفية لا يوجد بالجدر الخارجية، والثانى هو أن الطبقة الليفية ينعدم وجودها على طول الخط الذى يفصل بين كيسى اللقاح فى الفص، فعندما تنضج حبوب اللقاح تجف طبقة البشرة الخارجية، وكذلك الطبقة الليفية، بسبب رقة جدرها الخارجية، وتنكمشان، ولكن نتيجة لتليف جدرها الأخرى فإنه يتولد ضغط، يؤدى فى النهاية – إلى انشقاق المتك فى منطقة الضعف، وهى الخط الفاصل بين كيسى اللقاح فى كل فص على الجانبين، ويتبع ذلك التواء جدر الفص إلى الخارج، بقوه تشبه قوة انكماش اللولب، مما يؤدى إلى تحرير حبوب اللقاح

يوجد لكل حبة لقاح جداران، أحدهما خارجى exine سميك، والآخر داخلى

intine رقيق. يوجد بالجدار الخارجى عدد من المواقع الرقيقة، تعرف باسم ثقوب الإنبات pores وتختلف الأنواع النباتية فى شكل حبة اللقاح، إلا أنها تكون – غالبًا – كروية كما تختلف فى شكل سطحها الخارجى

وتنقسم نواة حبة اللقاح إلى نواتين تكون إحداهما كبيرة وتسمى النواة التناسلية generative nucleus، والأخرى صغيرة وتسمى نواة الأنبوبة tube nucleus

٣ – المتاع

يعد المتاع gynoecium هو عضو التأنيث، وهو يتكون من كربلة واحدة، أو عدد من الكرابل، تتركب كل منها من المبيض ovary، الذى يحتوى على البويضات ovules، والقلم style الذى ينتهى بالميسم stigma، وهو الجزء المعد لاستقبال حبوب اللقاح وتنشأ البويضات على نتوءات تبرز من السطح الداخلى للمبيض، ويطلق على كل منها اسم المشيمة placentae وقد يتركب المتاع من كربلة واحدة، أو من عدة كرابل منفصلة أو متحدة وعندما يتركب المتاع من عدة كرابل متحدة .. فإنه يسمى متاعًا بسيطا.

وقد يكون المبيض وحيد الغرفة وإن تعددت كرابل المتاع، ويحدث ذلك عندما يكون اتحاد الكرابل عند حوافها المتجاورة خارجيًّا، دون أن تلتقى فى المركز وقد يتكون المبيض من عدة غرف locules عند التحام الجدر الداخلية للكرابل مع بعضها، ويتساوى عدد الغرف فى هذه الحالة مع عدد الكرابل، لكن الغرف قد تنشأ – أحيانًا – نتيجة لنمو حواجز داخلية كاذبة من جدار المبيض، كما فى ثمرة الكرنب.

تعرف طريقة توزيع المشيمات فى المبيض باسم الوضع المشيمى Placentation، ويتساوى - غالبًا – عدد المشيمات مع عدد الكرابل فى المتاع ويتراوح عدد البويضات فى المبيض من بويضة واحدة إلى عدة مئات. وتتصل البويضة بالمشيمة بواسطة الحبل السرى funicle، وهى تتركب من الكيس الجنينى embryo sac فى المركز يحيط به نسيج النيوسيلة nucellus. ويغطى نسيج النيوسيلة بغلافين بويضيين integuments، ينفذ خلالهما ثقب، يصل ما بين سطح البويضة الخارجى وسطح النيوسيلة، ويعرف باسم النقير micropyle. ويلتحم الغلافان البويضيان مع النيوسيلة عند قاعدة البويضة فى منطقة تعرف باسم الكلازا chalaza.

يتوقف شكل البويضة على شكل الكيس الجنينى وموضع النقير كما يلى

أ – البويضة استقيمه Orthotropus يقع فيها الحبل السرى، والكلازا، والنقير على استقامة واحده (ويكون الكيس الجنينى مستقيما)، ويكون النقير أبعد اجزاء البويضه عن المشيمه، ويكون اتصال البويضة بالمشيمة عند الكلازا

ب – البويضة المقلوبة Anatropus. يقع فيها الحبل السرى، والكلازا، والنقير على استقامة واحدة كذلك، إلا أن اتصال البويضة بالمشيمة يكون عند أحد جوانب الغلاف البويضى الخارجى، ويقع النقير على جانب الحبل السرى مواجها للمسيمه وتلك هى أكثر أنواع البويضات سيوعا

جـ البويضة الكلوية Campylotropous يكون فيها الكيس الجنينى منحنيا، ويكون اتصال البويضة بالمشيمة عند الكلازا، ويقع النقير على جانب الحبل السرى مواجها للمسيمة

توصف الزهرة حسب وضع المتاع بالنسبة للمحيطات الزهرية الأخرى كما يلى

أ تحت متاعية Hypogynous يكون فيها التخت الزهرى محدبا قليلا، ويُحمل المبيض على قمته، بينما توجد بقية المحيطات الزهرية فى مستوى منخفض عن مستوى المبيض، أى يكون المبيض علويًا

ب محيطية المتاعيه Perigynous يكون فيها التخت الزهرى مقلطحا، وتترتب عليه الأجزاء الزهرية فى مستوى واحد تقريبا، كما قد يكون التخت الزهرى مقعرا، ويضم المبيض داخله، ويكون مستواه منخفضا عن مستوى بقية المحيطات الزهريه. وتبقى الزهرة - بالرغم من ذلك – محيطيه المتاعيه، لأن جدار المبيض لا يكون ملتحما مع التجويف الداخلى للتخت الزهرى

جـ فوق متاعيه Epigynous يكون فيها التخت الزهرى مقعرا، ويحتوى على المبيض داخله. ويكون الالتحام بينهما كاملا، أما بقية المحيطات الزهرية فإنها تكون فى مستوى مرتفع عن مستوى المبيض، أى يكون المبيض سفليًا (عن عبدالعزيز وآخرين ١٩٧٦)

دورة الحياة فى النباتات الزهرية

تمر دورة حياة النباتات الزهرية بطورين، هما

١ – الطور البوغى

يعد الطور البوغى Sporophytic Generation. الطور السائد فى النباتات الزهرية، وهو يبدأ بالزيجوت ثنائى المجموعة الكروموسومية، وينتهى بتكوين الأبواغ spores التى تكون أحادية المجموعة الكروموسومية

٢ – الطور الجاميطى Gametophytic Generation

يُحْمل هذا الطور على الطور البوغى فى كل من متوك الأزهار وأمتعتها، وهو يبدأ بالأبواغ الأحادية المجموعة الكروموسومية، وينتهى بالجاميطات gametes التى تكون أحادية المجموعة الكروموسومية كذلك

ونتناول - فيما يلى – خطوات عمليات تكوين الجاميطات المذكرة، والمؤنثة، والإخصاب، وتكوين الجنين بشئ من التفصيل؛ لما لها من أهمية كبيرة بالنسبة لتربية النبات

تكوين الجاميطات المذكرة (حبوب اللقاح)

تتكون الجاميطات المذكرة أى حبوب اللقاح – داخل الأكياس البوغية المذكرة microsporangia التى توجد أربعة منها فى كل متك، بواقع اثنين فى كل فص من فصى المتك. وتحتوى هذه الأكياس على خلايا النسيج البوغى archesporium. التى تنقسم كل منها إلى خليتين بالانقسام الميتوزى تستمر إحدى الخليتين الناتجتين فى الانقسام الميتوزى. وتضم نواتج انقسامها إلى جدار الكيس البوغى المذكر. بينما يتكون من الخلية الأخرى ومثيلاتها الخلايا البوغية المذكرة microspore mother cells (أو الخلايا الوالدة اللقاحية pollen mother cells) وهى ثنائية المجموعة الكروموسومية ونظرا لأن نمو أنسجة جدار المتك يكون أسرع من نمو النسيج البوغى، لذا يتكون فراغ داخلى يطلق عليه اسم كيس اللقاح pollen sac (يوجد منها أربعة أكياس فى كل متك)، يكون مبطنًا من الداخل بالخلايا الطرازية المغذية.

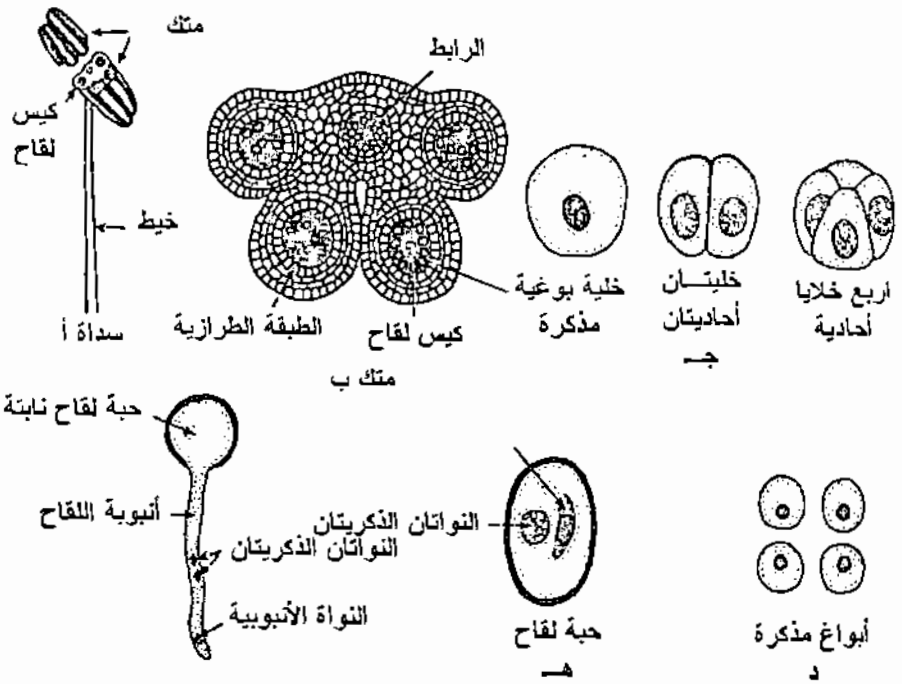
يبدأ تكوين حبوب اللقاح بإنقسام كل خلية من الخلايا الوالدة المذكرة الموجودة فى

