حاجة المحصول الى الماء : The crop needs water

بشكل عام يمكن القول ان معدل ري المحصول عالمياً خلال موسم نموه هو بحدود ٥٠٠ ملم ، غير انه وكما ذكرنا سابقاً ، يتغير هذا الرقم بتغير المحصول وعوامل النمو المتاحة . اذ تختلف نباتات C3 عن C4 وكذلك سرعة معدل النمو وطول موسم النمو وكون المحصول شتوي او صيفي (انظر الجدول اللاحق) .

معدلات النتح من الماء لانتاج وحدة واحدة من المادة الجافة

المحصول	وحدات الماء	المحصول	وحدات الماء
الجت	٨٥٨	الذرة البيضاء	٢٧١
اللوبيا	٥٧٨	الدخن	٢٨٧
القطن	٥٦٢	البنجر السكري	٣٧٧
الحنطة	٥٠٥	البطاطا	٥٧٥
الشعير	٥٢١	البربين	٢٨١
الذرة الصفراء	٣٧١	الحشيش السوداني	٣٨٠

تصنيف مجاميع النباتات بحسب حاجتها للماء :

تصنف مجاميع النبتات بشكل عام الى ثلاث مجاميع حسب درجة حاجتها الى الماء وهي النباتات الصحراوية Xerophytes والمتوسطة التحمل Mesophytes ، والتي تشمل معظم نباتات المحاصيل الخضر والمزروعة ، والنباتات المائية Hydrophytes واهما الرز .

: Reproductire systems

تصنف أنظمة التكاثر في النباتات الى تكاثر جنسي sexual ولا جنسي Asexual . يشمل التكاثر اللاجنسي التكاثر بواحد او اكثر من الوسائل التالية :

١ – بالجذور : كما في البطاطا الحلوى Sweet potatos

٢ – كما في البطاطا الاعتيادية .Irish pot

٣ – بالمدادات (stolons) كما في الثيل

٤ – بالريزومات rhizomes كما في الثيل والمديد وتشمل كذلك (runners)

٥ – بالعقل cuttings كما في قصب السكر

٦ – الأوراق كما في نبات المطاط

التكاثر الجنسي :

يؤدي التكاثر الجنسي الى اختلاق الذرية الناتجة من التزاوج وذلك بسبب حدوث توليفات جينية جديدة نتيجة C.O فيما لا يحدث هذا في التكاثر الخضري فتكون الذرية الناتجة مماثلة للأصل . اذا كانت النباتات ذاتية التلقيح مثل الحنطة والشعير وغيرها فأن الذرية الناتجة مماثلة بصورة كبيرة للآباء المنحدرة منها وذلك اذا كانت homozygons لموقعها الجينية ، غيران ذلك لا

يمنع من ظهور افراد جديدة لكل جيل للسبب آنف الذكر . اما في خلطية التلقيح ، فأن قانون هادري وينبرك (Hardy – wienberg) هو الذي يحكم طبيعة التوازن الجنسي في كل ذرية وذلك بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي ، ومع ذلك فأن ظهور ذريات جديدة هو اكثر حدوثاً مما في ذاتية التلقيح . هنالك افراد تنتج من نوع آخر من التكاثر يسمى التكاثر العذري (apomixes) وهو ان تتحفز خلايا معينه من الكيس الجنيني من دون حدوث اخصاب فتنتج خلايا (2n) لتكون البذور ، وهذه البذور تعطي نفس الذرية من جيل لآخر بسبب عدم وجود C.O خلال مراحل تشكل البذرة . تنتشر هذه الظاهرة في الحشائش لاسيما الجنس Pennisitum والجنس paspalum .

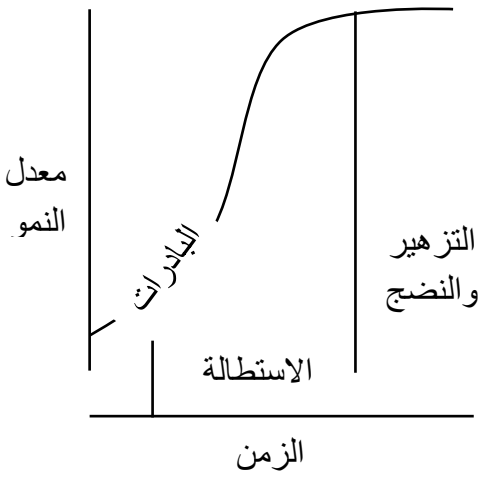
الاخصاب والبذرة :

