

سائدة. أما عندما يجرى الاختبار فى درجة ٢٧° م .. فإنه لا تقلت من الإصابة سوى النباتات الأصلية 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 بنورها 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) .

السيولوجى ، والتطور ، والاتواع البرية والقرية . والهجن النوعية

إن جميع أنواع الجنس *Phaseolus* - بما فى ذلك الفاصوليا العادية - ثنائية

التضاعف ، وفيها $2n = 2s = 22$. وقد تناول Smartt (١٩٧٦) - بالتفصيل - تطور مختلف الأنواع المحصولية التابعة للجنس .

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

١ - النمو المحدود الذي يناسب الزراعة الكثيفة والحصاد الآلي ، مقابل صفة النمو غير المحدود التي تناسب استمرار بقاء النبات في الظروف الطبيعية .

٢ - القرون الخالية من الألياف stringless ، مقابل صفة القرون ذات الألياف ، التي تفيد في تفتح القرون بقوة عند النضج ؛ ممايسمح بانتثار البذور وزيادة قدرة النبات على البقاء .

٣ - القرون المستديرة مقابل صفة القرون المبططة .

٤ - عدم الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار ، مقابل صفة الإزهار في النهار القصير ، وهي الفترة الضوئية السائدة في المناطق الاستوائية التي نشأت فيها الفاصوليا .

٥ - النمو المتوسط المتوازن ، مقابل حالة التعملق gigantism التي تظهر في الحالة البرية، والتي تساعد على زيادة قدرة النبات 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 في وقت لاحق . وجدير بالذكر أن معظم الهجن النوعية تكون ناجحة عند استخدام P. vulgaris كأم . كما أن نباتات نسبة كبيرة من الهجن النوعية تعاني نقصاً في الكلوروفيل وتأخراً في النمو .

جدول (٨-١) : نسبة نجاح الهجن النوعية في الجنس Phaseolus ، والهجن الجنسية بين الفاصوليا

وأنواع الجنس Vigna .

نسبة النجاح (%)	الهجن
عقد البذور : ٤٢ - ٧٢ % عقد القرون : ٢٩ - ٥٦ %	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>
عقد البذور : ٥٠ - ٦٠ % عقد القرون : ٥ - ١١ %	<u>P. coccineus</u> x <u>P. vulgaris</u>
١٠ - ١٢ %	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. dumosus</u>
هجين واحد ذات أزهار عقيمة	<u>P. acutifolius</u> x <u>P. coccineus</u>
صفر	<u>P. coccineus</u> x <u>P. acutifolius</u>
صفر	<u>P. acutifolius</u> x [<u>P. vulgaris</u> x (<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>)]
قليل من الهجن العقيمة	<u>P. coccineus</u> x <u>P. lunatus</u>
صفر	<u>P. lunatus</u> x <u>P. coccineus</u>
٤ هجن بعد زراعة الأجنة	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. acutifolius</u>
٦ و ٤٦ %	(<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>) x <u>P. vulgaris</u>
٦ و ٥٤ %	<u>P. vulgaris</u> x (<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>)
٢٤ %	(<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>) x <u>P. coccineus</u>
٦ و ١٩ %	<u>P. coccineus</u> x (<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>)
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. olyanthus</u>
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. xanthotrichus</u>
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. glabellus</u>
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>V. mungo</u> (<u>P. mungo</u> : سابقا)
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. lathroides</u>
ممکن	<u>P. vulgaris</u> x <u>P. atropurpureus</u>
صفر	<u>P. vulgaris</u> <u>V. aureus</u> (<u>P. aureus</u> : سابقا)
صفر	<u>P. vulgaris</u> x <u>V. angularis</u> (<u>P. angularis</u> : سابقا)
صفر	<u>P. vulgaris</u> x <u>V. calcaratus</u> (<u>P. umbellata</u> : سابقا)
صفر	<u>P. vulgaris</u> x <u>V. radiatus</u> (<u>P. radiatus</u> : سابقا)

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 في الطبيعة كذلك دونما تدخل من الإنسان ، وتتراوح نسبة نجاحه في الطبيعة من
صفر - ٦٨ ٪ ؛ 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 العكسي بين *P. coccinues* كأم ، والفاصوليا كآب ؛
بإضافة بيئنة 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* ،
و *P. 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* كآب مع فاصوليا عادية ذات خلفية وراثية عريضة من عدة
أصناف كأم .

