الباب الخامس

التكاثر Reproduction

من أهم خواص التكوين development فى الكائنات عديدة الخلايا سواء أكانت نباتات أو حيوانات هى تشكل الخلايا differentiation أو مجموعة من الخلايا إلى أنسجة Tissus تقوم بوظائف معينة ومن المعروف والثابت أن العوامل الوراثية أو الجينات هى التى تتحكم فى هذه العملية نتيجة للتفاعلات البيوكيمو حيوية Biochemical التى تحدث فى الخلية والتشكل فى النباتات أكثر مايشاهد فى جدر الخلايا أما فى الحيوانات فالتشكل من الخلايا الأولية يعطى خلايا مختلفة جداً عن بعضها فبعضها خلايا عصبية والأخرى عضلية وغير ذلك ويجب ملاحظة أن التشكل هى عملية منفصلة عن عملية الانقسام الكروموسومى حيث سبق أن درسنا بالمعمل أن الانقسام الميتوزى يعطى خلايا تحتوى على نفس عدد الكروموسومات ولكن من المعتقد أن عمل الانقسام الخلوى هو المسئول عن التشكل حيث قد يؤدى الانقسام إلى انتاج خلايا متساوية فى محتواها الستيوبلازمى وعلى ذلك من المرجح أن التشكل عبارة عن العلاقة بين النواه والسيتوبلازم .

منشأ النسيج التناسلى :

أحد خواص التشكل هو انعزال النسيج التناسلى عن بقية أنسجة الجسم وعادة ينشأ النسيج التناسلى فى الحيوان والنبات عن خلايا غير متشكله نشأت من الانقسام الميتوزى تنعزل هذه الخلايا عن باقى خلايا الجسم لتكون النسيج التناسلى وتنشأ الغدد التناسلية فى الحيوان . أما فى النبات فالانعزال ليس واضحاً ومحدداً كما هو فى الحيوان .

وحيث أن الكائنات الحية تعيش لمدة محدودة من الزمن ثم تموت كان هناك احتياج لحفظ الحياة واستمرارها أى انتقالها من جيل إلى جيل آخر وهذا يتم عن طريق التكاثر .

والتكاثر عموما نوعان :

١ ــ خضرى أو لاجنسى Vegitative or Asexual reproduction

وفى هذه الحالة ينشأ الفرد عن تجزء جسم الكائن إلى عدة أجزاء ينمو كل جزء منها تحت الظروف البيئية المناسبة ويتشكل إلى فرد تام النمو يشبه الأصل تماما . هذا النوع من التكاثر كثير الحدوث فى النباتات الراقية والدنيئة مثل التطعيم والتعقيل وهذا النوع من التكاثر غير مهم من الناحية الوراثية حيث نجد أن الأفراد الناتجة منه تكون جميعا مايسمى بالأفراد الصنوية أى المتماثلة المتشابه التركيب الوراثى .

٢ ــ تكاثر جنسى Sexual reproduction

هذا هو النوع المهم من الناحية الوراثية وسبق أن ذكرنا أنه عند التشكل تنعزل بعض أجزاء من خلايا الجسم لتكوين النسيج التناسلى أو مايسمى النسيج الجرثومى germplasm وعن هذا النسيج تنشأ الجاميطات أو الخلايا التناسلية germs وهذه كما سبق تنشأ عن نوع الانقسام المعروف باسم الانقسام الميوزى ونواتج الانقسام الميوزى ــ الجاميطات ــ سواء منها المذكر أم المؤنث تحمل كل منها نصف عدد الكروموسومات التى كانت موجودة فى الخلية الأمية . ويتم الاخصاب باتحاد الجاميطه المذكرة مع المؤنثة والتى من نتيجته أن يتكون الزيجوت . أى أن العلاقة بين جيل وآخر فى الافراد ذات التكاثر الجنسى هو زوج الجاميطات وبمعنى آخر الجاميطة هى الارتباط الوحيد بين النسل والأباء أى هى الجسر الذى تمر عليه الحياة من الاباء إلى الأبناء . ومن جهة أخرى نجد الجاميطات هى الاداة الوحيدة التى تنتقل خلالها الصفات الوراثية من الاباء للنسل .

والتكاثر الجنسى ليس مقصورا على الحيوانات والنباتات الراقية بل قد ثبت أنه يوجد أيضا فى البكتريا والفيروسات .

ويوجد فى الحيوانات الراقية نوعان من الجنس هما .

١ ــ الذكر وينتج جاميطات مذكره .
٢ ــ الانثى وتنتج جاميطات مؤنثه .

وفى النبات قد يوجد النسيج التناسلى المذكر والمؤنث على نفس النبات وفى نفس الزهرة أو على مكانين منفصلين أو قد توجد على نباتين مختلفين وفى كل من الأجزاء التناسلية المذكرة والمؤنثة تنتج الجاميطات المذكرة والمؤنثة على التوالى بواسطة الانقسام الميوزى .

تكوين الجاميطات Gamete formation

(ا) تكوين الجاميطات فى الحيوان :

تعرف عملية تكوين الجاميطات المذكرة فى الحيوان باسم Spermatogenesis وهذه تختلف فى تفصيلاتها عن عملية تكوين الجاميطات المؤنثة Oogenesis .

١ ــ تكوين الجاميطات المذكرة Spermatogenesis

قبل بدء النشاط الجنسى للحيوان بمدة تبدأ الخصيه (النسيج التناسلى) سلسلة من الانقسامات تؤدى إلى تكوين الحيوانات المنوية .

