الفصل الثامن

تربية البقوليات الرئيسية : البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والفول الرومى

تتضمن العائلة البقولية Leguminosae عديداً من محاصيل الخضر ، إلا أن أربعاً منها فقط هى التى تعد من الخضر الرئيسية ؛ وهى : البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والفول الرومى .

تربية البسلة

تعرف البسلة (أو البازلاء) فى بعض الدول العربية باسم بزاليا ، وتسمى بالإنجليزية Peas ، وتميز إلى طرازين : garden peas ، وهى التى تزرع لأجل بذورها الخضراء ، و field peas ، وهى التى تزرع لأجل بذورها الجافة . ويعرف كلاهما – علمياً – باسم Pisum sativum L . ويتضمن نوع البسلة sativum صنفين نباتيين ؛ هما :

١ – البسلة العادية التى تؤكل بذورها سواء أكانت خضراء ، أم جافة P.sativum var. humile Poir.

٢ – البسلة التى تؤكل قرونها كاملة أو البسلة السكرية P.sativum var. macrocarpon Ser.

الموطن وتاريخ الزراعة

يغلب الظن بأن موطن البسلة يقع فى المنطقة الممتدة من وسط آسيا حتى شمال غربى

الهند وأفغانستان والمناطق المجاورة . كما توجد مناطق نشوء ثانوية فى كل من الشرق الأدنى ، وهضاب وجبال الحبشة .

وقد عرفت البسلة عند قدماء المصريين ، والرومان ، والإغريق ، ووجدت بذورها فى مقابر قدماء المصريين . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البسلة .. يراجع Hedrick (١٩١٩ ، و ١٩٢٨) .

السيتولوجى ، والأنواع البرية ، والهجن النوعية

إن جميع الأنواع التى تنتمى للجنس Pisum – بما فى ذلك البسلة – تعد ثنائية التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً (عن Davies ١٩٧٦) . ويبين شكل (٨ –١) الخريطة الكروموسومية للبسلة (عن Gritton ١٩٨٦) .

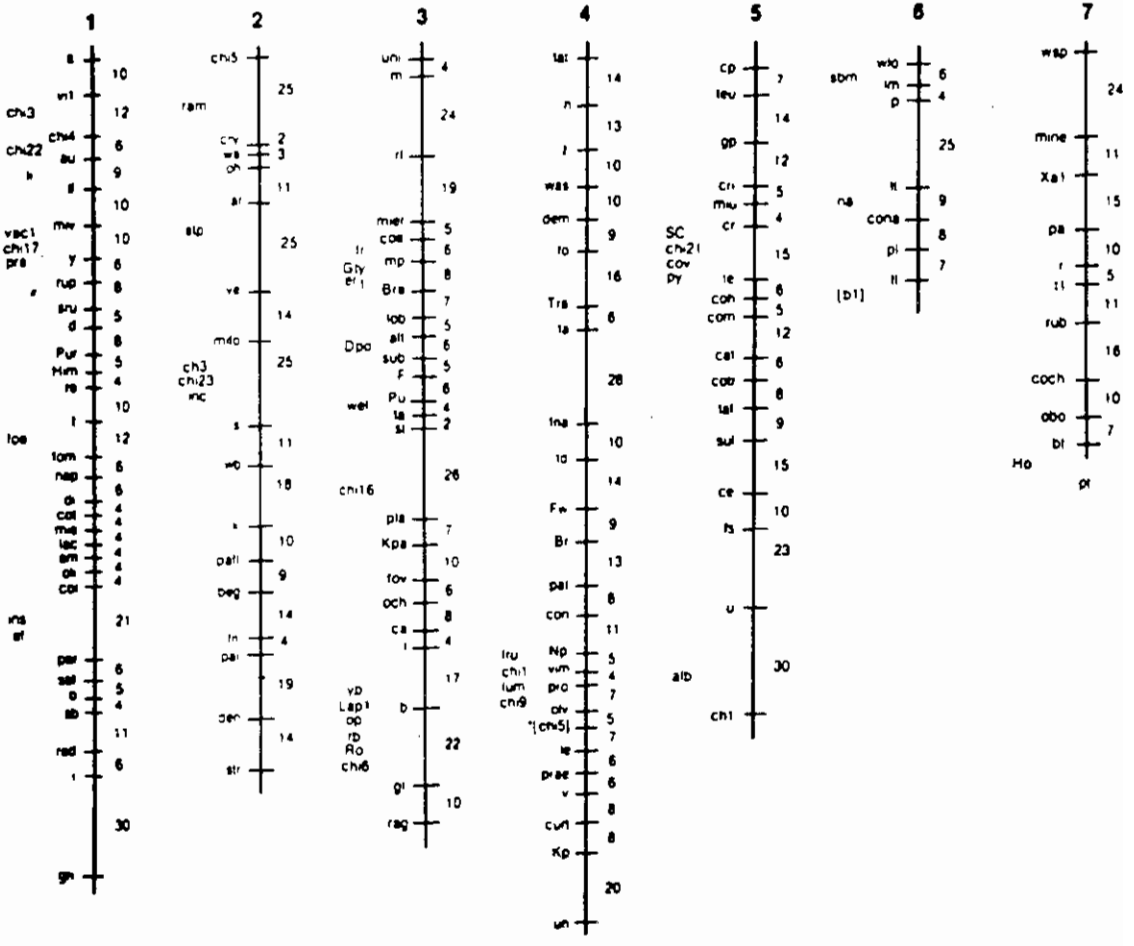
يذكر Blixt (١٩٧٩) عشرة أنواع تنتمى للجنس Pisum ، وتُلقح جميعها بسهولة مع نوع البسلة P. sativum باستثناء نوع واحد هو P. formosum ، الذى يعتقد بأنه يتبع الجنس Alophotropis . كما يذكر Davies (١٩٧٦) أن النوع P. fulvum يُلقح بسهولة مع البسلة عند استخدام الأخيرة كأم .

أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولا : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى البسلة مفردة ، أو فى مجاميع على محور واحد ينشأ فى آباط الأوراق . تتكون كأس الزهرة من خمس سبلات ، ويتكون التويج من علم ، وجناحين ، وزورق يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة . وتحتوى الزهرة على عشر أسدية ، تلتحم تسع منها لتشكل أنبوبة سدائية تحيط بالمتاع ، ويتكون المتاع من كربلة واحدة ، كما يحتوى المبيض على غرفة واحدة ، ويغطى الميسم بشعيرات كثيفة .

تُلقح أزهار البسلة تلقيحاً ذاتياً فى مرحلة مبكرة من النمو البرعمى قبل اكتمال تفتح الزهرة ؛ حيث تنتشر حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بنحو ٢٤ ساعة ؛ أى إن أزهارها Clestiogamous .



شكل (٨ – ١) : الخريطة الكروموسومية للبسلة .

وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ثلاثة أيام فى درجة حرارة ١٦°م ، ولكن التلقيح الخلطى نادر فى البسلة ، ويكون - عادة - أقل من ١٪ . وتكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل عدة أيام من تفتح الزهرة ، وتحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لعدة أيام بعد تفتح المتوك . ويحدث الإخصاب بعد نحو ٢٤-٤٨ ساعة من التلقيح.

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة البسلة قرن ، يختلف لونها قبل النضج من الأخضر إلى الأخضر المصفر . والقرن مبطن من الداخل بطبقة من الإندوكارب . تظل هذه الطبقة غضة وغير متليفة فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة ، ولا يتفتح القرن عند النضج .

أما فى الأصناف التى تؤكل بذورها .. فإن هذه الطبقة تجف وتتصلب عند النضج ، ثم يتفتح القرن من الطرزين الظهرى والبطنى . يختلف طول القرن من ٥ - ١٨ سم . وقد تكون القرون مستقيمة أو منحنية .

تكون البذور الناضجة كروية ملساء ، أو مجعدة . وتحتوى البذور الجافة الملساء على نحو ٤٦ ٪ نشا ، بالمقارنة بنحو ٣٤ ٪ فى البذور المجعدة ؛ أى إن البذور الجافة المجعدة تكون أكثر حلاوة من الملساء . ويحدث تجعد البذور ؛ بسبب انكماش الإندوسبرم عند النضج بدرجة أكبر مما يحدث فى الأصناف ذات البذور الملساء (Watts ١٩٨٠) .

ثالثاً : طرق إجراء التهجينات

يفضل إجراء التلقيحات فى الصباح فى بداية فترة الإزهار ؛ لأن ذلك يساعد على عقد نسبة أكبر من البذور . يبين شكل (٨ - ٢) خطوات عملية التلقيح فى البسلة . يتم أولا خصى أزهار نباتات الأمهات فى اليوم السابق لتفتحها . يكون تويج البرعم - حينئذ - فى مستوى قمة الكأس . يلاحظ فى شكل (٨ - ٢ A) أن أول برعم على اليسار لم يصل بعد إلى العمر المناسب للخصى ، وأن البرعم الثانى فى العمر المناسب ، بينما يكون البرعم الثالث قد تخطى العمر المناسب ، وربما حدث فيه التلقيح بالفعل . وتجرى عملية الخصى بفتح الزورق بسن الملقط (شكل ٨-٢ B) ، وإزالة المتوك باستعمال الملقط (شكل ٨-٢ C) ، ويفضل عدها أثناء إزالتها ؛ للتأكد من عدم ترك أى منها بين ثنايا البتلات ، ثم يفحص

الميسم بعدسة مكبرة ؛ للتأكد من خلوه من حبوب اللقاح .

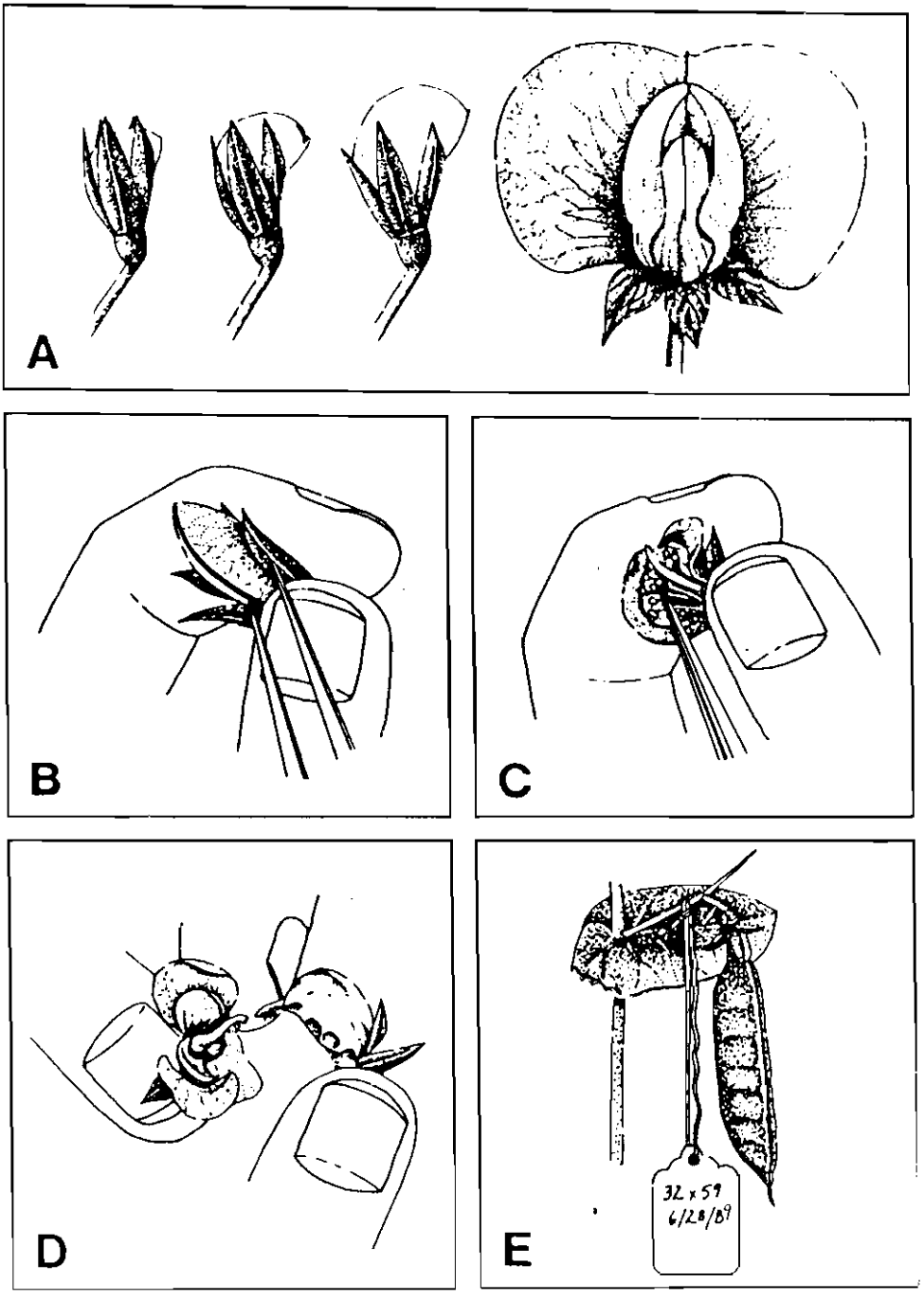
يجرى التلقيح باختيار زهرة مكتملة التفتح حديثاً من سلالة الأب (الرسم الأيمن بشكل ٨ – ٢ A) ، واستخدام ميسمها – الذى يكون محملاً بحبوب اللقاح – مباشرة فى تلقيح ميسم سلالة الأم (شكل ٨ – ٢ D) – تكتب بعد ذلك بيانات التلقيح على لوحة ورقية تعلق بعنق الزهرة الملقحة ، ثم تزال بقية الأزهار فى نفس العنقود ، وتترك الثمرة العاقدة لحين اكتمال نضجها (شكل ٨ – ٢ E) ، مع مراعاة حصاد القرون قبل تمام جفافها ؛ حتى لا تتفتح ، وتسقط منها البذور (Gritton ١٩٨٦) .

رابعاً : العقم الذكرى

اقترح البعض الاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى ؛ كوسيلة لتسهيل التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى النباتات الذاتية التلقيح ، وتيسير إنتاج الهجن التجارية فى بعضها . وغنى عن البيان أن الهجن التجارية لا تناسب البسلة ، أو أياً من الخضر البقولية الأخرى ؛ لأن التلقيح الواحد لا ينتج منه سوى عدد محدود من البذور ، بينما تلزم كميات كبيرة من التقاوى لزراعة وحدة المساحة من هذه المحاصيل .

وقد اكتشفت – حديثاً – طفرة عقيمة الذكر ، تميزت بظهور متاع الزهرة خارج التويج ، وهى طفرة قد تشجع على التلقيح الخلطى الطبيعى ؛ الأمر الذى قد يسمح بالاستفادة منها فى إنتاج الهجن ، وخاصة أن البسلة – برغم كونها محصولاً ذاتى التلقيح – تظهر بها قوة الهجين فى بعض الصفات ؛ مثل محصول البذور الجافة .

وقد أمكن عزل ١٣ سلالة عقيمة الذكر من صنف البسلة Dippes gelba Victoria عقب معاملته بأشعة x . وأجرى Myers &Gritton (١٩٨٨) اختبار الأليلية Allelism Test على ١٤ سلالة عقيمة الذكر ، ووجدا أنها تحتوى على ٩ جينات متنحية غير أليلية للعقم الذكرى موزعة – عشوائياً – على مختلف الكروموسومات . كما خُفِّض الجينان ms-3 ، و ms-10 – كذلك – من خصوبة عضو التأنيث ، بالإضافة إلى تأثيرهما فى العقم الذكرى .



شكل (٨ – ٢) : خطوات عملية تلقيح زهرة البسلة . يراجع المتن للتفاصيل .

خامساً : انتخاب السلالة النقية

تعتمد تربية البسلة على تطوير وانتخاب سلالات نقية بالانتخاب المباشر ، أو بعد التهجين ، ومتابعة النسل بطرق التربية الأخرى . وبرغم أن البسلة محصول ذاتى التلقيح .. إلا أنه يتوفر بها قدر من الاختلافات الوراثية ، التى تسمح بانتخاب سلالات نقية منها ، تتفوق على العشائر الأصلية فى صفات معينة ؛ فمثلاً .. أمكن انتخاب نباتات مقاومة للسلالة رقم ٦ من الفطر Fusarium oxysporum f. sp. pisi المسبب لمرض الذبول الفيوزارى بنسبة تقل عن نباتين من كل ١٠٠٠ نبات . كذلك وجدت اختلافات وراثية فى الأصناف التجارية (داخل الصنف الواحد) فى موعد الإزهار ، وعدد العقد حتى الزهرة الأولى ، وطول النبات . كما تمكن Haglund & Anderson (١٩٨٧) من انتخاب سلالتين نقيتين من الصنفين Early Frosty ، و Dark Perfection ، اختلفتا جوهرياً عنهما فى صفات : المحصول ، وعدد الأيام حتى الإزهار ، وعدد السلاميات حتى أول زهرة . وعلى مدى خمس سنوات .. كان محصول السلالتين المنتخبتين أعلى من محصول الصنفين الأصليين بمتوسط قدره ٤٤٪ ، و ٥٦ ٪ على التوالى . هذا .. بينما لم تختلف السلالتان المنتخبتان عن الصنفين الأصليين فى الصفات المورفولوجية المميزة لكل صنف منهما ؛ مما يستبعد أية فكرة لاحتمال حدوث خلط ميكانيكى لبنور أى من الصنفين مع أصناف أخرى .

وراثة الصفات

يعرف أكثر من ٣٠٠ جين فى البسلة ، وقد كان لبعض هذه الجينات دور هام فى تطور النبات ، ومن أمثلتها مايلى (عن Blixt ١٩٧٩) .

١ – الجين Dpo :

يعتبر Dpo أهم جين فى تطور البسلة المزروعة ؛ فالأليل السائد لا يوجد إلا فى البسلة البرية P.fulvum وبعض السلالات التى كانت تتبع سابقا النوع P.arvense . يؤدى وجود هذا الجين إلى تفتح القرون بطريقة انفجارية explosive ، مع التواء نصفى القرن ، وانتثار البنور . هذا .. وفى حالة وجود الجينين V ، P (انظر رقم ٦) .. فإن القرون تتفتح حتى فى وجود الجين dpo بصورة متنحية أصيلة ، إلا أن البنور لا تنتثر – عادة – فى هذه

الحالة إلا عند إثارتها ميكانيكياً .

٢ – الجينات المتحكمة فى طول الساق وطول وعدد السلاميات :

يؤدى الجين Le إلى زيادة طول الساق والسلاميات . أما آلية المتنحى le .. فيؤدى وجوده بحالة أصيلة إلى أن تأخذ الساق شكل الزجزاج ، كما تجعل النمو محدوداً والمحصول منخفضاً . ويوجد نحو ١٥ جيناً أخرى تؤثر فى طول السلاميات وعددها .

٣ – الجين A :

يوجد هذا الجين بحالة أصيلة فى كل من سلالات البسلة البرية ، ويؤدى إلى ظهور صبغة الأنثوسيانين ، بينما لا يظهر الأنثوسيانين فى أى جزء من النبات عند وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة ، كما يختفى الطعم المر مع اختفاء الصبغة من قصرة البذرة .

٤ – الجين Fn :

يؤدى وجود هذا الجين بصورة سائدة إلى تكوين زهرة إلى زهرتين بكل حامل نورى peduncle ، بينما تحمل النباتات المتنحية الأصيلة ٣ أزهار أو أكثر بكل حامل نورى.

٥ – صفات الثمار والبذور :

تتحكم الجينات التالية فى صفات القرون :

الجين	الصفة السائدة	الصفة المتنحية
(bloom) Bl	القرون شمعية	القرون غير شمعية
(curved pod) Cp	القرون منحنية	القرون مستقيمة
(green pod) Gp	القرون خضراء	القرون صفراء
(round seed) R	البذور ملساء	البذور مجعدة
I لون فلقات البذرة	صفراء	خضراء
M طعم قصرة البذرة	مرة الطعم	غير مرة الطعم

تظهر الصفة السائدة لملمس البذور ولون الفلقات على بذور الجيل الأول ، ولا يمكن إجراء الانتخاب إلا على بذور الجيل الثانى ، التى تحمل على نباتات الجيل الأول .

٦ – الجينات التى تجعل القرون ذاتها صالحة للأكل :

تؤكل قرون البسلة السكرية كاملة ؛ لأنها تخلو من الألياف . وتبعا لـ Wehner & Gritton (١٩٨١ أ) .. فإن هذه الصفة يتحكم فيها ثلاثة جينات ؛ هى : P ، و V ، و N تؤثر فى النبات على النحو التالى :

أ – يؤثر الجينان P، و V فى تكوين الخلايا البرانشيمية المبطنة لجدر القرن من الداخل؛ الأمر الذى يجعلها غير صالحة للأكل ، وتكون حالة التليف بمختلف التراكيب الوراثية الممكنة كمايلى :

التركيب الوراثى	حالة التليف
P - vv	تظهر ألياف فى مواضع قليلة بالسطح الداخلى الداخلى للقرن (semi - parchmented)
pp V -	تظهر خلايا اسكلير نشيمية بامتداد طرفى القرن (semi - parchmented)
pp vv	لا تتكون به أية ألياف (non - parchmented)
P - V -	تتكون خلايا برانشيمية مبطنة لجدار القرن (Parchmented)

ب – الجين N :

يؤثر هذا الجين على صفات القرون ؛ حيث تتميز النباتات المتنحية الأصيلة (nn) بالصفات التالية :

(١) تكون جدر قرونها أسمك بمقدار ٣ر١ – ٢ مثل القرون العادية التى تحمل الجين السائد (N-) .

(٢) تكون قرونها أقصر بمقدار ١٧ – ٢١ ٪ ، ويقل قطرها بمقدار ٢٧ – ٣٢ ٪ عن القرون العادية .

(٣) تكون الخلايا البرانشيمية الموجودة فى جدر القرن أكثر عددا ، وأكبر حجماً .

(٤) يزيد انحناء قرونها بمقدار ١٠ – ١٥ ٪ على القرون العادية .

ومن أهم الأصناف السكرية (التى تؤكل قرونها كاملة) فى الوقت الحاضر الصنف Sugar Snap .

يتحدد محصول البسلة (W) بعدد من المكونات ؛ هى : عدد القرون بالنبات (X) ، وعدد البذور بالقرن (Y) ، ومتوسط وزن البذرة (Z) ، وعدد البذر بالنبات .

وقد وجدت اختلافات بين سلالات البسلة فى عدد البويضات بالمبيض ؛ حيث تراوحت من ٤ – ١٢ بويضة أو أكثر . وتعد هذه الصفة أقل تأثراً بالعوامل البيئية من صفة عدد البذور بالقرن . وتبين من دراسات Marx & Mishanec (١٩٦٢) على هذه الصفة فى السلالة P.I. 236493 – التى تنتج حتى ١٢ بويضة بالمبيض ، والتى لقحت مع خمس سلالات تنتج بويضات يقل عددها بمقدار ١٠ – ٢٠ ٪ عما فى هذه السلالة – أن هذه الصفة بسيطة ، وأن العدد القليل من البويضات بالمبيض يسود على العدد الكبير .