كيس اللقاح انقساما ميوزيًّا، لتعطى أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية. يطلق عليها اسم الأبواغ المذكرة تبقى الأبواغ الأربعة الناتجة من كل خلية و احده مذكره متصلة ببعضها بجدر رقيقة لفترة قصيرة ثم تستدير، وتنفصل عن بعضها. وبذلك ينتهى الطور البوغى. ويبدأ الطور الجاميطى المذكر

يلاحظ أن كل خلية بوغية مذكرة (حبة لقاح) تحاط بجدارين. يكون الخارجى منهما سميكا، وبه ثقوب، يختلف عددها تبعا للنوع النباتى، أما الجدار الداخلى فيكون غشائيّ رقيقا وتتكون أنبوبة اللقاح pollen tube بنمو الجدار الداخلى، من خلال أحد الثقوب التى توجد بالجدار الخارجى ويسبق ذلك انقسام نواة الخلية البوغية المذكرة انقساما ميتوزيًا، معطية نواتين، تكون إحداهما صغيرة، وتعرف باسم النواة التناسلية generative nucleus، والأخرى كبيرة، وتعرف باسم النواه الخضرية vegetative nucleus، أو نواة أنبوبة اللقاح pollen tube nucleus كما تنقسم النواه التناسلية – بدورها – انقساما ميتوزيًا إلى نواتين مناسليتين، لكن ذلك لا يحدث فى كثير من النباتات إلا بعد تكوين أنبوبة اللقاح ويعنى ذلك أنه يوجد دائما ثلاث أنوية أحادية المجموعة الكروموسومية فى حبة اللقاح عند إنباتها وتكون النواة الخضريه فى المقدمة دائما، لأنها تنظم أنبوبة اللقاح. وإذا حدث لها أى ضرر يتوقف نمو أنبوبة اللقاح (شكل ٢–٦)

تكوين الجاميطات المؤنثة (البويضات)

تظهر النيوسيلة عند بداية تكوين البويضة - على هيئة نمو من المشيمه. تتكون من مجموعة من الخلايا المتشابهه، ثم تظهر عند قاعدة هذا النتوء حلقتان نسيجيتان، تنموان لتكونا الغلافين البويضيين تكبر إحدى خلايا النيوسيلة الواقعة تحت البسرة عند قمة النيوسيلة، وتصبح خلية بوغية اميه archesporial cell تنقسم هذه الخلية - ميوزيًا إلى خليتين، إحداهما خارجية وتكوّن النسيج المغذى، والأخرى داخلية وتصبح الخليه الوالده للجرثومة الكبيرة megaspore mother cell، وهى تقابله المجموعه الكروموسوميه، وتدخل فى انقسام ميوزى؛ لتعطى أربع خلايا مرتبه رأسيّ. تكون كل منها أحاديه المجموعه الكروموسوميه (شكل ٢–٧)؛ وبذا ينتهى الطور البوغى، ويبدأ الطور الجاميطى المؤنث



شكل (٢-٦): خطوات تكوين الجاميطات المذكرة (عن Rost وآخرين ١٩٨٤).

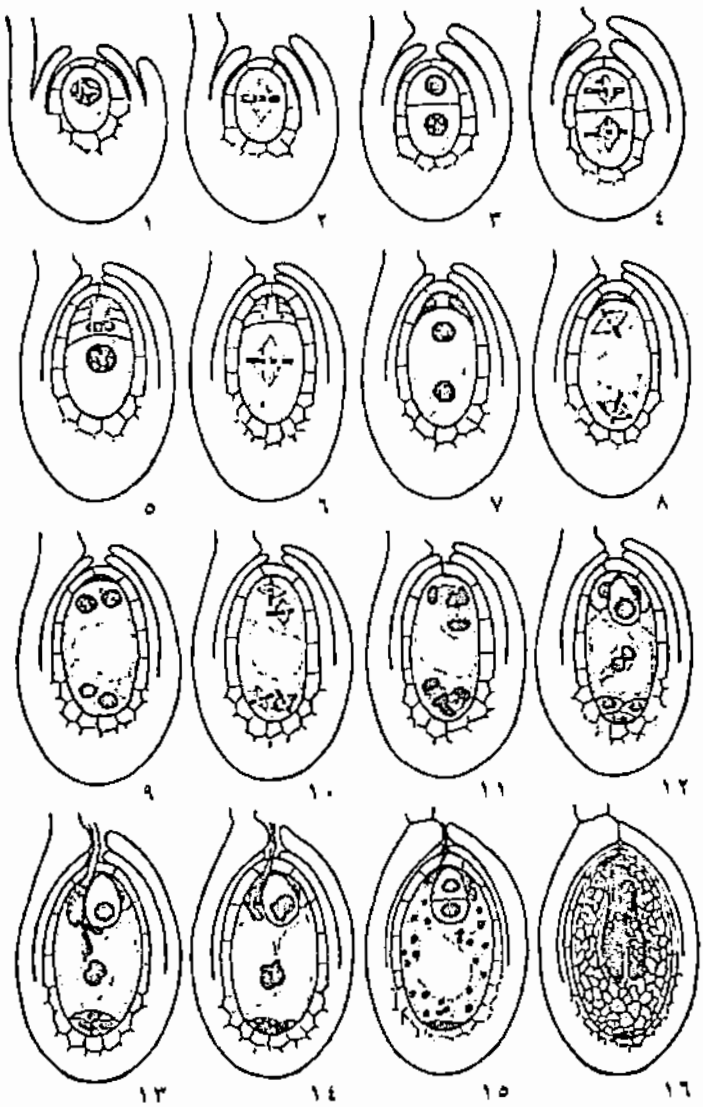
يبدأ الطور الجاميطى بكبر الخلية الأحادية الموجودة عند القطب الكلازى (المتجه إلى داخل النيوسيلة)، بينما تتحلل الخلايا الثلاث الأخرى، وتستنفذ محتوياتها بواسطة الخلية الطرفية، التى تعرف - حينئذ - بالجرثومة الكبيرة Megaspore، وهى التى يتكون منها الكيس الجنينى embryo asc. وتنقسم نواة الجرثومة الكبيرة (تسمى أيضا نواة الكيس الجنينى) إلى ثلاثة انقسامات ميتوزية متتالية، دون تكون جدر خلوية. يعطى الانقسام الأول نواتين، تتحركان إلى القطبين المتضادين، حيث تنقسم كل منهما مرتين، وبذا .. يتواجد عند كل قطب من قطبى الكيس الجنينى أربع أنوية، مغمورة فى سيتوبلازم الكيس الجنينى، تكون كل منها أحادية المجموعة الكروموسومية. تتحرك - بعد ذلك - نواة واحدة من كل مجموعة نحو وسط الكيس الجنينى، ويكون الكيس - فى ذلك الوقت - محاطًا بغلافين بويضيين، توجد بهما فتحة دقيقة، وهى النقير تصبح إحدى الأنوية الثلاث الموجودة عند القطب النقيرى البيضة egg الناضجة. بينما

تعرف النواتان الأخريان باسم النواتين المساعدتين synergids وتعرف الأنوية الثلاث الموجودة فى القطب الآخر (القطب الكلازى) باسم الخلايا السمتية antipodal cells، بعد أن تحاط كل منها بطبقة من السيتوبلازم وجدار خلوى أما النواتان المركزيتان فيهما تعرفان بالنواتين القطبيتين polar nuclei

الإخصاب

تصبح البويضة مهيئة للإخصاب Fertilization عندما يكتمل تكوين الكيس الجنينى، ويصاحب ذلك استعداد المياسم للتلقيح، بإفرازها سكريات، ومواد غذائية أخرى، وهرمونات

تبدأ أولى خطوات الإخصاب بعد وصول حبة اللقاح إلى الميسم (وهى العملية التى تعرف باسم التلقيح Pollination، بامتصاصها لحاجتها من المركبات التى يفرزها الميسم، ثم تنمو منها أنبوبة لقاح، تنتقل إلى نهايتها النواة الأنبوبية ويليها النواة التناسلية، التى تنقسم إلى نواتين ذكريتين male nuclei، إن لم تكن قد انقسمت قبل ذلك تنمو أنبوبة اللقاح خلال أنسجة الميسم والقلم (إما بين الخلايا، وإما داخلها، ويختلف ذلك من نوع نباتى إلى آخر)، حتى تصل إلى البويضة وتتراوح هذه المسافة من ٢ مم إلى ٤٠-٥٠ سم كما فى الذرة، وتستغرق نموها من ساعات قليلة - فى معظم النباتات - إلى يوم ونصف فى الذرة، إلى عدة أسابيع كما فى البلوط (رغم أن طول الميسم والقلم فيه لا يتعدى ٣ مم) تشق أنبوبة اللقاح طريقها بعد ذلك نحو النقير، مستجيبة لجاذبية مادة تفرزها البويضة، ويكون نموها أثناء ذلك على امتداد الجدار الداخلى للمبيض، إلى أن تصل إلى الكيس الجنينى، (شكل ٢-٧) حينئذ تتلاشى النواة الأنبوبية، ويتمزق طرف أنبوبة اللقاح التى تفرز محتوياتها من سيتوبلازم ونواتين ذكريتين داخل الكيس الجنينى وتتحد إحدى النواتين الذكريتين مع نواة البيضة (amphimixis)، لتكونا اللاقحة zygote، التى تكون ثنائية المجموعة الكروموسونية، وتتحد النواة الذكرية الثانية مع النواتين القطبيتين لتكوّن نواة الإندوسبرم الأولية، التى تكون ثلاثية المجموعة الكروموسومية وتعرف هذه العملية بالإخصاب المزدوج double fertilization، يلى ذلك اختفاء النواتين المساعدتين والخلايا السمتية، ثم ينشأ الجنين، بانقسام اللاقحة، بينما تستنفد النيوسيلة أثناء تكوين الجنين، ويعمل الأندوسبرم على تغذية الجنين فى المراحل الأولى لتكوينه