أول خطوة من هذه الانقسامات هى من النوع الميتوزى mitosis تتكون فيها خلايا تعرف باسم Spermatogonia وهذه الخلايا توجد فى أنابيب الخصيه وبواسطة انقسام ميتوزى آخر تعطى هذه الخلايا مجموعة ثانية من الخلايا تعرف باسم primary spermatocytes ويجب ملاحظة أن كل من الـ P.S. والـ Spermatogonia تحتوى على العدد الثنائى من الكروموسومات (2n) وبعد ذلك يحدث الانقسام الميوزى وتتكون الـ Spermatids وهذه تحتوى على العدد الاحادى

In وهذه تتشكل لتكون الحيوان المنوى Sperm الذى له القدرة على التحرك . ويتكون الحيوان المنوى من النواة ومحتوياتها فقط . (شكل رقم ٢) .

٢ ــ تكوين الجاميطات المؤنثة Oogenesis

تتكون سلسلة من الانقسامات فى المبيض وتتخصص خلية واحدة من الخلايا وهذه تسمى Oogonia تكبر فى الحجم وتصبح primary Oocyte وهذه يحدث لها الانقسام الميوزى . فالانقسام الاختزالى الأولى يعطى خليتين احداهما صغيرة تعرف باسم الجسم القطبى الأول first polar body والثانية كبيرة وتعرف باسم Secondary Oocyte ثم تنقسم كل خلية إلى خليتين حيث تعطى Secondary oocyte خليتين احداهما كبيرة وهذه تكون البيضه Egg والثانية صغيرة Second polar body وكذلك ينقسم الجسم القطبى الأول إلى خليتين صغيرتين أى أن النهاية وجود ثلاثة أجسام قطبية وهذه تسمى Secondary polar bodies وبيضة واحدة (شكل رقم ٢) .

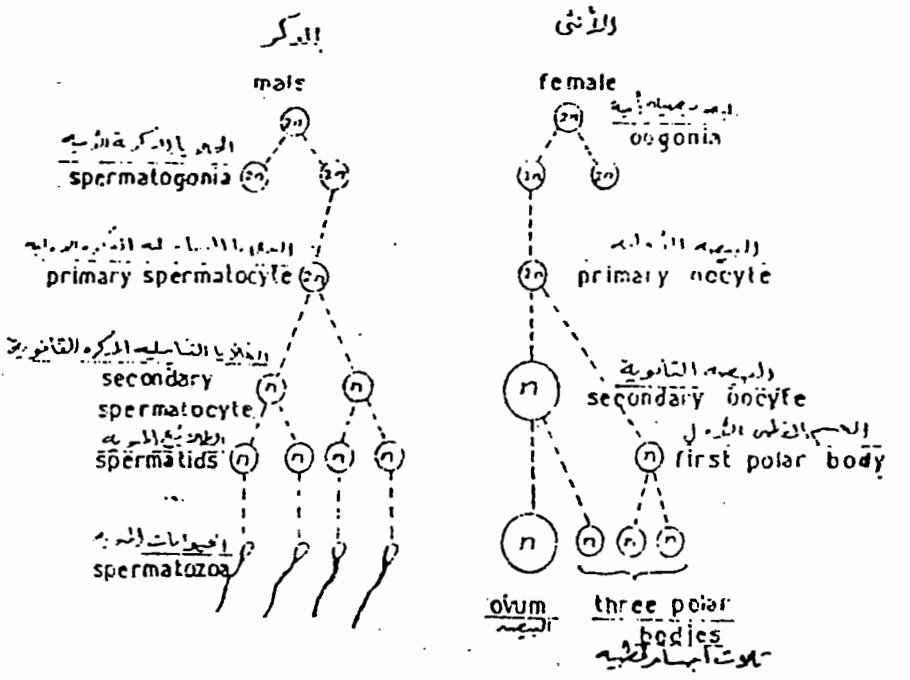
أى أن النتيجة النهائية فى حالة تكوين الجاميطات المؤنثة أن خلية الـ Oogonia الواحدة تعطى بيضة واحدة بينما فى حالة الجاميطات المذكرة فان كل خلية من الـ spermatogonia تعطى أربع حيوانات منوية .

(ب) تكوين الجاميطات فى النبات :

يوجد فى النبات ظاهرة تبادل أو تعاقب الأجيال alternation of generations ويقصد بذلك أنه يوجد فى دورة حياة النبات طوران يختلفان عن بعضهما من حيث عدد الكروموسومات فى كل طور .

١ ــ الطور الاسبوروفيتى Sporophyte

وهذا ينتج عن الزيجوت ويحتوى على العدد الثنائى من الكروموسومات 2n وعن هذا الطور تنتج الجراثيم spores التى تحتوى على العدد الأحادى In من الكروموسومات . .



