ويختلف محتوى الذرة السكرية من السعرات الحرارية حسب مرحلة النضج؛ لأن محتواها من المواد الكربوهيدراتية يزداد – تدريجيًّا – من بداية مرحلة النضج اللبنى (بداية مرحلة النضج الاستهلاكى) إلى نهاية مرحلة النضج العجينى (نهاية مرحلة النضج الاستهلاكى لبعض أغراض التصنيع). وتبلغ الزيادة خلال تلك الآونة حوالى ٤٠ سعرًا حراريًّا/١٠٠ جم من الحبوب. وتتباين أصناف الذرة السكرية كذلك فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية فى نفس مرحلة النضج (Watt & Merrill ١٩٦٣).

وتعد الذرة السكرية فقيرة – عمومًا – فى محتواها من الحمضين الأمينيين الضروريين: الليسين lysine، والتربتوفان tryptophan، وتستثنى من ذلك مجموعة من الأصناف تسمى الذرة العالية الليسين high lysine corn، والتى تحتوى على الجين opaque 2، وتتميز بارتفاع محتواها من هذين الحمضين الأمينيين (عن Arthey ١٩٧٥).

وتعتبر الذرة السكرية غنية نسبيًّا فى الدهون، التى يسود فيها حامضى اللينولنك linolenic (٥٠٪)، والأوليك oleic (٣٠٪). ويعد المحتوى الدهنى المرتفع لحبوب الذرة السكرية سببًا رئيسيًّا لتزنخ المنتجات المصنعة منه.

الوصف النباتى

نبات الذرة السكرية عشبى حولى (شكل ٦–١).

الجذور

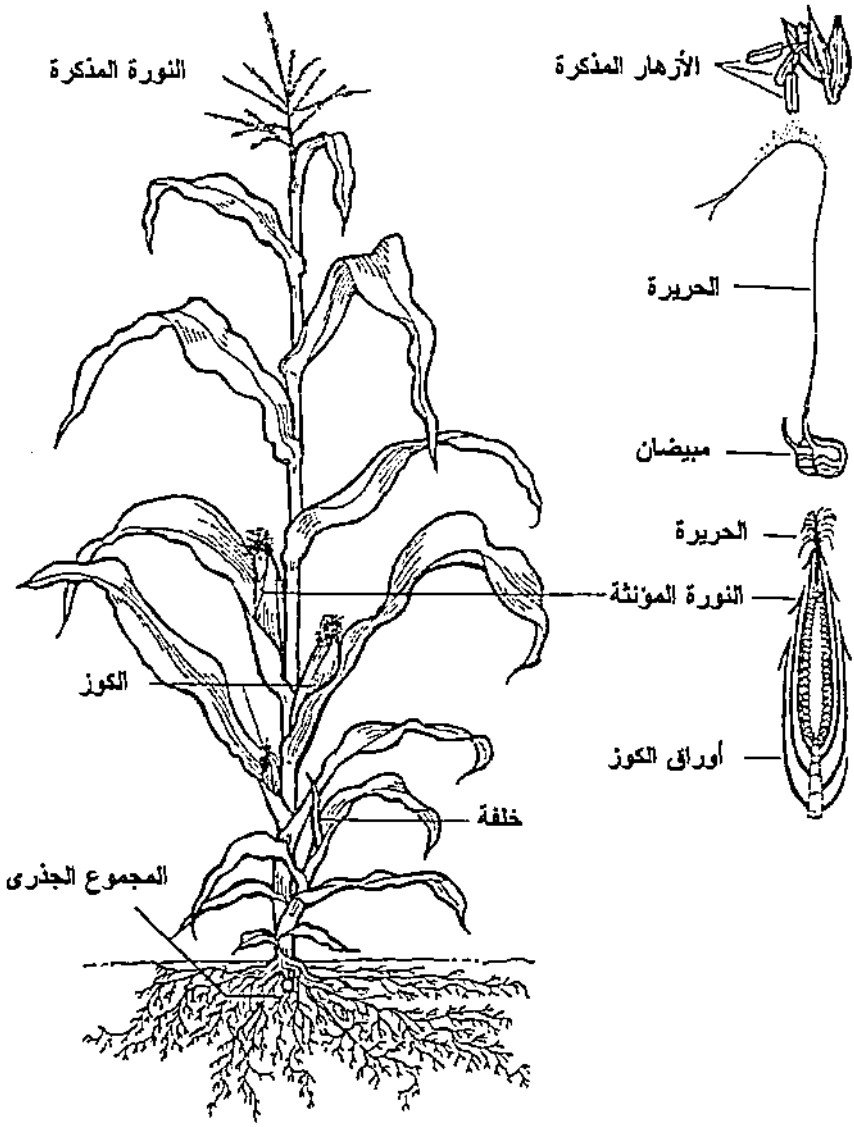
يتكون المجموع الجذرى للذرة السكرية من نوعين من الجذور العرضية، هما:

١ – جذور ماصة absorbing roots:

تنشأ هذه الجذور من قاعدة الساق الجنينية، وهى شديدة التفرع، وتمتد – أفقيًّا – لمسافة ١٢٠–١٥٠ سم من قاعدة النبات، وتتعمق فى التربة لمسافة ١٩٠–٢٤٠ سم.

٢ – جذور مساعدة buttress:

تنشأ هذه الجذور أسفل العقدتين الأولى والثانية للساق، وتظهر فوق سطح التربة على شكل سوار، وتتجه نحو التربة وتتعمق فيها، وبذا .. فإنها تؤدى وظيفتين، هما: تدعيم النبات وتثبيته فى التربة، وزيادة الجذور الماصة. يتميز الجزء الهوائى من هذه الجذور بصلابته وبالتكوين الجيد لخلاياه الاسكلرونشيمية.



شكل (٦-١): الشكل العام لنبات الذرة (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الساق

يتراوح طول ساق الذرة السكرية من ١٥٠-٢٥٠ سم حسب الأصناف، وهى غير متفرعة فيما عدا النورات المؤنثة التى تنتج الكيزان، والتى تعد بمثابة فروع جانبية

للساق، وتظهر كذلك خلفات sucers أو tillers بجانب النباتات، تعد بمثابة فروع للساق تنشأ فى آباط أوراق العقد السفلية.

ومع بلوغ بادرة الذرة السكرية ١٢,٥-٢٥ سم طولاً، يكون قد تكون بها بالفعل - غالبًا - جميع أورق النبات، وبراعمه، وسلامياته، وجميع فروع النورة القمية.

تزداد السلاميات الحديثة طولاً وقطرًا لفترة، وبعد أن تصل إلى أقصى قطر لها تستمر فى الزيادة فى الطول فقط لفترة طويلة، وتكون أكبر الأنسجة عمرًا فى الجزء العلوى من السلامية. وتحدث الزيادة فى طول السلامية نتيجة للنشاط الانقسامى لنسيج ميرستيمى (إنشائى) يوجد عند قاعدتها. وإذا ما حدث انحناء لساق النبات لأى سبب كان بعد اكتمال نموه الطبيعى فإن خلايا الجزء السفلى من النسيج الميرستيمى تبدأ فى النشاط من جديد ليعاود النبات اعتداله.

الأوراق

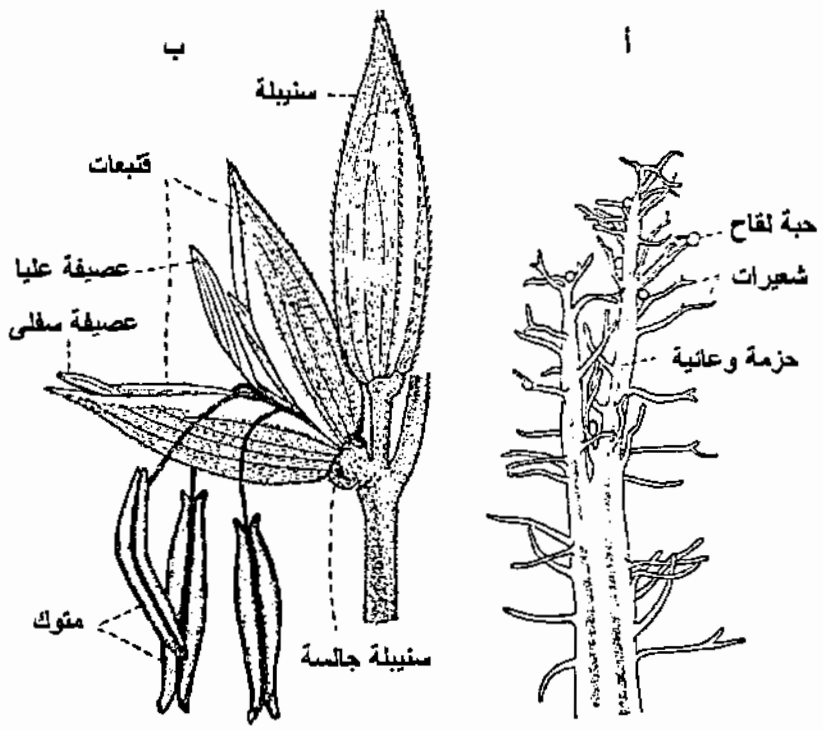
تحاط الأوراق الجنينية - عند إنبات البذور - بالأغماد التى تدفع طريقها خلال التربة، وتعوق نمو الأوراق داخلها إلى أن تصل إلى سطح التربة وتتعرض للضوء، حيث يتوقف نموها - حينئذٍ - وتنمو الأوراق التى توجد داخلها ثم تبرز منها.