وأوضحت دراسات Krarup & Davis (١٩٧٠) أن يتحكم فى محصول البسلة ومكوناته نظام وراثى إضافى ، مع انحراف بسيط عن التأثير الإضافى ، خاصة بالنسبة لكل من X، Y ، وعدد البذور بالنبات . وتراوحت درجة التوريث من ٣٨ ر٠ لعدد البذور بالنبات إلى ٦٥ر٠ لمتوسط وزن البذرة (Z) . وكان أعلى ارتباط للمحصول (W) مع (X) ، وتلاه الارتباط مع (Y) ، ثم مع (Z) . ويعتقد الباحثان أن (X) هى أفضل دليل للانتخاب للمحصول فى البسلة الجافة .

وفى دراسة أخرى .. قدر Pandey & Gritton (١٩٧٥) درجة التوريث – على النطاق الضيق – بنحو ٠٨ر٠ فقط بالنسبة لصفة محصول البذور الجافة (W) ، بينما ارتفع التقدير إلى ٨٠ ر٠ بالنسبة لصفة متوسط وزن البذرة (Z) .

وحاول مربو البسلة زيادة المحصول – بتربية أصناف تحتوى على عدد أكبر من القرون عند كل عقدة – واكتشفت طفرات بها ٣ قرون عند كل عقدة ، واستخدمت فى إنتاج أصناف محسنة تحتوى على هذه الصفة ، إلا أنه لم تحدث زيادة كبيرة فى المحصول نتيجة لذلك ؛ مقارنة بالزيادة التى حدثت عند زيادة العدد من قرن إلى قرنين عند كل عقدة . وكان مرد ذلك إلى أن الأصناف ذات القرون الثلاثة – عند كل عقدة – كانت قرونها أقصر ، وازدادت فيها نسبة البويضات التى تفشل فى إكمال نموها .

وتتوفر اختلافات وراثية فى عدد الأزهار عند كل عقدة ؛ حيث يصل إلى ست أزهار وأكثر ، كما تتوفر تباينات وراثية أخرى فى حجم القرن ، إلا أن ذلك كله يرتبط بحجم البذرة ، الذى يصبح عاملاً محدداً فى حالة زيادة عدد القرون ، أو عدد البذور بالنبات .

التربية للتحكم فى شكل وطبيعة نمو نبات

تتوفر فى البسلة ثلاث طفرات متنحية فى شكل وطبيعة نمو البسلة ؛ وهى : af التى تؤدى إلى تحول الوريقات إلى محاليق ، و tl التى تحول المحاليق إلى وريقات ، و st التى تجعل الأذينات صغيرة .

وقد قام Wehner & Gritton (١٩٨١) بمقارنة ثمانى سلالات ذات أصول وراثية متشابهة تقريباً near isogenic lines ، وتختلف فقط فى واحد أو أكثر من الجينات الثلاثة السابقة .. أى إن هذه السلالات كانت كمايلى : طبيعية تماماً وطفرية فى af فقط ، وطفرية فى st فقط ، وطفرية فى af و tl ، وطفرية فى af و st (بدون أوراق كلية) ، وطفرية فى tl وst ، وطفرية فى af و tl و st (شكل ٨ – ٣) . وقد قارن الباحثان هذه السلالات فى موقعين مختلفين لمدة عامين ، وكانت نتائجهما كمايلى :

١ – انخفض محصول السلالتين af af tl tl st st ، و af af Tl Tl st st عن محصول السلالة الطبيعية ، بينما تساوى محصول بقية السلالات الطفرية مع محصول السلالة العادية .

٢ – ظهر ارتباط جوهرى موجب بين المحصول والمساحة الورقية .

٣ – كانت السلالتان af af Tl Tl St St ، و af af Tl Tl st st أكثر مقاومة للرقاد من السلالة الطبيعية تماماً .

٤ – كان نمو بادرات السلالة af af Tl Tl st st بطيئاً نسبياً .

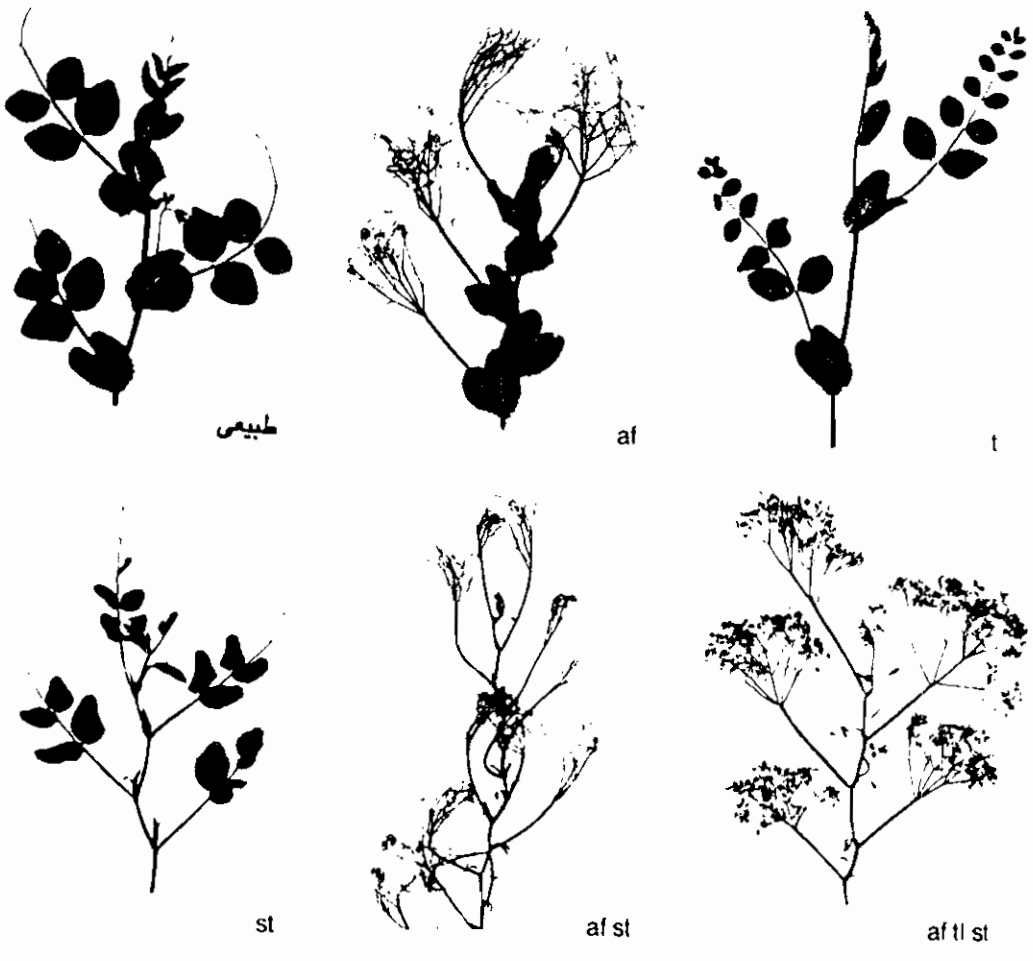
٥ – تميزت السلالة af af Tl Tl St St (وفيها تتحول الوريقات إلى محاليق ، بينما تبقى المحاليق والأذينات على حالها) بتساوى محصولها مع النباتات الطبيعية ، بينما اختلفت عنها – كثيراً – مورفولوجياً . ومن أهم المزايا التى يحققها هذا الجين (af) مايلى :

أ – تسهيل عملية الحصاد .

ب – تسهيل جفاف المحصول فى حقول إنتاج البذور الجافة .

جـ - تقليل انتشار الإصابات المرضية خاصة فى المناطق الرطبة .

د - تقليل رقاد النباتات .



شكل (٨-٣) : أشكال طفرات النمو الخضرى af ، و tl ، و st فى البسلة . يراجع المتن للتفاصيل .

هذا .. علماً بأن استخدام هذا التركيب الوراثى فى الزراعة لاتلزم معه زيادة كثافة الزراعة ، وذلك خلاف التركيب الوراثى af af Tl Tl st st (الذى يكون خالياً تماماً من

الأوراق) ، الذى يتطلب زيادة كثافة الزراعة لزيادة المحصول فى وحدة المساحة (Hedley & Ambrose ١٩٨١) .

وفى دراسة على معدلات النمو فى هذه السلالات .. قارن Pyke & Hedley (١٩٨٣) ثلاث سلالات ؛ هى: العادية Af Af Tl Tl St St ، والنصف ورقية af af Tl Tl St St ، والخالية من الأوراق af af Tl Tl st st ، وتبين لهما أن معدل النمو النسبى Relative Growth Rate كان واحداً فى كل من الطرازين الطبيعى والنصف ورقى ، ولكنه كان منخفضاً فى الطراز الخالى من الأوراق .

توجد طفرة طبيعية أخرى فى البسلة يطلق عليها اسم fasciation ، ويتحكم فيها جين متنح يأخذ الرمز fa . تختلف درجة نفاذية (Penetrance) هذا الجين ومدى ظهور تأثيره (expressivity) .

وعندما يظهر تأثيره بوضوح .. تأخذ ساق النبات شكلا مبططاً وعريضاً ، ويتركيز الإثمار فى قمة النبات خلال فترة زمنية قصيرة ؛ الأمر الذى يعنى وصول نسبة أعلى من البذور إلى مرحلة النضج الاستهلاكى فى وقت واحد . ولكن يعيب هذه الصفة أنها تكون مصاحبة بعدد أقل من البذور بالقرن ، وبسرعة الوصول إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد ، وبزيادة الحساسية للظروف البيئية السيئة إذا كان حدوثها خلال فترة الإزهار (Gritton ١٩٨٦) .

التربية لتحسين القيمة الغذائية

أوضح Pandey & Gritton (١٩٧٥) أن نسبة البروتين بالبذور لاتظهر بها قوة هجين ، وقدّرا درجة توريث هذه الصفة بنحو ٥٤ – ٦٧ ٪ على النطاق العريض ، ونحو ٤٥ – ٦٧ ٪ على النطاق الضيق .

التربية للصلاحية للحصاد الآلى

إن أهم الصفات التى يجب توافرها فى الأصناف التى تصلح للحصاد الآلى هى مايلى:

١ – العقد المركز ؛ ليمكن حصاد أكبر قدر ممكن من المحصول لدى حصاده مرة واحدة آلياً .

٢ - إنتاج عدد كبير من القرون عند كل عقدة .

وقد أوضحت دراسات Ibarbia & Bienz (١٩٧٠) على سلالات بسلة - تحمل ١ - ٣ قرون عند كل عقدة - أن هذه الصفة كمية ، ويتحكم فيها ٨-٩ أزواج من العوامل الوراثية ، كما كانت درجة توريثها منخفضة ؛ حيث قدرت على النطاق العريض بنحو ٥٠ ٪ ، ولم يشكل التباين الإضافى سوى ١٧ ٪ من التباين الكلى .

التربية للاستجابة للفترة الضوئية

وجد Gottschalk (١٩٨٣) أن الجين efr الذى يتحكم فى التبكير فى الإثمار يؤدى - عند وجوده فى صورة متنحية أصيلة - إلى جعل النبات غير قادرة على الإزهار الطبيعى فى ظروف النهار القصير ؛ حيث تتهيأ النباتات للإزهار بصورة طبيعية ، إلا أنها لا تنتج سوى براعم زهرية صغيرة لاتنمو ولاتتطور إلى أزهار . أما فى ظروف النهار الطويل .. فإن هذا التأثير لا يظهر إلا فى البراعم الزهرية الأولى ، أما بعد ذلك .. فإن الأزهار تتكون بصورة طبيعية .

كذلك وجد جين آخر هو fds يقوم فعل الجين efr يقوم بتثبيط فعل الجين efr فى النهار القصير .

التربية لمقاومة الآفات

١ - التربية لمقاومة مرض الذبول الفيوزارى

تصاب البسلة بالفطر F. oxysporium f. pisi الذى توجد منه سلالتان : تسبب إحداهما (السلالة رقم ١) المرض المسمى ذبول البسلة Pea Wilt ، وتسبب السلالة الأخرى (رقم ٢) مرض ذبول البسلة القريب Pea Near Wilt . تتوفر المقاومة لكلتا السلالتين فى عدد كبير من أصناف البسلة ، ويتحكم فيهما جينان متنحيان ؛ هما : fw الذى يوفر المقاومة للمرض الأول ، و fnw الذى يوفر المقاومة للمرض الثانى .

تؤثر درجة الحرارة كثيراً على ظهور الإصابة بالمرض فى كل من النباتات المقاومة والقابلة للإصابة ؛ حيث إن درجة ٢١°م تناسب اختبار المقاومة للسلالة رقم ١ ، بينما تظهر

الإصابة على جميع النباتات - حتى المقاومة منها - فى درجة ٢٨°م .

أما بالنسبة للسلالة رقم ٢ .. فإن أعراض الإصابة تظهر ببطء شديد فى حرارة ٢٠° ، أو ٢٨°م ، بينما تزيد سرعة الإصابة فى حرارة ٢٤°م .

يؤدى تجريح الجنور إلى تجانس الإصابة ؛ ويتم ذلك بتقليع البادرات بعد نحو ١٠ أيام من زراعة البنور فى الرمل ، ثم تقليم الجذر الرئيسى والجنور الجانبية أثناء غمرها فى معلق من ميسيليوم وجراثيم الفطر ، على أن يكون التقليم على مسافة ثابتة أسفل الفلقات ، ثم يعاد شتل البادرات فى الرمل . يجرى الاختبار فى حرارة ٢١°م ، وهى الدرجة التى يمكن عندها التمييز بوضوح بين النباتات المقاومة والقابلة للإصابة . وتقيم النباتات بعد ٢٠ يوماً من العدوى بالفطر (عن Walker ١٩٦٥) .

٢ - التربية لمقاومة مرض عفن أفانوميسس بالجنور

يسبب الفطر Aphanomyces euteiches مرض عفن أفانوميسس الجنور فى البسلة . تتوفر صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفطر ، ولكن لاتوجد مصادر للمقاومة . ويلزم - عند إجراء اختبارات التقييم - التحكم فى عديد من العوامل ؛ ليمكن التمييز بين النباتات القابلة للإصابة وتلك التى تحمل درجات متوسطة من المقاومة . ومن أهم العوامل التى تجب مراعاتها مايلى :

١ - الزراعة على عمق ٢سم فى وسط رملى .

٢ - عدوى البادرات وهى بطول ٢ - ٥سم ، وفى عمر ٤ - ٦ أيام .

٣ - استعمال مزارع فطرية فى عمر ٤ - ٥ أيام فى عدوى النباتات .

٤ - استعمال معلق الجراثيم السابحة zoospores بتركيز ٥ر١ × ١٠°م / مل فى عدوى النباتات .

٥ - استعمال هذا المعلق بمعدل ١٠ مل لكل ٢٥ سم من خط الزراعة .

٦ - إضافة معلق الجراثيم أقرب ما يمكن إلى خط الزراعة .

٧ - تشبيع الرمل بالماء مرة بعد العدوى .

٨ - إجراء الاختبار فى درجة حرارة ٢٤°م .

٩ - تقييم النباتات بعد ١٢ يوماً من العدوى (عن Walker ١٩٦٥) .

هذا .. وقد أوضحت دراسات Shehata وآخرين (١٩٨٣) أن سلالة البسلة Minneso-ta 108 – التى تعد متوسطة المقاومة للفطر المسبب للمرض – قادرة على تكوين جنور عرضية سريعاً خلال المراحل المبكرة من الإصابة . ووجد أن مقاومة هذه السلالة كمية ، وقدرت درجة توريثها – على النطاق العريض – بنحو ٠ر٤٥ – ٠ر٥٧ .

٣ – التربية لمقاومة عفن الجنور الرايزكتونى

يسبب الفطر Rhizoctoni solani عفناً لجنور وقواعد سيقان نباتات البسلة . تتوفر المقاومة لهذا الفطر ، وقد وجد Shehata وآخرون أنها كمية ، وتتراوح درجة توريثها على النطاق العريض من ٠ر٣٩ – ٠ر٤٤ .

٤ – التربية لمقاومة عفن الجنور الفيوزارى

يسبب الفطر Fusarium solani f. pisi مرض عفن الجنور الفيوزارى فى البسلة . يتم التقييم للمقاومة بنفس الطريقة التى سبقت الإشارة إليها بالنسبة لمرض عفن أفانوميسس الجنور ، مع مراعاة أن تكون زراعة البنور على عمق ٥ سم ، والعدوى بعد الزراعة مباشرة بمعلق من جراثيم الفطر الكونيدية بتركيز ١ × ١٠^{٦} جرثومة / مل ، مع إجراء الاختبار على درجة ٢٨ – ٣٢°م .

٥ – التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطر Erysiphe pisi مرض البياض الدقيقى فى البسلة . وتتوفر عدة أصناف تجارية مقاومة للمرض؛ منها Stratagen، و Mexique (من فرنسا) ، و Hylgro ، و Pauli، و Rondo (من هولندا) ، و SVP 951 ، و SVP 952 (من بيرو) ، و SVP 950 (من هاواى) ، و SVP 942 (من الولايات المتحدة) (عن Heringa وآخرين ١٩٦٩) . وفى مصر .. قيم المؤلف (بحوث غير منشورة ١٩٧٢) ٢٠ صنفاً من البسلة ، ووجد أن الصنف Aurora كان خالياً تماماً من أعراض الإصابة ، بينما أصيبت بقية الأصناف بشدة .

هذا .. ويتحكم فى مقاومة البياض الدقيقى عاملان وراثيان متنحيان هما : er1 الذى يكسب النبات كله مقاومة ضد الفطر ، والجين er2 الذى يكسب الأوراق – فقط – مقاومة ضد الفطر (Kumar & Singh ١٩٨١) .

٦ - التربية لمقاومة لفحة أسكوكيتا

يطلق اسم لفحة أسكوكيتا على ثلاثة أمراض تسببها ثلاثة فطريات ؛ هى : Aschochyta pinodes ، و A. pinodella ، و A. pisi . تتوفر المقاومة لكل من الفطرين A. pinodes ، و A. pinodella فى الصنف Austrian Brown ، ويتحكم فى وراثتها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية السائدة (عن Walker ١٩٦٩) . كما وجد Ras-togi & Saini (١٩٨٤) أن الصنف Kinnauri مقاوم بدرجة عالية للفطر A. pinodella ، وأن مقاومته بسيطة وسائدة . كذلك تتوفر المقاومة ضد الفطر فى السلالة A-100 التى يشكل أديم البشرة فيها عائقاً طبيعياً أمام الفطر .

وتتوفر المقاومة للفطر A. pisi فى الصنف Creamette ، والسلالات A-100 ، و O.A.C. 181 التى تقاوم كل منها سلالة أو أكثر من سلالات الفطر . ويتحكم فى مقاومة السلالة A-100 زوجان من العوامل الوراثية السائدة ، التى يكفى أى منها - منفرداً - لظهور المقاومة . وتظهر المقاومة فى السلالة O.A.C. 181 ؛ نتيجة لحدوث تفاعل بين العائل والطفيل بعد اختراق الفطر لأنسجة النبات .

٧ - التربية لمقاومة فيرس تخطيط البسلة Pea Streak Virus

تتوفر المقاومة لفيرس تخطيط البسلة ، ويتحكم فيها عامل وراثى واحد سائد ، ولكن فعل هذا الجين يتأثر بكل من العوامل البيئية ، ودرجة ضراوة الفيرس ، وربما يتأثر - كذلك - ببعض العوامل الوراثية المحورة (Baggett وآخرون ١٩٧١) . وعلى النقيض من ذلك .. كان Walker (١٩٦٥) قد ذكر أن المقاومة يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح ، لكنه يوجد - دائماً - نقص فى عدد النباتات المتوقعة للإصابة فى الجيل الثانى ؛ أى لا تكون نفاذية الصفة كاملة وقد أرجع ذلك إلى أن اختبار المقاومة لم يجر فى درجة الحرارة المثالية .

ويذكر Walker أنه عندما يجرى الاختبار على درجة ١٨°م أو أقل لاتظهر الأعراض إلا على النباتات الأصيلة فى الجين المسئول عن القابلية للإصابة ؛ وبذا .. تكون المقاومة

سائدة .أما عندما يجرى الاختبار فى درجة ٢٧°م .. فإنه لا تفلت من الإصابة سوى النباتات الأصيلة فى صفة المقاومة ؛ وبذا .. تكون المقاومة متنحية ؛ أى إنه يمكن التمييز بين مختلف التراكيب الوراثية بالتحكم فى درجة الحرارة التى يجرى عندها اختبار المقاومة .

مصادر إضافية عن وراثة وتربية البسلة

لمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية البسلة .. يراجع : Wade (١٩٣٧) ، و Blixt (١٩٧٤ ، ١٩٧٩) ، و Davies (١٩٧٦) ، و Gritton (١٩٨٦) .

تربية الفاصوليا

تزرع الفاصوليا إما لأجل قرونها الخضراء ، وإما لأجل بذورها الجافة . وتعرف الفاصوليا الخضراء فى الإنجليزية باسم snap beans ، أو garden beans ، بينما تعرف الفاصوليا الجافة باسم dry beans ، أو field beans وتعرف الفاصوليا – سواء أكانت خضراء ، أم جافة – بالاسم العلمى Phaseolus vulgaris L. .

الموطن وتاريخ الزراعة

يضم الجنس Phaseolus نحو ١٥٠ نوعاً من النباتات الحولية والمعمرة ، تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية . تعتبر أمريكا الجنوبية موطن عدة أنواع من الفاصوليا – بما فى ذلك الفاصوليا العادية – وقد استعملها الهنود الحمر فى غذائهم ، ثم انتقلت زراعتها من أمريكا الجنوبية إلى أوروبا وبقية أرجاء العالم عقب اكتشاف الأمريكتين . كانت الأصناف الأولى كثيرة الألياف (string bean) ؛ ويرجع إلى كينى (Calvin N. Keeney) الفضل فى إنتاج أصناف خالية من الألياف (stringless bean) ، وكان ذلك حوالى عام ١٨٩٠ . وقد مارس كينى تربية النبات – كفن وهواية – قبل اكتشاف دراسات مندل بعدة سنوات (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفاصوليا .. يراجع Hedrick (١٩١٩ ، ١٩٣١) .

السيتولوجى ، والتطور ، والأنواع البرية والقريبة ، والهجن النوعية

إن جميع أنواع الجنس Phaseolus – بما فى ذلك الفاصوليا العادية – ثنائية

التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ٢٢ . وقد تناول Smartt (١٩٧٦) – بالتفصيل – تطور مختلف الأنواع المحصولية التابعة للجنس .

إن كثيراً من الصفات التى تتميز بها الأصناف التجارية الحديثة – حالياً – لم تكن موجودة فى الحالة البرية ؛ لأنها لا تناسب بقاء النوع وقدرته على المنافسة فى الظروف الطبيعية . ولاشك فى أن تلك الصفات نشأت كطفرات من الحالة البرية ، وهى طفرات لم تكن لتبقى لولا تدخل الإنسان – منذ أقدم العصور – الذى رأى فيها ما يناسب حاجته . ومن أمثلة الصفات الوراثية التى تطورت بهذا الشكل مايلى :

١ – النمو المحدود الذى يناسب الزراعة الكثيفة والحصاد الآلى ، مقابل صفة النمو غير المحدود التى تناسب استمرار بقاء النبات فى الظروف الطبيعية .

٢ – القرون الخالية من الألياف stringless ، مقابل صفة القرون ذات الألياف ، التى تفيد فى تفتح القرون بقوة عند النضج ؛ ممايسمح بانتشار البذور وزيادة قدرة النبات على البقاء .

٣ – القرون المستديرة مقابل صفة القرون المبططة .