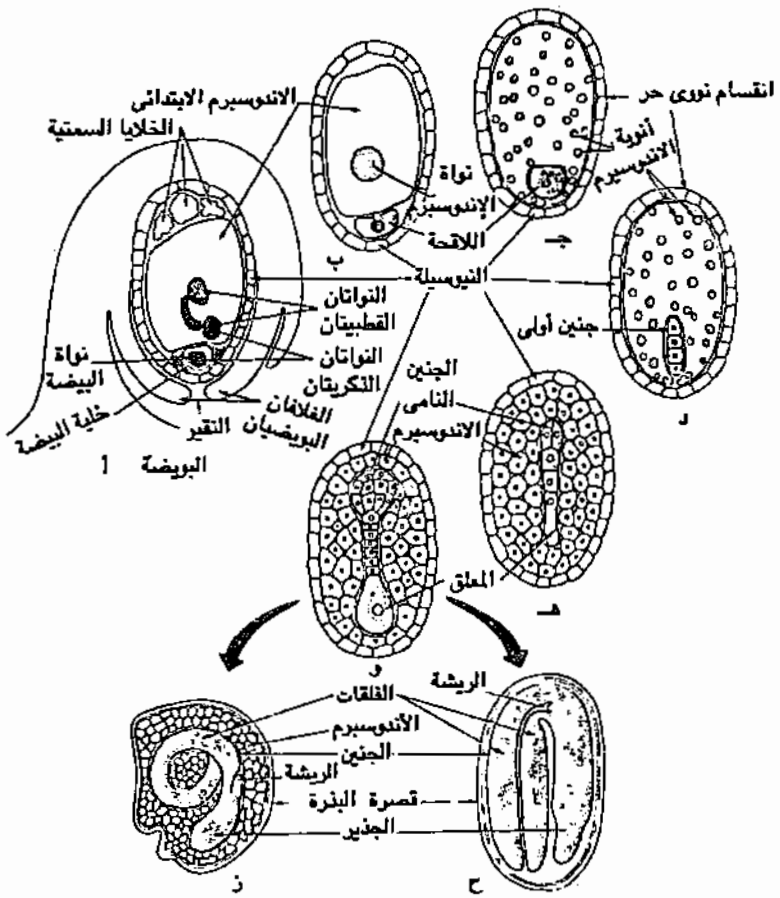
شكل (٢-٧) خطوات تكوين الكيس الجنينى والإخصاب المزدوج وتكوين الجنين (١-٥) الخطوات من بداية ظهور الخلية الوالدة للجرثومة الكبيرة ومرورها بانقسام ميوزى إلى حين تكون الجرثومة الكبيرة، (٦-١٢) تكوين الكيس الجنينى بثلاثة انقسامات ميتوزية متتالية، (١٣-١٤) الإخصاب، (١٥) انقسام اللاقحة الى خليتين، وانقسام نواة الاندوسبرم الابتدائية إلى عدة أنوية حرة، (١٦) تكوين الجنين يظهر بالشكل جنين الذرة (عن Briggs & Knowles ١٩٧٦)

تكوين الجنين

يبدأ تكوين الجنين (شكل ٢-٨) بعد عملية الإخصاب مباشرة، حيث تنقسم اللاقحة إلى خليتين غير متساويتين، تكون كبراهما هى الأقرب إلى النقير، وتسمى الخلية القاعدية، وهى التى تعمل على تثبيت الجنين فى بداية تكوينه، أما الأخرى الصغيرة فإنها تنقسم عدة مرات، لتكوّن صفاً من الخلايا تعرف الخلية التى تقع فى نهاية هذا الصف – أى أبعد الخلايا عن النقير – بالخلية الجنينية embryonic cell، وهى التى ينشأ منها الجنين ذاته embryo proper، بينما تشترك بقية الخلايا مع الخلية القاعدية فى تكوين المعلق suspensor، الذى يدفع الخلية الجنينية فى نسيج الإندوسبرم وتميز الخلايا العليا – البعيدة عن النقير – الناشئة عن انقسام الخلية الجنينيه إلى فصين، يمثلان الفلقتين فى نباتات ذوات الفلقتين، ويظهر بينهما تجويف، تخرج منه الريشة plumule فيما بعد أما الخلايا السفلية القريبة من النقير . فينشأ منها الجذير radicle، والسويقة تحت الفلقية hypocotyl (السويقة الجنينية السفلى) أما فى النباتات ذوات الفلقة الواحدة . فإن الجنين يتكون من فلقة واحدة، تقع على الجانب الملاصق للإندوسبرم، ويحيط بكل من الجذير والريشة غمد وبتكون الإندوسبرم - فى الوقت نفسه – بانقسام نواة الإندوسبرم انقسامات سريعة متوالية، يعقبها تكوّن جدر تغلف الأنوية، وما يحيط بها من سيتوبلازم . وإما أن يبقى الإندوسبرم خارج الجنين خاغلاً جزءا من البذرة فتوصف بأنها إندوسبرمية endospermic، وإما أن يستنفذ أثناء تكوين الجنين خاصة فى تكوين الفلقات – فتوصف البذرة بأنها لاإندوسبرمية أما قصرة البذرة seed coat . فإنها تتكون من الغلافين البويضيين (عبدالعزيز وآخرون ١٩٧٦) ويمكن الإطلاع على مزيد من التفاصيل المتقدمة، الخاصة بمراحل النمو النباتى، من الزهرة إلى التمرة، من جوانبها التشريحيه والتكوينية فى Swamy & Krishnamurthy (١٩٨٠)

ظاهرتا الزينيا والميتازينيا

تعرّف الزينيا Xenia بأنها ظاهرة تأثير حبوب اللقاح على صفات البذور ولقد عرفت هذه الظاهرة منذ عام ١٨٨١، وهى تنتشر فى المملكة النباتية، ومن أبرز الأمثلة عليها . تأثير حبوب اللقاح على صفات الإندوسبرم فى الذرة



شكل (٢-٨): خطوات الإخصاب وتكوين البذور فى كاسيات البذور (عن Weier وآخرين ١٩٨٤).

وتفسر هذه الظاهرة من خلال فهمنا لعملية الإخصاب المزدوج؛ حيث تخصب إحدى النواتين الذكريتين النواتين القطبيتين؛ لتكوِّن نواة الإندوسبرم. ويظهر تأثير حبة اللقاح عندما تحتوى النواة الذكرية على جين سائد لإحدى صفات الإندوسبرم، بينما تكون النواتان القطبيتان متنحيتين فى تلك الصفة، حيث تظهر الصفة السائدة فى الإندوسبرم المتكون.

ولهذه الظاهرة أهمية خاصة فى حقول إنتاج المحصول التجارى، وإنتاج البذور فى كل من الذرة السكرية، والذرة الشامية؛ فيؤدى تلقيح نباتات الذرة السكرية -- التى

تكون أصيلة فى الجين المتنحى su، الذى يجعل الإندوسبرم سكريًا – بحبوب لقاح من حتل ذرة شامية مجاور – تحمل الجين السائد Su الخاص بالإندوسبرم النشوى – إلى إنتاج حبوب يكون فيها الإندوسبرم ذا تركيب وراثى Su su su، ونسويًا لا يصلح للاستعمال كذرة سكرية، بينما يكون جنين البذرة خليط Su su، وبذا لا تصلح البذو هى الأخرى كتقاوى ذرة سكرية ويحدث الشئ ذاته عند تلقيح صنف من الذرة (التامية أو السكرية) ذى بذور بيضاء بحبوب لقاح من صنف ذى بذور صفراء، لأن جين اللون الأصفر سائد على جين اللون الأبيض

ومن الأمثلة الأخرى لظاهرة الزينيا تأثير حبة اللقاح على لون طبقة الألبرون aleron layer فى الذرة، حيث يكون اللون القرمزى هو السائد، وعلى شكل نواة ثمرة التمر، وعلى صفات الجنين فى بعض الأحيان

أما الميتازينيا Metaxenia فتعرف بأنها ظاهرة تأثير حبة اللقاح على صفات أنسجة الثمرة، وهى أنسجة أمية كلية، ومن أمثلتها .. تأثير حبوب اللقاح على شكل الثمار فى التمر، وحجمها، وموعد نضجها ومن الطبيعى أنه لا يمكن تفسير هذه الظاهرة على أساس الإخصاب المزدوج، بصورة مباشرة، لأن أنسجة الثمرة تكون أمية إلاّ أن W Swingle عزاها إلى ذلك – ولكن بصورة غير مباشرة – بالنظر إلى أن الجنين والإندوسبرم ربما يفرزان – أثناء نموهما وتطورهما هرمونات أو مواد شبيهة بالهرمونات، يمكن أن تنتشر فى الأنسجة المحيطة بهما، لتحدث التأثير المشاهد (بغدادى ١٩٥٥، و Elliott ١٩٥٨)

ومن الأمثلة المعروفة لحالات الزينيا والميتازينيا، ما يلى:

١ – تأثيرات لونية

أ – لون قصرة البذرة، كما فى البسلة

ب – لون الغلاف الثمرى الخارجى pericarp، كما فى الموالح، والتفاح، والبلح، والكمثرى، والفجل، والعنب، والذرة

جـ – لون الإندوسبرم، كما فى الذرة

د لون الجنين، كما فى الكستناء

٢ – تأثيرات على الشكل.