تتكون كل ورقة من غمد sheath، ولسين ligule، ونصل blade. يشكل الغمد الجزء القاعدى للورقة، وهو ينشأ عند العقدة ويلتف حول الساق لمعظم طول السلامية. ويتصل اللسين بقمة الغمد، ويلتف هو الآخر بقوة حول الساق، ويمنع دخول الماء بين الغمد والساق. أما النصل .. فيكون طويلاً نسبيًا، وذا طرف مدبب، وتعريق متواز بطول الورقة، مع عرق وسطى كبير نسبيًا يمتد بطول الورقة. وتحمل الأوراق متبادلة على الساق.

النورات والأزهار

يعتبر نبات الذرة وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious؛ نظرًا لأن النبات الواحد يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة، وتحمل الأزهار المذكرة فى نورة طرفية، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى نورات إبطية.

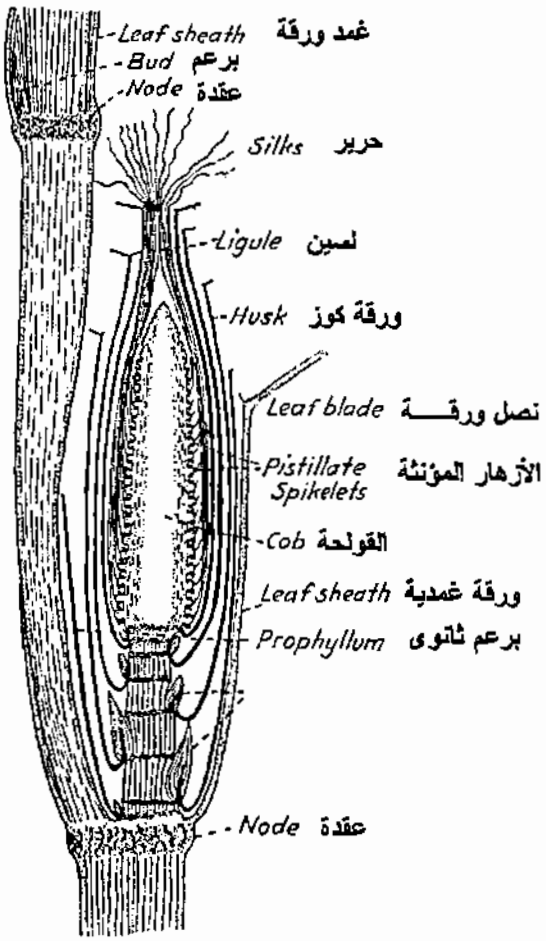
تعرف النورة المذكرة باسم الشرابة tassel، وهى تحتوى على عدد كبير من الأزهار، يتكون كل منها من غلاف زهرى مختزل، وثلاث أسدية، ومتاع أثرى. وتعتبر النورة المذكرة نورة دالية panicle تحمل فى نهاية الساق، وتتكون من سنبلة وسطية، وعديد من الفروع الجانبية فى ترتيب حلزونى. وتعد السنبلة الوسطية امتدادًا للساق الرئيسى للنبات، وهى تحمل أربعة صفوف أو أكثر من السنيبلات المزدوجة، بينما تحمل الفروع الجانبية صفين – فقط – من السنيبلات المزدوجة، تكون إحداهما معنقة والأخرى جالسة (شكل ٦–٢). وتحمل كل سنيبلة مذكرة زهرتين: تكون إحداهما أثرية، وتحاط زهرتا كل سنيبلة بقنابتين، يطلق عليهما اسم قتبعتين glumes.