شكل رقم (٢)

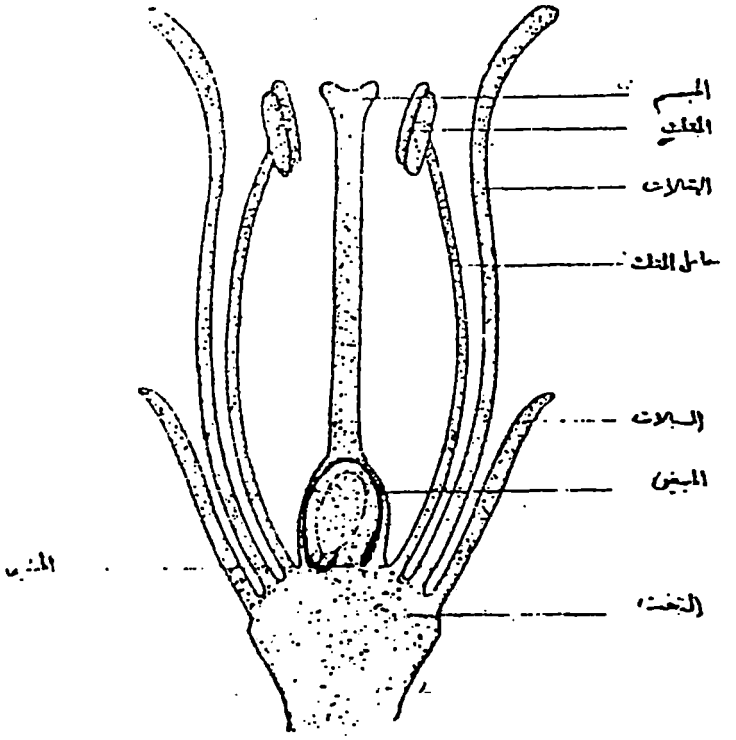
عملية تكوين الجاميطات المذكرة والمؤنثة فى الحيوانات الراقية

٢ ــ الطور الجاميطوفيتى gametophyte

وهذا الطور ينتج من الجراثيم spores ويؤدى إلى تكوين الجاميطات ويحتوى على العدد الاحادى من الكروموسومات 1n . ويختلف طول كل من هذين الطورين تبعا لموقع النبات فى المملكة النباتية ففى الحزازيات Bryophytes الطور الجاميطى أطول الطورين بينما فى السرخسيات Ferns الطور الجاميطى هو الاقصر وفى النباتات الزهرية الطور الجاميطى هو الاقصر ويحتاج فى أغلب الأحيان إلى الميكروسكوب لدراسته .

وتعرف الاجزاء التناسلية فى النبات باسم الزهرة ويوجد بداخلها عادة أعضاء التذكير (الاسدية) وهذه تحمل المتك anthers ويوجد فى وسط المتك كتلة من

الخلايا تسمى Sporongerous cells (شكل رقم ٣) . وهذه تكبر فى الحجم وتكون الـ Microsporocytes كل واحدة من هذه الخلايا تنقسم إلى أربعة خلايا تعرف باسم microspores نتيجة انقسام ميوزى وعلى ذلك تحتوى كل خلية منها



شكل رقم (٣)

شكل تخطيطى لزهرة خنثى من المملكة النباتية

على العدد الاحادى من الكروموسومات . بعد ذلك يبدأ الطور الجاميطوفيتى وفيه تنقسم النواه الموجودة فى الخلية الجرثومية spore (حبة اللقاح) انقساما عاديا إلى نواتين احداهما تعرف باسم النواه التناسلية generative nucleus والأخرى باسم النواه الخضرية Vegetative nucleus وتنقسم الأولى بعد ذلك إلى نواتين تناسليتين .

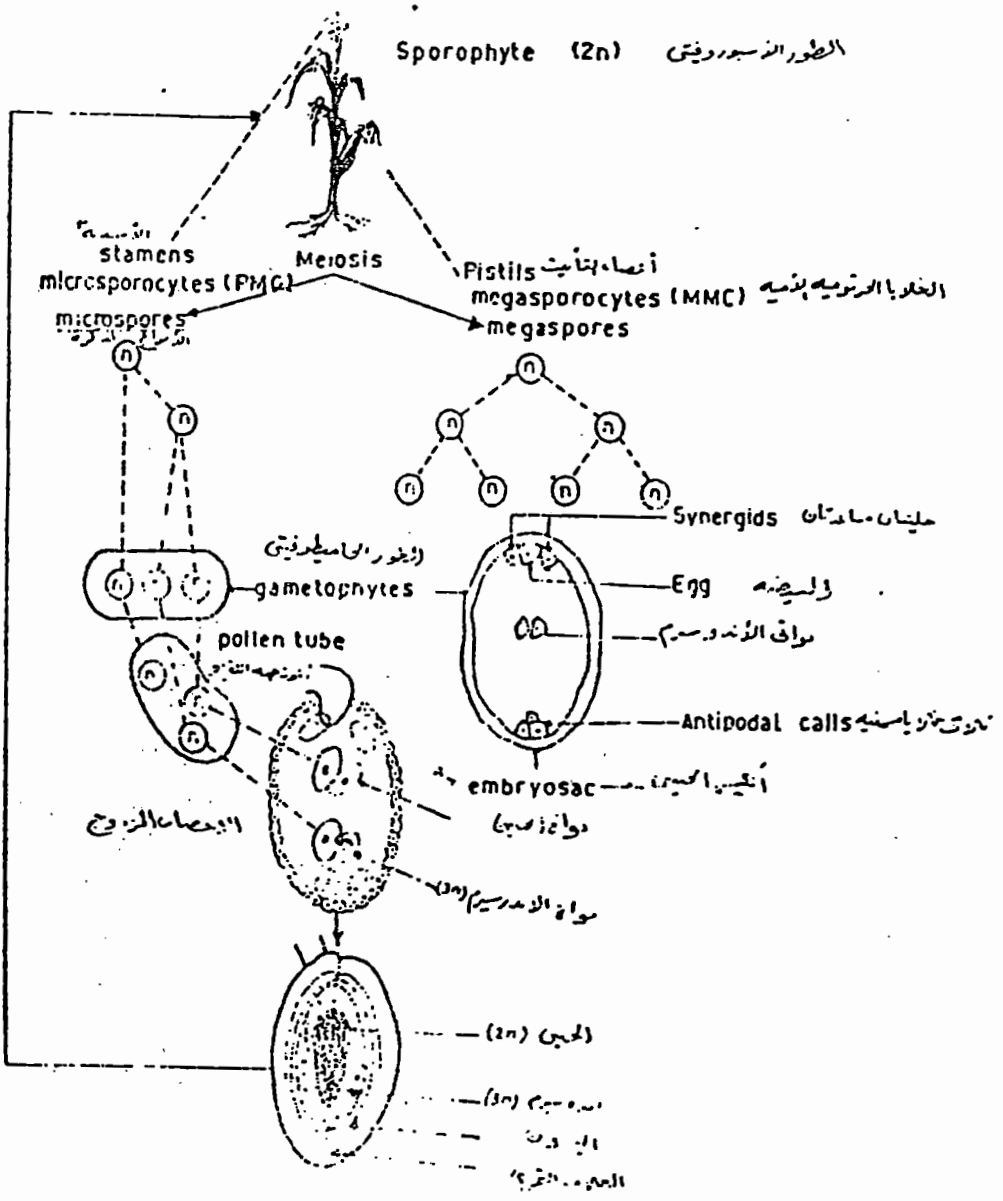
أما أعضاء التأنيث فتتكون من المبيض والقلم والميسم وداخل المبيض توجد بويضة تتكون من جزء وسطى nucellus محاطة بخلايا تكون أغلفة تعرف باسم integuments ويوجد بهذه الاغلفة فتحة النقير microphile . تزداد خلية من خلايا الـ nucellus فى الحجم وتعرف باسم الـ megasporocyte هذه الخلية تنقسم انقساما اختزاليا إلى أربع خلايا تعرف باسم megaspores كل خلية منها تحتوى نواتها على العدد الاحادى للكروموسومات فتتلاشى ثلاثة من هذه الخلايا والخلية الواحدة الباقية تنقسم ثلاثة انقسامات متتالية (ميتوزيه) وتعطى ثمانية نوايا كل منها بالتالى تحتوى على العدد الاحادى من الكروموسومات .