أ – شكل الغلاف الثمرى الخارجى، كما فى التفاح، والبلح، والكمثرى، والعنب

ب – شكل البذرة، كما فى البلح

٣ – تأثيرات على محتوى السكر

أ – فى الغلاف الثمرى الخارجى، كما فى التفاح

ب – فى الغلاف الثمرى الوسطى mesocarp، كما فى البلح.

جـ – فى الإندوسبرم، كما فى الذرة.

٤ – تأثيرات على موعد النضج، كما فى: القطن، والبلح، والفستق (عن Denney ١٩٩٢)

التلقيح وأهميته فى تربية النبات

تتحدد كثير من الأمور فى برنامج التربية، كما تتحدد طريقة التربية ذاتها بطريقة التلقيح الشائعة فى الطبيعة للمحصول المراد تربيته؛ لذا .. فإن دراسة هذا الأمر – بشئ من التفصيل – يعد أمرًا ضروريًا للمربى.

تقسيم النباتات حسب طريقة التلقيح الشائعة فيها

تقسم المحاصيل الاقتصادية التى تتكاثر جنسيًا – حسب طريقة التلقيح السائدة فيها – إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

١ – ذاتية التلقيح Self-pollinated (autogamus) .. وهى التى تقل فيها نسبة التلقيح الخلطى غالبًا عن ١٪، وإن كانت تصل – أحيانًا – إلى ١٠٪.

٢ – خلطية التلقيح جزئيًا Partially cross-pollinated . وهى التى تتراوح فيها نسبة التلقيح الخلطى بين ١٠٪، و ٤٩٪، وتزيد فيها نسبة التلقيح الذاتى عن ٥٠٪

٣ – خلطية التلقيح بدرجة عالية allogamus، وهى التى لا تقل فيها نسبة التلقيح الخلطى عن ٥٠٪، ويفضل البعض تحديدها بأنها النباتات التى تزيد فيها نسبة التلقيح الخلطى عن ٩٠٪.

وقد جرى العرف على تقسيم النباتات إلى نباتات ذاتية التلقيح، ونبات خلطية

التلقيح، إلا أن تمييز فئة النباتات الخلطية التلقيح جزئيًا ذو أهمية خاصة للمربى، لأنها لا تتأثر كثيرًا – وربما مطلقا - بالتربية الداخلية inbreeding (وهى عمليه التلقيح الذاتى الصناعى الذى يقوم بها المربى)، بينما تتدهور النباتات التى تزيد فيها نسبة التلقيح الخلطى على ٩٠٪، بدرجة متوسطة إلى شديدة بالتربية الداخليه. ولكل ذلك اعتبارات، لها أهميتها عند اختيار طريقة التربيه المناسبة للمحصول

التلقيح الذاتى والعوامل المؤثرة عليه

يعرف التلقيح الذاتى self-pollination الطبيعى (أو autogamy) بأنه انتقال حبوب اللقاح من متوك الزهرة إلى مبسم الزهرة نفسها أما من وجهه نظر المربى فإن التلقيح الذاتى يتسع ليضم – أيضا – حالات انتقال حبوب اللقاح، من متوك الزهرة إلى مبسم أية زهرة أخرى على نفس النبات، (يعرف هذه الحاله باسم geitonogamy). أو أية زهرة من أى نبات آخر من السلالة الخضرية ذاتها، لأن جميع نباتاتها تكون متماثله تماما فى تركيبها الوراثى ويبدو أن حالات التلقيح الذاتى تعد أكثر تطورا من حالات التلقيح الخلطى يتطلب حدوث التلقيح الذاتى أن تحتوى الزهرة على أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث معا، وهو ما يعرف باسم bisexuality، وأن تنضج أعضاؤه الجنسيه فى وقت واحد، وهو ما يعرف باسم homogamy

إن التلقيح الذاتى التام لأمر نادر الوجود، حيث تحدث – غالبا - نسبه من التلقيح الخلطى، قد تصل إلى ١٠٪

الظواهر التى تساعد على حدوث التلقيح الذاتى

إن من أهم الظواهر التى تساعد على حدوث التلقيح الذاتى ما يلى

١ – عدم تفتح الزهرة مطلقا، مما يحتم التلقيح الذاتى، وهى الظاهرة التى تعرف باسم Cleistogamy. وتعد هذه الظاهرة قليلة الانتشار، وهى توجد فى أزهار النورات القاعدية لنبات عشب كاليفورنيا الأزرق California blue grass (واسمه العلمى *Danthonia californica*)، وهى النورات التى تختفى – كلية – تحت غمد الورقة إلى أن تنضج البذور. كما توجد تتوفر – كذلك فى بعض أصناف وسلالات القمح، والشعير، والزمير

٢ - الـ Chasmogamy.

يعنى بظاهرة الـ chasmogamy تفتح الأزهار وظهور مياسمها ومتوكها خارجيًا بعد أن تفرغ محتوياتها من حبوب اللقاح، مما يحد كثيرًا من فرصة حدوث التلقيح الخلطى فيها، وتكثر هذه الظاهرة فى القمح *Triticum durum*، والشعير، والأرز، والزمير. كما يكون التلقيح شبه مؤكد فى الطماطم، على الرغم من أنه لا يحدث إلا بعد تفتح الزهرة، ذلك لأن المتوك تلتحم معًا وتكوّن أنبوبة متكية، تحيط بالقلم والميسم إحاطة تامة، وتمنع بموجبها أية فرصه للتلقيح الخلطى. إلا أن استطالة القلم، ووصول الميسم إلى قمة الأنبوبة المتكيه. أو بروزه منها (وهو ما يحدث بصورة طبيعية فى بعض السلالات البرية من الطماطم، وبعض الأنواع القريبة من الجنس *Lycopersicon*، ونتيجة لتأثير بعض العوامل البيئية فى الأصناف التجارية) تؤدى إلى حدوث نسبة من التلقيح الخلطى عند توفر الحشرات الملقحة. كذلك تتفتح الأزهار فى بعض الأنواع النباتية إلا أن الأسدية والميسم تبقى محاطة بأعضاء زهرية أخرى، مما يقلل كثيرًا من فرصة حدوث التلقيح الخلطى. كما فى البسلة والفاصوليا اللتان تحاط فيهما الأسدية والميسم بالزورق keel الذى يتكون من بتلتين.

وتعتبر حالات الـ chasmogamy – وهى التى تعرف كذلك باسم effective cleistogamy – أكثر شيوعًا فى المملكة النباتية من حالات الـ cleistogamy.

وقد وجد أن صفة الـ cleistogamy يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح أعطى الرمز cl، بينما تحمل النباتات الـ chasmogamus الآليل السائد Cl (Chhabra & Sethi ١٩٩١)

وأهم وسائل انتقال حبوب اللقاح – فى حالات التلقيح الذاتى – هى التلامس بين المياسم والمتوك المتفتحة، وقوة الجاذبية الأرضية، عندما تكون المياسم فى مستوى أدنى من مستوى المتوك

العوامل المؤثرة فى نسبة التلقيح الخلطى

تتأثر نسبة التلقيح الخلطى فى النباتات الذاتية التلقيح بالعوامل التالية:

١ – مدى توفر الحشرات الملقحة ودرجة نشاطها.