يسمى سقوط حبة اللقاح على الميسم بالتلقيح ، فيما يطلق الاخصاب على اتحاد النواة الذكرية مع البيضية لانتاج البيضة المخصبة التي تتشكل لاحقاً الى البذرة . اذا كانت البذرة حية ، فأن السويداء تتكون من 3n فيما يتكون جنين البذرة وغلاف البذرة من 2n . بعد سقوط حبة اللقاح على الميسم يحدث الاخصاب ما بين ٢٦ – ٢٨ ساعة من التلقيح ، مع ذلك فأن بعض المحاصيل تحتاج الى وقت اقل من ذلك لحدوث الاخصاب ، اذ وجد ان الشعير تنبت فيه حبة اللقاح بعد سقوطها على الميسم بخمس دقائق فقط ، وتنتقل النواة الذكرية الى الكيس الجنيني خلال ٤٥ دقيقة فقط ! ويكتمل الاخصاب بعد ١٥ ساعة فقط .

Growth & Competition :

يعبر عن النمو بزيادة عدد وحجم الخلايا او زيادة ترسيب مواد غذائية او استبدال خلايا جديدة . وبالنسبة لنمو النبات ـ من غير الانبات والبزوغ ـ هو معدل الزيادة في الوزن الجاف في وقت معين للنبات او وحدة المساحة (غم \ م^{٢} \يوم) او (غم \ نبات \ يوم) . تحدث المنافسة بين أعضاء النبات عند النمو لاسيما بين الطورين الخضري والتكاثري ، ام بين النباتات فتشتد المنافسة كلما زاد عدد النباتات في وحدة المساحة وقلت عناصر النمو مثل الماء والعناصر والضوء . يمكن وصف مراحل نمو النبات : بالبادرات والاستطالة والتزهير والنضج . تبدأ البادرة بالنمو البطيْ ثم تحدث الاستطالة (نمو السريع) وبعدها يدخل النبات الطور التكاثري (التزهير والنضج) حيث تتوقف الزيادة في المادة الجافة . يعبر عن النمو في النبات بالمنحنى الذي يكون على شكل الحرق (S) .

ان من بين العناصر الهامة في نمو النبات وانقسام الخلايا هو عنصر النايتروجين .



تقسم النباتات الى ثلاث مجاميع من حيث طبيعة استجابتها لوفرة N وهي Nitropositive و Nitronegative و Nitronecetral . تتميز الأولى بزيادة نموها الخضري عندة وفرة N ويتأخر تزهيرها ، مثل الحنطة والشعير ومعظم الحشائش والجت والبرسيم . اما الثانية فهي التي يزداد نموها الخضري لكنها تكبر في التزهير مثل الذرة بنوعيها

والدخن والتبغ وزهرة الشمس . اما المحايدة فهي التي يزداد نموها ولكن لا يتأثر موعد تزهيرها .