٤ – عدم الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار ، مقابل صفة الإزهار فى النهار القصير ، وهى الفترة الضوئية السائدة فى المناطق الاستوائية التى نشأت فيها الفاصوليا .

٥ – النمو المتوسط المتوازن ، مقابل حالة التعملق gigantism التى تظهر فى الحالة البرية، والتى تساعد على زيادة قدرة البنات على تحمل الظروف القاسية(عن Silbernagel ١٩٨٦) .

يبين جدول (٨ –١) نتائج عدد كبير من محاولات التهجين بين الفاصوليا Phaseolus vulgaris وبعض الأنواع الأخرى التابعة للجنس Phaseolus (عن Baggett ١٩٦٥، Watts ١٩٨٠) . وقد ذكرت بالجدول تلقيحات جنسية مع أنواع تابعة للجنس Vigna ؛ لأن هذه الأنواع كانت تتبع الجنس Phaseolus عندما جرت محاولة تهجينها مع الفاصوليا ، قبل أن تنتقل إلى الجنس Vigna فى وقت لاحق . وجدير بالذكر أن معظم الهجن النوعية تكون ناجحة عند استخدام P. vulgaris كأم . كما أن نباتات نسبة كبيرة من الهجن النوعية تعانى نقصاً فى الكلوروفيل وتأخراً فى النمو .

جدول (٨-١) : نسبة نجاح الهجن النوعية فى الجنس Phaseolus ، والهجن الجنسية بين الفاصوليا وأنواع الجنس Vigna .

الهجين	نسبة النجاح (٪)
P. vulgaris x P. coccineus	عقد البذور : ٤٢ – ٧٢ ٪
	عقد القرون : ٢٩ – ٥٦ ٪
P. coccineus x P. vulgaris	عقد البذور : ٥ ر٠ – ٦ ر٧ ٪
	عقد القرون : ٢ ر ٥ – ٠ ر١١ ٪
P. vulgaris x P. dumosus	١٠ – ١٢ ٪
P. acutifolius x P. coccineus	هجين واحد ذات أزهار عقيمة
P. coccineus x P. acutifolius	صفر
P. acutifolius x [P. vulgaris x (P. vulgaris x P. coccineus)]	صفر
P. coccineus x P. lunatus	قليل من الهجن العقيمة
P. lunatus x P. coccineus	صفر
P. vulgaris x P. acutifolius	٤ هجن بعد زراعة الأجنة
(P. vulgaris x P. coccineus) x P. vulgaris	٦ ر٤٦ ٪
P. vulgaris x (P. vulgaris x P. coccineus)	٦ ر٥٤ ٪
(P. vulgaris x P. coccineus) x P. coccineus	٢٤٪
P. coccineus x (P. vulgaris x P. coccineus)	٦ ر١٩ ٪
P. vulgaris x P. olyanthus	ممكن
P. vulgaris x P. xanthotrichus	ممكن
P. vulgaris x P. glabellus	ممكن
P. vulgaris x V . mungo (P. mungo: سابقا)	ممكن
P. vulgaris x P. lathroides	ممكن
P. vulgaris x P. atropurpureus	ممكن
P. vulgaris V. aureus (P. aureus: سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. angularis(P. angularis: سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. calcaratus (P. umbellata : سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. radiatus (P. radiatus : سابقا)	صفر

ينجح التهجين بين P. vulgaris ، و P. coccineus بدرجات متفاوتة من الخصوبة . ويكون التهجين أسهل عند استخدام P. vulgaris كأم (Evans ١٩٧٦) . يحدث هذا التهجين فى الطبيعة كذلك دونما تدخل من الإنسان ، وتتراوح نسبة نجاحه فى الطبيعة من صفر – ٦ر٨ ٪ ؛ ويتوقف ذلك على الجيرمبلازم الملقح معاً . وقد كانت التلقيحات الطبيعية بنسبة عالية بين صنف الفاصوليا العادية Tendergreen، وسلالة P. coccineus رقم P.I. 223803 . هذا .. مع العلم بأن نسبة كبيرة من أزهار الصنف Tendergreen لم تكن طبيعية تماما ؛ حيث لم تكن بعض بتلات العلم والزورق كاملة النمو (Rutger & Beckham ١٩٧٠) . وأمكن إنتاج التهجين العكسى بين P. coccinues كأم ، والفاصوليا كأب ؛ بإضافة بيئة مغذية إلى مياسم الأزهار الملقحة ، مع استخدام بيئات زراعة الأجنة (Hucl & Scoles ١٩٨٥) .

وقد أمكن تهجين النوع P. acutifolius مع كل من النوعين P.vulgaris ، وP. coccineus ، إلا أن الهجن النوعية الناتجة كانت عقيمة (عن Baggett وآخرين ١٩٦٥، و Evans ١٩٨٦) . لكن Pratt وآخرين (١٩٨٥) تمكنوا من إنتاج هجن بتلقيح النوع P. acutifolius كأب مع فاصوليا عادية ذات خلفية وراثية عريضة من عدة أصناف كأم .

وقد اختلفت نباتات الجيل الأول – كثيراً – فى خصوبتها ، إلا أن نسبة الخصوبة ازدادت مع كل تلقيح رجعى .

ولم يكن إجراء التهجين بين P.lunatus كأم ، وكل من P.vulgaris ، و P.coccineus ، و P.acutifolius var. latifolius كآباء (عن Evans ١٩٧٦) . وفى المقابل .. فقد نجحت الهجن النوعية التالية P. coccineus كأم مع P.lunatus كأب ، و P.lunatus كأم مع P.polystachys كأب (عن Baggett ١٩٦٥) .

ويذكر Leonard وآخرون (١٩٨٧) أن الهجين النوعى بين P.vulgaris كأم ، وL. lunatus كأب صعب للغاية ؛ نظراً لأن الجنين النامى يضمحل فى المراحل المبكرة من

تكوينه ، وتلزم زراعته فى بيئات الأجنة للمحافظة عليه . وقد وجد الباحثون أن نمو الجنين الهجين فى البيئة الصناعية أبطأ كثيراً من نمو الجنين الناتج من التلقيح الذاتى للفاصوليا ؛ الأمر الذى يجعل من الممكن التمييز بينهما فى حالة إجراء تلقيح مختلط بحبوب لقاح النوعين .

ومن أهم الصفات التى تتوفر فى مختلف أنواع الجنس Phaseolus ، والتى يُرغب فى نقلها من نوع لآخر مايلى (عن Hucl & Scoles ١٩٨٥) :

النوع	الصفات المرغوبة
P. acutifolius	المقاومة لمرض اللفحة البكتيرية العادية ، وتحمل الحرارة والجفاف
P. coccineus	المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا العادى ، وأعفان الجذور ، والعفن الأبيض ، وتحمل البرودة ، وقشرة التربة الصلبة soil crusts
P. lunatus	المقاومة لعفن الجذور الفيوزارى واللفحة البكتيرية العادية ، وصفة قصرة البذرة الخضراء اللون
P. wrightii	تحمل تشبع التربة بالماء ، والصقيع
P. ritensis	تحمل البرودة

ويذكر الباحثان أن جيرمبلازم الفاصوليا – الذى حصل على بعض صفاته من الأنواع البرية القريبة – قليل للغاية ، وينحصر فيمايلى :

١ – كل سلسلة أصناف الـ Great Northern ، التى حصلت على صفة القدرة على تحمل اللفحة البكتيرية العادية من النوع P. acutifolius . وبرغم أن هذا النوع البرى منيع ضد اللفحة ، إلا أن الأصناف التجارية قادرة – فقط – على تحمل الإصابة ؛ لأن بعض جينات المقاومة فقدت أثناء محاولات نقلها من النوع البرى .

٢ – بعض أصناف الفاصوليا الجافة ؛ مثل Gloria ، و Roza ، و Viva التى حصلت على قدرتها على تحمل الإصابة بعفن الجذور الجاف (الفيوزارى) من سلالة الفاصوليا N 203 ، التى استمدت مقاومتها – أصلاً – من النوع P. coccineus .

٣ – سلالة الفاصوليا NY- 221412 المقاومة لعفن الجذور الجاف

(Fusarium solani) ، وعفن الجذور الأسود (Thielaviopsis basicola) ، و Rhizoctonia solani و Pythium ultimum التى نقلت إليها من النوع P. coccineus.

ولمزيد من التفاصيل عن الهجن النوعية بين الفاصوليا والأنواع الأخرى القريبة .. يراجع Hucl & Scoles (١٩٨٥) .

اسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولا : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار الفاصوليا فى نورات عنقودية غير محدودة ، يتكون كل منها من ٣ – ٨ أزهار ذات أعناق قصيرة . والأزهار كبيرة خنثى وحيدة التناظر . يمتد التويج خارج الكأس ، ويتكون الزورق (البتلتان الأماميتان) على شكل منقار طويل يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة . يختلف لون التويج فى الأصناف المختلفة ؛ فقد يكون أبيض ضارباً إلى الصفرة ، أو أصفر ، أو ورديا ً ، أو بنفسجياً . . وتتكون الكأس من خمس سبلات غير ملتحمة . أما الطلع .. فيتكون من ١٠ أسدية ، تلتحم تسع منها وتشكل أنبوبة سدائية تغلف المبيض . أما العاشرة – وهى الخلفية – فتبقى سائبة . والمبيض طويل ، ويتكون من كربلة واحدة ، والقلم طويل ، وينحنى مع الزورق . والميسم طويل وملتو ومغطى بشعيرات .

تتفتح الأزهار بين السابعة والثامنة صباحاً ، ويحدث ذلك بعد أن تتفتح المتوك فى الليلة السابقة . ولا تغلق الأزهار ثانية ، ولكن البتلات تذبل بعد أيام قليلة من تفتح الزهرة . والتلقيح الذاتى هو السائد ، كما تحدث نسبة بسيطة من التلقيح الخلطى لا تتجاوز ٥ر١ ٪ ، ويتوقف مقدارها على الصنف ، والظروف الجوية السائدة ، ومدى توفر الحشرات الملقحة ؛ مثل : نحل العسل ، والنحل الطنان ، والتربس (Hawtorn & Pollard ١٩٥٤) . وتزداد نسبة التلقيح الخلطى فى المناطق الاستوائية ؛ حيث يكون النشاط الحشرى كبيراً . ويحدث التلقيح الخلطى عندما تقف نحلة ثقيلة على جناح الزهرة ؛ حيث يؤدى ذلك إلى بروز الميسم؛ مما يعرضه لحبوب لقاح غريبة تنقلها إليه نحلة .

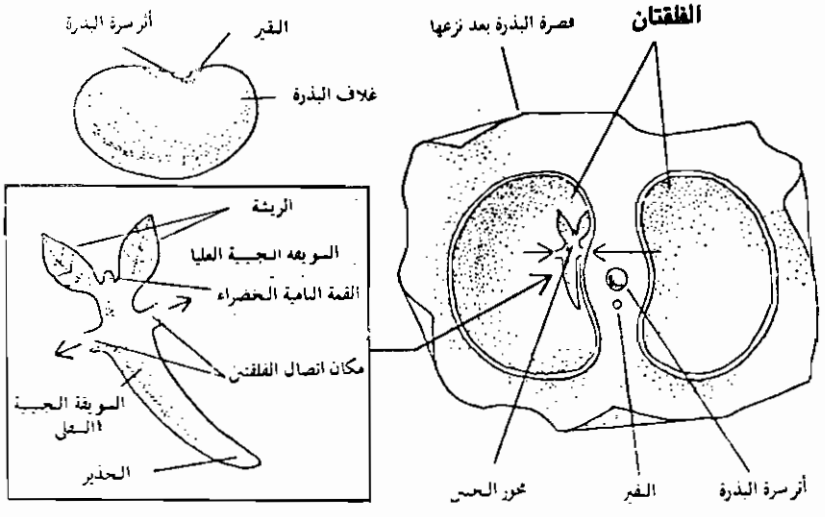
وربما لا يحدث أى تلقيح خلطى فى الفاصوليا فى غياب النحل . ويزور النحل الأزهار ؛ لجمع الرحيق وحبوب اللقاح ، ولكن ذلك أمر نادر الحدوث (McGregor ١٩٧٦) . تبدأ حبة

اللقاح فى الإنبات بعد نحو ٤ – ٥ ساعات من التلقيح ، وتصل أنبوبة اللقاح إلى فتحة النقير بعد نحو أربع ساعات أخرى .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفاصوليا قرن طويل ، يظل محتفظاً بقلم الزهرة فى طرفه ، بينما لا تكون الكأس مستديمة . وتختلف صفات القرن باختلاف الأصناف ، فقد يكون مستقيماً أو منحنياً ، مستديراً أو مبطاً فى المقطع العرضى ، وذا لون أخضر ، أو أصفر شمعى أو مخطط .

تتكون البذرة من الجنين والغلاف البذرى . وتشكل الفلقتان معظم حجم الجنين ، وتخزن بهما كميات كبيرة من البروتين والمواد الكربوهيدراتية . والبذرة كلوية الشكل ، وتختلف – من حيث اللون والحجم – باختلاف الأصناف . ويبين شكل (٨ – ٤) تركيب بذرة الفاصوليا .



شكل (٨ – ٤) : تركيب بذرة الفاصوليا (عن Halfare & Barden ١٩٧٩) .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيحات

تجرى التلقيحات فى الفاصوليا على البراعم الزهرية قبل تفتحها ، وتختار لذلك البراعم الممتلئة التى لم تبدأ بتلاتها فى الانفصال عن بعضها . يمسك بالبرعم بين السبابة والإبهام بإحدى اليدين ، ثم يفصل جناحا الزهرة عن بعضهما بسن الملقط ، ويدفعان - برفق - نحو الخارج ، مع مراعاة عدم قطعهما من قاعدتيهما ، ويلى ذلك الضغط على العلم برفق نحو الخلف ؛ الأمر الذى يؤدى إلى بروز ميسم الزهرة من الزورق . تختار زهرة حديثة التفتح من سلالة الأب ، وتفرد بتلتا جناحيها ، ويضغط على علمها - برفق - نحو الخلف بنفس الطريقة السابقة ؛ مما يؤدى إلى بروز ميسم الزهرة الحلقى الشكل وهو محمل بحبوب اللقاح . يقطع ميسم زهرة سلالة الأب بالملقط ، ويثبت على ميسم زهرة سلالة الأم ، ثم تكتب بيانات التلقيح على لائحة ورقية tag تثبت على عنق الزهرة الملقحة ، وتزال الأزهار والبراعم الزهرية الأخرى بنفس العنقود .

رابعاً : العقم الذكرى

تتوفر عدة طفرات عقيمة الذكر فى الفاصوليا ، ولكن لم يمكن - إلى الآن - الاستفادة منها فى تربية المحصول . فقد وجد Mutschler & Bliss (١٩٨٠) نباتا عقيم الذكر فى الجيل الثانى للتلقيح بين سلالة الفاصوليا WI 74 - 2047 ، والصنف Swedish Brown. كانت حبوب لقاح هذا النبات منكمشة وغير حية ، بينما كانت أعضاؤه الأنثوية كاملة .

وبتلقيح هذا النبات بنبات آخر عادى انعزلت نباتات الجيل الثانى بنسبة ١٣ خصبة : ٢ عقيمة الذكر : ١ تموت مبكراً . وقد علل الباحثان هذه الحالة بتفاعل زوجين من العوامل الوراثية غير المرتبطة ؛ هى : Ms-1 ، و In-ms-1 .

ولاحظ Basett & Shuh (١٩٨٢) أن ٩١ ٪ من حبوب لقاح إحدى سلالات الفاصوليا كانت عقيمة ، وبدراسة هذه الحالة .. وجدا أنها صفة سيتوبلازمية ، وتورث عن طريق الأم .

كذلك وجد Wyatt (١٩٨٤) طفرة من الفاصوليا لا تتفتح متوكها ، وتبين أن هذه الصفة بسيطة ، ويتحكم فيها جين متنح أعطى الرمز ian (نسبة إلى الصفة indehiscent anther) . وقد كانت النباتات الخليطة وسطاً - فى خاصية تفتح المتوك - بين التركيبين

الوراثيين الأصيلين . وتنتج النباتات المتنحية الأصيلة حبوب لقاح خصبة وطبيعية ، ويمكن تلقيحها – ذاتياً – إذا فتحت فصوص المتوك يدوياً ، ونقلت حبوب لقاحها إلى ميسم الزهرة، ولكن ذلك لا يحدث طبيعياً ؛ الأمر الذى يؤدى إلى حدوث التلقيح الخلطى فى هذه النباتات بنسبة تصل إلى ٩٤ ٪ (Wyatt ١٩٨٤ أ) .

وفى دراسة أخرى .. أوضح Estrada وآخرون (١٩٨٤) أن نسبة التلقيح الخلطى تصل فى سلالات الفاصوليا العقيمة الذكر إلى ٦٨ ٪ ، ويتأثر ذلك بدرجة الحرارة .

وقد عثر فى إحدى الدراسات – التى عوملت فيها بذور فاصوليا جافة بأشعة جاما – على أربع طفرات ذات فروع طويلة ونحيلة spindly branches ، كانت جميعها بسيطة ومتنحية . وتبين أن ثلاث طفرات منها كانت غير أليلية ، واقتصر تأثيرها على شكل ساق النبات ، وأعطيت الرموز : sb ، و sb-2 ، و sb-3 . أما الطفرة الرابعة .. فكانت ذات تأثير متعدد ؛ حيث أحدثت عقما ذكرياً إلى جانب تأثيرها فى شكل الساق ، وتبين أنها أليلية للجين sb ، وأعطيت الرمز sb^{ms} . كما وجد أن الأليل sb سائد على sb^{ms} ، وأن كليهما متنح بالنسبة للأليل sb ، الذى يتحكم فى الحالة الطبيعية (Bassett ١٩٩١) .

خامساً : جيرمبلازم الفاصوليا

تقع على عاتق المركز الدولى للزراعة الاستوائية Centro Internationl de Agricultura Tropical (اختصاراً CIAT) – فى كالى Cali بكولومبيا مهمة جمع وحفظ جيرمبلازم الفاصوليا . ويقدر عدد السلالات التى يحتفظ بها المركز – حالياً – بأكثر من ٣٥٠٠٠ صنف وسلالة (عن Hussain ١٩٨٦) .

سادسا : اختبارات تمييز الأصناف

تتشابه بعض أصناف وسلالات الفاصوليا إلى درجة يصعب معها التمييز بينها على أساس الفحص المورفولوجى ؛ مما لا يسمح بتطبيق القوانين الخاصة بحقوق المربى ؛ لذا.. فقد اتجه البعض نحو استخدام طرق أخرى أكثر دقة للتمييز بين الأصناف ، ومن هذه الطرق تلك التى توصل إليها Hussain وآخرون (١٩٨٦) ، والتى تعتمد على بروتين البذور . وقد قام الباحثون باستخلاص البروتين من سبعة أصناف من الفاصوليا، ثم حللت بجهاز

فصل كهربائى (electrophoresis) استخدم فيه SDS Polyacryl-amide gel . وقد وجد الباحثون اختلافات بين الأصناف فى كل من الـbanding patterns ، و electrophore-grams ، تكفى لتمييزها عن بعضها البعض بوضوح .

المواصفات المرغوبة فى نبات الفاصوليا

إن نبات الفاصوليا المثالى – من الوجهة الإنتاجية ؛ أى وجهة نظر المزارع – يجب أن تتوفر فيه مجموعة من الصفات التى يسعى المربى إلى توفيرها فى الصنف الجديد ، والتى من أهمها مايلى :

١ – الإنبات السريع والمتجانس للبذور ، والنمو السريع للبادرات ، والنمو الجذرى الكبير لهذه البادرات بالنسبة لوحدة الوزن من البذور .

٢ – أن تكون الساق الرئيسية للنبات قوية وقائمة ، وأن يحمل النبات ثلاثة فروع أو أربعة تصنع زاوية ضيقة مع الساق الرئيسية . ويمكن التعرف على النباتات الضعيفة بالزراعة الكثيفة تحت نظام الرى بالرش .

٣ – أن ينتج النبات عدداً كبيراً من القرون فى وقت متقارب (فى خلال أسبوع واحد) وأن تحمل هذه القرون عالية من الأرض (فى النصف العلوى من النبات) ، ظاهرة من النمو الخضرى ؛ ليسهل حصادها آلياً ، وأن تكون أعناق الثمار والفروع النورية قصيرة ؛ لكى لا تميل بالقرون إلى الأرض .

٤ – يجب أن تنفصل القرون – بسهولة – عن النبات عند حصادها آلياً .

٥ – يجب أن تكون الأوراق صغيرة وفى وضع مواجه لأشعة الشمس ؛ لكى يمكنها استقبال أكبر قدر من الأشعة الساقطة ، مع السماح للأشعة بتخلل النمو الخضرى .

٦ – يجب أن يكون طول النباتات ٤٠ – ٥٠ سم ، وأن تكون قوية – بقدر كاف – لمنع رقادها عندما تصبح محملة بالقرون .

٧ – يجب أن يتكون بالجذور عدد كبير من العقد البكتيرية ، وأن تكون قادرة على تثبيت كميات كبيرة من أزوت الهواء الجوى فى بداية موسم النمو .

٨ – عندما يتوقف نشاط العقد البكيترية .. يجب أن يستجيب النبات للتسميد الآزوتى ؛ بزيادة نمو القرون وليس فى صورة نموات خضرية جديدة .

٩ – يجب أن يكون النبات متوافقاً مع عمليات العزيق المحدودة ؛ مما يعنى ضرورة أن

يكون مقاوماً لفطر البيثيم Pythium .

١٠ – أن يكون النبات قادراً على إنتاج جذور ثانوية بأعداد مناسبة وبسرعة مناسبة – عند قاعدة السويقة الجنينية السفلى – لتعويض ما يفقد من الجذور لأسباب بيولوجية أو غير بيولوجية .

التربية لتحسين المحصول

كما سبق أن أوردنا تحت موضوع تربية البسلة لتحسين المحصول .. فإن محصول الفاصوليا من البذور الجافة يرتبط بمكونات هذا المحصول ؛ وهى : عدد القرون بالنبات ، وعدد البذور بالقرن ، ومتوسط وزن البذرة . وقد وجد Coyne (١٩٦٨) ارتباطاً جزئياً بين المحصول وتلك الصفات الثلاث ، كما وجد ارتباطاً موجباً منخفضاً بين مكونات المحصول المختلفة ؛ مما يدل على إمكان زيادة المحصول بالانتخاب لأحد مكوناته ، دون أن يؤثر ذلك فى المكونات الأخرى . وفى تلك الدراسة .. كانت صفة العدد الكبير من القرون بالنبات سائدة سيادة تامة ، ولكن درجات التوريث – المقدرة لكل من صفات المحصول ومكوناته – كانت منخفضة .

وبرغم وجود اختلافات كبيرة بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى معدل عملية البناء الضوئى ، وبرغم اعتماد المحصول على معدلات البناء الضوئى .. فلم يمكن أبداً – فى الفاصوليا – ملاحظة أى ارتباط وراثى عالٍ بين الصفتين ؛ وبذا .. لم يمكن الاستفادة من الاختلافات المشاهدة بين السلالات فى معدل البناء الضوئى فى الانتخاب لتحسين المحصول . إلا أن كمية المحصول تتوقف على ثلاثة عوامل ؛ هى :

١ – تأقلم التركيب الوراثى مع الظروف البيئية .

٢ – قدرة التركيب الوراثى على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة فى صورة غذاء من خلال عملية البناء الضوئى .