٢ مدى وجود الميكانيكيات التي تساعد على انتقال حبوب اللقاح في بعض النباتات

٣ – درجة الحرارة السائدة. حيث قد يؤدى انخفاض الحرارة إلى أقل من درجة التجمد بقليل إلى موت حبوب اللقاح دون التأثير على البويضات، مما يزيد من فرصة حدوث التلقيح الخلطي

أهمية التلقيح الذاتي التام

ترجع أهمية التلقيح الذاتي التام إلى ما يلي

١ – يمنع التلقيح الذاتي التام حدوث خلط وراثي بين التراكيب الوراثية المرغوب فيها، وغيرها من التراكيب الوراثية، وبذا يساعد على حفظ صفات الأصناف، والسلالات، والنباتات المنتجة

٢ يؤدى التلقيح الذاتي إلى الإبقاء على الطفرات الضارة، محصورة في نسل النبات الذي ظهرت فيه الطفرة فقط

٣ – كما يؤدى التلقيح الذاتي المستمر إلى سرعة اختفاء الطفرات المتنحية الضارة، وسيأتي شرح الأساس الوراثي لذلك في فصل لاحق

أمثلة للنباتات الذاتية التلقيح

من أمثلة النباتات الذاتية التلقيح ما يلي

١ – محاصيل الحقل القمح والأرز والزمير والشعير والكتان والدخان والفول السوداني وفول الصويا والعدس

٢ – محاصيل الخضر الخس والهندباء والطماطم والبسلة والفاصوليا العادية واللوبيا وفاصوليا المنج

٣ الفاكهة الأصناف المحلية من التفاح والكمثرى والخوخ ومعظم الأصناف الأجنبية من الخوخ وبعض أصناف البرقوق الأوروبي واللوز وأصناف قليلة من البرقوق الياباني ومعظم أنواع الموالح والسفرجل والنكتارين والمشمش والكريز المر والعنب الأوروبي والعنب الأمريكي والرمان والجوافة والبشملة (Allard، ١٩٦٤ Chaudhari، ١٩٧١، عبدالعال ١٩٧٧)

التلقيح الخلطى والعوامل المؤثر عليه

يعرف التلقيح الخلطى cross-pollination أو allogany بأنه انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم زهره أخرى على نبات آخر

الوسائل التى يحدث بها التلقيح الخلطى

توجد أربع وسائل رئيسية لانتقال حبوب اللقاح من المتوك إلى المياسم فى حالات التلقيح الخلطى، هى الانتقال بالماء hydrophily فى النباتات المائية، وبالحيوانات zoophily، وبالهواء anemophily، وبالحشرات entomophily وتعد الوسيلتان الأخيرتان أهم وسائل التلقيح الخلطى فى النباتات الاقتصادية. ولكل من النباتات الهوائية التلقيح والحشرية التلقيح خصائصها المميزة

تتميز النباتات الهوائية التلقيح بأنها تنتج أعدادًا ضخمة من حبوب اللقاح الصغيرة الجافة. كما تتميز بأن أزهارها صغيرة وغير مميزة، كما تكون مياسمها طويلة، ومتفرعه، أو ريشية؛ بغرض زيادة فرصة وصول حبوب اللقاح إليها، ومن أمثلتها نباتات البكان، والجوز، والفستق، والزيتون، والكستنا (أبو فروة)، والبندق والسبانخ، والبنجر والسلق، والذرة يعتمد نجاح التلقيح فى هذه النباتات على إنتاجها أعدادا هائلة من حبوب القاح؛ فنجد – مثلا – أن نبات الذرة الواحد ينتج نحو ٢٥ مليون حبة لقاح. أو حوالى ٢٥ ألف حبة لقاح لكل بويضة فى النورة المؤنثة، أو حوالى ٦٨٠٠ حبه لقاح لكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض بالحقل.

أما النباتات الحشرية التلقيح فإما أن تكون أزهارها ذات بتلات كبيره ملونه. وإما أن تكون لها قنابات كبيرة ملونة لجذب الحشرات، كما أنه توجد بها عدد رحيقية، تفرز سكريات، ومواد أخرى لجذب الحشرات. توجد هذه الغدد فى مكان معين من الزهرة. يسمح بأن يلامس جسم الحشرة ميسم الزهرة، عندما تقوم الحشرة بجمع حبوب اللقاح التى تكون كبيرة غالبا، ولزجة أحيانا، ومن أمثلتها عباد الشمس، والقرطم، والقنب، والخرشوف، والبقدونس، والروبارب. والكرنب، والبصل، والجزر. والقرعيات، ومعظم أصناف البرقوق اليابانية والأمريكية، والأزاليا، والبنفسج، وبعض أصناف الخوخ، والكاكى، والسابوتا.

العوامل المؤثرة فى التلقيح الحشرى

يتأثر التلقيح الحشرى بعده عوامل، من أهمها ما يلى

١ - مدى تواجد الحشرات الملقحة، وأعدادها بالنسبة للأزهار.

٢ العوامل البيئية التى تؤثر فى درجة نشاط الحشرات الملقحة وتعد درجة الحرارة أهم هذه العوامل، حيث ينخفض نشاط النحل بشدة فى حرارة ١٠°م، ولا يمكنه الطيران فى حرارة ٤ ٤°م، بينما يزداد نشاطه - تدريجيًا - بارتفاع الحرارة عن تلك الحدود

٣ - العوامل الوراثية التى يكون لها تأثير مباشر فى نسبة التلقيح الخلطى من خلال تأثيرها فى موضع الأزهار، والحجم النسبى للأعضاء الجنسية فى الزهرة، وسرعة الإزهار ووقت تفتح الزهرة، ومدى جاذبيتها للحشرات (عن Fryxall ١٩٥٧)؛ فنجد - على سبيل المثال - أن نسبة التلقيح الخلطى تختلف فى أصناف فاصوليا الليما من أقل من ١٪ لتصل إلى ١٠٠٪؛ ويرجع ذلك إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف، كما تتأثر النسبة فى الصنف الواحد باختلاف الظروف البيئية كذلك يعرف جين واحد مُتنح فى فول الصويا، يقلل من حيوية حبوب اللقاح؛ مما يؤدى إلى زيادة نسبة التلقيح الخلطى من أقل من ١٪ ليصل إلى نحو ١٠٪ (Bernard & Jaycox ١٩٦٩)

الظواهر المؤثرة فى نسبة التلقيح الخلطى

يحدث التلقيح الخلطى فى النباتات، نتيجة لتميزها بظواهر معينة، تزيد بعضها من فرصة حدوث التلقيح الخلطى، ويحتم البعض الآخر حدوثه كما يلى:

١ - الظواهر التى تحتم حدوث التلقيح الخلطى

يكون من المحتم حدوث التلقيح الخلطى فى الحالات التالية؛ نظرًا لاستحالة حدوث التلقيح الذاتى فى أى منها:

أ - عندما يكون المحصول وحيد الجنس ثنائى المسكن dioecious، أى توجد منه نباتات مذكرة، وأخرى مؤنثة كما فى نخيل التمر، والسبانخ، والأسبرجس

ب - عندما توجد ظاهرة العقم الذكرى male sterility، حيث لا يكون النبات قادرًا على إنتاج حبوب لقاح، أو أنه ينتج حبوب لقاح ضامرة، وعديمة الحيوية

جـ عندما توجد ظاهرة عدم التوافق الذاتي self-incompatibility، حيث ينتج النبات حبوب لقاح خصبة، إلا أنها تكون غير قادرة على إخصاب بويضات الزهرة نفسها أو أية زهرة أخرى على النبات نفسه

٢ – الظواهر التى تزيد من فرصة حدوث التلقيح الخلطى

تُزيد الظواهر التالية من فرصة حدوث التلقيح الخلطى، ولكنها لا تحتم حدوثه

أ - ظاهرة استعداد المياسم للتلقيح، وانتثار حبوب اللقاح بعد تفتح الزهرة

ب – ظاهرة اختلاف مواعيد نضج أعضاء الزهرة الجنسية Dichogamy، كأن تنضج المتوك، وتنثر حبوب اللقاح قبل استعداد المياسم لاستقبالها، وهى الظاهرة التى تعرف باسم Protandary، كما فى الجزر والبنجر، أو أن تستعد المياسم لاستقبال حبوب اللقاح قبل تفتح المتوك، وهى الظاهرة التى تعرف باسم Protogyny. كما فى الأفوكادو وعلى الرغم من أن التلقيح الذاتى للزهرة الواحدة غير ممكن فى كلتا الحالتين إلاّ أنه هذا لا يمنع من حدوث التلقيح بين أزهار مختلفة من النبات نفسه.

جـ – عندما يختلف مستوى المبسم، بالنسبة لمستوى المتوك فى الزهرة الواحدة، وهى الظاهرة التى تعرف باسم Heterostyly

ومن أهم النباتات التى توجد فيها ظاهرة الـــ heterostyly، ما يلى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣):

النبات	الاسم العلمى
الحنطة السوداء buckwheat	*Fagopyrum esculentum*
(فاكهة استوائية)	*Arerrhoa carambola*
	A. bilimbii
الكتان	*Linum grandiflorum*
الكينين quinine	*Cinchona* spp.
الكوكة (الكاوكايين) cocaine	*Erythroxylum coca*
	E. novogranatense
(زهور)	*Forsythia*
	Oxalis
	Narcissus

د – عندما يكون المحصول وحيد الجنس، وحيد المسكن Monoecious، وهى الحالة التى يحمل فيها نفس النبات أزهارًا مذكرة، وأخرى مؤنثة. وهو الأمر الذى يزيد كثيرا من فرص حدوث التلقيح الخلطى، ولكنه لا يمنع حدوث التلقيح الذاتى بين الأزهار المختلفة على النبات ذاته ويطلق على انفصال الجنس – سواء أكان على نفس النبات كما سبق، أم على نباتات مختلفة Dioecism – اسم Dicliny.

هـ – وجود ظواهر خاصة، أو عوامل وراثية معينة، فى أصناف دون غيرها، كما سبق بيانه بالنسبة لفاصوليا الليما. وفول الصويا ومن أمثلة الظواهر الخاصة بالمحصول أن ميسم الزهرة فى البرسيم الحجازى لا يمكنه استقبال حبوب اللقاح، إلا بعد أن يتمزق الغشاء الذى يحيط به؛ حيث تنمو الأسدية والمتاع داخل ورقة زهرية غشائية، تحيط بهم تحت ضغط كبير، إلى أن يتمزق هذا الغشاء بفعل حركة النحل عليه، حينئذ يندفع الميسم والأسدية نحو الخارج؛ مما يؤدى إلى التصاق بعض حبوب اللقاح بجسم النحلة، وهو ما يساعد على حدوث التلقيح الخلطى حينما يزور النحل أزهارا أخرى

ويعد التلقيح الخلطى أكثر شيوعًا فى المملكة النباتية من التلقيح الذاتى

أمثلة لحالات التلقيح الخلطى

من الأمثلة الهامة على مختلف حالات التلقيح الخلطى ما يلى

١ – محاصيل خلطية التلقيح جزئيًا، وهى التى تتراوح فيها نسبة التلقيح الخلطى بين ١٠٪، و ٤٩٪، وتزيد فيها نسبة التلقيح الذاتى عن ٥٠٪، ومن أمثلتها القطن والذرة الرفيعة والفلفل والباذنجان والكرفس والفول الرومى والتبغ والقرطم والترتيكيل وفاصوليا الليما والخيار والكوسة والشمام والبطيخ (وتعد المحاصيل الأربعة الأخيرة وحيدة الجنس، وحيدة المسكن) والبامية والخروع والفراولة

٢ – محاصيل خلطية التلقيح بدرجة عالية، وهى تزيد فيها نسبة التلقيح الخلطى على ٩٠٪، ومن أمثلتها ما يلى.