هذه الثمان نوايا موزعة كالتالى ــ خليتان قطبيتان وثلاثة خلايا سمتية antipodal cells والبيضة egg وخليتان مساعدتان Synargids . كما يظهر فى (شكل رقم ٤) .

الاخصـــاب Fertilization

الاخصاب هو اتحاد جاميطة مذكرة اتيه من الأب المذكر مع جاميطة مؤنثة آتية من الأب المؤنث أى أنها تجمع بين العوامل الوراثية الآتية من الأب والأم فى النسل وعلى ذلك فان نصف عدد الكروموسومات يكون آتيا من الأم والنصف الآخر آتيا من الأب وفى النبات توجد خاصية تعرف باسم الاخصاب المزدوج double fertilization .

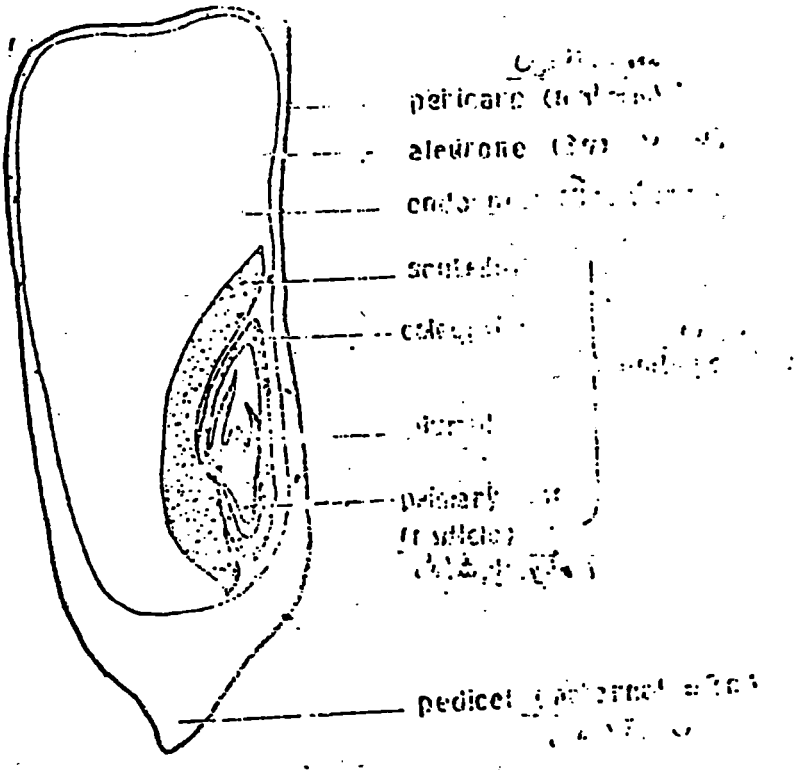
وكما سبق أن ذكرنا أنه عند تكوين الجاميطات المذكرة تنقسم النواة التناسلية generative nucleas إلى نواتين تناسليتين احداهما تخصب البويضة وتعطى الزيجوت ثنائى المجموعة الكروموسومية والثانية تخصب النواتين القطبيتين وتكون نواة الاندروسبرم الثلاثية المجموعة وذلك لأن كل نواة من النواتين القطبيتين تحتوى على العدد الاحادى 1n وتكون النتيجة النهائية بأن الاندوسبرم يكون ثلاثى المجموعة الكروموسومية 3n Triploid (شكل رقم ٤) .