٣ – قدرة التركيب الوراثى على توزيع نواتج التمثيل الغذائى على مختلف الأعضاء النباتية ؛ بنسب يتحقق معها أكبر محصول اقتصادى ، مع القدرة على نقل هذا الغذاء إليها أولاً بأول .

ويعتبر المحصول البيولوجى Biological Yield ، والنمو البيولوجى الكلى Biomass

Growth دليلاً على قدرة التركيب الوراثى على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية فى صورة غذاء مجهز ، بينما يعبِّر دليل الحصاد Harvest Index عن توزيع الغذاء المجهز على الأعضاء الاقتصادية ؛ مقارنة ببقية الأنسجة النباتية ، ويعبر معدل نمو البذور (أو الجزء الاقتصادى من النبات) عن كفاءة التركيب الوراثى فى نقل الغذاء المجهز . كما يمكن إيجاد مقياس آخر هو معدل النمو الاقتصادى ؛ ليكون دليلاً على العلاقة بين المحصول وفترة النمو النباتى .

وفى دراسة أجراها Scully & Wallace (١٩٩٠) على ١١٢ صنفاً وسلالة من الفاصوليا فى ولاية نيويورك .. تراوح دليل الحصاد من ١٢ - ٦٥ ٪ ، ومعدل النمو البيولوجى (المحصول البيولوجى/ عدد الأيام حتى النضج) من ٢ر٣ - ٣ر٩ جم/ م^{٢} / يوم، ومعدل نمو البذور (المحصول/ عدد الأيام التى تمتلىء فيها البذور) من ٢ر١-٥ر٩ جم /م٢/ يوم ؛ علما بأن الصفتين الأخيرتين كانتا على علاقة خطية موجبة مع المحصول ، وفسرتا قدراً كبيراً من الاختلافات فى المحصول ؛ حيث كانت معاملات الارتباط (r^2) بينها وبين المحصول ٧١ر٠ ، و ٨٤ر٠ على التوالى .

وقد توصل الباحثان إلى مقياس آخر هو القدرة النسبية للبذور (أو أى جزء اقتصادى آخر من النبات) على استقبال وتخزين الغذاء ، وقدرة النبات على نقل هذا الغذاء المجهز إليها relative sink strength (اختصاراً : RSS) الذى يحسب كمايلى :

RSS = معدل نمو البذور / معدل النمو البيولوجى .

علماً بأن القيم التى تساوى الواحد الصحيح أو الأكبر من الواحد الصحيح فى الفاصوليا تعنى قدرة عالية على استقبال وتخزين الغذاء المجهز فى البذور ، وقدرة عالية للنبات على نقل هذا الغذاء المجهز إليها .

وبرغم أن درجات التوريث - التى قدرها مختلف الباحثين لمحصول الفاصوليا - منخفضة للغاية ، إلا أن درجات التوريث التى قدرت لبعض الصفات المرتبطة بالمحصول (مثل دليل الحصاد ، ومعدل النمو البيولوجى الكلى ، ومعدل نمو البذور) كانت مرتفعة بدرجة ملموسة . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع ..يراجع Scully وآخرون (١٩٩١) .

١ - التربية لتحسين القيمة الغذائية

درس Rutger (١٩٦٨) نسبة البروتين فى بذور ٢٠٠ صنف وسلالة من الفاصوليا ، ووجد أنها تراوحت من ١٧ - ٣١ ٪ بمتوسط قدره ٢٥ ٪ ، إلا أن نسبة البروتين كانت مرتبطة سلبياً مع كل من المحصول ومتوسط وزن البذرة .

وفى دراسة أخرى أجريت على ٢٥ صنفاً وسلالة من تلك المزروعة فى المناطق الاستوائية (Hosfield & Uebersax ١٩٨٠) .. تراوحت نسبة البروتين فى البذور من ٢٢ - ٣١ ٪ ؛ مما يعطى فرصة كبيرة لتحسين نسبة البروتين فى الأصناف التجارية من الفاصوليا .

وتختلف أصناف وسلالات الفاصوليا - كذلك - فى محتواها من الأحماض الأمينية ، كما يتضح من دراسة Kelly (١٩٧١) التى أجراها على ٣٦٠٠ سلالة ، ووجد أن محتوى بذور ٨٢ سلالة منها من الحامض الأمينى مثيونين methionine كان أعلى بنسبة ٣٣ ٪ من محتوى بذور الصنف القياسى سانيلاك Sanilac .

٢ - التربية للتخلص من المواد الضارة بصحة الإنسان

تحتوى بذور الفاصوليا على بعض أنواع البروتين الحساسة للحرارة ، والتى تعد سامة للإنسان إذا أكلت الفاصوليا طازجة . ويعتبر اللكتين lectin (وهو Phytohemaglutinin Protein) من أهم هذه البروتينات .

وقد وجدت سلالات وأصناف من الفاصوليا خالية من هذا البروتين ، وتبين بالدراسة الوراثية أن صفة الخلو من اللكتينات تورث كصفة بسيطة متنحية . وتبين وجود ١١ طرازاً من اللكتينات ، ويبدو أنه يتحكم فى تمثيلها جينات أليلية ؛ الأمر الذى يسمح بإنتاج أصناف من الفاصوليا خالية تماماً منها . ونظراً لأن اللكتينات تشكل ١٢ ٪ من بروتين الفاصوليا ، ولا يحتوى أى منها على الحامض الأمينى مثيونين بتركيزات ملموسة .. فإن إحلال هذه النسبة من بروتينات اللكتين ببروتينات أخرى قد يفيد فى تحسين القيمة الغذائية للفاصوليا (عن Osborn & Bliss ١٩٨٥) .

٣ - التربية لتحسين الطعم والنكهة

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى محتواها من المركبات القابلة للتطاير المسئولة عن النكهة المميزة . وقد أمكن إرجاع الاختلافات - فى النكهة المميزة - بين ثلاثة أصناف من الفاصوليا إلى محتواها من المركبات التالية :

cis - hex - 3 - en - 1 - ol

oct - 1 - en - 3 - ol

linalool

alpha - terpincol

pyridine

furfural

ويوضح جدول (٨-٢) الاختلافات بين ثلاثة أصناف من الفاصوليا والجيل الأول بينها فى اثنين من المركبات المتطايرة الهامة . يلاحظ من الجدول الارتباط بين كل من هذين المركبين ونكهة معينة (عن Baker ١٩٧٥) .

جدول (٨-٢) : محتوى ثلاثة من أصناف الفاصوليا والجيل الأول بينها فى اثنين من المركبات القابلة للتطاير المسؤولة عن النكهة المميزة .

الصنف والطعم المميز		المركب والتركيز بالجزء فى المليون	
		Oct - 1- en - 3 - ol	linalool
طعم الفاصوليا المرغوب	Blue Lake	١٦٠	٧
نكهة عطرية مميزة	G 50	١٥	٣٩
طعم فاصوليا قوى	Romano	٢٤٠	٤٠
	Blue Lake x G - 50	١٤٥	٢٢
	Blue Lake x Romano	١٢١	٢٣

يتضح مما سبق أن المركب Oct - 1 - en - 3 - ol هو المسئول عن النكهة المميزة فى الصنف Blue Lake . وقد وجد أن التركيز المرتفع لهذا المركب صفة بسيطة وسائدة . كما يتضح أن المركب Linalool . هو المسئول عن النكهة المميزة فى الصنف G - 50 .

وقد وجد كذلك أن تلك الصفة يتحكم فيها عامل وراثى واحد نو سيادة غير تامة (Stevens & Frazier ١٩٦٧) .

٤ - التربية لتحسين لون البذور

يؤدى وجود جين متنح بحالة أصيلة - هو الجين P - إلى جعل بذور الفاصوليا الجافة بيضاء اللون ؛ بغض النظر عن وجود أو غياب الجينات الأخرى التى تتحكم فى لون البذور ، والتى تأخذ الرموز : C ، و J ، و G ، و B ، و V ، و R . أما بقية ألوان الغلاف البذرى .. فإنها تتحد بالتوافيق المختلفة لهذه الجينات الستة مع وجود الجين P بحالة سائدة . ويتفاوت اللون الأبيض فى مختلف التراكيب الوراثية ما بين الأبيض الناصع إلى الأقل نصاعة ، ويتأثر ذلك بمدى بريق البذور ؛ فكلما ازداد البريق .. قلت درجة نصاعة اللون الأبيض .

وقد أوضح Korban وآخرون (١٩٨١) أن لون البذور الأبيض الناصع - يظهر فى الصنف GN Emerson - صفة كمية ، ووجد أن درجة توريثها تقدر - على النطاق العريض - بنحو ٤٦ - ٥٧ ٪ ، وأن معظم الاختلافات الوراثية فى هذه الصفة إضافية ، مع وجود بعض السيادة . وتبعاً لـ Bassett & Bloom (١٩٩١) .. فإنه توجد خمسة تراكيب وراثية تعطى بذورا بيضاء اللون ، وأضاف إليها الباحثون تركيباً ساسداً .

ويعد وجود الجين P بحالة متنحية أصيلة ضرورياً ليس فقط فى أصناف الفاصوليا التى تؤكل بذورها الجافة بيضاء اللون ، وإنما فى جميع الفاصوليا الخضراء ؛ لتجنب ظهور بذور ملونة غير ناضجة فى القرون ، ولتفادى تلون سائل التعليب بصبغات البذور . وبالرغم من ذلك .. فإن النباتات الأصيلة فى هذا الجين (pp) تكون أقل نمواً ومحصولاً ، وأكثر تعرضاً للمشاكل الزراعية . فمن المعروف أن وجود هذا الجين تصاحبه معدلات أعلى للإصابة بأمراض البادرات ؛ مثل الإصابة بالفطر Pythium ultimum . ويشذ عن ذلك سلالتان نواتا بذور بيضاء مقاومتان لهذا الفطر ، وهما أرقام : 1273 ، و RRR 46 . إلا أن السلالة الأولى تعد متوسطة المقاومة للفطر ؛ وترجع مقاومتها إلى خلو بذورها من التشققات Cracks ، كما أن بذورها ليست تامة البياض . أما السلالة الثانية .. فبذورها تامة البياض وشديدة المقاومة للفطر ، إلا أن مقاومتها ترجع إلى كون بذورها تخلو تماما من

أية تشققات ، وتميل لأن تكون صلدة ، وتلك صفة غير مرغوبة ؛ لأنها مظهر من مظاهر سكون البذور .

ومن المعروف - كذلك - أن أصناف الفاصوليا الأصيلة فى الجين p تصاب بفطر Rhizoctonia solani . ويشذ عن ذلك أصناف قليلة ؛ مثل : White Kidney الذى يعتبر مقاومة ذات بذور بيضاء عندما لقحت سلالات ذات بذور بيضاء بأخى ذات بذور ملونة ، إلا أن النباتات المنعزلة ذات البذور الملونة تفاوتت فى درجة مقاومتها .

ويبدو أن المقاومة ترتبط بميتابوليزم الفينولات فى لنبات ؛ لأن صبغات قصرة البذرة هى من الجلوكوسيدات الفينولية (Deakin ١٩٧٤) . وقد اقترح أن وجود الجين p - بحالة أصيلة - يعمل على منع تكوين الفيتوألاكسين phaseolin الذى يعتبر من الفينولات .

وإلى جانب ما تقدم .. فإن صفة البذور البيضاء ترتبط - كذلك بقابلية البذور للإصابة بالأضرار الميكانيكية ، وبعدم القدرة على تحمل الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ، وبالإصابة بحشرة seed corn maggot (Delia Florigela) .

وقد قارن Dickson & Petzoldt (١٩٨٨) سلالات من الفاصوليا ذات أصول وراثية تشابهة ، تختلف فى كونها ذات بذور بيضاء أو ملونة ؛ علما بأن السلالات الملونة كانت قد انتخبت لمقاومة فطر Pythium ، أو Fusarium ، أو Rhizoctonia ، أو حشرة seed corn maggot ، أو مقاومة الأضرار الميكانيكية ، أو تحمل البرودة . وقد تبين فى جميع الحالات أن السلالات ذات البذور البيضاء (pp) كانت أقل من مثيلاتها ذات البذور الملونة (pp) فى أى من تلك الصفات .

كما قارن Deakin (١٩٧٤) ٤٧ زوجا من سلالات الفاصوليا ذات أصول وراثية متشابهة تقريباً فى جميع الصفات فيما عدا لون البذور ؛ حيث كانت إحدى سلالتى كل زوج بيضاء البذور والأخرى ملونة ، ووجد أن السلالات الملونة البذور كانت أعلى من نظائرها البيضاء البذور من حيث نسبة البذور وقوة إنباتها تحت ظروف الحقل . كذلك قارن Deakin محصول ١١ زوجاً من هذه السلالات ، ووجد أن السلالات الملونة تفوقت فى المحصول بمتوسط قدره ٦٧ ٪ ، علماً بأنه عدّل المحصول - إحصائياً - لتلافى الفرق فى نسبة الإنبات بين

السلالات الملونة والسلالات البيضاء البذور .

هذا .. وتكون بذور الفاصوليا غير الناضجة خضراء اللون ، ويبقى هذا اللون فى الأصناف ذات البذور الناضجة البيضاء ، إلى أن تصل البذور إلى أقصى حجم لها ، ولكنه يختفى كلية عندما تصبح البذور جافة . أما فى الأصناف التى تكون بذورها ملونة عند النضج .. فإن اللون الأخضر يختفى عندما تصل البذور إلى نصف حجمها الطبيعى ، وتحل محله الصبغات الأخرى الخاصة باللون المميز لبذور الصنف . ويختلف هذا اللون الأخضر الطبيعى عن اللون الدائم Persistent green ، الذى يدوم فى البذور الجافة كذلك .

وتظهر – أحياناً – نباتات تكون بذورها ذات لون أخضر باهت أو أخضر مصفر وهى صغيرة جداً ، ثم تتحول إلى اللون الأبيض عندما تصبح فى نصف حجمها الكامل ، ثم تتابع تلونها الطبيعى بعد ذلك . ويمكن تمييز هذه النباتات عن النباتات ذات البذور الجافة البيضاء فى أية مرحلة من تكوينها قبل جفافها ، إلا أن الفرق بينهما يكون أقل مايمكن فى منتصف مرحلة تكوين البذور . كذلك يمكن تمييز هذه النباتات عن النباتات ذات البذور الجافة الملونة فى المراحل المبكرة من تكوين البذور ، بينما يصعب تمييزها مع تقدم نمو البذور .

وقد وجد Baggett & Kean (١٩٨٤) أن صفة اللون الأبيض – فى البذور غير الناضجة – تنتج من نقص الكلوروفيل فى أغلفة البذور الجافة البيضاء . وقد أوضحا أن هذه الصفة بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد متنح غير مرتبط بالجين P ، الذى يتحكم فى لون البذور الناضجة ، أو بالجين Yالذى يتحكم فى جعل القرون خضراء ، أم شمعية ، واقترحا له الرمز iw ؛ نسبة إلى الصفة immature white seedcoat .

٥ – التربية لزيادة القدرة على التخزين

توصل Hoffman (١٩٦٧) – من دراسته على عديد من صفات القرون فى ٤٩ صنفاً من الفاصوليا الخضراء – إلى أن الفقد فى الوزن فى القرون الطازجة المخزنة على درجة حرارة الغرفة يزداد مع زيادة كل من عدد الشعيرات فى بشرة القرون ، وعدد الشعيرات المكسورة . وفى المقابل ، لم تظهر أية علاقة بين الفقد فى الوزن وبين : طول الشعيرات

وعدد الثغور ، وقطر خلية الجدار الثمرى الوَسَطِى أو الجدار الثمرى الداخلى ، أو سمك طبقة الجدار الثمرى الوَسَطِى أو الداخلى ، أو سمك طبقة البشرة ، أو الكيوتين .

التربية لتحسين نوعية البذور Seed Quality

١ - التربية للتخلص من صفة الغطاء البذرى الصلد Hard Seed Coat

تعرف البذور شبه الصلدة فى الفاصوليا بأنها البذور الجافة التى لا تمتص الماء خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى من النقع فى الماء ، ولكنها تكتسب الرطوبة - بسرعة - فى خلال ١٤ يوما من وضعها فى جو ذى رطوبة نسبية مرتفعة ، ويمكنها الإنبات بعد ذلك بصورة طبيعية . ويتأخر إنبات البذور شبه الصلدة نحو ٢ - ٣ أيام ؛ مما يؤدى إلى عدم تجانس النضج ؛ ولذلك أهمية كبيرة عند إنتاج الفاصوليا للتصنيع . وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفاصوليا فى تلك الصفة (عن Morris ١٩٧١) .

وفى دراسة أجريت على ٣٨٨ صنفاً من الفاصوليا .. تبين أن ٨٠ ٪ منها كان بها بذور صلدة بنسبة تراوحت من ١ - ٧٩ ٪ . وبالتلقيح بين السلالات الخالية من البذور الصلدة ، والسلالات ذات النسبة العالية من البذور الصلدة.. كانت بذور الجيل الأول وسطاً بين الآباء ، وظهرت كل الانعزالات الممكنة فى الجيل الثانى ؛ مما يدل على أن عدد الجينات الذى يتحكم فى هذه الصفة قليل نسبياً (عن Copeland ١٩٧٦) .

وفى دراسة أخرى وجد Dickson & Boettger (١٩٨٢) أن تلك الصفة يتحكم فيها عدة جينات مع سيادة غير تامة لصفة البذور غير الصلدة . وقد كانت هذه الصفة مرتبطة بصفة قوة نمو البادرات ، وقدرت درجة توريثها - على النطاق الضيق - بنحو ٢٠ - ٥٠ ٪

ويفضل دائماً أن تكون البذور نصف صلدة Semihard ؛ لأن البذور التى تمتص الماء بسرعة شديدة تكون أكثر عرضة للإصابة بتشققات البذور ؛ مما يؤدى إلى إنتاج بادرات غير طبيعية . وتميز البذور المرغوبة بنقع البذ (بعد تجفيفها سلفاً إلى ٦ ٪ رطوبة) فى الماء لمدة ١٢ - ٢٤ ساعة مع ملاحظتها ؛ للتخلص من السلالات التى تتشرب بذورها بالماء قبل مرور ١٢ ساعة ، وتلك التى تبقى بذورها غير متشربة بالماء تزيد على ٢٤ ساعة ، وهى التى تكون بذورها صلدة ، بينما تكون السلالات التى تتشرب بذورها بالماء خلال ١٢ - ٢٤

ساعة نصف صلدة .

٢ - التربية لمقاومة تمزق البذرة

تعرف حالة تمزق قصرة البذرة باسم fish face ، وهى تحدث عند نمو الفلقتين بسرعة أكبر من سرعة نمو قصرة البذرة . تتعرض مثل هذه البنور للإصابة بالعفن فى التربة بدرجة أكبر من البنور السليمة ، كما يكون مظهرها غير مقبل ، ويتم التخلص منها غالباً - عند تنظيف البنور .

ولقد وجدت سلالات مقاومة لهذه الحالة ، وسلالات أخرى لاتزيد فيها نسبة البنور المصابة - تحت الظروف المناسبة للنمو السريع للبنور - على ١٠ ٪ . وتراوحت نسبة البنو التى أصيبت بتمزق الغلاف البذرى - فى إحدى الدراسات - من ٥ر١ - ٦ر٤٧ ٪ فى سلالات مختلفة .

وتوضح الدراسات الوراثية ن هذه الصفات يتحكم فيها جين واحد نو سيادة غير تامة (عن Morris ١٩٧١) ، نو نفاذية تتراوح من ٢٥ - ٥٠ ٪ حسب موسم النمو (Dickson ١٩٦٩) .

٣ - التربية لمقاومة الأضرار الميكانيكية

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى مدى مقاومة بذورها للإصابة بالأضرار الميكانيكية Mechanical Injuries عند استخلاصها وتداولها . وقد تراوحت نسبة الإصابة بالتشققات العرضية لفلقات البنور - فى أصناف مختلفة - من صفر إلى ٣ ر ٤٨ ٪ فى إحدى الدراسات ، ومن ٥ - ٩٤ ٪ فى دراسة أخرى . كما وجدت المقاومة لهذا النوع من تشققات البنور فى بعض سلالات الفاصوليا ذات القرون الشمعية ، ونقلت إلى أصناف ذات قرون خضراء (عن Dickson ١٩٨٠) .

وقد درس Dickson & Boerrger (١٩٧٧) وراثة المقاومة لكل من الأضرار الميكانيكية والتشققات العرضية لفلقات البنور ، وتوصلا إلى مايلى :

أ - كانت المقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية كمية .

ب – كانت البذور الملونة أكثر مقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية من البذور البيضاء ، إلا أنه أمكن الحصول على انعزالات ذات بذور بيضاء ومقامة .

جـ – قدرت درجتا التوريث على النطاقين العريض والضيق على التوالى : المقاومة للأضرار الميكانيكية : ٥٥ ٪ – ٧٩ ٪ ، و ٢٢ – ٧٣ ٪ ، والمقاومة للتشققات العرضية بالفلقات : ٥٣ – ٩٣ ٪ ، و ٢٢ – ٥٨ ٪ .

د – أدى لانتخاب الشديد فى الجيل التجميعى bulked الثالث إلى زيادة المقاومة لكلا النوعين من الأضرار .

وفى دراسة أخرى .. تراوحت درجة توريث المقاومة للأضرار الميكانيكية – على النطاق الضيق – من ٢٦ – ٤٦ ٪ مع سيادة المقاومة ، وتراوحت فى دراسة ثالثة من ٢٧ – ٥٢ ٪ ، وكانت مرتبطة بمقاومة التشققات العرضية بفلقات البذور .

وقد وجد أن إزالة غطاء البذرة ، ثم تشربت البذور بالماء يترتب عليه حدوث تشققات عرضية بالفلقات ؛ مما يعنى إمكان الحد من هذه الظاهرة لتربية أصناف ذات غطاء بذرى لايسمح بالتمدد السريع للفلقات أثناء تشربها بالماء ، إلا أنه لم توجد علاقة بين سمك الغطاء، ومقاومة البذرة للأضرار الميكانيكية . هذا .. وتقيم البذور لمقاومة الإصابة بالأضرار الميكانيكية عندما تتراوح نسبة الرطوبة بها ٥ – ٨ ٪ (عن Dickson ١٩٨٠) ، ويجرى الاختبار بإسقاط عينات من البذور عدة مرات من ارتفاع مترين على سطح صلب ، ثم التعرف على البذور المصابة بالأضرار الميكانيكية – إما باختبار الإنبات العادى ، وإما بالنقع لمدة ٢ – ٣ دقائق – يحث تظهر تجعدات واضحة حول الشقوق ، بينما لا تشرب البذور السليمة بالماء إلا بعد عدة ساعات .

وبخصوص طبيعة المقاومة للأضرار الميكانيكية .. لم يتوصل Eisinger & Bradford (١٩٨٦) إلى أية علاقة بين قابلية بذور الفاصوليا للإصابة بالتشققات العرضية بالفلقات بين محتواها من أى من عنصرى الكالسيوم أو البوتاسيوم ، ولكن الباحثين وجدا ارتباطاً موجباً بين مقاومة التشققات ومحتوى البذور من عنصر المغنيسيوم . ونظراً لأن هذا الارتباط

اعتمد – أساساً – على وجود اختلافات بين الأصناف فى محتوى بنورها من المغنيسيوم ؛ لذا فربما لا يكون ذلك دليلاً على وجود علاقة سبب ومسبب حقيقية بين الصنفين .