(أ) نباتات وحيدة الجنس ثنائية المسكن، مثل السبانخ والهليون والفستق والباباظ والنخيل

(ب) نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن؛ مثل الذرة والبكان والبندق وأبو فروة والعنب والجوز

(جـ) نباتات غير متوافقة ذاتيًا أو كليًا، مثل الزيتون ومعظم الأصناف الأمريكية من التفاح والكمثرى ومعظم أصناف البرقوق اليابانى والأوروبى والكريز الحلو وبعض أصناف اللوز والمانجو والزبدية (الأفوكادو) واللوز والكرنب والقنبيط وكرنب بروكسل والبروكولى والكولارد والكرنب الصينى والكيل وكرنب أبو ركبة والفجل واللفت والروتاباجا والبنجر والشيكوريا والبطاطا والشليم

(د) نباتات يوجد فيها تفاوت فى موعد نضج الأعضاء الجنسية بالزهرة، مثل الجزر والبصل.

وتوجد – بالإضافة إلى ما سبق بيانه – محاصيل يعتمد إنتاجها الاقتصادى على الإنسان الذى يقوم بعملية التلقيح الصناعى لها؛ مثل النخيل، والقسطة، وبعض أصناف الجوز والبكان، وبعض أصناف التين (وهو وحيد الجنس ثنائى المسكن). كما توجد فواكه تتوالد بكريًا. ولا تحتاج إلى تلقيح؛ مثل الموز (وهو وحيد الجنس وحيد المسكن) وبعض أصناف التفاح والكمثرى والكاكى والجميز والأناناس (Allard ١٩٦٤، و عبدالعال ١٩٧٧)

ولمزيد من التفاصيل عن طرق التكاثر وأسباب حدوث التلقيح الخلطى فى النباتات المزروعة يراجع Fryxall (١٩٥٧)

أوجه الاختلاف بين النباتات الذاتية التلقيح والخليطة التلقيح

إن من أهم أوجه الاختلاف فى الصفات الزهرية بين النباتات الذاتية التلقيح والخلطية التلقيح، ما يلى (عن Hamon & Koechlin ١٩٩١)

الذاتية التلقيح	الخلطية التلقيح
متوافقة ذاتيًا	غير متوافقة ذاتيًا
أزهارها قليلة	أزهارها كثيرة
أعناق الأزهار قصيرة	أعناق الأزهار طويلة

الذاتية التلقيح	الخلطية التلقيح
السبلات صغيرة	السبلات كبيرة
التويج انبوبى أو مغلق	بتلات التويج تدور حول المحور (rotate)
البتلات صغيرة	البتلات كبيرة
البتلات كاملة الحافة	حافة البتلات ليست كذلك
الغدد الرحيقية قليلة أو معدومة	الغدد الرحيقية متوفره
الأزهار عديمة الرائحة	الأزهار ذو رائحة
لا توجد موجّهات نحو الغدد الرحيقية	توجد موجّهات guides واضحة نحو الغدد الرحيقية
المتوك قصيرة	المتوك طويلة
تتفتح المتوك نحو الداخل	تتفتح المتوك نحو الخارج
توجد المتوك مجاورة للميسم	توجد المتوك بعيدة عن الميسم
حبوب اللقاح قليلة العدد	حبوب اللقاح كثيرة (جدول ٢-٣)
المتاع قصير	المتاع طويل
يتساوى المتاع مع الأسدية فى الطول	تكون الأسدية أطول أو أقصر من المتاع
يكون القلم غير بارز	يبرز القلم
لا يكون الميسم ظاهرًا وتقل فيه الحلمات	يكون الميسم ظاهرا وتكثر به الحلمات
يتوافق موعد استعداد الميسم لاستقبال حبوب اللقاح مع انتثارها من المتوك	لا يتوافق موعد استعداد الميسم لاستقبال حبوب اللقاح مع انتثارها من المتوك
عدد البويضات بالزهره قليل	تكثر أعداد البويضات بالزهرة
تعطى جميع البويضات بذورا	يزيد فيها أعداد البويضات التى لا تنضج إلى بذور
تنضج جميع الثمار	لا تنضج بعض الثمار

تقدير نسبة التلقيح الخلطى

يتطلب الأمر لتقدير نسبة التلقيح الخطلى فى محصول ما أن تفحص الأجزاء الزهرية للنباتات – أولاً – لتعرف إن كان بها أية ظاهرة من الظواهر التى تحتم التلقيح الذاتى، أو تشجع عليه، أو تلك التى تحتم التلقيح الخلطى، أو تشجع عليه كما تفيد زراعة النباتات التى تكون أزهارها كاملة (أى التى تكون بها أعضاء الذكير وأعضاء التأنيث) مفردة فى معزل، أو تكييسها، لمنع وصول الحشرات الملقحة إليها، لأنها إن لم تعقد بذورًا تحت هذه الظروف فإن ذلك يعنى أنها خلطية التلقيح فى الطبيعة،

أما إذا عقدت بذورا فإن ذلك يعنى أن التلقيح الذاتى ممكن. ولكنه ربما لا يكون هو القاعدة تحت الظروف الطبيعية وأفضل الأمثلة على ذلك النباتات الوحيده الجنس. الوحيدة المسكن الهوائية التلقيح، فهذه النباتات قد تعقد بذورا إذا زرعت فى معزل عن بعضها، رغم أنها تكون خلطية التلقيح فى الطبيعة

جدول (٢-٣) نسبة حبوب اللقاح إلى البويضات فى مختلف الأنواع النباتية مقسمة حسب نسبة التلقيح الخلطى فيها (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

دليل التلقيح الخلطى(أ)	نظام التلقيح	عدد الأنواع	نسبة حبوب اللقاح إلى البويضات ± الانحراف القياسى
صفر	Cleistogamy	٦	٤٧ ± ٠,٧
١	Obligate autogamy	٧	٢٧,٧ ± ٣,١
٢	Facultative autogamy	٢٠	٦٨,٥ ± ٢٢,١
٣	Facultative allogamy	٣٨	٧٩٦,٦ ± ٨٧,٧
٤	Allogamy	٢٥	٥٨٥٩,٢ ± ٩٣٦,٥

(أ) هذا الدليل للتلقيح الخلطى تقريبى. إلاّ أنه يعطى كل سمب التلقيح الخلطى من الصفر إلى التلقيح الخلطى التام

ويقدر نسبة التلقيح الخلطى فى محصول ما باختيار صنفين. يتفقان فى موعد إزهارهما. ويختلفان فى إحدى الصفات الوراثية البسيطة، التى تعطى تأثيرا مظهريًا واضحا فى طور البادرة، ويزرعان متجاورين فى خطوط متبادلة. وتفضل أن تكون زراعتهما بالتبادل فى نفس الخط، وفى الخطوط المتجاورة، بحيث يكون كل نبات من أى من الصنفين محاطا من الجهات الأربع بنباتات من الصنف الآخر ويحصد البذور فى نهاية الموسم من نباتات الصنف الذى يحمل الصفة المتنحية، ثم تزرع فى الموسم التالى، فتكون كل النباتات الحاملة للصفة السائدة قد جاءت بذورها من تلقيح خلطى وتحسب نسبة التلقيح الخلطى على حسبان أنها ضعف نسبة النباتات التى تكون حاملة للصفة السائدة. ذلك لأن نباتات كل صنف تمثل نصف عدد النباتات فى الحقل، فإذا وصل نبات معين من الصنف الذى يحمل الصفة المتنحية (aa) ١٠٠ حبة لقاح من الصنف الذى يحمل الصفة السائدة (AA) . فمن المتوقع أن يصل إليه - أيضا

- ١٠٠ حبة لقاح من النباتات الأخرى التى تحمل الصفه المتنحية (وهو ما يعد تلقيحا خلطيًا كذلك)، إلا أن التلقيح الخلطى مع النباتات التى تحمل الصفة السائدة يعطى نسلا ذا تركيب وراثى Aa، تظهر به الصفة السائدة، بينما يعطى التلقيح الخلطى مع النباتات التى تحمل الصفه المتنحية نسلاً ذا تركيب وراثى aa، لا يمكن تمييزه عن النسل الناتج من التلقيح الذاتى.