شكل رقم (٤)

عملية تكوين الجاميطات المذكرة والمؤنثة فى النباتات الراقية

لون الاليرون وصفات الاندوسبرم فى حبة الذرة



شكل رقم (٥)
قطاع طولى فى حبة الذرة

تختلف حبوب الذرة كثيراً فى الشكل واللون والخواص الكيمائية والطبيعية تبعا لتركيبها الجينى حيث تتكون الحبة من طبقة خارجية حافظة هى الغلاف الثمرى Pericarp ثم يليها الاندوسبرم وأخيرا الجنين (شكل رقم ٥). بالنسبة للاندوسبرم سبق أن قلنا انه ثلاثى المجموعة الكروموسومية أى تركيبه 3n (بدلا من التركيب الثنائى 2n الخاص بحالة الزيجوت) وهذا ناشىء من اتحاد نواه تناسلية مع النواتين القطبيتين .

وفى الذرة يوجد نوعان من الاندوسبرم بجانب أنواع أخرى .

١ ــ اندوسبرم قرنى flinty وهذا عبارة عن أنسجة قرنية Corneous ومعها قليل من النشا فى وسط الحبة .

٢ ــ اندوسبرم دقيقى floury غالبية الاندوسبرم يتكون من النشا مع طبقة رقيقة من الانسجة القرنية تحيط بالاندوسبرم .

وفيما يلى بعض الأمثلة للتهجينات بغرض تتبع سلوك وراثة الصفات الخاصة بالاندوسبرم .

فعندما أجرى تلقيح بين نبات أصيل بالنسبة للاندوسبرم القرنى مع آخر أصيل نشوى مستخدما القرنى كأب مذكر والنشوى كأم يظهر الجيل الأول كله نشوى .

الأب قرنى × الأم نشوى

نشوى الجيل الأول

وعند إجراء التلقيح العكسى

الأب نشوى × الأم قرنى

قرنى الجيل الأول

وعندما أجرى التلقيح الذاتى لأفراد الجيل الأول فى التلقيحين السابقين كان النسل فى مجموعتى شكل مظهرى ذات اندوسبرم قرنى ونشوى بنسبة ١ : ١ .

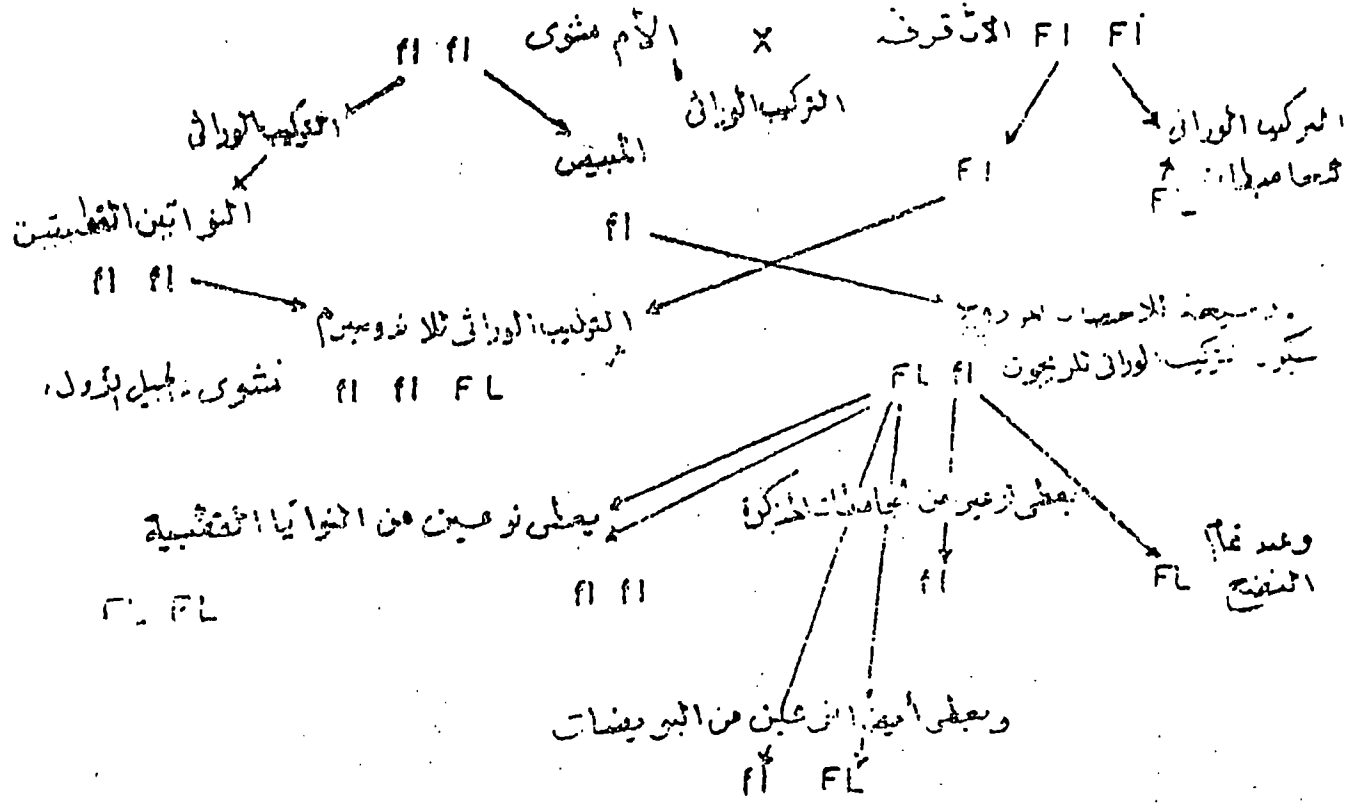
نلاحظ من هذه النتائج اختلاف الشكل المظهرى فى أفراد الجيل الأول فى التهجين الأول عنه فى التهجين الثانى حيث نجد أن الشكل المظهرى لأفراد الجيل الأول بالنسبة للاندوسبرم يتوقف على نوع الأم الداخلة فى التهجين . لكن بالنسبة