وقد اختلفت نباتات الجيل الأول - كثيراً - في خصوبتها ، إلا أن نسبة الخصوبة
ازدادت مع كل تلقيح رجعي .

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

ويذكر Leonard وآخرون (١٩٨٧) أن الهجين النوعي بين *P. vulgaris* كأم ،
و *P. lunatus* كآب صعب للغاية ؛ نظراً لأن الجنين النامي يضمحل في المراحل المبكرة من

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

ومن أهم الصفات التي تتوفر في مختلف أنواع الجنس *Phaseolus* ، والتي يُرغب في نقلها من نوع لآخر مايلي (عن Hucl & Scoles ١٩٨٥) :

النوع	الصفات المرغوبة
<i>P. acutifolius</i>	المقاومة لمرض اللثة البكتيرية العادية ، وتحمل الحرارة والجفاف
<i>P. coccineus</i>	المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا العادي ، وأعنان الجنود ، والعفن الأبيض ، وتحمل البرودة ، وقشرة التربة الصلبة soil crusts
<i>P. lunatus</i>	المقاومة لعفن الجنود الفيوزاري واللثة البكتيرية العادية ، وصفة قصرة البذرة الخضراء اللون
<i>P. wrightii</i>	تحمل تشبع التربة بالماء ، والصقيع
<i>P. ritensis</i>	تحمل البرودة

ويذكر الباحثان أن جيرمبلازم الفاصوليا - الذي حصل على بعض صفاته من الأنواع البرية القريبة - قليل للغاية ، وينحصر فيمايلي :

١ - كل سلسلة أصناف الـ Great Northern ، التي حصلت على صفة القدرة على تحمل اللثة البكتيرية العادية من النوع *P. acutifolius* . ويرغم أن هذا النوع البري منيع ضد اللثة ، إلا أن الأصناف التجارية قادرة - فقط - على تحمل الإصابة ؛ لأن بعض جينات المقاومة فقدت أثناء محاولات نقلها من النوع البري .

٢ - بعض أصناف الفاصوليا الجافة ؛ مثل Gloria ، و Roza ، و Viva التي حصلت على قدرتها على تحمل الإصابة بعفن الجنود الجاف (الفيوزاري) من سلالة الفاصوليا N 203 ، التي استمدت مقاومتها - أصلاً - من النوع *P. coccineus* .

٣ - سلالة الفاصوليا NY- 221412 المقاومة لعفن الجنود الجاف

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

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

اسس التربية وتداول المحصول لاغراض 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 وردياً ، أو بنفسجياً . وتتكون الكأس من خمس سبلات غير
ملتحمة . أما الطلع .. فيتكون من ١٠ أسدية ، تلتحم تسع منها وتشكل أنبوبة سدائنية 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 ثانياً ، ولكن البتلات تذبل بعد أيام قليلة من تفتح الزهرة .
والتلقيح الذاتى هو السائد ، كما تحدث نسبة بسيطة من التلقيح الخلطى لا تتجاوز ١٥ ٪ ،
ويتوقف مقدارها على الصنف ، والظروف الجوية السائدة ، ومدى توفر الحشرات الملقحة ؛
مثل : نحل العسل ، والنحل الطنان ، والتريس (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 .

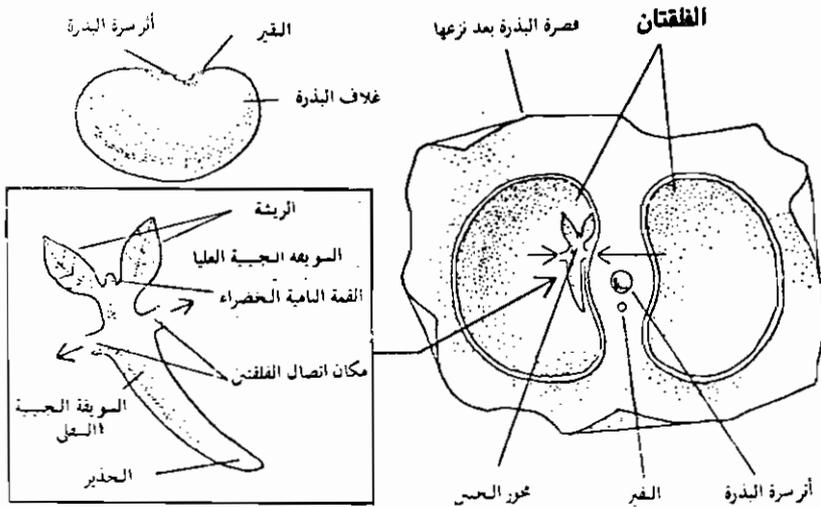
وربما لا يحدث أى تلقيح خلطى فى الفاصوليا فى غياب النحل . ويزور النحل الأزهار ؛
لجمع الرحيق وحبوب اللقاح ، ولكن ذلك أمر نادر الحدوث (McGregor ١٩٧٦) . تبدأ حبة