: Population density & compensation

تؤثر الكثافة النباتية عند زيادتها في طبيعة نمو النبات سواء كان معبر عنها بكمية البذار (كغم \ هـ) مثل الحنطة والشعير او بعدد النباتات في وحدة المساحة مثل الذرة بنوعيها والقطن وزهرة الشمس . ان نباتات زهرة الشمس والذرة بنوعيها لا يمكن ان تعوض عن قلة النباتات في وحدة المساحة باعطاء افرع ، وبذا فأن حاصل النبات قد يزداد قليلاً ، ولكن قبة الكثافة النباتية سوف تقلل الحاصل في وحدة المساحة . اما النباتات المتفرعة مثل الحنطة والشعير والقطن فأن قلة الكثافة النباتية تدفعها الى التفرع اكثر فتعوض بعض الحاصل اكثر في النباتات غير المتفرعة وان الصنف المحسن هو الذي يستجيب للتسميد العالي والكثافة النباتية العالية والري بحسب الحاجة ، اذ يطلق على مثل هذه الأصناف : قابلة للتطبع (adaptable) ، بينما الصنف المحلي هو متطبع adapted فهو لا يستجيب الا بدرجة قليلة للتسميد العالي والكثافة النباتية وزيادة الري . هنالك عاملان رئيسيان يتحكمان بالكثافة النباتية وهما حجم البذور وحجم نباتات الصنف . كلما كانت البذور صغيرة كلما احتاج المحصول وزناً اقل لزراعتها في وحدة المساحة ، وكلما كان حجم النبات كبيراً كلما قلت الحاجة الى عدد البذور في وحدة المساحة . نجد مثلاً ان حجم النبات في الذرة بنوعيها متماثل ، ولكن حبوب البيضاء اصغر من الصفراء فتحتاج بذور من الثانية اكثر . كما ان نبات القطن اكبر من نبات الصويا فتحتاج من الثاني بذوراً اكثر في وحدة المساحة . هذا ولابد من الإشارة الى عامل آخر مهم بالنسبة للكثافة النباتية وهي مدى تحمل طبيعة النبات للمنافسة ، فمثلاً يمكن زراعة ثلاث نباتات من الذرة الشامية في الحفرة الواحدة وتعطي حاصلاً جيداً ، ولكن لا يمكن زراعة نباتين ذرة صفراء في حفرة واحدة لان تحملها للمنافسة واطئ جداً كذلك فأن كثافة البذور متباينة بين الاجناس .

: Plant spacing

استناداً لما ذكرناه ، فأن النباتات التي لا تحمل المنافسة لابدان تزرع على مسافات بين المروز او بين الخطوط (row spacing) وكذلك تحدد المسافة بين النباتات (intra – row spacing) والتي تمثل الكثافة بين الجور (hills) . لو اردنا ان نزرع احد اصناف زهرة الشمس بكثافة نباتية ٧٠ الف نبات \ هـ ، وبمسافة بين الخطوط ٧٥ سم فأنه لأجل تحديد المسافة بين الجور نستخرج الاتي :

$$\frac{70000 \text{ نبات}}{10000 \text{ م}^2} = 7 \text{ نباتات} \backslash \text{م}^2$$

$$\frac{10000 \text{ سم}^2}{7 \text{ نباتات}} = 14258.5 \text{ سم}^2 \text{ من المساحة التي يحتلها النبات}$$

ولأجل معرفة ضلع المستطيل المزروعة عليه النبتات نقسم :

$$\frac{14258.5 \text{ سم}^2}{75 \text{ سم}} = 19.05 \text{ سم المسافة بين جورة واخرى}$$

وبمعرفة عدد البذور في كل كغم واحد من بذور المحصول ، يمكن تحديد كمية البذور اللازمة لزراعة مساحة معينة .

جدول ببعض المحاصيل وعدد البذور في وزن معين

المحصول	بذرة \ غم	المحصول	بذرة \ غم
حنطة الخبز	٣٥	الباقلاء	١
الشعير والشوفان	٣٠	القطن واللوبيا	٨
الذرة الصفراء	٤	العدس	٢٠
الذرة البيضاء	١٥	فستق الحقل	٢
الحمص والخروع	٢	السلجم	٣٥٠
البرسيم	٤٥٠	الرز	٦٠
الثيل	٢٩٠٠	السمسم	٢٢٠
التبغ	١١٠٠٠	زهرة الشمس	١٢

تربية المحاصيل Crop Breeding

ازدادت إنتاجية العديد من المحاصيل المهمة في العالم في الخمسين سنة الأخيرة بنسب عالية ، بشكل عام يمكن القول ان تلك الزيادة جاءت منها ٥٠% من تحسين الأداء الوراثي للاصناف ، ٥٠% من تحسين عمليات خدمة التربة والمحصول . عليه فأن الاهتمام بنوعية البذرة في موضوع إدارة المحاصيل لا يقل أهمية عن تحسين إدارة الحقل . لقد تنوعت أصناف النوع الواحد من المحاصيل لتشمل تحسين عدة أصناف منها تحمل الامراض او الحشرات او مقاومتها ، ومنها لتحسين نوعية البذور الكيمياوية بزيادة البروتين او الزيت او النشا او أي مادة من مواد العقاقير المختلفة . كذلك تحسين الصنف في التجانس الحقلي للحصاد الميكانيكي ولتحمل شدود الجفاف والملوحة القلوية ... الخ .