٤ – التربية لتحسين قوة إنبات البذور Seed Vigor

وجد ارتباط سالب بين درجة التوصيل الكهربائى للماء الذى تنقع فيه البذور ، وبين قدرة هذه البذور على الإنبات فى الظروف الحقلية غير المناسبة ، لكن تلك العلاقة لم تتأكد تحت الظروف المعملية لاختبارات الإنبات (عن Dickson ١٩٨٠) .

٥ – التربية لمقاومة أعفان البذور فى التربة

تتطلب مصانع حفظ الأغذية أن تكون أصناف الفاصوليا ذات بذور بيضاء ؛ لذا .. اهتم المربون بإدخال تلك الفطريات فى هذه الأصناف ، ولكن لوحظ أن البذور تتعرض للصابة فى التربة بمختلف الفطريات المسببة للعفن بدرجة أكبر من البذور الملونة ، وقد سبق شرح هذا الأمر تحت موضوع التربية لتحسين لون البذور .

هذا .. ويجرى اختبار إنبات البذور على عينة تتكون من عدة مئات من البذور فى رمل رطب (٢٠ ٪ رطوبة) ، أو بيرليت ، أو فيرميكيوليت ، أو فى مناشف ورقية مطوية على درجة ٢١°م . وبعد أسبوع من بدء الاختبار .. تحسب البادرات التى يكون بها ما يوازى ورقة أولية واحدة على الأقل ، وورقة فلقية ، ونمو خضرى طبيعى ، وقمة جذرية طبيعية ، والتى تكون قد بلغت نصف الحجم الطبيعى على الأقل كبادرات نباتية . وإذا رغب فى الحصول على بيانات أكثر تفصيلاً .. تحسب نسبة البادرات السليمة تماما القوية النمو ، وتضرب فى نسبة الإنبات ؛ لتحصل على تقدير نوعية البذور Seed Quality Estimate . ولمزيد من التقييم .. يمكن حساب دليل نوعية البذور Sedd Quality Index بضرب نسبة البادرات السليمة القوية النمو فى دليل إنبات البذور Seed Emergence Index ، الذى يحصل عليه بضرب نسبة إنبات البذور فى سرعة إنباتها .

التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية

١ - التربية لتحسين قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

قام Kooistra (١٩٧١) بتقييم عدد من أصناف الفاصوليا والأنواع الأخرى ، وجد أن أعلى قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة كانت فى صنف الفاصوليا Comtesse de Chambord ، وفى النوعين P. coccineus ، و P.triobus . وفى دراسة أخرى .. قيم Austin & Maclean (١٩٧٢) ٣٠٥ أصناف وسلالة من الفاصوليا ، ووجدا أن ٤٦ منها ذات قدرة جيدة على الإنبات فى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٥ ر ١٢°م. كما أمكن التعرف على سلالات من الفاصوليا ، قادرة على النبات فى درجة حرارة ١٠°م ، والنمو فى حرارة ٧ - ١٣°م ، وسلالات أخرى يمكن لبذورها أن تبقى فى التربة البادرة دون أن تتعفن إلى أن ترتفع درجة الحرارة إلى المجال المناسب للإنبات (عن Morris ١٩٧١) .

وقد لخص Dickson & Petzoldt (١٩٨٧) أهم مصادر القدرة على الإنبات فى الفاصوليا - فى الحرارة المنخفضة - كمايلى :

أ - الصنفان Comptesse de Chambord ، و Widuse : تنبت بذورهما جيداً فى درجة حرارة ٩ - ٥ر٩°م لكنهما تفقدان قوة نموهما فى درجة ١٠°م .

ب - السلالة BBL 92 : تنبت بذورها فى درجة ٨ - ٩°م على ورق الإنبات فقط ، لكن إنباتها يكون رديئاً إذا تعرضت - تحت ظروف الحقل - لدرجة الحرارة المنخفضة لفترة طويلة .

جـ - السلالتان NY 5-161 ، و NY 590 . تنبت بذورهما جيداً فى حرارة ٥ر٩ - ١٠°م ، وتنموان جيداً فى درجات الحرارة المنخفضة .

كما يُذكرَ (J.Amer. Soc. Hort Sct - مجلد قم ١١١ لسنة ١٩٨٦) أن سلالة الفاصوليا P.I. 165426 - BS (من المكسيك) تعد أفضل من معظم الأصناف التجارية ؛ من حيث قدرة بذورها على الإنبات فى الأراضى الباردة الرطبة .

وقد أوضح Dickson (١٩٧١) أن قدرة بذور الفاصوليا على الإنبات - فى درجة حرارة

١٠°م نهاراً ، و٨°م ليلاً – ترتبط غالباً بصفة البذور الملونة ، وهى التى كانت أقل تعرضاً للعفن فى التربة من البذور غير الملونة . كما وجد أن صفة القدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة كمية ، وقدرت درجة توريثها بنحو ٣٥ ٪ . كذلك بينت دراسات Dickson (١٩٨٠) أن نسبة الإنبات فى الحرارة المنخفضة أفضل فى كل من البذور الملونة والبذور الصغيرة الحجم مما فى البذور البيضاء ، أو الكبيرة الحجم .

٢ – التربية للاستجابة لدرجة الحرارة والفترة الضوئية عند الإزهار

بدراسة عدد من أصناف الفاصوليا التى نُميّت فى حرارة ١٦ ±٢°م نهاراً ، و ٢١ ±٢°م ليلاً .. وجد أن فترة إضاءة طولها ١٥ ساعة – مقارنة بفترة إضاءة طولها ١٠ ساعات – أدت إلى تأخير الإزهار بمقدار ٤٧ يوماً فى الصنف Nebraska sel. 27 ، وبمقدار ٤٨ يوماً فى السلالة P.I. 207262 ، بينما لم يتأثر موعد أزهار الأصناف الأخرى المختبرة باختلاف الفترة الضوئية . وتبين أن صفة التأخير فى الإزهار – عند زيادة الفترة الضوئية – يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح (Coyne ١٩٧٨) .

وفى دراسة أخرى .. كان الصنف G.N. 1140 – تحت ظروف الحقل – مبكراً فى الإزهار ، بينما كانت السلالة P.I. 165078 متأخرة الإزهار . وتبين بالدراسة الوراثية أن صفة الإزهار المبكر بسيطة وسائدة . أما تحت ظروف حجرات النمو .. فلم تلحظ أية فروق فى موعد الإزهار بين الصنف والسلالة إلا عندما كان النهار الطويل (١٤ ساعة) مصاحباً بدرجة حرارة مرتفعة (٢٩ر٤°م نهاراً ، و ٢٦ر٧°م ليلاً) (Coyne ١٩٧٠) .

كذلك لوحظت اختلافات وراثية بين صنفى الفاصوليا Great Northern UI 1 ، و Red Kidney فى الاستجابة للفترة الضوئية ودرجة الحرارة عند الإزهار . فالصنف Great Nortern UI 1 (اختصاراً : GN) أزهر– بصورة طبيعية – فى كل الفترات الضوئية عندما كانت مصاحبة بحرارة عالية ، بينما تأخر إزهاره فى إضاءة ١٨ ساعة عندما كانت مصاحبة بحرارة منخفضة مقدارها ٢١°م نهاراً ، و ١٦°م ليلاً . أما الصنف Red Kidney (اختصاراً RK) .. فقد أزهر بصورة طبيعية فى كل الفترات الضوئية عندما كانت مصاحبة بدرجة حرارة منخفضة مقدارها ٢١°م نهاراً ، و ١٦°م ليلاً ، أو حرارة متوسطة مقدارها ٢٧°م نهاراً ، و ٢١°م ليلاً ، بينما تأخر إزهاره فى إضاءة ١٨ ساعة عندما كانت

مصاحبة بحرارة مرتفعة تزيد على ٢٩°م نهاراً ، وتزيد على ٢١°م ليلاً .

وتبين – بالدراسة الوراثية – أن الصنفين يختلفان فى زوجين من العوامل الوراثية ، وهما الزوجان اللذان يستجيبان لمعاملات الفترة الضوئية ودرجة الحرارة عند الإزهار ؛ فالصنف Rk يحتوى على جين سائد – أعطى الرمز Ht – يؤدى إلى تأخير الإزهار فى النهار الطويل الذى يكون مصاحباً بدرجة حرارة تزيد على ٢٩°م ، بينما يحتوى الصنف GN على جين آخر سائد كذلك – أعطى الرمز Lt – يؤدى إلى تأخير الإزهار – فى النهار الطويل الذى يكون مصاحباً بدرجة حرارة تقل عن ٢٤°م . أما الجيل الأول الناتج من التهجين بينهما – الذى يكون تركيبه الوراثى Ht ht Lt lt – فإنه يتأخر فى الإزهار فى ظروف النهار الطويل أياً كانت درجة الحرارة المصاحبة له .

وقد أظهرت الدراسات التشريحية أن مبادىء الأزهار تكونت بصورة طبيعية فى كل درجات الحرارة والفترات الضوئية ، وأن التأخير لم يكن سوى فى ظهور الأزهار (Padda & Munger ١٩٦٩) .

٣ – التربية للقدرة على عقد الثمار فى الحرارة العالية

تبعاً لـ Schaff وآخرين (١٩٨٧) .. فإن سلالات وأصناف الفاصوليا التالية تعد مقاومة للحرارة العالية : P.I. 16516 ، و P.I. 281711 ، و P.I. 271997 ، و P.I. 271998 ، و P.I. 285695 ، و P.I. 313241 ، و P.I. 324607 ، و P.I 324616 ، و Provider ، و Bush Blue Lake .

وقد تمكن Dickson & Petzoldt (١٩٨٨ ، ١٩٨٩) من الانتخاب للقدرة الجيدة على العقد فى الحرارة العالية ؛ بتعريض نباتات الجيل الأول – أثناء الإزهار – لحرارة عالية ، وكان تقديرهما لدرجة توريث هذه الصفة – على النطاق العريض – من ١٩ – ٧٩ ٪ ، وعلى النطاق الضيق من صفر – ٢٤ ٪ .

٤ – التربية لتحمل النمو فى الأراضى الغدقة

استخدم Nelson وآخرون (١٩٨٣) الطرق التالية لتقدير قدرة نباتات الفاصوليا على تحمل النمو فى الأراضى الغدقة التى تزيد فيها الرطوبة الأرضية لفترات طويلة .

أ – تقدير معدل تنفس الجذور تحت ظروف الرطوبة العالية بطريقة Triphenyl Tetra-zolium Chloride Reduction Method (اختصاراً TTC) .

ب – تقدير غير مباشر لمدى تلف الأغشية الخلوية لجدر الخلايا – حال تعرض الجذور للرطوبة العالية – بطريقة التوصيل الكهربائى Electrical Conductivity .

جـ – تقدير مدى فقد النباتات للرطوبة بقياس الجهد المائى Water Potential بأنسجة الخشب فى الحزم الوعائية ؛ بطريقة الـ Pressure Chamber (اختصاراً PC) .

د – تقدير عينى يعتمد على المظهر الخارجى .

وقد أظهرت نتائج الدراسة توافقاً بين مختلف الطرق ، لدى تطبيقها على ثلاثة تراكيب وراثية تختلف فى مدى قدرتها على تحمل النمو فى الأراضى الغدقة . وقد تطلبت طريقتا الـ TTC ، والتوصيل الكهربائى وقتاً طويلاً لإجرائهما ، وأعطت أكثر النتائج تبايناً ، بينما كانت نتائج اختبار الـ PC مرتبطة بشدة (r = ٨٥ ر٠) مع التقدير العينى . وكانت أكثر السلالات قدرة على تحمل الرطوبة الأرضية العالية – فى الدراسة – هى PO 74 .

٥ – التربية لتحمل نقص الآزوت فى التربة

إن انتخاب السلالات الجديدة من الفاصوليا – تحت ظروف توفر الآزوت المضاف إلى التربة فى صورة أسمدة – يجعل النبات يفقد قدرته على تثبيت آزوت الهواء الجوى من خلال بكتيريا العقد الجذرية ، ويحدث العكس عندما يكون الانتخاب فى ظروف يقل فيها التسميد الآزوتى . وتتفاوت الأصناف – كثيراً – فى هذه الخاصية .

وفى إحدى الدراسات كان الصنف Canyon أقل الأصناف قدرة على تثبيت الآزوت ، بينما كان الصنف Viva Pink أكثرها قدرة ؛ علماً بأن الصنف الأخير يدخل فى خلفيته الوراثية السلالة المكسيكية P.I. 203958 ذات القدرة العالية على تثبيت آزوت الهواء الجوى ، وكان قد انتخب تحت ظروف استخدم فيها مستويات منخفضة من الآزوت المضاف (عن Silberngael ١٩٨٦) .

٦ – التربية لزيادة القدرة على تحمل نقص عنصر الفوسفور

درس Fawole وآخرون (١٩٨٢) وراثة كفاءة استفادة نبات الفاصوليا من الكميات

المتاحة من عنصر الفوسفور – تحت ظروف نقص العنصر – واستخدمت لذلك ست عائلات من الفاصوليا ، ناتجة من تلقيحات بين سلالات متنحية ذات كفاءة عالية ، أو متوسطة ، أو منخفضة فى الاستفادة من العنصر . واتخذ الباحثون الوزن الكلى للنبات – تحت ظروف نقص العنصر – دليلاً على كفاءة النبات فى الاستفادة منه . أوضحت الدراسة أن التفوق Epistasis كان له دور كبير فى التأثير فى وراثة تلك الصفة ، خاصة تأثيرات الإضافة × الإضافة ، والسيادة × السيادة ، والإضافة × السيادة . وقد كانت تقديرات درجة توريث الصفة على النطاقين العريض والضيق عالية .

٧ – التربية لزيادة القدرة على تحمل نقص عنصر البوتاسيوم

لم يتمكن Shea وآخرون (١٩٦٧) من التعرف على اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الفاصوليا ؛ من حيث قدرتها على امتصاص عنصر البوتاسيوم ، إلا أنهم وجدوا اختلافات بينها فى مدى كفاءتها فى تمثيل البوتاسيوم الممتص ، علما بأن تلك الاختلافات لم يكن مردها إلى اختلاف السلالات فى حجم البذور . وقد تبين أن صفة الكفاءة العالية فى تمثيل البوتاسيوم يتحكم فيها جين واحد متنح .

٨ – التربية لتحمل نقص عنصر الحديد

درس Coyne وآخرون (١٩٨٢) وراثة القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد فى الفاصوليا فى النسل الناتج من التلقيح بين السلالة الشديدة الحساسية P.I. 165078 ، والأصناف المقاومة GN Valley ، و GN Emerson ، و GN UI 59 . وقد أوضحت نتائج الجيل الثانى أن المقاومة كمية وسائدة سيادة تامة ، بينما تبين من نتائج الجيل الثالث أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات .

هذا .. وتتحكم الجنور فى امتصاص الحديد فى الطماطم ، وفول الصويا ، والحمص ؛ وهو ما تحقق بدراسات التطعيم التى استخدمت فيها طعوم حساسة لنقص الحديد ، وأصول مقاومة ؛ حيث لم تظهر أعراض الاصفرار الناشىء من نقص الحديد فى الطعوم .

كما تأكدت هذه الحقيقة بعمل التطعيم العكسى (باستخدام طعوم مقاومة لنقص الحديد، وأصول حساسة) ؛ حيث ظهرت أعراض الاصفرار الناشىء من نقص الحديد على الطعوم .

وحينما أجرى Zaiter وآخرون (١٩٨٧) دراسة تطعيم مماثلة على الفاصوليا - استخدموا فيها الصنفين المقاومين لنقص الحديد GN Emerson ، و Neb - WM1 - 83 - 10 والصنفين الحساسين P.I. 165078 ، و Steuben yellow Eye - تبين أن الأصول هى التى تتحكم فى المقاومة لنقص العنصر : ربما بسبب قدرتها على امتصاص العنصر أو نقله إلى السيقان . وقد كان نقص الحديد أكثر وضوحاً فى الحرارة المنخفضة (٢٤°م نهاراً ، و ١٢°م ليلاً) منه فى الحرارة المرتفعة (٥ر٢٩°م نهاراً ، و ٥ر١٨°م ليلاً) .

وفى دراسة موسعة على وراثة القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد استخدم فيها ثلاثة تراكيب وراثية حساسة ، وسبع مقاومة (هى : GN Valley ، و GN 1140 ، و UI 59 ، GN Emerson ، و Pinto Ep-1 ، و Pinto Olthe ، و Black Neb - WM1 - 83 - 10) ، ودرست الصفة فى الآباء ، والجيل الثانى ، وبعض سلالات الجيل الثالث .. وجد Zaiter وآخرون (١٩٨٧ أ) أن صفة المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السائدة المكملة لبعضها .

٩ - التربية لتحمل التلوث الجوى بالأوزون

تُحْدث تركيزات منخفضة من الأوزون - تتراوح من ٠٥ر٠ - ١٢ر٠ حجماً فى المليون - أضراراً كبيرة لمعظم الأصناف الحساسة من بعض المحاصيل الزراعية ، وهو تركيز يتواجد - بالفعل - صيفاً فى أجواء بعض المناطق من العالم ، وفى بعض أجزاء من الولايات المتحدة . وتعتبر الفاصوليا من أكثر المحاصيل حساسية وتضرراً من هذا الغاز ؛ حيث قدر متوسط الانخفاض فى محصول الأصناف الحساسة من جراء التعرض لتركيز ٠٤ر٠ - ٠٦ر٠ حجماً فى المليون من الغاز لمدة ٧ ساعات يومياً بنحو ١٠ - ٢٦ ٪ . كما يحدث التعرض للغاز نقصاً فى معدل النمو النسبى للنباتات ، ومعدل النمو المطلق ، و إنتاج القرون ، وتكوين العقد البكتيرية ، ومحتوى النباتات من النيتروجين (عن Mersie وآخرين ١٩٩٠) .

ولحسن الحظ .. فإنه تتوفر اختلافات وراثية كبيرة بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى قدرتها على تحمل الغاز . فعلى سبيل المثال .. قيم Lewis & Christiansen (١٩٨١) عديداً من أصناف وسلالات الفاصوليا لمقاومة الأوزون - تحت الظروف الحقلية لمدينتى

Beltsville ، و Salisbury بولاية ميرلاند الأمريكية ؛ حيث يزداد فيهما تركيز الغاز بدرجة كبيرة – ووجدا أن أصنافا كثيرة منها كانت مقاومة للغاز ، لدرجة أنهما اقترحا عدم جدوى التربية لمقاومة الأوزون فى الفاصوليا . ومع ذلك .. فقد نصحا باختبار سلالات الفاصوليا الجديدة فى تلك المنطقتين قبل إكثارها للإنتاج التجارى . وفى دراسة أخرى .. قيم Mersie وآخرون (١٩٩٠) ٤١٠ أصناف وسلالة من الفاصوليا تحت ظروف حجرات النمو ؛ حيث عرضوا بادرات الفاصوليا الصغيرة لتركيز ٦ر٠ حجماً فى المليون لمدة ساعتين ، وقاموا بقياس الضرر الذى حدث للأوراق . ووجد الباحثون أن ١٧ صنفاً وسلالة منها كانت غير حساسة للغاز ، و ٣٧٠ كانت حساسة ، و ٢٣ عالية الحساسية .

وفى دراسة قدر فيها ارتداد المحصول مقابل تركيز غاز الأوزون .. وجد Heck وآخرون أن BBL -254 ، و BBL - 290 كانا أكثر حساسية من BBL - 274 ، و Dwarf Horticultural . وأكدت النتائج أن جيرمبلازم الفاصوليا يحتوى على صفة المقاومة للتركيزات الحالية من الأوزون ، ولكن المقاومة تفقد مع زيادة تركيز الغاز .

١٠ – التربية لتحمل التلوث الجوى بغاز ثانى أكسيد الكبريت

تتوفر مقاومة التلوث الجوى بغاز ثانى أكسيد الكبريت فى الفاصوليا ، وهى صفة متنحية (عن Bressan وآخرين ١٩٨١) .

التربية للصلاحية للحصاد الآلى

تعتبر القوة اللازمة لفصل قرون الفاصوليا عن النموات الخضرية إحدى الصفات الهامة التى تقيم بمقتضاها الأصناف للصلاحية للحصاد الآلى . وقد وجد Showalter (١٩٧٠) أن القوة اللازمة لعملية الفصل تزداد مع زيادة نضج القرون ، ومع زيادة قطر عنق الثمرة ، وأن القوة التى لزمت لفصل قرون الصنف Harvester كانت ضعف تلك التى لزمت لفصل قرون الصنف Provider . وأكد ذلك Hoffman (١٩٧١) ،الذى وجد أن الصنف Provider كان أسهل الأصناف فى الحصاد الآلى .

وفى دراسة وراثية .. وجد Bassett (١٩٧٦) أن القوة اللازمة لفصل القرون فى مرحلة نمو معينة (هى التى تمر فيها القرون من ثقوب غربال رقم ٤) يتحكم فيها زوجان على الأقل

من العوامل الوراثية ، وأن الحاجة إلى قوة قليلة لفصل القرون صفة سائدة على الحاجة إلى قوة كبيرة . وقدرت درجة توريث هذه الصفة – على النطاق الضيق – بنحو ٦١ ٪ .

كذلك تتحدد الصلاحية للحصاد الآلى بالعقد والنضج المركزين للقرون – وهى صفة تتوفر فى معظم الأصناف الحديثة – وبمدى تحمل القرون لعملية الحصاد الآلى ذاتها . وقد توصل Hoffaman (١٩٧١) إلى وجود اختلافات بين أصناف الفاصوليا فى تعرضها للفقد فى الوزن من جراء الأضرار التى تحدثها عملية الحصاد الآلى بالقرون ، والتى كان بعضها غير منظور ، و بعضها الآخر يمكن ملاحظته بالعين المجردة . كذلك تؤدى عملية الحصاد الآلى إلى كسر – أو إزالة – الشعيرات التى توجد على سطح القرون ؛ مما يسبب جروحاً لا تلتئم ، وتظل مصدراً لفقد الرطوبة والفقد فى الوزن .

وقد تبين وجود اختلافات بين الأصناف فى كثافة الشعيرات التى توجد على قرونها ، وكان ذلك مرتبطاً إيجابياً بالفقد فى الوزن .

التربية لمقاومة الامراض

١ – التربية لمقاومة عفن الجذور الجاف

يسبب الفطر Fusarium solani f. phaseoli مرض عفن الجذور الجاف فى الفاصوليا . وقد وُجِدَ مستوى مرتفع من المقاومة فى كل من P. coccineus والسلالة P.I. 203958 (التى تعرف باسم N 203) والتى انتخبت – أصلاً – من السلالة P.I. 201338. كما نقلت مقاومة P. coccineus – بنجاح – إلى الفاصوليا العادية فى السلالة 12 - 2114 (عن Wallace & Wilkinson ١٩٦٥) .

وقد أوضحت دراسات Bravo وآخرين (١٩٦٩) أن مقاومة عفن الجذور الجاف فى كل من P. coccineus ، و N 203 سائدة سيادة غير تامة على القابلية للإصابة ، وأن التأثير الإضافى للجين أكبر من تأثير السيادة . وقدروا أن المقاومة يتحكم فيها من ٣ – ٧ أزواج من الجينات ، إلا أنه لم يمكنهم تمييز التأثير المنفرد لمختلف الجينات .