شكل (٦–٢): (أ) طرف الحريرة، و (ب) زوج من السنيبلات المذكرة.

تُحمل النورة المؤنثة (شكل ٦–٣) فى طرف أحد الفروع الجانبية قريبًا من وسط الساق. وتلك الفروع تكون قصيرة جدًا بسبب قصر السلاميات. وعند كل عقدة من الفرع الحامل للنورة تتكون ورقة واحدة تكون خالية من النصل، وبسبب تقارب العقد فإن

أغماد تلك الأوراق تلتف حول بعضها لتكون ما يعرف بأوراق الكوز husk (عن Jones & Roza ١٩٢٨).



شكل (٦-٣): قطاع طولى فى نورة مؤنثة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

تعتبر النورة المؤنثة سنبلة متضخمة، تحمل عددًا زوجيًا من صفوف السنيبلات، ويوجد بكل منها زوج من الأزهار. ويتوقف نمو الزهرة السفلى منهما مبكرًا عادة؛ وبذا تتكون حبة واحدة بكل سنيبلة، ومن ثم تظهر الحبوب على الكوز فى عدد زوجى من الصفوف. ويحدث فى بعض الأصناف أن تكون زهرتا السنبلة خصبتين، وأن تعطى كل منهما حبة، ويؤدى ذلك إلى أن تصبح الحبوب شديدة التزاحم ولا تنتظم فى صفوف،

وتوجد هذه الحالة فى الصنف كنترى جنتلمان Country Gentleman. وتغلف زهرتا كل سنيبلة بقنبعتين كما فى النورة المذكرة. والزهرة المؤنثة سفلية وحيدة التناظر. تغلف كل زهرة – فى السنيبلة – بقنابتين، تكون السفلى منهما خارجية، وتعرف بالعصيفة السفلى lemma، بينما تعرف العليا بالعصيفة العليا palea. يكون الغلاف الزهرى مختزلاً، ويمثل عادة بحرشفتين صغيرتين، تعرفان باسم فليستين Lodicules. تتكون الزهرة من متاع علوى، وطلع أثرى. يتكون المتاع من كربلة واحدة يحتوى مبيضها على بويضة واحدة وقلم قصير ينتهى بميسم مسطح طويل متفرع – بالقرب من قمته. تشكل المياسم – معًا – ما يعرف باسم الحريرة silk (شكل ٦–٢) التى تبرز من قمة الكوز؛ لتتلقى حبوب اللقاح التى تسقط عليها بفعل الجاذبية الأرضية أو محمولة على الهواء. ويستقبل الميسم حبوب اللقاح بامتداد طوله حتى ٢,٥–٥ سم من المبيض.

وقد تظهر – أحيانًا – نباتات تحمل نورات مذكرة فقط، كما قد تظهر فى أحيان أخرى نباتات تحمل أزهارًا مؤنثة فى السنبيلات الوسطية بالنورة المذكرة، أو نباتات تحمل أزهارًا مذكرة بالقرب من قمة النورة المؤنثة. وتنتج الخلفات نورات مذكرة فقط عادة .. إلا أنها قد تنتج نورات أيضًا فى أحيان قليلة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

التلقيح

التلقيح فى الذرة خلطى بالهواء، ويعتبر النبات مبكر الذكورة protandrous؛ نظرًا لأن حبوب اللقاح تنضج وتنتثر قبل استعداد المياسم لاستقبالها، ولكن يحدث نحو ٥٪ من التلقيح الذاتى بسبب وجود بعض التداخل بين موعدى نضج النورتان المذكرة والمؤنثة.

تظهر النورة المذكرة كاملة قبل أن تتفتح أية زهرة منها، وتكون أولى الأزهار فى النضج هى تلك التى توجد فى منتصف السنبلة الرئيسية، ثم تتبعها الأزهار التى توجد – أعلى وأسفل منها – على نفس المحور. ويبدأ بعد فترة وجيزة تفتح الأزهار التى توجد على السنابل الفرعية للنورة بنفس النظام السابق. وتكون آخر الأزهار تفتحًا .. هى تلك الأزهار التى توجد فى قمم وقواعد السنابل الفرعية.