طرائق التربية :

ان طرائق التربية بشكل عام هي اثنان :

الانتخاب Selection والتهجين Hybridization وفي بعض البرامج يمكن الدمج بينهما الواحدة تلو الأخرى في نفس البرنامج ، وبحسب طريقة التلقيح .

ذاتية التلقيح :

الانتخاب : يقصد به انتقاء نباتات معينة من صنف يحوي تغايرات عالية للصفة المطلوبة فنحصل على تركيب وراثي جديد لتلك الصفة . ان الانتخاب يعتمد على وجود التغاير للصفة ، وبذا فهو لا يخلق تغايرات جديدة في المجتمع النباتي ، ويجب ان يكون موجوداً في الصنف الأصلي وبالانتخاب يزداد التكرار الجيني للنباتات التي تحمل الصفة المطلوبة . يمكن اجمال الانتخاب المباشر (من دون تضريب) في ذاتية التلقيح بطريقتين هما :

Mass selection (الانتخاب الكمي) وانتخاب الخط النقي pure line selection

الانتخاب الكمي :

لنفرض ان المربي يريد ان يزيد عدد الحبوب في وحدة المساحة لاحد أصناف الشعير . لديه صنف فيه تغايرات عالية في طول السنبلة ، فكلما طالت السنبلة ، كلما زاد عدد حبوبها ، فاذا بقى عدد السنابل في وحدة المساحة ثابتاً ، فأن زيادة طول السنبلة سوف تحقق زيادة في عدد الحبوب في وحدة المساحة ، وبذا سوف يزداد حاصل وحدة المساحة . . يزرع الصنف بمساحة كافية وعادة نحتاج الى عشرات الآلاف من النباتات ثم نسير في الحقل عند النضج وننظر الى اطوال السنابل ونضع عليها علامة ، وعند الحصاد ، تجمع السنابل المنتخبة وتفرط حبوبها وتخلط لتزرع في الموسم اللاحق . اذا زرعت في الموسم اللاحق ووجد انه لازالت توجد تغايرات في طول السنبلة نعيد الانتخاب مرة أخرى ، وتسمى هذه دورة انتخاب ثابتة ، واذا كانت التغايرات لا تستحق الانتخاب نتوقف في عمل البرنامج . عند حصولنا على الصنف بهذه الطريقة لا نحتاج الى تقييم الصنف ، لأننا انتخبنا اساساً السنبلة الأطول ، وبذا لانتوقع ان يكون الحاصل اقل ، وبذا ينتهي برنامج الانتخاب بهذه الطريقة .

انتخاب الخط النقي :

فطريقته بنفس برنامج الانتخاب الكمي ولكن كنا نخلط البذور ونزرعها سوية ، اما في هذه الطريقة فعلينا ان نزرع بذور كل نبات في خط Plant – to – row ويطلق عليها اختصاراً (PTR) . ننظر في اللموسم الى خطوط الزراعة ، فاذا كانت متماثلة في طول السنبلة نخلط بذور الخطوط المتميزة للسنبلة ، اما اذا كانت هناك صفات أخرى في الخطوط ، كان يكون بعض الخطوط نباتاتها قصيرة والآخر طويلة او بعض الخطوط مبكرة والأخرى متأخرة ، في مثل هذه الحالة نجمع بذور كل خط على انفراد ونحصل على عدة خطوط نقية كل منها يصلح ان يكون صنفاً جديداً . اما اذا كانت هناك تغايرات في طول السنبلة او لصفات أخرى في نباتات الخط فلابد من إعادة دورة انتخابية أخرى .

الانتخاب في خلطية التلقيح :