وفى دراسة أخرى .. وجد Hassan وآخرون (١٩٧١) أن مقاومة السلالة N 203 يتحكم فيها أربعة أزواج من العوامل الوراثية ، بينما يتحكم فى مقاومة السلالة 12- 2114 من ٥ –

٦ أزواج ، كما وجدوا أن جينات المقاومة كانت إضافية التأثير – أساساً – إلا أن بعض السيادة الجزئية ظهرت فى النباتات المختبرة تحت ظروف الحقل عندما كان عمرها ٩ –١٣ أسبوعاً . وقد قدروا درجة توريث المقاومة – على النطاق العريض – بنحو ٦٢ – ٦٤ ٪ فى اختبارات الصوبة ، و ٢٢ ٪ فى اختبارات الحقل عند عمر خمسة أسابيع ، و ٧٩ ٪ فى اختبارات الحقل عند عمر ٩ – ١٣ أسبوعاً . ولمزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة وطبيعة المقاومة لهذا المرض .. يراجع Hassan (١٩٧٠) .

٢ – التربية لمقاومة عفن الجذور الأسود

يسبب الفطر Thielaviopsis basicola مرض عفن الجذور الأسود فى الفاصوليا ، وتتوفر المقاومة للفطر فى السلالتين N 203 ، و 12 - 2114 اللتين سبقت الإشارة إليهما تحت التربية لمقاومة مرض عفن الجذور الجاف .

وقد أوضحت دراسات Hassan وآخرين (١٩٧١ أ) أن مقاومة السلالتين متنحية جزئياً، ويتحكم فيها – فى كل من السلالتين – حوالى ثلاثة أزواج من الجينات ، وأن هذه الجينات متماثلة فى مصدرى المقاومة . وقدر الباحثون درجة توريث المقاومة – على النطاق العريض – بنحو ٥٩ ٪ . هذا .. ولم يتضح من الدراسات الوراثية (Hassan وآخرون ١٩٧١ ب) وجود أية علاقة أو ارتباط بين الجينات المسئولة عن المقاومة لعفن الجذور الأسود ، وتلك المسئولة عن المقاومة لعفن الجذور الجاف فى السلالتين .

٣ – التربية لمقاومة عفن الجذور الرايزوكتونى

يسبب الفطر Rhizoctonia solani مرض عفن الجذور الرايزوكتونى فى الفاصوليا ، وتتوفر مقاومة هذا الفطر فى الفاصوليا ؛ فمن بين ٦٠٠ سلالة تم اختبارها .. وجدت المقاومة فى ١٢ منها ، وكانت المقاومة مصاحبة – دائماً – بصفات مورفولوجية معينة ؛ منها صفة البذور الملونة ، ووجود الصبغات القرمزية بالنبات .

وقد وجد Deakin & Dukes (١٩٧٥) أن المقاومة ذات درجة توريث عالية ، ويتحكم فيها عدد قليل من الجينات ، وأنه يمكن نقلها بسهولة إلى التراكيب الوراثية المرغوبة بالتربية ، إلا أنه لم تنجح محاولات الحصول على سلالات مقاومة ذات بذور بيضاء ، وتعتبر

تلك أهم مشكلة تواجه استخدام هذه المقاومة فى أصناف التصنيع ؛ لأن مصانع الحفظ لا تقبل أصناف الفاصوليا الخضراء ذات البنور الملونة . هذا .. وقد حدثت فى الجيل الثانى للتلقيح – بين السلالات المقاومة ذات البنور الملونة والسلالات القابلة للإصابة ذات البنور البيضاء – انعزالات قريبة من ٩ مقاومة ذات بنور ملونة : ٣ قابلة للإصابة ذات بنور ملونة : ٤ قابلة للإصابة ذات بنور بيضاء . وأمكن بالتلقيح – بين نباتات مقاومة ذات بنور ملونة تلويناً ضعيفاً – انتخاب نباتات منعزلة كانت مقاومة وذات بنور بيضاء كالحة اللون .

ويذكر Deakin & Dukes (١٩٧٥) أن مقاومة عفن الجنور الرايزوكتونى ترتبط بعدد من الصفات المورفولوجية ؛ هى :

أ – الإنبات السريع للبنور .

ب – سرعة فقد الأوراق الفلقية .

جـ – سرعة تصلب السويقة الجنينية السفلى .

د – وجود مجموع جذرى قوى النمو .

وجميع العوامل السابقة تساعد النبات على التغلب على الإصابات المعتدلة .

هـ – البنور الملونة .. ويبدو أن لذلك علاقة بميتابوليزم النبات ؛ فربما كان لصبغات قصرة البذرة – التى تتكون من جلوكوسيدات فينولية – علاقة بالفيتو ألاكسين فاصيولين Phaseolin ، الذى يثبط نمو هذا الفطر .

وتعتبر سلالة الفاصوليا P.I. 165426 – ذات الأوراق الصغيرة – أهم مصادر المقاومة لعفن الجنور الرايزكتونى ، كما أنها مقاومة لنيماتودا تعقد الجنور ، وحصل منها على سلالة متنحية ذات بنور سوداء ، كانت مقاومة – أيضاً – لكل من فطريات أعفان الجنور : Pythium ، و Fusarium ، و Thielaviopsis ، وبعض سلالات الصدأ ، مع القدرة على الإنبات فى الأراضى الباردة الرطبة (عن Silbemgael ١٩٨٦) .

٤ – التربية لمقاومة العفن الأبيض

يسبب الفطر Sclerotinia sclerotiorum مرض العفن الأبيض فى الفاصوليا ، وتتوفر المقاومة لهذا الفطر ، وهى تعتمد على أسباب مورفولوجية ، وأخرى فسيولوجية ، وهما صفات كمية ، وذات درجات توريث منخفضة . وقد تمكن Lyons وآخرون (١٩٨٧) – من

خلال دورتين فقط من الانتخاب المتكرر – تحقيق تقدم كبير فى المقاومة للمرض قدر بنحو ٣١ ٪ على أساس مقياس وصفى للإصابة ، وبنحو ٥٠ ٪ على أساس طول البقع المرضية على الساق الرئيسية للنبات .

٥ – التربية لمقاومة الأنثراكنوز

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنثراكنوز فى الفاصوليا ، وقد درس Inglis وآخرون (١٩٨٨) إمكانات العدوى الجافة بالفطر لأغراض تقييم المقاومة بدلاً من العدوى بجراثيم الفطر التى تتطلب تحضير المعلق الفطرى قبل وقت قصير من العدوى ، وتستلزم كميات كبيرة منه لعدوى المساحات الحقلية الكبيرة . وقد استعمل الباحثون أوراقاً جافة لنباتات سبقت عدواها بالفطر فى الصوبة ، أو مزارع فطرية مجففة للفطر على بيئة خاصة هى : Perlite - cornmeal V - 8 juice agar . عُفِّرت النباتات فى الحقل بأى من مصدرى العدوى ، ووجد أن كلا المصدرين كان بنفس كفاءة العدوى بمعلق جراثيم الفطر فيما يتعلق باختبارات المقاومة الحقلية .

٦ – التربية لمقاومة الصدأ

يسبب الفطر Uromyces appendiculatus var. appendiculatus (سابقاً : U. phaseoli var. typica) مرض الصدأ فى الفاصوليا . وتتوفر عدة مصادر لمقاومة الفطر ، وطرز مختلفة للمقاومة ، كما تعرف عديد من سلالات الفطر المسبب للمرض . وتؤخذ مساحة بثرات الصدأ postules كدليل على مدى مقاومة الأصناف ؛ حيث تقسم – حسب درجة المقاومة – إلى المجاميع التالية :

أ – منيعة .

ب – مقاومة ، وهى التى تظهر بها بقع مرضية دقيقة flecks ، ولكنها تخلو من جراثيم الفطر .

جـ – متوسطة المقاومة ، وهى التى تظهر بها بثرات صغيرة لا يزيد قطرها على ٠ر٣ مم (small - pustle resistance) .

د – قابلة للإصابة ، وهى التى تظهر بها بثرات عديدة تمتلىء بجراثيم الفطر .

وتعتبر ظاهرة فرط الحساسية hypersensitivity هى الأساس الفسيولوجى للمقاومة .

وقد أمكن التعرف على أكثر من ٣٠ سلالة من الفطر فى : أستراليا ، والبرازيل ، والولايات المتحدة . ويعد ظهور السلالات الجديدة – التى تقضى على المقاومة بسرعة بعد انتشار زراعة الصنف المقاوم – أكبر مشكلة تواجه برامج التربية لمقاومة الصدأ فى الفاصوليا (عن Dixon ١٩٨١) .

وفى دراسة على وراثة صفة ضراوة virulence الفطر .. قام Christ & Groth (١٩٨٢) بإجراء تلقيحات بين عدد من عزلات الفطر التى تختلف فى ضراوتها ، ووجدا أن الضراوة يتحكم فيها ثلاثة جينات مستقلة ؛ اثنان منها متنحيان وأعطيا الرمزين $U_p A_1$ ، و $U_p A_2$ ، والثالث سائد وأعطى الرمز $U_p V_3$.

تمكن Fadl (١٩٨٣) من استحداث طفرات مقاومة للصدأ فى الفاصوليا بالمعاملة بأشعة جاما (بجرعات ٨ ، و ١٠ ، و ١٢ كيلوراد Krad) ، أو بالـ ethylmethanesulphonate (اختصارا : EMS ، بتركيز ٥ر٠ – ٥ر١ ٪) ؛ حيث انتخبت النباتات المقاومة فى الجيل الثانى (M_2) ، وتأكدت فى الجيل الثالث (M_3) فى صنفين من الفاصوليا ؛ هما : جيزة ٣ ، وجيزة ٤ . وقد كانت المعاملة بالـ EMS أكثر فاعلية فى استحداث الطفرات المقاومة .

وقد استدل من دراسات مختلفة على أن مقاومة الفاصوليا للصدأ يتحكم فيها جين واحد سائد (عن Christ & Groth ١٩٨٢ أ) ، وجين واحد سائد لخمس سلالات من الفطر (Carvlho وآخرون ١٩٧٨) وجين واحد سائد فى الصنف GN 1140 (Augustine وآخرون ١٩٧٢) وجين واحد سائد فى كل من الصنفين Cape ، و Resisto (Webster & Ainsworth ١٩٨٨) .

كما استدل – من الدراسات التى أجريت على عدد من أصناف الفاصوليا المقاومة لسلالات مختلفة من الفطر – على وجود علاقة بين جينات المقاومة فى العائل وجينات الضراوة فى الطفيل .

وعندما لقح Christ & Groth (١٩٨٢ ب) صنف الفاصوليا US 3 المقاوم لسلالة الفطر

S_{1-5} مع الصنف Early Gallatin المقاوم لسلالة الفطر P_{10-1} .. كان الجيل الأول بينهما مقاوماً للسلالتين ، واستُدِلَ – من انعزالات الجيل الثانى – على وجود عاملين مستقلين للمقاومة .

وقد تأكد الاستنتاج الأخير كذلك من نتائج الجيل الثانى للتهجين بين الصنف Pinto III القابل للإصابة بسلالتى الفطر ، وكل من الصنفين US3 ، و Early Gallatin . كما تبين – من التلقيح مع الصنف Early Gallatin – احتمال وجود جينات إضافية تتحكم فى المقاومة للسلالة S_{1-5} . وأوضحت نتائج الدراسة أن المقاومة التى يتحكم فيها الجين Up_1 فى الصنف US3 لاتظهر إلا حينما يقابل أليل المقاومة أليل عدم الضراوة $U_p A_1$ فى السلالة P_{10-1} ، أو UpV_3 فى السلالة S_{1-5} . كما أن المقاومة التى يتحكم فيها الجين U_{p2} فى الصنف Early Gallatin لا تظهر إلا حينما يقابل أليل المقاومة أليل عدم الضراوة Up A_2 فى أى من سلالتى الفطر .

وفى دراسة أخرى .. لقح Stavely (١٩٨٤) السلالة B-190 المقاومة مع الصنف Green Giant 447 ، الذى يعد متوسط القابلية للإصابة ، ثم درس الإصابة فى نباتات الآباء ، والجيلين الأول والثانى ، بعد أن قام بعدواها بثمانى سلالات من الفطر كل على انفراد . وقد اختار الباحث السلالة B-190 ؛ لأنها مشتقة من السلالة Mexico 309 التى كانت مقاومة لجميع سلالات الفطر ، التى كانت معروفة فى الولايات المتحدة حينما أنتجت تلك السلالة فى عام ١٩٧٩ . وقد توصل الباحث إلى أن المقاومة لكل من سلالات الفطر الثمانى يتحكم فيها جين واحد سائد . وظهرت المقاومة لسبع من السلالات فى صورة نقص فى مساحة البثرة اليوريدية لأقل من ٠ر٣ مم قطراً . أما مقاومة السلالة الثامنة .. فقد تمثلت فى ظهور بقع صغيرة متحللة لا تحتوى على أية جراثيم يوريدية . وقد بدا من الدراسة أن اثنين من الجينات السبعة الأولى كانت أليلية ، كما استدل منها أيضاً على أن بقية الجينات السبعة – وكذا الجين الثامن – كانت مرتبطة جيدا ببعضها ، وظهر – أيضا – أن تلك الجينات كانت مستقلة عن الجينات السائدة المسئولة عن المقاومة فى الصنف Olathe .

وإلى جانب المقاومة المنخفضة – ضد سلالات معينة race - specific – التى سبقت

الإشارة إليها .. فقد ظهر فى العقد الأخير اتجاه نحو الاستفادة من المقاومة غير المتخصصة – ضد سلالة بعينها race - nonspecific – والتى تتميز بأنها لا تفقد بمجرد انتشار زراعة الصنف الجديد المقاوم كما فى حالة المقاومة المتخصصة . ومن أهم المظاهر الأخرى للمقاومة غير المتخصصة أنها تبطىء من تقدم الإصابة بشكل ملموس ؛ بحيث لايصل المرض إلى الحالة الوبائية خلال موسم النمو ؛ ويرجع ذلك إلى قلة البثرات اليوريدية المتكونة ، وصغر حجمها ، وبطء تكوينها .

وتتأثر تلك المقاومة بمرحلة نمو الورقة حال تعرضها للإصابة ، وموضعها على النبات (عن Shaik وآخرين ١٩٨٩) ؛ حيث يستدل – من معظم الدراسات – على وجود ارتباط سالب بين عمر الورقة ومساحة البثرات اليوريدية الأولية والثانوية . وربما تتأثر بعض مظاهر المقاومة بسلالة الفطر أحيانا ، ولكن تتوفر بعض الأصناف – التى تظهر سلوكاً متجانساً – حيال جميع السلالات تحت ظروف الحقل (Shaik & Steadman ١٩٨٩) .

٧ – التربية لمقاومة اللفحة العادية

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. phaseoli مرض اللفحة العادية common blight فى الفاصوليا . وبرغم توفر مصادر لمقاومة البكتيريا .. إلا أن بعض الصعوبات تقف أمام تقدم جهود التربية ودراسات وراثة المقاومة . ومن أهم تلك الصعوبات أن استجابة أى تركيب وراثى للعدوى بالبكتيريا لا تتوقف – فقط – على ما يحمله هذا التركيب الوراثى من جينات المقاومة ، وإنما تتوقف – أيضاً – على طريقة العدوى ، وسلالة البكتيريا ، وتركيز البكتيريا فى مصدر للعدوى ، والجزء النباتى المستخدم فى التقييم (الأوراق أم القرون) (Aggour وآخرون ١٩٨٩) ، وعمر النبات ، وعمر الأوراق ، والظروف البيئية . كما يوجد تفاعل جوهرى بين التركيب الوراثى وسلالة البكتيريا .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن كلا من مقاومة الأوراق والقرون تعد من الصفات الكمية التى تورث مستقلة عن بعضها البعض ، وأن درجة توريث كل منها – على النطاق الضيق – منخفضة (Aggour & Coyne ١٩٨٩) .

هذا .. ويستدل من دراسات Aggour وآخرين (١٩٨٩ أ) – التى أجريت على خاصية

انتقال البكتيريا عن طريق البذور – على وجود اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى هذا الشأن ؛ حيث كانت Bac - 6 أكثرها مقاومة ، و Venezuela 44 أكثرها قابلية للإصابة ، بينما كان Pompadour Checa ، و GN Tara وسطاً بينهما . وغنى عن البيان أن التربية لمقاومة انتقال البكتيريا عن طريق البذور تساعد على مكافحة المرض ؛ لأن البادرات التى تنتج من زراعة البذور المصابة تعد مصدراً أولياً لانتشار الإصابة فى الحقل .

وفيما يتعلق بلفحة فيوسكس Fuscous Blight التى تسببها pv. fuscous من نفس البكتيريا المسببة للفحة العادية .. فإن مصادر المقاومة تتوفر – كذلك – فى عدد من الأصناف والسلالات ؛ فمثلاً .. اختبرت ١٠٨٠ سلالة ، ووجدت جميعها قابلة للإصابة ، باستثناء ٢٨ سلالة منها لم تظهر عليها سوى أعراض طفيفة للمرض . كذلك لم تظهر أعراض الإصابة على سلالتين من فاصوليا تبارى (P. acutifolius) فى الحقل ، لكنها أظهرت أعراضاً طفيفة غير عادية لدى اختبارها فى الصوبة (عن Walker ١٩٦٩) .

٨ – التربية لمقاومة اللفحة الهالية

تسبب البكتيريا Pseudomonas syringae pv. phaseolicola مرض اللفحة الهالية halo blight فى الفاصوليا . وتستجيب بعض الأصناف للعدوى بالبكتيريا ؛ بتكوين بقع متحللة ؛ نتيجة لفرط حساسيتها ؛ مما يؤدى إلى وقف نمو وانتشار البكتيريا تماماً ؛ وبذا .. تعتبر تلك الأصناف عالية المقاومة ؛ حيث لا تظهر بها أية هالات halos مرضية ، أو تحلل necrosis جهازى بها . ويعتبر الصنف Red Mexican UI No.3 مثالاً لهذا النوع من المقاومة ، وهو يقاوم سلالة البكتيريا رقم ١ ، ويتحكم فى المقاومة جين واحد سائد يأخذ الرمز Ppr . وقد قيمت ١٥٢٠ سلالة من الفاصوليا ، ووجد أن ١٤ ٪ منها كانت بها مقاومة شبيهة بمقاومة الصنف Red Mexican UI No.3 وتميزت إحداها – وهى السلالة P.I. 150414 – بالقدرة على تحمل الإصابة بسلالتى البكتيريا رقمى ١ ، ٢ ، ووجد أن تلك الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز pp^t . ولا يعرف من أصناف الفاصوليا التجارية أى صنف يتشابه مع السلالة P.I. 150414 فى القدرة على تحمل الإصابة بالسلالتين رقمى ١ ، و ٢ سوى الصنف Black Seeded Blue Lake . ولكن وجدت مقاومة أخرى كمية فى سلالة الفاصوليا OSU 10183 .

ويذكر Walker (١٩٦٩) المصادر التالية لمقاومة المرض فى الأنواع البرية القريبة من الفاصوليا :

أ – أنواع منيعة لسلالتى البكتيريا رقمى ١ ، و٢ ، وتظهر عليها أية أعراض للإصابة بعد العدوى ، وهى: البسلة ، واللوبيا ، والفول الرومى ، والبرسيم الأحمر Trifolium pratense .

ب – أنواع مقاومة لسلالتى البكتيريا لفرط حساسيتها ، وهى : P. aureus ، وP. acuifoluis ، و P. mungo ، و P. calcaratus .

جـ – النوع P. angularis : تتوفر منه سلالات تنعزل فى صفة المقاومة ، وأخرى قابلة للإصابة بسلالتى البكتيريا .

د – أنواع قابلة للإصابة بسلالتى البكتيريا ، وهى P. lathyroides ، و P. coccineus، وP.lunatus، و P.polyanthus، و P.bacteatus و P.polystachyus و Glycinie max.

ولمزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة المقاومة للفحة الهالية . يراجع Frazier (١٩٧٠).

٩ – التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

تصيب نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. نباتات الفاصوليا بضراوة . وقد اكتشفت مقاومة النوع M. incognita فى السلالة P.I. 165426 من المكسيك ، ونقلت هذه المقاومة إلى عدد من السلالات والأصناف التجارية من الفاصوليا الخضراء . ويذكر Wyatt وآخرون (١٩٨٠) أن مقاومة تلك السلالة هى بنفس كفاءة عملية تعقيم التربة بالنسبة لمكافحة النيماتودا .

تختلف نتائج الدراسات الوراثية بشأن وراثة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى الفاصوليا ، وإن كانت تجمع على أن الصفة كمية . فتذكر إحدى الدراسات أنها متنحية ، وتعتمد على أكثر من جين . وتذكر دراسة أخرى أنها تعتمد على زوجين من العوامل الوراثية، وأنه لا توجد حالات وسطية من المقاومة ، ويذكر Hartmann (١٩٧١) أنها تعتمد على وجود ثلاثة أزواج – على الأقل – من جينات متساوية التأثير فى صفة المقاومة ، إلا أنه يلزم توفر حدّ أدنى من الجينات المسئولة عن القابلية للإصابة قبل أن تفقد كل المقاومة .

ونظراً لأن الفاصوليا من المحاصيل التى يصعب – كثيراً – شتلها ، لذا .. يكون من

المتعذر الاستفادة من النباتات المقاومة بعد تقليعها - لفحص جذورها - وخاصة أن عملية التقييم لا يمكن إجراؤها قبل مضى شهر أو شهر ونصف الشهر من زراعة البذور . وقد توصل Wyatt & Fassuliotis (١٩٧٩) إلى طريقة تسمح بالاستفادة من النباتات المرغوبة المنتخبة والمحافظة عليها ؛ ليمكن تهجينها أو تركها لتلقح ذاتياً .

وتتلخص تلك الطريقة فى عدوى تربة " البنشات " فى الصوبة بالنيماتودا ، وزراعة الفاصوليا فى أصص من البيت موس أو الفخار ، مملوءة بتربة غير معدية بالنيماتودا ، ثم دفن هذه الأصص فى تربة البنش . تنمو - نتيجة لذلك - بعض الجذور من الثقوب التى توجد بأسفل الأصص ؛ حيث تتعرض للإصابة بالنيماتودا ؛ وبذا .. يمكن تقييمها مع المحافظة على النباتات الأصلية - وهى بمعظم جذورها - فى الأصص .

وقد تم عدوى تربة " البنشات " فى الطريقة السابقة بمعلق من بيض النيماتودا M . incognita فى قاع حفر بعمق ١٠ سم ، وقطر ٨ سم كل ٢٠ سم فى صفوف تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم ؛ بحيث يصل إلى كل حفرة نحو ١٢٠٠ بيضة من النيماتودا . وكانت أصص البيت المستخدمة فى الزراعة بقطر ٦ر٧سم ، وثُقِّبت من القاع بقطر ٢ر٢ سم . وقد وضعت هذه الأصص فى الحفر التى أضيفت إليها العدوى فى تربة "البنشات " . وزرع بكل أصيص ثلاث بذور ، ثم أجريت عملية الخف على نبات واحد بعد الإنبات . وقد سجلت شدة الإصابة على الجذور التى نمت من قاع الأصص بعد ٣٥ يوماً ، و ٤٥ يوماً ، و ٥٥ يوماً من زراعة البذور .

كذلك استخدمت أصص فخارية ، زرعت فيها بذور مستنبتة فى مهاد ورقية بعد أن وصل طول النمو الجذرى بها إلى ٦ - ٨ سم ، مع إبراز طرف الجذير من قاع الإصيص قبل تغطية البادرة بالتربة . وقد كانت تلك الطريقة أفضل من طريقة أصص البيت ؛ لأن الجذور كانت نافذة من قاع الأصص ، وكان التقييم - فى جميع النباتات - على الجذر الرئيسى ؛ وبذا .. فإنه كان متجانساً .