للشكل المظهرى فى الجيل الثانى فان التهجينين أعطيا أيضا نفس الاشكال المظهرية ، ولتفهم هذا السلوك سوف نستخدم الرموز الوراثية مع ملاحظة أننا سوف نأخذ فى الاعتبار أن التركيب الوراثى للاندوسبرم سوف يكون ثلاثى التركيب أى ثلاثة جينات معا .

فاذا رمزنا لصفة الاندوسبرم القرنى بالرمز FL والنشوى fl فعلى ذلك الزيجوت الاصيل النقى للاندوسبرم القرنى سيكون تركيبه FL FL والتركيب للاندوسبرم النقى FL FL FL .

وكذلك الحال بالنسبة للنشوى سيكون التركيب الوراثى للزيجوت fl fl وللاندوسبرم fl fl fl وعلى ذلك فى التلقيحين السابقين ممكن توضيحهما كالآتى :ـــ

فى التلقيح الأول الأب قرنى×الأم نشوى أى أن تركيبهما الوراثى هما:ـــ

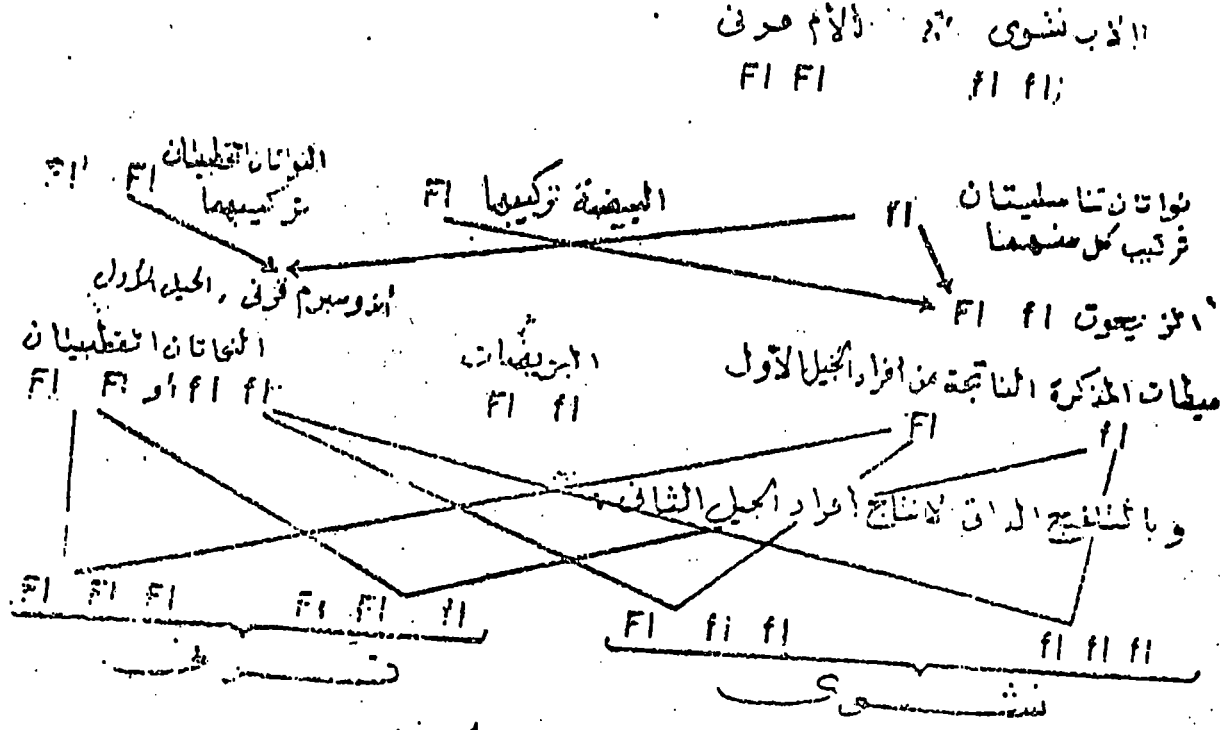

الأم مشوى
×
الأب قرفة
F1 F1
f1 f1
التركيب الوراثي
التركيب الوراثي
التركيب الوراثي
المبيض
F1
f1
الحويصلة الاحصاب لحبوب
التركيب الوراثي للأبوين
f1 f1 FL
مشوى - الجيل الأول
FL f1
يعطي نوعين من الحوايا المتشابهة
f1 f1
يعطي نوعين من الحوايا المختلفة
f1
وعند نمو
المتوج
FL
ويعطي أيضا نوعين من البويضات
f1 FL

وعند تمام التلقيح الذاتى بالجاميطات المذكرة للنوايا القطبية الخاصة بأفراد الجيل الأول تنتج لدينا أفراد الجيل الثانى موزعة كما يلى وذلك بالنسبة لتركيب الاندوسبرم :ـــ

نشوى	قرنى	نشوى	قرنى
FL FL FL	FL fl fl	FL FL fl	fl fl fl

أى أن الاندوسبرم القرنى : النشوى سوف يظهرا بنسبة ١ : ١ .