يبدأ انتثار المتوك من حبوب اللقاح – عادة – عند شروق الشمس، ويستمر لساعات

قليلة. وتكون أولى الأزهار – فى نثر حبوب اللقاح – بكل زوج من السنيبلات هى الأزهار العلوية منها.

تجف حبوب اللقاح وتفقد حيويتها سريعًا بعد انتثارها، خاصة عندما تزيد الحرارة عن ٣٠°م، مع انخفاض الرطوبة النسبية. وحتى فى الظروف الجيدة .. فإن حبوب اللقاح يمكن أن تفقد حيويتها فى خلال ٣–٤ ساعات (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

يستمر انتثار حبوب اللقاح من النورة الواحدة لمدة ٢–١٤ يومًا، بمتوسط قدره نحو سبعة أيام، ويكون أقصى معدل لانتثار حبوب اللقاح فى اليوم الثالث من تفتح النورة. ينتج كل متك نحو ٢٥٠٠ حبة لقاح، وتنتج السنيبلة الواحدة نحو ١٥٠٠٠ حبة لقاح، ويكون إنتاج النورة كلها من ٢–٥ ملايين حبة لقاح. ويعنى ذلك أنه يتم إنتاج نحو ٢٠–٣٠ ألف حبة لقاح لكل حريرة من الميسم. ولذا .. فإن إنتاج اللقاح يكون – دائمًا – كافيًا لإخصاب جميع البويضات فى النورة المؤنثة. وتنتثر حبوب اللقاح بالهواء، كما تسقط بالجاذبية الأرضية من النورة المذكرة على حريرة النورة المؤنثة.

أما فى النورة المؤنثة .. فإن أولى السنيبلات تكونا، هى تلك التى توجد فى قاعدة النورة، وهى التى تظهر مياسمها أولاً، ويكون ذلك بعد نحو ٢–٣ أيام من بدء انتثار حبوب اللقاح من النورة المذكرة فى نفس النبات. وتظهر جميع المياسم من الأوراق المغلفة للنورة المؤنثة – فى غضون ٣–٥ أيام – فى الظروف البيئية المناسبة، ويمكن للمياسم أن تتلقى حبوب اللقاح لمدة ١٤ يومًا ابتداءً من وقت ظهورها.

وعندما تسقط حبوب اللقاح على المياسم (الحريرة) .. فإنها تحتجز بين شعيراتها اللزجة، وتنبت فى الحال. ويحدث الإخصاب بعد حوالى ١٢–٢٨ ساعة من التلقيح. ويتطلب ذلك نمو أنبوبة اللقاح لمسافة ٢٥ سم فى أطول المياسم، وهو ما يعنى أن سرعة النمو تكون عالية للغاية. تجف المياسم بعد الإخصاب .. أما إذا لم يحدث التلقيح .. فإنها – أى المياسم – تستطيل بشكل غير عادى، وتصبح قابلة للتقصف.

مع وصول الأنبوبة اللقاحية إلى الكيس الجنينى فإنها تنفجر، وينطلق منها نواتين ذكريتين، تندمج إحداهما مع نواة البيضة لتكونا معًا الزيجوت، وتندمج النواة الأخرى

مع إحدى النوايتين القطبيتين، ثم تندمج النواة الثنائية الناتجة مع النواة القطبية الأخرى ليكونا جميعًا نواة الإندوسبرم الثلاثية. ومن عديد من حبوب اللقاح التى تنبت داخل الحريرة وتنمو داخلها، فإن واحدة منها فقط هى التى تدخل الكيس الجنينى. هذا .. وتبلغ المسافة التى يكون على حبة اللقاح قطعها داخل الحريرة حتى تصل إلى الكيس الجنينى حوالى ١٥٠٠ ضعف قطرها.