وكان من أبرز عيوب تلك الطريقة مايلى :

أ - اعتمد التقييم - فى الحالات التى لم ينمُ فيها الجذر الرئيسى من قاع الإصيص - على إصابة الجذور الرفيعة التى نفذت من القاع ؛ الأمر الذى لم يجعل التقييم دقيقاً .

ب – نادراً ما أصيبت الجذور التى نفذت من جوانب الأصص بالنيماتودا ؛ حيث لم يتوفر لها الوقت الكافى لذلك .

جـ – لم تتحمل أصص البيت تأخير عملية التقييم إلى ٤٥ يوماً أو ٥٥ يوماً من الزراعة ؛ حيث كان من الصعب تداول الأصص آنذاك ، وغالباً ما أضير المجموع الجذرى للنباتات عندما نزعت الأصص من مكانها فى تلك المرحلة ؛ حيث ذبلت النباتات ، إلا أنها عادت إلى حالتها الطبيعية فى خلال يوم أو يومين عندما كان الفحص بعد ٣٥ – ٤٥ يوماً من الزراعة.

وقد استخدم Hartmann مقياساً من صفر إلى ٥ لشدة الإصابة عند فحصة للنباتات. كما يلى : صفر – لاتوجد أية ثآليل ظاهرة ، ١ – الثآليل قليلة جداً وصغيرة الحجم ، ٢ – الثآليل متناثرة وصغيرة إلى متوسطة الحجم ، ٣ – توجد ثآليل صغيرة كثيرة العدد ، وأخرى متوسطة الحجم قليلة العدد ، ٤ – توجد ثآليل متوسطة الحجم كثيرة العدد وثآليل كبيرة كثيرة أيضاً ، ٥ – توجد ثآليل كبيرة بكل الجذور تقريباً .

ويلجأ البعض إلى تقييم نباتات الفاصوليا لمقاومة تعقد الجذور وهى فى عمر ٥٠ يوماً ، عندما تكون القرون ناضجة جزئياً ، ولكن هذه الطريقة يعيبها ما يلى :

أ – تكون البذور التى تنتجها تلك النباتات ضعيفة ، وتعطى بادرات بطيئة النمو ، مقارنة بالبذور المكتملة النمو .

ب – لا تسمح بتلقيح النباتات المنتخبة رجعياً ، أو مع نباتات أخرى مرغوبة .

جـ – قد تتعرض جذور النباتات المنتخبة – فى تلك المرحلة المتأخرة من النمو – للإصابة ببعض الفطريات المسببة للعفن ؛ مما يحدث تلفاً فى قشرة الجذور ، يصعب معه تقييم المقاومة .

ومن الطرق الأخرى التى استخدمت لتقييم نباتات الفاصوليا لنيماتودا تعقد الجذور إجراء الزراعة والعدوى فى أحواض زجاجية شفافة ؛ كتلك التى تستخدم فى دراسات نمو الجذور ؛ وبذا .. يمكن ملاحظة تكوين الثآليل مباشرة .

كما توصل Omwega وآخرون (١٩٨٨) إلى طريقة للتقييم ، تعتمد على حساب أعداد كتل بيض النيماتودا egg masses فى النموات الجذرية للنباتات المقيّمة . زرعت النباتات – فى هذه الطريقة – فى أحواض زجاجية شفافة من تلك المستخدمة فى

ملاحظة نمو البادرات (Seedling Growth Pouches) ، وتمت عدواها بنحو ٢٠٠٠ يرقة من السلالة رقم ١ من M. incognita ، وبعد ٢١ يوماً من العدوى .. رويت النباتات بصبغة erioglaucine (بتركيز ٥٠ مجم / مل) لمدة ٧ أيام متتالية . وقد أدت هذه المعاملة إلى صبغ المادة الجيلاتينية الموجودة في كتل البيض ، دون أن تصبغ إناث النيماتودا أو البيض ؛ وبذا .. أمكن حساب أعداد كتل البيض ، وكان ذلك بعد ٢٨ يوماً من العدوى . وقد شتلت النباتات المنتخبة بعد ذلك ؛ حيث نمت لحين تمام نضجها .

وقد أوضحت الدراسة السابقة أن الارتباط بين عدد كتل البيض ، وعدد البيض كان عالياً (ر = ٨٥ ر٠) ، بينما كان الارتباط بين دليل شدة التثآلل Gall Index وعدد البيض منخفضاً (ر = ٤٥ر٠) .

١٠ - التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

أوضحت الدراسات - التى أجريت على أصناف الفاصوليا الجافة Aurora ، و Sea-farer - أن المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، وهى المقاومة التى كانت قد اكتشفت - أصلاً - فى الصنف Corbett Refugee (Walkey & Innes ١٩٧٩ ، و Innes & Walkey ١٩٧٩) .

وبالنسبة لفيرس ذبول الفول الرومى Broad Bean Wilt Virus - الذى يصيب عدداً كبيراً من النباتات منها الفاصوليا ، وينتقل بواسطة حشرة مَنّ الخوخ الأخضر Myzus pericae - فقد وجدت المقاومة فى ٥ر٢٢ ٪ (٣٢ صنفاً) من الأصناف المختبرة .

وبدراسة وراثة المقاومة فى الصنف Sanilac .. وجدأنها بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Bbw (Provvidenti ١٩٨٨) .

وقد تمكن Scully وآخرون (١٩٨٨) من انتخاب سلالة من الفاصوليا جَمَعتْ جينات لمقاومة ستة فيروسات من أبوين مختلفين كمايلى :

الفيرس	الصنف مصدر المقاومة	وراثة المقاومة
Bean Common Mosaic Virus (Pathotype NL8)	Great Northern 1140	ثلاثة أزواج من الجينات المتنحية
Brood Bean Wilt Virus	Great Northern 1140	جين واحد سائد
Clover Yellow Vein Virus	Great Northern 1140	جين واحد متنح
Pea Mosaic Virus	Great Northern 1140	جين واحد سائد
Bean Common Mosaic Virus (Pathotype N. Y. 15)	B - 21	جين واحد سائد
Bean Yellow Mosaice Virus	B - 21	جين واحد سائد

مصادر إضافية خاصة بتربية الفاصوليا

لمزيد من التفاصيل عن مختلف أوجه التربية فى الفاصوليا .. يراجع مايلى :

المرجع	السنة	الموضوع
Lorz	١٩٦٩	الخطوات العملية لمزارع الأجنة
Zaumeyer & Miners	١٩٧٥	شامل للتربية لمقاومة الأمراض
Evans	١٩٧٦	نشأة وتطور وتربية المحصول
Schuster & Coyne	١٩٨١	شامل للتربية لمقاومة الأمراض البكتيرية
Bliss & Brown	١٩٨٣	التربية لتحسين محتوى البذور من البروتين
Hucl & Scoles	١٩٨٥	الهجن النوعية فى الجنس Phaseolus
Silbernagel	١٩٨٦	شامل لموضوع تربية الفاصوليا

تربية اللوبيا

تسمى اللوبيا بالإنجليزية Cowpeas ، و southern pea ، كما تعرف اللوبيا الجافة بالاسمين : black - eye pea ، و black - eye bean . وهى تعرف بالاسم العلمى Vigna unguiculata (L.) Walp. subsp. unguiculata (وكانت تعرف سابقاً بالاسم العلمى : V. sinensis Savi ex Hassak) .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن وسط أفريقيا هو موطن اللوبيا ، وقد زرعت اللوبيا – منذ القدم – فى أفريقيا وآسيا ، وعرفها الرومان والإغريق ، ونقلت إلى الأمريكتين فى القرن السابع عشر . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Steele (١٩٧٦) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

إن اللوبيا – وجميع الأنواع الأخرى التابعة للجنس Vigna – ثنائية التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً .

يضم الجنس Vigna ١٧٠ نوعاً ؛ منها ١٢٠ نوعاً تنمو فى أفريقيا ، و ٢٢ نوعاً توجد فى الهند وجنوب شرق آسيا ، بينما توجد بقية الأنواع فى أمريكا وأستراليا .

وتنتمى اللوبيا المزروعة إلى النوع V. unguiculata ، الذى يضم خمسة تحت أنواع ، هى كمايلى :

١ – اللوبيا العادية (V.unguiculata subsp. unguiculata) ، وتنتشر زراعتها فى جميع أنحاء العالم .

٢ – كاتجان Catjang (V. unguiculata subsp. Catjang) ، وتنتشر زراعتها فى الهند والشرق الأقصى ، ونقلت إلى أفريقيا .

٣ – اللوبيا الهليونية asparagus bean (V. unguiculata subsp. sesquipedalis)، وهى مثل تحت النوع السابق ؛ إذ تنتشر زراعتها فى الهند والشرق الأقصى ، كما أدخلت زراعتها فى أفريقيا .

٤ – تحت النوع V. unguiculata subsp. dekindtiana ، وتنمو نباتاته برية فقط فى

الحبشة والسافانا الأفريقية .

٥ - تحت النوع V. unguiculata subsp. mensensis ، وتنمو نباتاته برية فى الغابات الاستوائية .

هذا .. وتُلَقح تحت تحت الأنواع السابقة مع بعضها البعض بسهولة تامة .

ويعتقد أن أصل اللوبيا المزروعة يرجع إلى الأنواع V. luteola ، و V. mrina ، و V. nilotica .إلا أن جميع محاولات تهجين اللوبيا مع أى من هذه الأنواع باءت بالفشل (Steele ١٩٧٦) . كذلك فشلت محاولات تهجين اللوبيا مع الأنواع الأخرى التابعة للجنس Vigna ، وهى V. acontifolia ، و V. angularis ، و V. mungo ، و V. radiata ، و V. umbellata ، و V. vexillata ، كما فشلت محاولات تهجين اللوبيا مع كل من الفاصوليا العادية ، فاصوليا ملتى فلورا (عن Fery ١٩٨٠) .

ومن ناحية أخرى ..فقد نجحت تهجينات بين بعض أنواع الجنس Vigna (غير اللوبيا) وبعضها البعض ، وربما كان من الممكن الاستفادة من بعض هذه الهجن النوعية كقنطرة للتهجين مع اللوبيا . ونتناول بالشرح - فيمايلى - بعض هذه الهجن :

أمكن التهجين بين البلاك جرام blackgram (V. mungo) كأم ، والجرين جرام greengram أو فاصوليا منج (V. radiata) كأب ، بشرط معاملة البراعم الملقحة بمخلوط من منظمات النمو : حامض الجبريلليك GA_3 ، ونفثالين حامض الخليك NAA ، والكينتين Kinetin لمنع سقوطها ، مع فصل الأجنة من القرون الصغيرة بعد ١١ - ١٧ يوماً من التلقيح ، وزراعتها فى بيئة محورة عن بيئة Murashige & Skoog (أضيف إليها إندول حامض الخليك IAA ، وكاينتين ، ولبن جوز هند أو Casein hydrolysate) . وقد نمت الأجنة التى عوملت بهذه الطريقة ، وأنتجت نباتات طبيعية المظهر ، بينما لم تفلح زراعة الأجنة بعد ١١ يوماً من التلقيح - حيث إنها أعطت نسيجاً كالوسيا غير متميز ، أو أنتجت نباتات ألبينو رهيفة وضعيفة - وكانت نباتات الجيل الأول للهجين النوعى خصبة جزئياً ، ومتأخرة النضج ، ومتوسطة بين نوعى الآباء فى بعض الصفات ؛ مثل : حجم الوريقات ، وطول النبات ، وعدد الفروع ، إلا أن عقد القرون والبذور كان منخفضاً جداً بسبب

الاضطراب فى الانقسام الاختزالى . وقد تحسن ذلك فى الجيل الثانى (Gosal & Bajaj ١٩٨٣).

وفى محاولات أخرى للتهجين بين النوعين V. radiata ، و V. mungo .. وجد مايلى :

١ – لم يمكن الحصول على بذور قادرة على الإنبات من التهجين إلا عندما استخدم النوع V. radiata كأم .

٢ – اختلفت أصناف النوع V. radiata اختلافا بيناً فى قدرتها على التهجين مع النوع V. mungo ، كما اختلفت فى نسبة البذور القادرة على الإنبات التى يحصل عليها من هذه التهجينات ، وفى نسبة البادرات التى تنمو إلى مرحلة الإزهار بعد نجاح الإنبات .

٣ – أمكن – بتهجين V. mungo كأب مع جيل أول هجين بين صنفين من V. radiata كأم– زيادة نسبة نجاح التهجينات ، ونسبة البذور القادرة على الإنبات ، ونسبة التى تصل إلى مرحلة الإزهار (Asian Veg. Res. & Dev. Center ١٩٧٨) .

كذلك درس Chen وآخرون (١٩٨٣) إمكانات التهجين بين أربعة محاصيل تنتمى للجنس Vigna ؛ وهى : فاصوليا منج mungbean (V. radiata) ، والبلاك جرام blackgram (V. mungo) ، وفاصوليا الأرز rice bean (V. umbellata) ، وفاصوليا أدزوكى adzuki bean (V. angularis) . وقد وجد الباحثون أن عقد الثمار اختلف باختلاف الأصناف المستخدمة فى معظم الهجن النوعية ، كما وجدوا أن إجراء الهجن النوعية – بين نباتات جيل أول هجين من كل نوع – أدى إلى زيادة فرصة نجاح الهجن النوعية ، خاصة فى حالة الهجين النوعى بين V. umbellata ، و V. radiata ، الذى حدثت فيه زيادة واضحة جداً فى عدد البذور التى نتجت من كل تلقيح ، عندما استعملت هجن بين أصناف مختلفة من كل نوع كأباء فى الهجين النوعى . كذلك وجدت اختلافات بين الهجين والهجن العكسية فى معظم الهجن النوعية . ويمكن تلخيص نتائج تلك الدراسة فيما يلى :

١ – أمكن الحصول على بذور جيدة من الهجن النوعية التالية :

V. radiata x V. mungo

V. radiata x V. umbellata

V. mungo x V. angularis

٢ – أمكن الحصول على نباتات هجين من زراعة الأجنة فى حالات الهجن النوعية التالية :

V. radiata x V. angularis

V. umbellata x V. angularis

V. angularis x V. umbellata

٣ – كانت النباتات الهجين المتحصل عليها من الهجن التالية عقيمة تماماً :

V. radiata x V. umbellata

V. radiata x V. angularis

V. mungo x V. angularis

٤ – كانت النباتات الهجين المتحصل عليها من الهجن التالية قليلة الخصوبة :

V. radiata x V. mungo

V. umbellata x V. angularis

V. angularis x V. umbellata

هذا .. ويعتقد أن الصنف النباتى V. radiata var. Sublobata هو أصل مشترك لكل من النوعين V. radiata ، و V. mungo . وقد أفاد استخدام هذا الصنف النباتى – فى الهجين النوعى – فى التغلب على عقم نباتات الجيل الأول الهجين ؛ وبذا .. أمكن إنتاج بذور الجيل الثانى لهذا الهجين النوعى .

اسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار اللوبيا فى نورات غير محدودة (راسيمية) ، وحامل النورة طويل ، ويخرج من آباط الأوراق . والأزهار كبيرة ولونها أبيض ، أو بنفسجى . وعلم الزهرة كبير وعريض ، والزورق ينحنى نحو الداخل ، ولا يلتف كما فى الفاصوليا .

تتفتح الأزهار فى الصباح الباكر ، وتغلق قبل الظهر ، وتسقط فى مساء نفس اليوم . وحبوب اللقاح لزجة وثقيلة ، والتلقيح الذاتى هو السائد .

وبرغم أن الرحيق – الذى يوجد خارج الأعضاء الأساسية للزهرة – يجذب النمل ، والذباب ، والنحل ، إلا أن الحشرات الثقيلة فقط هى التى تكون قادرة على الضغط على جناحى الزهرة ، وإبراز الميسم والأسدية (Purseglove ١٩٧٤) . وقد قدرت نسبة التلقيح الخلطى فى إحدى الدراسات من صفر إلى ٤٢ ر١ ٪ ؛ بمتوسط قدره ٥٩ ر٠ ٪ (Williams & Chambliss ١٩٨٠) .

ثانياً : الثمار والبذور

قرون اللوبيا طويلة مستقيمة أو منحنية ، ومستديرة المقطع ، وتظهر عليها من الخارج انخفاضات بين مواقع القرون . والبذور صغيرة ، تختلف – فى الشكل ، واللون ، والحجم – حسب الأصناف . واللون الغالب أبيض أو كريمى ، وقد توجد بالبذرة سرة سوداء ، وربما لاتوجد .

ثالثاً : طريقة إجراء التلقيحات

لإجراء التلقيحات فى اللوبيا .. يلزم – أولاً – خصى أزهار النباتات المستعملة كأمهات قبل يوم من تفتحها ، ثم تلقح فى اليوم التالى ، مع أخذ الاحتياطات لمنع وصول حبوب لقاح غريبة إليها قبل التلقيح أو بعده . وتجرى عملية الخصى كما يلى :

١ – يفصل جناحا الزهرة عن بعضيهما بسن الملقط ، ويدفعان – برفق – نحو الخارج ، مع مراعاة عدم قطعهما من قاعدتيهما .

٢ – يضغط على العلم –برفق – نحو الخلف؛ الأمر الذى يؤدى إلى كشف الزورق Keel.

٣ – يقطع جزء من الزورق بالقدر الذى يكفى لإظهار الميسم .

٤ – يجذب الجزء المتبقى من الزورق لأسفل ؛ فتبرز الأسدية .

٥ – تقطع المتوك غير الناضجة عن خيوطها بالملقط ، مع عدها حتى لا يترك أى منها .

أما عملية التلقيح .. فتجرى باستخدام ميسم زهرة حديثة التفتح ؛ حيث يكون محملاً بحبوب اللقاح .

رابعاً : العقم الذكرى

اكتشفت عدة حالات للعقم الذكرى فى اللوبيا ، إلا أنها لم تستخدم – إلى الآن – فى أى من مجالات تربية المحصول . ومن هذه الحالات مايلى :

١ – طفرتان للعقم الذكرى العادى يتحكم فى كل منهما جين واحد متنح ، أعطيا الرمزين ms-1 ، و ms-2 .

٢ – حالة عقم ذكرى ميكانيكى ، تتحور فيه البتلات بطريقة تؤدى إلى تكوين فتحة صغيرة ، يخرج منها ميسم وقلم الزهرة فى مرحلة مبكرة قبل استعداد الميسم للتلقيح ، كما يتوقف تكوين حبوب اللقاح .

وقد أطلق على هذه الحالة اسم Constricted Petal ، وهى طفرة متنحية يتحكم فيها جين يأخذ الرمز cp . هذا .. ومن السهل تمييز نباتات هذه الطفرة ؛ لأن أزهارها تختلف فى الشكل عن النباتات الطبيعية (Rachie وآخرون ١٩٧٥) .

٣ – حالة تحتجز فيها المتوك داخل البتلات ، ولا يعقد فيها سوى عدد قليل جداً من البذور . يطلق على هذه الحالة اسم Crumpled ، وهى طفرة متنحية يتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز crpt (عن Fery ١٩٨٠) .

خامساً : قوة الهجين

ذكر عديد من الباحثين وجود ظاهرة قوة الهجين فى اللوبيا ؛ حيث برزت فى صفات مثل : محصول البذور ، وطول النبات ، وقطر الساق ، وطول الورقة وعرضها (عن Fery ١٩٨٠) .

وراثة الصفات

يعرف أكثر من ١٤١ جيناً فى الجنس Vigna . ومن الصفات الهامة التى درست وراثتها مايلى :

١ – طبيعة النمو :

يسود النمو المتسلق على النمو القائم ، ويتحكم فى طبيعتى النمو ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ؛ هى : T_1 ، و T_2 ، و T_3 ، وتتفاعل هذه الجينات مع بعضها بطريقة

تجعل النمو متسلقا فى كل من التراكيب الوراثية التالية :

$T_1 - T_2 - T_3 -$

$T_1 - T_2 - t_3\ t_3$

$t_1\ t_1\ t_2\ t_2\ T_3 -$

أما بقية التراكيب الوراثية .. فإنها تكون قائمة . وكانت دراسات سابقة قد أوضحت أن طبيعة النمو يتحكم فيها جين واحد أو جينان ، وأن النمو المتسلق سائد على النمو القائم . وتراوحت تقديرات درجة توريث طول النبات من ٩ر٥ ٪ إلى ٢ر٩٧ ٪ بمتوسط قدره ١ر٤٥٪.

٢ – لون البرعم الزهرى :

يسود اللون الأخضر على اللون الأبيض ، ويتحكم جين واحد فى الصفة ، يأخذ الرمز Gr . وتعرف جينات أخرى كثيرة تتحكم فى لون الزهرة .

٣ -- لون القرون :

يسود اللون الأخضر على اللون الأبيض ، ويتحكم فى الصفة جين واحد يأخذ الرمز G ، وتعرف عدة جينات أخرى تتحكم فى ألوان أخرى للقرون .

٤ – وضع القرون :

تسود صفة القرون القائمة erect على صفة القرون المتدلية drooping ، ويتحكم فى الصفة جين واحد يأخذ الرمز E (Singh & Jindla ١٩٧١)

٥ – حجم البذور :

أظهرت دراسات Drabo وآخرين (١٩٨٤) أن صفة وزن بذرة اللوبيا كمية ، وتظهر بها سيادة جزئية للبذور الصغيرة الحجم ، وأن معظم التفاعل الجينى إضافى . وقد قدرت درجة التوريث بنحو ١ر٨٥ ± ٣ر٥ ٪ على النطاق العريض ، وبنحو ٤ر٧٥ ± ٦ر١٨ ٪ على النطاق الضيق . كما قدر أن هذه الصفة يتحكم فيها ثمانية جينات على الأقل ، وأن كل زوج منها يحدث زيادة فى وزن البذرة قدره ٢ ٠ر١ جم .

٦ – شكل الورقة :

تعرف ستة جينات تتحكم فى شكل ورقة اللوبيا وطولها ومساحتها ؛ منها مايلى :

أ – الورقة الطويلة صفة بسيطة وسائدة (Llf) على الورقة القصيرة .

ب – الورقة الصغيرة صفة بسيطة ومتنحية (ls) بالنسبة للورقة الكبيرة .

جـ – الورقة البسيطة صفة بسيطة ومتنحية (unifoliate : un) بالنسبة للورقة المركبة العادية .

ولمزيد من التفاصيل عن وراثة الصفات فى اللوبيا .. يراجع Fery (١٩٨٠) .

التربية لتحسين المحصول

أولاً : مكونات المحصول

أوضحت عديد من الدراسات أنه يمكن الانتخاب للمحصول المرتفع فى اللوبيا بالانتخاب لأحد مكونات المحصول الرئيسية ، وهى : عدد القرون بالنبات ، وعدد البذور بالقرن ، وحجم البذرة ، إلا أنه يفضل – دائماً – الانتخاب لصفة المحصول ذاتها . هذا .. وقدرت درجة التوريث – على النطاق العريض – بنحو ٨ ر٥٤ ٪ لصفة عدد القرون بالنبات ، وبنحو ١ ر٤٦ ٪ لصفة محصول البذور .