عندما انتخبنا في ذاتية التلقيح فأنها من تسميتها ذاتية التلقيح ، اما في خلطية التلقيح فلابد للنبات الذي ننتجه الصفة ان تغلف نورته الانثوية ثم نقوم بالتلقيح الذاتي يدوياً . لو كانت لدينا مثلاً بذور ذرة صفراء ونريد ان ننتخب عرانيص كبيرة من الصنف الخليط الذي يحوي عرانيص طويلة وأخرى قصيرة ، نقوم بتغليف الحريرة قبل تفتحها وعندما تتفتح نغلق نورتها الذكرية حتى اذا أصبحت النورتان جاهزتين للتلقيح الذاتي قُمنا حبوب اللقاح الى الحريرة ثم نعيد تغليفها مرة أخرى حتى لا تتلوث بحبوب لقاح من أصناف او نباتات أخرى . عند النضج ، ننظر الى العرنوص ، فاذا كان طويلاً كما اردناه ، اخذناه ، واذا كان صغيراً تركناه ، ان البذور التي نحصل عليها من التلقيح الذاتي الأول يطلق عليها S1 (selfing) ويمكن ان نعيد الانتخاب والتلقيح عدة دوارت . اذا وضعنا S4 مثلاً وجمعنا بذور النباتات خلطناها وزرنها للتلقيح العشوائي Panmixiq وذلك للتخلص من الجينات الضارة التي تجمعت نتيجة التلقيح الذاتي لخلطية التلقيح . ان البذور الناتجة من التلقيح العشوائي هي بذور الصنف الجديد الكبير العرنوص . يمكن ان تدخل هذه البذور في تجربة حقلية (YT) (Yield Trial) لمقارنتها مع الصنف الأصلي . اما في حالة عدم خلط بذور النباتات وحصلنا على عدة نباتات من بذور S4 فيمكن في هذه الحالة اذا زرعت PTR ان نحصل على سلالات (inbreds) قد تفيدنا في استنباط هجين جديد من المحصول بعد تضريبها بسلالات أخرى مغايرة وراثياً . يكون الصنف الأول الناتج من Panmixiq مفتوح التلقيح open – pollinated وتكون حالته الوراثية (heterozygous). اما بالنسبة للسلالات فهي homozygous لأنها متماثلة المواقع الجينية نتيجة التلقيح الذاتي .

الانتخاب بعد التضريب :

هذا العمل يصح على ذاتية وخلطية التلقيح ، ويكون الهدف منه اساساً الجمع بين صفتين او اكثر مرغوبتين وموجودة كل منها في احد الابوين . فمثلاً اردنا ان نجمع بين سنبلة طويلة (حبوبها عديدة وصغيرة) مع حبة كبيرة من الصنف الآخر فنقوم بالتضريب بين نباتات الصنفين فنحصل على بذور الجيل الأول (F1) (Filial) والاخرة تعني ذرية وعادة يقال عنها F1 generation أي ذرية الجيل الأول . تزرع بذور F1 فنحصل على نباتات F1 نتركها كما هي ثم نأخذ بذورها (F2) نزرعها لنحصل على نباتات F2 وهي اشد الأجيال تغايراً ثم نستخرج منها النباتات التي تعجبنا بحسب موصفات ، ونستمر بها لعدة أجيال حتى اختفاء التغايرات بين النباتات المنتخبة .

اذا كان المحصول الذي تم التضريب والانتخاب عليه من ذاتية التلقيح وزرعنا ذرية كل نبات في خط ، فأن طريقة الانتخاب هي انتخاب الذرية Pedigree selection اذ نخلط بذور كل خط اذا كان متميزاً عند الخطوط الأخرى . اما اذا لم تنتخب ابداً واركنا بذور الأجيال بمجرد ان نحصد ونزرع الى الجيل السادس F6 وأنتخبنا الخطوط الجيدة وخلطناها فأننا سوف نحصل على صنف جديد كذلك ولكن الطريقة تسمى : الانتخاب التجميعي Bulk selection اما اذا كان المحصول خلطي التلقيح ، فأن الخطوط التي نحصل عليها لابد ان تلقح ذاتياً يدوياً في كل جيل فنحصل على سلالات ، فاذا شخصنا سلالات جيدة وضربناها مع بعضها ~ سلالات أخرى مغايرة وراثياً فسوف نحصل على هجين ، فاذا خلطنا بذورها بكميات متساوية من ١٠ – ١٥ هجيناً او اكثر وتركنها للتزاوج العشوائي فأننا سوف نحصل على صنف تركيبي synthetic ، واذا ابقينا على الذريات كما هي فهي عبارة عن سلالات . اذا اعيدت عملية الانتخاب مرة أخرى بنفس المبدأ ، وبعد التزاوج العشوائي فأن الانتخاب يسمى بالانتخاب التكراري Recurrent selection ومنه يمكن الحصول على صنف او اكثر مفتوح التلقيح (مُحسَن) او سلالات .