تحدث معظم عمليات التلقيح فى الهواء الساكن بواسطة حبوب لقاح النباتات المجاورة. أما عند اشتداد الرياح .. فإن حبوب اللقاح يمكن أن تحمل لمسافة ٥٠٠ متر (Purseglove ١٩٧٢، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

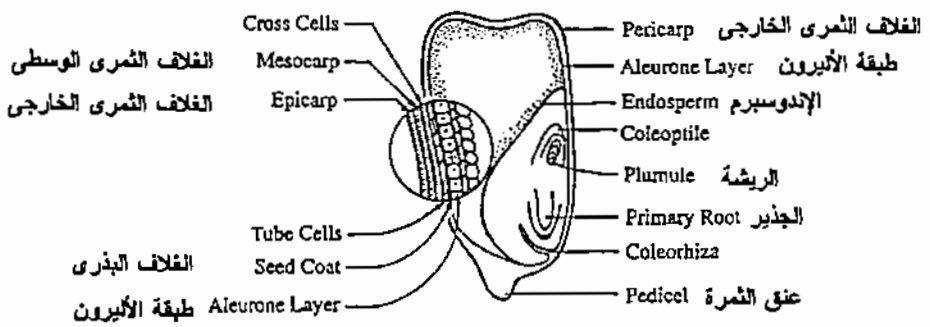
الثمار والبذور

إن ثمرة الذرة برة (يطلق عليها اسم caryopsis)، وهى الحبة، أو ما يعرف – مجازًا – باسم "البذرة"، وهى مبططة من الجانبين؛ بسبب الضغط الذى يقع عليها أثناء تكوينها من الحبوب الأخرى التى تقع على جانبيها. وتبدو الحبة مقعرة من أحد جانبيها، وهى مثلثة الشكل تقريبًا، حيث تكون أعرض عند قمتها عنها عند قاعدتها. تتكون الحبة – أساسًا – من الإندوسبرم الذى يحيط بالجنين، كما يحاط الإندوسبرم – بدوره – بطبقة الأليرون aleurone layer، ونسيج الغلاف الثمرى الخارجى pericarp، وهو نسيج أمّى رقيق يتكون فى الذرة السكرية من نحو خمس طبقات من الخلايا، مقارنة بنحو ٢٠ طبقة فى الذرة الفيشار، ويكون جنين البذرة على أحد جانبى الحبة بالقرب من قاعدتها (شكل ٦–٤). يشكل الإندوسبرم حوالى ٨٥٪ من وزن الحبة، وهو مصدر الغذاء للجنين عند الإنبات، بينما لا يشكل الجنين أكثر من ٥٪ من الحبة.

تكون حبة الذرة السكرية إما بيضاء أو صفراء اللون، وفى بعض الأصناف قد توجد حبوب بيضاء وأخرى صفراء فى نفس الكوز. وفى بعض الطرز الأخرى التى تستعمل لأغراض الزينة تتراوح الألوان بين الأحمر إلى الأزرق الداكن الضارب إلى السواد (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

يطلق مصطلح زنيا xenia على ظاهرة تأثير بعض صفات الأب على إندوسبرم البذور نتيجة للتلقيح الخلطى بين نباتات مختلفة وراثيًا فى صفات الإندوسبرم. فمثلاً .. إذا

لُقح نبات يحمل صفة الإندوسبرم الأبيض بحبوب لقاح نبات يحمل صفة الإندوسبرم الأصفر، فإن الإندوسبرم الذى يتكون فى حبة الذرة يكون أبيض اللون، بسبب السيادة الجزئية لصفة الإندوسبرم الأصفر على الإندوسبرم الأبيض، على الرغم من مساهمة الأب بنواة واحدة (النواة الذكرية بحبة اللقاح) مقابل نواتان هما مساهمة الأم (نواتا الإندوسبرم بالكيس الجنينى).



شكل (٦-٤): قطاع طولى فى حبة الذرة.

وبينما تكون بعض التغيرات فى خصائص الإندوسبرم - كنتيجة لظاهرة الزنيا - مرغوبة ومقصودة، فإن تغيرات أخرى كثيرة تكون ضارة وتؤثر سلبيًّا على نوعية الحبوب، حيث قد يتغير لون الحبة ووزنها، ووزن الجنين، ومحتوى المواد الصلبة الذائبة، والمحتوى الرطوبى بالحبة.

الأصناف

تقسيم الأصناف

أولاً: التقسيم حسب طبيعة الصنف (هجين، أم مفتوح التلقيح)، ولون الحبوب، وموعد النضج

١ - أصناف هجين:

أ - الحبوب صفراء اللون:

(١) مبكرة جدًّا فى النضج (٦٥-٧٤ يومًا من الزراعة إلى الحصاد) .. كما فى