ويلاحظ هنا أن وجود جرعتان من FL وجرعة واحدة من fl تظهر صفة الاندوسبرم القرنى وإذا وجدت جرعتان من fl وجرعة واحدة من Fl تظهر صفة الاندوسبرم النشوى أى الشكل المظهرى للاندوسبرم يتوقف على عدد الجرعات من كل من FL أو fl فى التركيب الوراثى الخاص به . هذا بالنسبة للتهجين الأول وبالمثل يمكن تتبع تفسير نتائج التهجين الثانى باستعمال الرموز كما يلى :ـــ



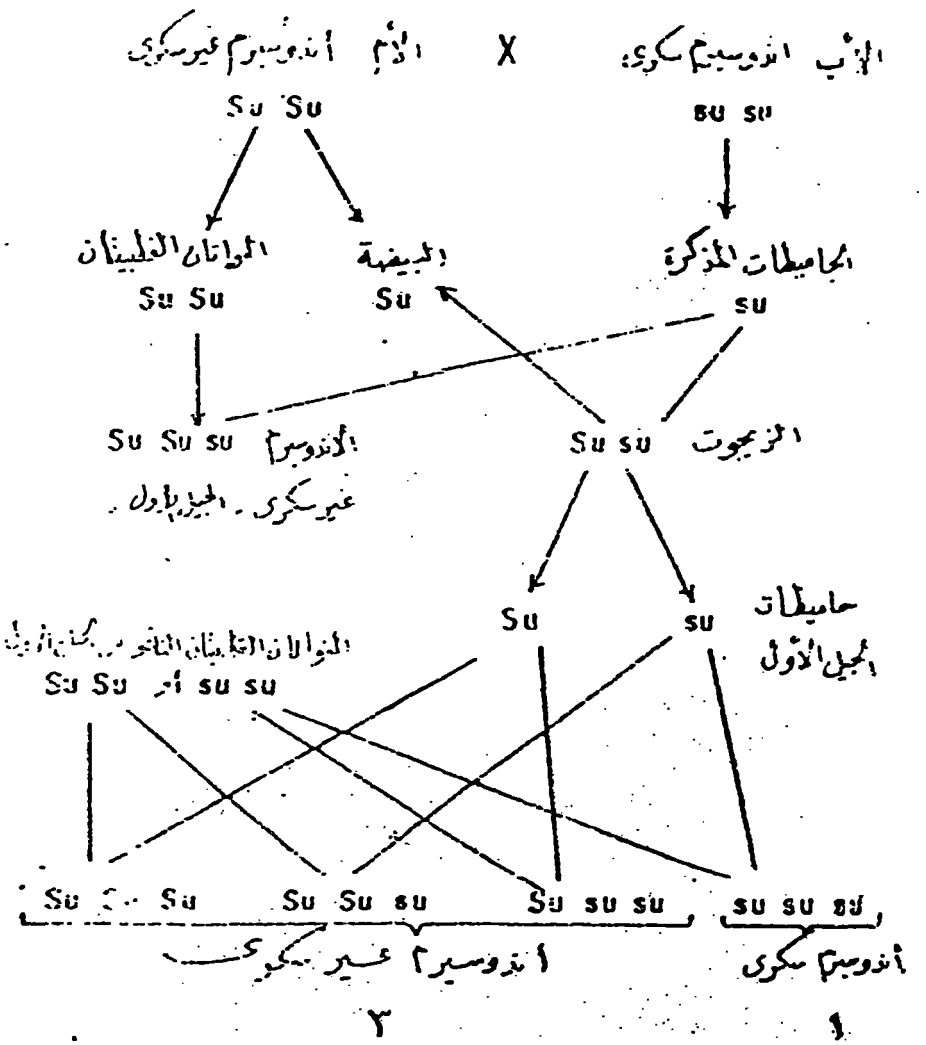
شكل نشوى ١ : انتاج الجيل

هذا يفسر الوضع بالنسبة لوراثة صفتى الاندوسبرم القرنى والنشوى فى الذرة فوجود عاملين وراثيين من نفس التركيب أى جرعتين يؤدى إلى سيادتهما على العامل الثالث وتظهر الصفة أما قرنى أو نشوى تبعا للتركيب الثلاثى للاندوسبرم .

والآن قد نتساءل هل جميع صفات الاندوسبرم تسلك نفس السلوك أم أن هناك صفات أخرى لها سلوك آخر ؟ .

وجد أن هناك حالات أخرى وجود جرعة واحدة فقط من العوامل من الممكن أن تسود على جرعتين وتؤدى إلى اظهار صفتها والمثال على ذلك هى صفة أخرى من صفات الاندوسبرم فى الذرة وهى صفة الاندوسبرم الغير سكرى أو النشوى starchy والاندوسبرم السكرى sugary .