الأصناف التركيبية والهجن :

هذه الأصناف والهجن لا تكون الا في نباتات محاصيل خلطية التلقيح . ذكرنا في الصنف التركيبي ينتج بعد حصولنا على عدة هجن جيدة ، وهذه الهجن يجب ان تكون متماثلة في الارتفاع والنضج ولون البذور ، ففي هذه الحالة نأخذ كميات متساوية من بذور تلك الهجين ونخلطها ونزرعها للتزاوج العشوائي ، والبذور الناتجة من هذا التزاوج هي بذور الصنف التركيبي . يكون الصنف التركيبي في حالة اتزان جيني (gene equilibrium)) بحسب قانون هاردي – واينبرك الذي ينص على انه في مجتمع كبير يتزاوج عشوائياً وليس فيه انتخاب ولا طفرة من والى المجتمع ، فأن التكرار الجيني يبقى ثابتاً في الصنف للأجيال اللاحقة . ان هذا القانون أساسي جداً لمربي النبات عند انتاجه الصنف مفتوح التلقيح او تركيبي .

اما الهجين فأنه ينتج من تضريب اثنين او اكثر من السلالات الجيدة في قابلية الاتحاد الخاصة ويزرع لجيل واحد (F1 فقط) وبعدها ينعزل في الجيل الثاني (F2) ويفقد مقدار 1/n من قوة الهجين ، حيث تمثل n عدد السلالات الداخلة في انتاج الهجين . اذا كانت سلالتين فقط فأنه يفقد ½ قوة الهجين وان كانت ثلاث او اربع فأنه يفقد 1/3 و ¼ قوة الهجين ، بالتتابع ولجيل واحد فقط ، ثم يبدأ المجتمع بالاتزان الجيني مرة أخرى (F3 صعوداً) .

استنباط السلالات :

تستنبط السلالات من التلقيح الذاتي والانتخاب لعدة أجيال ، وعادة الى الجيل السادس (F6) . يبدأ العمل على انعزالات من F2 صعوداً او صنف مفتوح التلقيح ، يزرع وتنتخب نباتات جيدة في النمو والحاصل وتلقح ذاتياً ، وهكذا لغاية S3 . بعدها تزرع وتضرب بطريقة تسمى التضريب القمي top crossing وذلك باستخدام صنف مفتوح التلقيح او هجين ، تزرع التضريبات القمية في الجيل اللاحق والتضريب الذي كان اداؤه جيداً نعود الى بذوره (S3) ونستمر بتلقيحها الى الجيل F6 .تسمى الصفة المختبرة لها السلالات بهذه الحالة باختبار قابلية الاتحاد العامة general combining ability = GCA وهي تدل على مقدرة السلالات في الاتحاد (بالتضريب) مع سلالات أخرى لانتاج الهجين ، فاذا بلغنا (F6) نقوم الخطوة اللاحقة وهي اختبار السلالات لقابيلة الاتحاد الخاصة specific combining ability = SCA) التي تمثل مقدرة سلالة على الاتحاد مع سلالة خاصة معينة لانتاج الهجين المطلوب

تجارياً (elite hybrid) اذ انه يمكن انتاج هجن عديدة من تضريب عدة سلالات ولكنها لا تكون بالمستوى التجاري المطلوب فتترك لأنها ليست مميزة (elite) . عادة تكون قوة الهجين بحدود ٤٠% - ٥٠% اعلى من الصنف المفتوح التلقيح الشائع في المنطقة ، وفي نفس الوقت فان قوة الهجين يجب ان تكون بحدود ٣٠٠% - ٥٠٠% اعلى من اعلى الابوين حتى تكون فعلاً (elite) . يتم اكثار بذور السلالات في حقل معزول (isolated nursery) . بحيث تتزاوج نباتات السلالة فيما بينها فقط من دون حبوب لقاح غريبة اما الهجين فيتم انتاجه بزراعة خط واحد اب الى خطين او ثلاث ام ، فاذا كانت الام عقيمة فتترك تتلقح فيما بينها من الإباء الحقيقية ، وان كانت الأمهات خصبة فلابد من تدخل الانسان ليقوم بإزالة نوراتها الذكرية يدوياً او ميكانيكياً ، حتى يمكن ان تتلقح بحبوب لقاح نباتات الاب وليس من حبوب لقاحها ، وتسمى عملية إزالة النورات الذكرية من النباتات الام للذرة الصفراء (detasseling) .