التنافس الجاميطى

يطلق مصطلح التنافس الجاميطى gamete competition على الحالة التى يحدث فيها تنافس بين أحد أنواع الجاميطات (المذكرة أو المؤنثة) مع جاميطات النوع الآخر. وغالبا ما تدخل الجاميطات المذكرة فى منافسة شديدة بين بعضها البعض على إخصاب الجاميطات المؤنثة التى تكون أقل كثيرا منها فى العدد

يمكن أن يؤدى التنافس بين حبوب اللقاح إلى عدم عشوائية الإخصاب

ويعمل التنافس الجاميطى على زيادة فرصة الانتخاب الطبيعى، ويزيد من فرصة حدوث التلقيح الخلطى، ويقلل من فرصه التهجين بين الأنواع

ومن أمثلة حالات التنافس الجاميطى، ما يلى:

- يكون إنبات حبوب اللقاح الذرة التى تحمل أى من الآليلات: wx (waxy)، أو o2(opaque-2)، أو Rf-3 (جين مسئول عن إعادة الخصوبة restorer gene خاص بسيتوبلازم تكساس T cytoplasm) يكون إنباتها فى قلم الزهرة أبطأ من إنبات تلك التى تحمل الآليل البرى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

- يكون إنبات حبوب لقاح البسلة السكرية صنف Sugar Daddy أبطأ فى مياسم وأقلام الأزهار عن إنبات حبوب لقاح البسلة العادية من صنفى Oregon Sugarpod II، و OSU 705 أيًا كان الصنف المستخدم كأم، فبعد ٨ ساعات من التلقيح كانت حبوب لقاح البسلة السكرية قد وصلت إلى ١٣٪ من البويضات، مقارنة بـ ٥١٪ من حبوب لقاح البسلة العادية، ووصلت النسب بعد ساعتين أخريين إلى ٢٩٪، و ٦٦٪ على التوالى (McGee & Baggett ١٩٩٢)

ومن أكثر الأنواع التى سجلت فيها ظاهرة التنافس الجاميطى، ما يلى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

النبات	الاسم العلمى
الشيكوريا	*Cichorum intybus*
الكمترى	*Pyrus communis*
التفاح	*Malus domestica*
الحور poplar	*Populus* spp.
الزنبق (السوسن) lily	*Lilum* spp.
الجيرانيم (إبرة الراعى) geranium	*Geranium maculatum*
الداتورة	*Datura* spp.
الطماطم	*Lycopersicon esculentum*
	Cassia spp.
	Passiflora
اللوبيا	*Vigna unguiculata*
فاصوليا الليما	*Phaseolus lunatus*
الورد	*Rosa hybrida*
القرع	*Cucurbita* spp.
الكاكاو	*Theobroma cacao*
القرنفل carnation	*Dianthus chinensis*

الجنس فى النباتات

حالات الجنس

إن الأزهار إما أن تكون خنثى hermaphroditic (أيضًا bisexual، و perfect، و monoclinous)، وإما أن تكون مذكرة staminate (أيضًا male)، وإما أن تكون مؤنثة pistillate (أيضًا female. و carpellate).

أما النباتات .. فإنها تقسم - حسب حالة الجنس - إلى الفئات التالية:

١ - نباتات تحمل أزهارا كاملة فقط، مثل: التفاح والكمترى والخوخ والبرقوق والليمون والبرتقال واللوز والكرنب والفجل والجزر والكرفس والبطاطا والطماطم والفلفل والباذنجان والفول والبامية والبسلة والورد والأراولا والقرنفل والبنفسج والقمح والأرز

٢ نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious، أى تحمل أزهارا مذكرة وأخرى مؤنثة، مثل البكان والجوز والبندق وأبو فروة والخيار والكوسة والذرة

٣ – نباتات تحمل أزهارًا كاملة، وأخرى مذكرة andromonoecious، كما فى بعض أصناف القاوون والبطيخ

٤ – نباتات تحمل أزهارًا كاملة وأخرى مؤنثة gynomonoecious كما فى بعض سلالات القرعيات

٥ - نباتات تحمل أزهارا كاملة، وأزهارًا مؤنثة، وأزهارٌ مذكرة trimonoecious كما فى بعض سلالات القرعيات

٦ – نباتات تحمل أزهارًا مذكرة فقط androecious، كما فى بعض سلالات الخيار

٧ نباتات تحمل أزهارا مؤنثة فقط gynoecious، كما فى بعض أصناف الخيار

وبالإضافه إلى ما تقدم فإن العشائر النباتية لمحصول ما قد تكون من أى من الفئات السابقة الذكر (من ١-٧)، أو قد تتكون العشيرة من نباتات مذكرة، وأخرى مؤنثة أى تكون وحيدة الجنس ثنائية المسكن dioecious (كما فى السبانخ والهليون ونخيل التمر والكاكى وبعض أصناف العنب)، أو قد تتكون من نباتات مذكرة، ونباتات تحمل أزهارًا كاملة، أى تكون androdioecious، أو تتكون من نباتات مؤنثة، ونباتات تحمل أزهارًا كاملة، أى تكون gynodioecious (Frankel & Galun ١٩٧٧) وقد تناول Geber وآخرون (١٩٩٩) موضوع انفصال الجنس فى النباتات - بالتفصيل – ومن كافة الوجوه

وراثة الجنس

تتحدد حالة الجنس فى النباتات إما بواسطة كروموسومات الجنس. وإما بواسطة جينات خاصة. ويبين جدول (٢-٣) التباينات التى وجدت فى وراثة الجنس فى النباتات الثنائية المسكن

أولاً الحالات التى يتحدد فيها الجنس بواسطة كروموسومات الجنس

يتحدد الجنس فى معظم النباتات الوحيدة الجنس ثنائية المسكن بواسطة

كروموسومات الجنس، حيث تكون النباتات المذكرة XY والمؤنثة XX، ومن بين الأنواع النباتية التى تأكد فيها ذلك الأمر، ما يلى

Cannabis sativa	*Humulus lupulus*
Rumex acetosella	*Silene latifolia*
Silene dioica	*Asparagus officinalis*
Elodea canadensis	*Salix* spp.
Populus spp.	*Urtica dioica*
Spinacia oleracea	*Coccinea indica*

جدول (٢-٣) بعض التباينات المعروفة فى وراثة الجنس فى النباتات الثنائية المسكن (عن Grant ١٩٩٩).

التركيب الوراثى للأفراد المؤنثة	التركيب الوراثى للأفراد المذكرة	النوع النباتى	نظام التوارث
a^d/a^d	a^D/a^d	*Ecballium elaterium*	جين واحد
A/- b_1/b_1 b_2/b_2	A/-B_1/- B_2/-	*Mercurialis annua*	عدة جينات
a/a b_1/b_1 B_2/-	A/- b_1/b_1 B_2/-		
a/a B_1/- b_2/b_2	A/- B_1/- b_2/b_2		
			كروموسومات الجنس [أ]
WZ	ZZ	*Fragaria elateria*	الأنثى غير متماثلة الكروموسوم
			انتوارث بين كروموسوم الجنس
XX	XY_1Y_2	*Rumex acetosa*	والكروموسومات الجسمية
XX	XY	*Silene latioflia*	كروموسوم Y نمط

(أ) يراجع المصدر لمزيد من التفاصيل.

وعندما تكون الأنواع متضاعفة كروموسوميًا يبقى الاختلاف الكروموسومى بين النباتات المذكرة والمؤنثة ظاهرًا كما فى الأمثلة التالية:

النوع	النباتات المذكرة	النباتات المؤنثة
Rumex acetosella	3XY	4X
	5XY	6X
	7XY	8X
Rumex paucifolius	3XY	4X

ومن أمثلة حالات الجنس التى تتحدد كروموسوميًا، ما يلى

١ فى لجنس *Dioscorea* spp تكون النباتات المذكرة إما XO وإما XY، بينما تكون النباتات المؤنثة XX (عن Richards ١٩٨٦)

٢ - السبانخ.

يتحدد الجنس فى السبانخ بكروموسومى الجنس X، و Y، حيث تكون النباتات المؤنثه XX والمذكرة XY، كما توجد جينات محوِّرة على الكروموسومات الأخرى للنبات (وهى الكروموسومات الجسميه autosomes)، يؤدى وجودها إلى ظهور حالات جنسية وسطية بين النباتات المذكره والمؤنثة (عن Duvic ١٩٦٦)

٣ الأسبرجس.

يعد الأسبرجس من النباتات الوحيدة الجنس الثنائية المسكن وتبعا لدراسات Rick & Hanna (عن Ellison ١٩٨٦) . فإن جنس الأسبرجس يورث كما لو كان محكوما بعامل وراثى واحد سائد لصفة الذكورة. كما أمكن التعرف على اختلافات سيتولوجية فى زوج الكروموسوم الخامس للنبات، ترتبط بحالة الجنس؛ وبذا تعرف النباتات المؤنثة بأنها XX، بينما تعرف النباتات المذكرة بأنها XY، هذا إلا أنه لا يمكن تمييز كروموسوما الجنس مظهريًا، ويعتقد بوجود أكثر من جين يتحكم فى صفة الجنس ونُحمل جميعها فى مجموعة ارتباطية على كروموسوم الجنس فى النباتات المذكرة. ويبدو أن كروموسوم الجنس يحمل جينا يثبط تكوين الكرابل، وجينا آخر يحفز تكوين الأسدية، وتؤدى الطفرات فى أى من الجينين إلى ظهور حالات جنسية اخرى، مثل الأزهار الكامله، والأزهار التى تخلو من الأعضاء الجنسية (عن Grant ١٩٩٩)

ثانيًا الحالات التى يتحدد فيها الجنس بواسطة جينات خاصة

من أمثلة الحالات التى يتحدد فيها الجنس جينيًا، ما يلى

١ - الخيار

توجد سبعة جينات على الأقل تعرف بتأثيرها على الجنس فى الخيار. إلاّ أن معظم التأثيرات يتحكم فيها زوجان من الجينات العامل m (الذى يعرف - كذلك بالرمزين g، و a) ويتحكم فى صفة حمل النبات لأزهار مذكرة وأخرى خنثى