يرمز للاندوسبرم الغير سكرى بالرمز Su والسكرى بالرمز su . فاذا أجرى تلقيح بين نباتات اباء ذكور ذات اندوسبرم سكرى مع أناث ذات اندوسبروم غير سكرى تظهر أفراد الجيل الأول كلها غير سكرية الاندوسبرم وظهر فى الجيل الثانى مجموعتا شكل مظهرى هما غير سكرى وسكرى بنسبة ١:٣ وتفسير ذلك تحليليا كما يلى :ـــ



لون الاليرون فى حبة الذرة :

الاليرون عبارة عن طبقة الخلايا الأولى الخارجية من الاندوسبرم وقد يكون لون الغلاف الثمرى داكنا لدرجة أنه يخفى جميع الألوان التى تحته مثل لون الاليرون أو الاندوسبرم ويظهر تبعا لذلك فقط لون الغلاف الثمرى.

كذلك قد يكون لون الاليرون داكنا لدرجة أنه يخفى لون الاندوسبرم وكذلك إذا كان كل من الاليرون والغلاف الثمرى خالى من الصبغة فان الحبة

تأخذ لون الاندوسبرم وطبعا من الممكن معرفة لون كل نسيج من هذه الأنسجة بسهولة إذا مارفعت أى طبقة من طبقات الانسجة بمفردها وفحص ماتحتها .

الاندوسبرم أما أن يكون أبيض أو أصفر اللون .

أما بالنسبة للاليرون فأما أن يكون قرمزى اللون Pr أو أحمر pr أو عديم اللون وفى الحالة الأخيرة تأخذ الحبة لون الاندوسبرم سواء الأصفر أو الأبيض .

وجد أنه يوجد مجموعة من الجينات الغير اليليه تتحكم فى صفة تلوين الاليرون وهى العوامل $A_1, A_2, A_3, C, Pr. I$ ولكى تتكون الصبغة فى الاليرون يجب وجود جميع هذه العوامل بحالة سائدة أصيلة أو خليطه مع وجود العامل I بحالة متنحية .

أى أنه إذا وجد أى من العوامل السابقة بحالة متنحية مثلا $a_2\ a_2$ أو cc لاتتكون الصبغة على الاطلاق وكذلك الحالة بالنسبة إذا وجد بحالة سائدة I لاتتكون أيضا الصبغة.

فاذا ما توافرت الشروط السابقة ووجد العامل Pr بحالة سائدة يتكون اللون القرمزى وإذا كان pr pr يتكون اللون الاحمر .

ولتفهم وراثة صفة التلوين فى اليرون حبة الذرة من الممكن اختيار حالات التفوق السابق التحدث عنها باختيار صفات معينة وجينات معينة موجودة فى الذرة وسنكتفى بشرح مثالين فقط يوضحان لنا سلوك هذا التفوق على هذه الصفة :ـــ

حالات التفوق السائد المتنحى أو العامل المانع السائد : ١٣ ، ٣

سبق أن درسنا هذه الحالة من التفوق عن توارث لون الريش فى سلالة اللجهورن ووجدنا أن النسبة المندلية فى الجيل الثانى تتحور من ٩ : ٣ : ٣ : ١

إلى النسبة ٣:١٣ فى حالة زوجين من العوامل الوراثية .

فاذا ما قمنا هنا باجراء تهجين بين سلالتين من الذرة كل منهما بيضاء الحبوب وتركيبها الوراثى كما يلى :

الاباء $X\,II\,A_1\,A_1$ $LLa_1\,a_1$

أبيض لوجود I أبيض لوجود $a_1\,a_1$

الشكل المظهرى للجيل الأول $IiA_1\,a_1$

$9 — I — A_1 —$	أبيض	
:		
$3 — I — a_1\,a_1 —$	أبيض	الجيل الثانى
:		
$3 — ii\,A_1 —$	ملون	
:		
$I\ ii\,a_1\,a_1$	أبيض	

أى سوف يظهر فى الجيل الثانى مجموعتا شكل مظهرى احداهما بيضاء والأخرى ملونة بنسبة ٣:١٣ هذه النتيجة نحصل عليها بفرض وجود جميع العوامل الأخرى الخاصة بتلوين الاليرون بحالة سائدة وهذا الشكل المظهرى الملون أما أن يكون قرمزيا إذا ماوجد العامل Pr بحالة سائدة أو أحمراً إذا ماوجد العامل pr بحالة متنحية .

حالة التفوق المتنحى متماثل التأثير أو العوامل المكملة ٩ : ٧

إذا ما أجرى تلقيح بين سلالتين ذرة كل منهما بيضاء ذات تركيب وراثى : $A_1A_1\,a_2\,a_2$ ، $a_1\,a_1\,A_2\,A_2$ وتتبعنا التحليل الوراثى التالى نجد أن :—

أبيض $a_1a_1\ A_2A_2$ × $A_1A_1\ a_2a_2$ أبيض الآباء

ملون $A_1a_1\ A_2a_2$ الجيل الأول

$A_1 - A_2$ —	9	ملون
A_1 — a_2a_2	3	أبيض
$a_1a_1\ A_2$ —	3	أبيض
$a_1a_1\ a_2a_2$	1	أبيض

هذا أيضا بفرض وجود العوامل الأخرى الخاصة بتلوين الاليرون كلها بحالة سائدة ووجود العامل ii بحالة متنحية .

ومن الممكن الحصول على نسب التفوق الأخرى باختيار تهجينات معينة بين سلالات من الذرة ذات اليرون معين وسوف نترك للطالب الاعتماد على نفسه فى تتبع هذا السلوك .