ثانياً : العقد الجذرية البكتيرية

لاتخفى أهمية العقد الجذرية البكتيرية فى تحسين المحصول ؛ لما لها من أهمية بالغة فى توفير عنصر الآزوت للنبات . وقد وجد Miller وآخرون (١٩٨٦) أن التفاعل الجينى الإضافى كان أكثر أهمية من تفاعل السيادة ، أو تفاعل التفوق بالنسبة لوراثة كل من صفتى : عدد العقد الجذرية بالنبات ، ونشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenese ، بينما كان العكس صحيحاً بالنسبة لصفة وزن العقد الجذرية بالنبات . وكانت درجات التوريث – المقدرة على النطاق العريض – عالية نسبياً بالنسبة لصفتى عدد العقد (٥٥ ر٠) ونشاط إنزيم النيتروجينيز (٦٢ر٠) ، ومنخفضة بالنسبة لصفة وزن العقد الجذرية (٣٩ ر٠) .

ثالثاً : الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار

يهتم المربى بألا تكون الأصناف الجديدة حساسة للفترة الضوئية بالنسبة لإزهارها لكى تزهر ، وتعطى محصولاً فى كل الفترات الضوئية . وترجع أهمية ذلك إلى أن بعض أصناف اللوبيا حساسة للفترة الضوئية ، ويخشى من انتقال تلك الصفة إلى الأصناف الجديدة فى برامج التربية . وقد تبين أن الاستجابة للفترة الضوئية القصيرة صفة سائدة على عدم الحساسية للفترة الضوئية ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية (عن Fery ١٩٨٠) .

التربية لمقاومة الأمراض

١ – الأنثراكنوز :

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنثراكنوز فى اللوبيا ، وتتوفر ثلاثة طرز من المقاومة للفطر ؛ هى : المناعة ، وفرط الحساسية ، ومقاومة الحقل . وتوجد دلائل على أن حالة فرط الحساسية يتحكم فيها جين واحد سائد .

٢ – العفن الفحمى Charcoal Rot :

يسبب الفطر Macrophomina phaseolina مرض العفن الفحمى فى اللوبيا ، وتوجد مقاومة الفطر فى الأصناف : Iron ، و Victor ، و Brabham : وهى صفة سائدة .

٣ – الذبول الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. tracheiphilum مرض الذبول الفيوزارى فى اللوبيا . وتتوفر فى الصنف Iron مقاومة ضد السلالات الثلاث المعروفة من الفطر . ويتحكم فى مقاومتها ثلاثة جينات سائدة.

٤ – الصدأ :

يسبب الفطر Uromyces phaseoli مرض الصدأ فى اللوبيا ، وتتوفر المقاومة ضد الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد (Fery ١٩٨٠) .

٥ – التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور :

عرفت المقاومة لنيماتودا تعقد فى صنف اللوبيا Iron منذ عام ١٩٠٢ ، وكانت تلك من أوائل حالات المقاومة للآفات التى عرفت فى النباتات . وأوضح عديد من الباحثين أن مقاومة اللوبيا (عديد من الأصناف والسلالات المقاومة مثل : Victor K 798 ، و Mississippi Silver) للنيماتودا Meloidogyne incognita بسيطة وسائدة .

وفى عام ١٩٥٩ .. وجد Hare تشابها بين سلالات وأنواع اللوبيا Iron ، و M255 ، وM455 ، و M755 ، M855 فى استجابتها (مقاومتها) لكل من أنواع النيماتودا M. incognita ، و M. javanica ، و M. arenaria . كما أوضح Fery & Dukes (١٩٨٠) أن جيناً واحداً سائداً يتحكم فى المقاومة لكل من أنواع النيماتودا M. incognita، و M. javanica ، و M. hapla فى كل من الأصناف والسلالات Mississipi Silver ، وColossus ، و Iron ، و P.I. 353383 . هذا .. إلا أن Raj & Patal (١٩٧٨) أوضحا أن المقاومة لنوع النيماتودا M. incognita يتحكم فيها جين واحد سائد فى الصنف Barsani Mutant ، وجين واحد متنح فى كل من الصنف Iron ، والسلالة P 426 . وتدل دراسات Sethi & Sharma (١٩٧٨) على أن نسبة اليرقات التى تخترق الجذور تصل إلى ١٩ ٪ فقط فى الصنف المقاوم Barsani Mutant ، بينما ترتفع تلك النسبة إلى ٥ر٣٢ ٪ فى الصنف القابل للإصابة Pusa Barsani .

٦ – التربية لمقاومة فيرس موزايك اللوبيا :

يعد فيرس موزايك اللوبيا Blackeye Cowpea Mosaic Virus من الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيا ، وبواسطة البذور . وتؤدى الإصابة بهذا الفيرس مع فيرس تبرقش الخيار إلى حدوث مايسمى بتقزم اللوبيا Cowpea Stunt ؛ ويؤدى ذلك إلى نقص المحصول بشدة إلى درجة قدرت بنحو ٨٦ ٪ فى صنف اللوبيا California Blackeye No. 5 . ولما كانت المقاومة لفيرس تبرقش الخيار غير متوفرة فى الأصناف التجارية .. فإن حدوث حالة التقزم يمكن منعها بزراعة أصناف مقاومة لفيرس تبرقش اللوبيا .

تتوفر مقاومة فيرس تبرقش اللوبيا فى كل من TVU 2480 ، والصنف Worthmore،

وكلاهما ذو مقاومة متنحية ، يتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز blc (Walker & Cham-bliss ١٩٨١) . ولكن وجدت مقاومة أخرى فى صنف اللوبيا Pinkeye Purple Hull - BVR ، يتحكم فيها جين سائد غير آليلى للجين الموجود فى Worthmore . وفى دراسة أخرى أجريت على صنف اللوبيا المقاوم White Acre - BVR .. وجد Quattara & Chambliss (١٩٩١) أن مقاومته بسيطة وسائدة .

٧ – فيرس تبرقش الفاصوليا الأصفر :

تتوفر مقاومة فيرس تبرقش الفاصوليا الأصفر Bean Yellow Mosaic Virus فى سلالة اللوبيا P.I. 297562 ، ويتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الرمز by .

٨ – فيرس تبرقش اللوبيا الأصفر :

يتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش اللوبيا الأصفر Cowpea Yel-low Mosaic Virus ثلاثة جينات ذات تأثير إضافى ، وتتوفر تلك الصفة فى الصنف Alabunch . كذلك تتوفر مقاومة الفيرس فى الصنف Dixielee ، وهى صفة سائدة ، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز Ymr .

٩ – التربية لمقاومة فيرس تبرقش واصفرار اللوبيا :

أجرى Kuhn وآخرون (١٩٨١) دراسة وراثية على المقاومة لفيرس تبرقش واصفرار اللوبيا Cowpea Chloratic Mottle Virus ، وتوصلوا إلى مايلى :

أ – يتحكم فى المقاومة لعَرَض الحفر المتحلل necrotic etching جين سائد واحد .

ب – يتحكم فى المقاومة لتحرك الفيرس فى النبات جين سائد واحد كذلك .

جـ – يتحكم فى المقاومة لتكاثر الفيرس وتراكمه – فى النبات عدة جينات .

د – يرتبط الجين المسئول عن المقاومة لتحرك الفيرس فى النبات بأحد الجينات المسئولة عن المقاومة لتكاثر الفيرس .

هـ – لاترتبط أعراض الاصفرار بتراكم الفيرس فى النبات ، كما كان ارتباط المحصول بتراكم الفيرس فى النبات أكبر من ارتباطه بأعراض الاصفرار .

١٠ – فيرس تبرقش الخيار :

يتحكم فى مقاومة فيرس تبرقش الخيار Cucumber Mosaic Virus فى اللوبيا جين واحد سائد يأخذ الرمز Cm .

تربية الفول الرومى

يعرف الفول الرومى بالاسمين : broad bean ، و fava bean . ويعرف المحصول – عند إنتاج البذور الجافة – بالاسمين field bean ، و horse bean . وتعرف جميع أصناف الفول (سواء أكانت من الفول الرومى ، أم البلدى ، وسواء أزرعت لأجل استعمال المحصول الأخضر ، أم البذور الجافة) بالاسم العلمى Vicia faba L.

يعتقد أن موطن الفول الرومى إما منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ، وإما جنوب غربى آسيا . وقد عرفه قدماء المصريين ، واليهود ، وقدماء الإغريق ، والرومان . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفول الرومى .. يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Bond (١٩٧٦) ، وHawtin & Hebblethwaite (١٩٨٣) ، و Lawes وآخرون (١٩٨٣) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

إن الفول الرومى نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٢ كروموسوماً . وبينما تكون جميع الأنواع التابعة للجنس Vicia ثنائية كذلك .. فإن عدد كروموسوماتها (٢ن) يختلف بين ١٠ ، و ١٢ ، و ١٤ كروموسوماً حسب النوع . ولمزيد من التفاصيل عن سيتولوجى الفول الرومى .. يراجع Chapman (١٩٨٣) .

ويؤكد Bond (١٩٧٦) أن الفول الرومى لا يُلَقّح مع أى من هذه الأنواع القريبة ، كما لا يعرف له أى أصل برى . هذا .. برغم أن بعض الأنواع التابعة للجنس Vicia – غير الفول الرومى – تنجح التهجينات فيما بينها (Lawes وآخرون ١٩٨٣) .

وفى دراسة عن أسباب فشل الهجن النوعية بين الفول الرومى والأنواع الأخرى القريبة منه .. وجد Ramsay وآخرون (١٩٨٤) أن الأنابيب اللقاحية اخترقت الميسم فى كل الهجن ، وتوقفت فى القلم فى بعضها ، ووصلت إلى المبيض فى حالة الهجين بين الفول

الرومى V. faba ، والنوع V. narbonensis ، دون أن يحدث إخصاب ، بينما وصلت الأنابيب اللقاحية إلى المبيض ، وأخصبت بعض البويضات فى حالات الهجن النوعية التالية:

V. faba x V. galilaea

V. faba x V. johannis

V. bithynica x V. faba

هذا .. إلا أن جميع الأجنة المتكونة تلاشت فى مراحل مبكرة من تكوينها .

ولاشك فى أن فشل جميع محاولات التهجين - بين الفول الرومى والأنواع الأخرى التابعة للجنس Vicia - يُحد من محاولات تحسين المحصول ، ونقل صفات هامة إليه من تلك الأنواع . ويعتقد أن أقرب الأنواع للفول الرومى هى : V. galilaea ، و V. narbonensis، و V. hyaeniscyamus (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

اسس التربية وتداول المحصول لاغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار الفول الرومى فى نورات راسيمية إبطية ، وتحتوى النورة على ٢ - ٦ أزهار، ويكون لون الأزهار أبيض مائلاً إلى الرمادى ، وتوجد بجناحى الزهرة بقع سوداء . تتكون الكأس من خمس أسدية ، ويتكون التويج من العلم ، والجناحين ، والزورق . أما الطلع .. فيتكون من تسع أسدية ملتحمة ، وواحدة سائبة . ويتكون المتاع من كربلة واحدة ، ويحتوى المبيض على غرفة واحدة .

والتلقيح فى الفول الرومى ذاتى ؛ وذلك لأن حبوب اللقاح تنتثر على الميسم داخل الزورق. ومع ذلك .. فإنه تحدث نسبة عالية من التلقيح الخلطى قد تصل - عند توفر نشاط حشرى جيد - إلى ٢٠ ٪ - ٥٠ ٪ ؛ بمتوسط قدره ٣٠ ٪ . ويقل محصول البذور - كثيراً - عند غياب الحشرات الملقحة ، أو عند نقص النشاط الحشرى ، وهو ما يحدث عند كثرة الأمطار أثناء الإزهار . يزور النحل نباتات الفول الرومى فى وسط النهار ؛ لجمع الرحيق من الغدد الموجودة تحت الأذينات . أما زيادة الأزهار .. فتكون غالباً من الساعة الثانية إلى الرابعة بعد الظهر .

ويزور النحل الأزهار لجمع حبوب اللقاح بصفة أساسية ؛ وذلك لأن لسان الحشرة ليس طويلاً بدرجة تكفى لجمع الرحيق من الغدد الرحيقية . وتقوم بعض الحشرات - أحيانا - بثقب قاعدة التويج لامتصاص رحيق الزهرة ، ويستفيد نحل العسل من هذه الفتحات لامتصاص الرحيق منها أيضاً . ولا تفيد زيارة النحل - فى هذه الحالة - بالنسبة لعملية التلقيح . وتكفى - عادة - خلية نحل واحدة للفدان لكى يكون التلقيح جيداً (McGregor ١٩٧٦) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Bond & Poulsen (١٩٨٣) .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفول الرومى قرن ، ويتراوح طولها من ٥ - ٣٠ سم أو أكثر فى الأصناف المختلفة. والبذرة كبيرة منضغطة ، لونها بنى ، أو رمادى ، أو أسود ، أو قرمزى ، أو أبيض حسب الصنف .

ثالثاً : طرق التلقيح الصناعى

يلزم لإجراء التلقيحات الصناعية فى الفول الرومى خصى أزهار نباتات الأمهات - أولاً- قبل انتثار حبوب اللقاح من المتوك . وتجرى عملية الخصى قبل تفتح البرعم الزهرى ، وهو مازال فى مرحلة النمو التى تعرف باسم الـ hooded stage .

يتم الخصى بفتح البرعم بالملقط ، وإزالة جميع المتوك . وبرغم أنه يمكن تلقيح الأزهار المخصية بعد الخصى مباشرة .. إلا أنه يفضل الانتظار إلى اليوم التالى حينما تكون الزهرة أكثر استعداداً لعملية التلقيح . تؤخذ حبوب اللقاح من إحدى الأزهار الحديثة التفتح من سلالة الأب ؛ بالاستعانة بالملقط أو بفرشاة من شعر الجمل .

يفضل أن تجرى عملية التلقيح داخل صوبة محمية - لا تدخلها الحشرات التى يمكن أن تلوث الأزهار بحبوب لقاح غريبة - وإن لم يتوفر ذلك .. وجبت حماية أزهار سلالة الأب قبل تفتحها ، وحماية أزهار الأم بعد خصيها ، مع توفير تلك الحماية لعدة أيام بعد تلقيحها . وتتم الحماية بتغليف النبات أو العنقود الزهرى بكيس بلاستيكى شفاف بحجم مناسب . وتكون نسبة نجاح التلقيحات - عادة - فى حدود ٥٠ ٪ ، ويعطى كل تلقيح من٢ - ٩ بذور حسب سلالة الأب .

وقد يستخدم النحل فى التلقيحات فى بعض برامج التربية . ويلزم فى هذه الحالة الاعتماد على الجينات المعلمة ؛ للتأكد من حدوث التلقيحات . كما يفيد إدخال صفة العقم الذكرى فى سلالات الأمهات . ويجب غسل النحل المستخدم فى التلقيحات بالماء لتخليصه من حبوب اللقاح الغريبة ، أو استخدام نحل لم تسبق له زيارة حقول فول رومى لمدة يومين قبل الاستعانة به فى التلقيحات (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

رابعاً : العقم الذكرى واحتمالات إنتاج الهجن

تتوفر طفرات العقم الذكرى بنوعية الوراثى والوراثى السيتوبلازمى فى الفول الرومى . فبالنسبة للعقم الذكرى الوراثى .. اكتشفت طفرتان بسيطتان متنحيتان أعطيتا الرمزين ms-1 ، و ms-2 . كما أحدثت طفرة ثالثة بسيطة وسائدة بالمعاملة بالـ EMS ، وأعطيت الرمز Ms-d . وقد اقترح استخدام هذه الطفرة بكفاءة فى إجراء التلقيحات فى برامج التربية بالانتخاب المتكرر . كما سبق استخدام الجين ms-1 لهذا الغرض .

أما العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى .. فقد عرف فى الفول الرومى منذ فترة طويلة، ولكن لم يمكن – إلى الآن – الاستفادة منه فى إنتاج الهجن التجارية . وكان السبب الرئيسى فى ذلك هو عدم ثبات السلالات العقيمة الذكر ، وعودتها إلى حالة الخصوبة ، ولكن أمكن التغلب على هذه المشكلة بانتخاب سلالات أكثر ثباتا . ومن المعروف أن سيتوبلازم النباتات العقيمة الذكر يحتوى على جسيمات كروية الشكل ، وحامض RNA مزدوج الخيط (عن Bond ١٩٨٩) .

وفى محاولة لدراسة اقتصاديات إنتاج هجن الفول الرومى باستخدام ظاهرة العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى .. قدّر Bond (١٩٨٩ أ) أن سعر التقاوى يبلغ ضعف سعر تقاوى الأصناف الثابتة وراثيا ، وأن تلك الزيادة فى تكاليف الإنتاج يمكن تعويضها بزيادة فى المحصول قدرها ١٠ ٪ فقط على أساس أن محصول الأصناف العادية يقدر بنحو ٤ أطنان للهكتار (١٫٦٨ طناً للفدان) . هذا .. بينما كان متوسط محصول الهجن – فى هذه الدراسة – يزيد بمقدار ٢٢ ٪ على متوسط محصول أعلى الآباء محصولاً فى تلك الهجن .

التربية لتحسين صفات الجودة

١ – محتوى البذور من البروتين :

وجد Griffiths & Lawes (١٩٧٨) أن نسبة البروتين فى بذور الفول الرومى تراوحت – فى عدد من الأصناف – من ٢٢ – ٣٨ ٪ . كذلك وجد الباحثان مشابهة بين نباتات فردية داخل الصنف الواحد بكل من الأصناف : Dacre ، و Danas ، و Dylan . وقد كانت درجة توريث تلك الصفة مرتفعة ، بينما لم يلاحظ أى ارتباط بين نسبة البروتين وكمية المحصول . وجدير بالذكر أن الانتخاب لزيادة نسبة البروتين فى البذور يكون مصاحباً – عادة – بنقص فى مستوى الليسين lysine فى البروتين ، وزيادة فى مستوى الأرجنين arginine ، بينما يبقى مستوى الهستدين histidine ثابتا . وأغلب الظن أن زيادة نسبة البروتين تكون مصاحبة بتأخير فى نضج البذور (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

٢ – لون قصرة البذرة :

أوضحت دراسات Ricciardi وآخرين (١٩٨٥) على لون قصرة بذرة الفول الرومى أن اللون المبقع سائد على جميع الألوان الأخرى (القرمزى ، والبنى ، والأخضر ، والأحمر ، والأسود ، والبيج) ، وأن اللون البنى سائد على كل من الألوان الأسود ، والأخضر ، والبيج ، بينما كان اللونان الأسود والأحمر متنحين فى جميع التلقيحات .

وقد كانت الانعزالات فى الجيل الثانى كمايلى :

أ – بنفسجى ، أو بنى ، أو أسود ، أو أحمر ، أو مبقع × بيج أعطى ٣ ملون : ١ بيج .

ب – أخضر × بيج أعطى ٩ أخضر : ٧ بيج .

٣ – محتوى البذور من المركبات الضارة بصحة الإنسان :

تحتوى بذور الفول الرومى – كغيرها من البقوليات – على عديد من المركبات الضارة بصحة الإنسان . ولحسن الحظ .. فإن معظم هذه المركبات يتم التخلص منها بالحرارة ، ولا يبقى منها سوى قليل من المركبات التى تعد سامة لمن لديهم الاستعداد الوراثى للتسمم بها ؛ كما فى الحالة المعروفة طبياً باسم favism . ولحسن الحظ .. فإنه تتوفر اختلافات كبيرة بين أصناف وسلالات الفول الرومى فى محتوى بذورها من تلك المركبات مثل : مثبطات

البروتييز Protease Inhibitors ، و الـ Haemagglutinins ، والجلوكوسيدات المسببة للـ Favism ، و الـ Phytates ، و الـ Tannins (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

التربية للقدرة على المعيشة تعاونيا مع بكتيريا العقد الجذرية

كان قد اكتشف فى البسلة طفرات طبيعية ، وأخرى متنحية صناعياً غير قادرة على المعيشة تعاونيا مع بكتيريا العقد الجذرية التى تقوم بتثبيت أزوت الهواء الجوى . كما وجدت سلالات بسلة – مستوردة من أفغانستان – لا تتقبل المعيشة تعاونياً مع سلالات رايزوبيم Rhizobium الأوربية ، برغم أن سلالات البكتيريا التركية يمكنها المعيشة تعاونياً مع كل من أصناف وسلالات البسلة الأوروبية والأفغانية .

وفى كل هذه الحالات .. وجد أن صفة المقاومة للبكتيريا يتحكم فيها جين واحد متنح . وقد اكتشف Duc & Picard (١٩٨٦) طفرة متنحية مماثلة فى الفول الرومى ، تجعل النبات غير قادر على المعيشة مع بكتيريا العقد الجذرية R. leguminosarum المتخصصة على الفول الرومى . تكون جذور هذه النباتات خالية تماما من العقد الجذرية التى تعيش فيها البكتيريا ، ويمكن تمييزها بكون نباتاتها تبدو صفراء اللون بعد استكمالها لمرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة .

التربية لمقاومة الآفات

١ – التربية لمقاومة الأمراض :

وجدت اختلافات كبيرة بين الأصناف فى مقاومتها لعدد من الأمراض الهامة ؛ مثل : التبقع البنى Chocolate spot الذى يسببه الفطران Botrytis fabae ، و B. cinerea ، وتبقع الأوراق والقرون leaf and pod spot الذى يسببه الفطر Ascohyta fabae ، والصدأ الذى يسببه الفطر Uromyces viciae - fabae والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر Fusarium spp. ، والبياض الدقيقى الذى يسببه الفطر Erysiphe polygonii ، والفيروسات الهامة ؛ مثل فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر (عن Lawes ١٩٨٣) . وبرغم أن معظم دراسات المقاومة للأمراض كانت على الفول البلدى .. إلا أنه يمكن الاستفادة من مصادر المقاومة فى برامج تربية الفول الرومى .

٢ – التربية لمقاومة الهالوك :

وجد Boorsma (١٩٨٠) اختلافات كبيرة بين أصناف الفول الرومى فى مقاومتها للهالوك Orobanche crenata . وكان أفضل دليل لتقييم المقاومة هو عدد سيقان الهالوك المتكونة عند نضج بذور الفول . وكان أفضل مستوى للعدوى ببذور الهالوك هو ٩٠٠ بذرة بكل أصيص ، مع شتل النباتات - بأصصها – فى الحقل بعد الإنبات . هذا .. إلا أن شدة الإصابة ترتبط بمدى قوة النمو الخضرى للنباتات المختبرة – سواء أكانت الاختلافات بين النباتات ترجع إلى أسباب بيئية (كما هى الحال فى النباتات التى توجد فى نهايات الخطوط ، والتى يكون نموها الخضرى والجذرى أقوى من النباتات الأخرى فى الخط) ، أم إلى أسباب وراثية (كما هى الحال بين الأصناف) – ولذا .. فإنه لا يمكن الاعتماد على العدد الكلى لسيقان الهالوك المتكونة كدليل على المقاومة .

وعندما أخذ هذا العامل فى الحسبان .. وجد Aalders & Pieters (١٩٨٧) أن جميع الأصناف المختبرة كانت – فى حقيقة الأمر – قابلة للإصابة ، وذلك باستثناء الصنف BBL 2210 ، الذى أظهر درجة من الإصابة أقل مما كان متوقعا على أساس نموه الخضرى . وعن وراثة المقاومة للهالوك .. ذكر أنها معقدة ، ويتحكم فيها جينات متعددة متنحية فى سلالتين من الفول الرومى ؛ هما رقما 171 ، و 271 (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Cubero (١٩٨٣) .