(andromonoecious). والعامل F (الذى يعرف - كذلك - بالرموز Acr، و D، و st) ويتحكم فى صفة كون النبات مؤنثًا female ويتحكم الجين M فيما إذا كان النبات سيصبح وحيد الجنس أم ثنائى الجنس، فالنباتات التى تحمل الآليل السائد M لا تنتج أزهار خنثى ويتحكم الجين F فيما إذا كان النبات سيكوّن مبايض زهرية أم لا، فالنباتات الأصيلة السائدة والخليطة فى هذا العامل يكون لديها اتجاهًا قويًا نحو تكوين أعضاء تكاثر أنثوية. ويوجد جين ثالث (a) يتحكم فى صفة النباتات المذكرة (androecious)، ويؤثر فى نواتج فعل الجين F، ويؤدى وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة (aa) إلى تكثيف الاتجاه نحو تكوين أسدية فى النباتات الأصيلة فى العامل المتنحى f

وتنتج التوافيق المختلفة من تلك الجينات أشكالاً مظهرية مختلفة، كما يلى (عن Grant ١٩٩٩):

التركيب الوراثى	الشكل المظهرى
M/-, f/f, a/a	مذكر male
M/-, f/f, A/-	وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious
M/-, F/f, (A/- or a/a)	وحيد الجنس وحيد المسكن إلى مؤنث female
M/-, F/F, (A/- or a/a)	مؤنث
m/m, f/f, a/a	مذكر
m/m, F/f, (A/- or a/a)	يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى خنثى andromonoecious، مع الميل نحو تكوين الأزهار الخنثى
m/m, F/F, (A/- or a/a)	خنثى hermaphroditic

وللتبسيط فإن حالات الجنس فى الخيار يتحكم فيها عاملين وراثيين، هما: M، و F، كما يلى

التركيب الوراثى	جنس الأزهار والتى يحملها النبات الواحد (حالة الجنس)
M- F-	مؤنثة فقط (gynoecious)
M- ff	مذكرة ومؤنثة (monoecious)
mm F-	خنثى (hermaphroditic)
mm ff	مذكرة وخنثى (andromonoecious)

وبينما يريد الجين F من الصفات الأنثوية، فإنه ليس سائدا سيادة تامة، حيث يمكن أن تتأثر تركيب الوراثى الخليط F1 بالعوامل البيئية

كذلك تتأثر وراثة الجنس فى الخيار بالعوامل المحورة، فالعامل gy يؤدى وجوده فى حالة أصيلة إلى زيادة فاعلية الجين F، والعامل m-2 يعمل على زيادة ظهور أزهار خنثى

٢ القاوون

يتحكم فى وراثة الجنس فى القاوون جينين مستقلين، هما a- و g، كما يلى

التركيب الوراثى	جنس الأزهار التى يحملها النبات الواحد (حالة الجنس)
A-G-	مذكرة ومؤنثة (monoecious)
aa G-	مذكرة وخنثى (andromonoecious)
A- gg	مؤنثة وخنثى (gynomonecious)
aa gg	خنثى (hermaphroditic)

وتتوفر كذلك عدة جينات محورة تؤثر على حالة الجنس، بالإضافة إلى التأثير القوى للعوامل البيئية ومنظمات النمو على النسبة الجنسية (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣)

٣ الدرة

تعد الدرة نبات وحيد الجنس، وحيد المسكن وقد ظهرت طفرة متنحية bs، يؤدى وجودها فى حالة أصيلة bs bs إلى أن تصبح النورة خالية من البذور barren stalk، وتكون النورة المونثة خالية من الحريرة، ومبايض أزهارها عقيمة، ولا تنتج بها حبوب. وبذا يصبح النبات مذكرا كما ظهرت طفرة متنحية أخرى ts، يؤدى وجودها فى حالة أصيلة كذلك ts ts إلى استبدال الأزهار فى النورة المذكرة بأزهار مؤنثة، وينتج فيها حبوب، وبذا يصبح النبات مؤنث، وينتج حبوبا فى النورتين الجانبية والطرفية، ويسود الجين ts فى تأثيره على الجين bs، بحيث يمكن تمييز التراكيب الوراثية والأشكال المظهرية الناتجة

التركيب الوراثى	الشكل المظهرة
Bs- Ts-	وحيد الجنس وحيد المسكن
bsbs Ts-	مذكر
Bs- tsts	مؤنث
Bsbs tsts	مؤنث

ويعنى ذلك أنه يمكن إنتاج سلالة من الذرة وحيدة الجنس ثنائية المسكن، تكون فيها النباتات المذكرة bsbs TSts، والمؤنثة bsbs tsts، ويكون النبات المذكر هو المسئول عن تعيين الجنس، لأنه ينتج نوعين من الجاميطات ويؤدى الإكثار من هذه السلالة إلى المحافظة على نفس النسبة الجنسية فى النسل بشكل دائم (عن Burns ١٩٨٣).

ويمكن الرجوع إلى التفاصيل المتعلقة بوراثة الجنس فى النباتات الوحيدة الجنس الثنائية المسكن فى Westergaard (١٩٥٨)، وفى كل حالات انفصال الجنس فى Grant (١٩٩٩)، والوراثة الكمية للجنس فى النباتات – بصورة عامة – فى Meagher (١٩٩٩)

النسبة الجنسية وأهميتها

يعد عدد العقد على الساق – حتى ظهور أول زهرة مؤنثة، أو خنثى فى القرعيات – من الصفات الوراثية الثابتة لكل صنف، وكلما قربت أول عقدة تحمل زهرة مؤنثة، أو خنثى من قاعدة الساق .. دل ذلك على ارتفاع نسبة الأزهار المؤنثة، أو الخنثى إلى الأزهار المذكرة وكل العوامل التى تزيد نسبة الأزهار المؤنثة تؤدى بطبيعة الحال إلى ظهور أول زهرة مؤنثة على عقدة أقرب لقاعدة الساق. وعلى العكس من ذلك .. فإن كل العوامل التى تزيد من نسبة الأزهار المذكرة . تؤدى إلى ظهور أول زهرة مؤنثة على عقدة بعيدة عن قاعدة الساق وترجع أهمية النسبة الجنسية إلى أن الأزهار المؤنثة هى التى تنتج الثمار، وهى تتأثر بحالة النبات، وبالظروف البيئية، ومعاملات منظمات النمو

فكلما كثر عدد الثمار التى يحملها النبات فى وقت واحد .. اتجه النبات نحو تكوين أزهار مذكرة ونجد – بصفة عامة – أن ظروف الحرارة المنخفضة، والإضاءة الضعيفة، والنهار القصير . تؤدى إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة، بينما تؤدى ظروف الحرارة المرتفعة، والإضاءة العالية، والنهار الطويل إلى زيادة نسبة الأزهار المذكرة

وتؤدى معاملة نباتات القرعيات – فى طور مبكر من النمو بالماليك هيدرازيد بتركيز ٢٥٠-٥٠٠ جزء فى المليون، أو بالأوكسينات مثل نفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون، و ٢، ٣، ٥- ثلاثى يوديد حامض البنزويك 2,3,5-triiodobenzoic acid بتركيز ٢٥ جزءا فى المليون - إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة، إلا أن أكثر منظمات النمو تاثيرا فى هذا الشأن هو الإيثيفون Ethephon، حيث تؤدى رشة واحده أو عدة رشات منه بتركيز ١٢٥–٢٥٠ جزءًا فى المليون فى مراحل نمو وتكوين الورقه لحقيقية الأولى حتى الخامسة – إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة الأزهار المؤنثة أو الكاملة، بينما يقل أو ينعدم – ظهور الأزهار المذكرة على العقد الخمس عشرة الأولى، ثم تعود النباتات إلى حالتها الطبيعية بعد ذلك

وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة المحصول المبكر، والمحصول الكلى فى القرعيات، خاصة فى المحاصيل التى تقطف ثمارها وهى صغيرة، مثل الكوسة والخيار، كما يمكن الاستفادة من التأثير الذى تحدثه هذه المعاملة عند إنتاج هجن القرعيات، حيث تعامل نباتات خطوط الأمهات، وتؤخذ البذور من الثمار التى تعقد أولاً (de Wilde ١٩٧١)

وعلى العكس من التأثير الذى تحدثه منظمات النمو إلى سبق ذكرها فإن معاملة القرعيات بنترات الفضة أو بحامض الجبريلليك GA، وبعض الجبريللينات الأخرى يؤدى إلى إحداث زياده كبيره فى نسبه الأزهار المذكرة وتفيد هذه المعامله عند إكثار بذور الأصناف المؤنثة gynoecious، حيث تؤدى إلى جعل هذه الأصناف وحيدة الجنس وحيده المسكن فى مراحل نموها الأولى، وبذلك يمكن أن تعقد الثمار، وتتكون فيها بذور تحمل أجنتها الصفة الوراثية للنباتات المؤنثة لزراعتها تجاريًا وتجدر الإشارة إلى أن هذه الاصناف، إما أنها تعقد بكريًا، فلا تحتاج إلى ملقحات فى الحقول التجارية، وإما أن بذورها تخلط بنسبة ١٠–١٢٪ ببذور أخرى من الصنف ذاته، ولكنها تكون وحيدة الجنس وحيده المسكن، لتوفير حبوب اللقاح اللازمة للتلقيح