اللحاق في الإنبات بعد نحو ٤ - ٥ ساعات من التلقيح ، وتصل أنبوبة اللقاح إلى فتحة النقيير بعد نحو أربع ساعات أخرى .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفاصوليا قرن طويل ، يظل محتفظاً بقلم الزهرة في طرفه ، بينما لا تكون الكأس مستديمة . وتختلف صفات القرن باختلاف الأصناف ، فقد يكون مستقيماً أو منحنيماً ، مستديراً أو مبططاً في المقطع العرضي ، وذا لون أخضر ، أو أصفر شمعي أو مخطط .

تتكون البذرة من الجنين والغلاف البذري . 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 ، وولى ذلك الضغط على العلم برفق نحو الخلف ؛ الأمر الذى يؤدي 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 يؤدي إلى بروز ميسم الزهرة الطلقى 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 العقود .

رابعاً : العلم الذكري

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 .

ويتلقيح 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 .. وجدوا أنها صفة سيتوبلازمية ، وتورث عن طريق الأم .

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

الوراثيين الأصليين . وتنتج النباتات المنتحية الأصلية حبوب لقاح خصبة وطبيعية ، ويمكن تلقيحها - ذاتياً - إذا فتحت فصوص المتوك يدوياً ، ونقلت حبوب لقاحها إلى ميسم الزهرة ، ولكن ذلك لا يحدث طبيعياً ؛ الأمر الذي يؤدي إلى حدوث التلقيح الخلطي في هذه النباتات بنسبة تصل إلى ٩٤٪ (Wyatt ١٩٨٤ أ) .

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

وقد عثر في إحدى الدراسات - التي عوملت فيها بنور فاصوليا جافة بأشعة جاما - على أربع طفرات ذات فروع طويلة ونحيلة spindly branches ، كانت جميعها بسيطة ومنتحية . 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 في 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 ، الذي يتحكم في الحالة الطبيعية (Bassett ١٩٩١) .

خامساً : جيرمبلازم الفاصوليا

تقع على عاتق المركز النولي للزراعة الاستوائية -Centro Internationl de Agricultu- ra Tropical (اختصاراً CIAT) - في كالي Cali بكولومبيا مهمة جمع وحفظ جيرمبلازم الفاصوليا . ويقدر عدد السلالات التي يحتفظ بها المركز - حالياً - بأكثر من ٣٥٠٠٠ صنف وسلالة (عن Hussain ١٩٨٦) .

سادساً : اختبارات تمييز الأصناف

تتشابه بعض أصناف وسلالات الفاصوليا إلى درجة يصعب معها التمييز بينها على أساس الفحص المورفولوجي ؛ مما لا يسمح بتطبيق القوانين الخاصة بحقوق المربي ؛ لذا .. فقد اتجه البعض نحو استخدام طرق أخرى أكثر دقة للتمييز بين الأصناف ، ومن هذه الطرق تلك التي توصل إليها Hussain وآخرون (١٩٨٦) ، والتي تعتمد على بروتين البنور . 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 للبنور ، والنمو السريع للبادرات ، والنمو الجذرى الكبير لهذه البادرات بالنسبة لوحددة الوزن من البنور .

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 الري 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 ألياً ، وأن تكون أعناق الثمار والفروع النورية قصيرة ؛ لكى لا تميل بالقرون إلى الأرض .

٤ - يجب أن تنفصل القرون - بسهولة - عن النبات عند حصادها ألياً .

٥ - يجب أن تكون الأوراق صغيرة وفى وضع مواجه لأشعة الشمس ؛ لكى يمكنها استقبال أكبر قدر من الأشعة الساقطة ، مع السماح للأشعة بتخلل أنمو 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 بالجنور 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 البكتيرية .. يجب أن يستجيب النبات للتسميد الأزوتى ؛ 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 جنور ثانوية بأعداد مناسبة وبسرعة مناسبة - عند قاعدة السويقة الجنينية السفلى - لتعويض ما يفقد من الجنور لأسباب بيولوجية أو غير بيولوجية .

التربية لتحسين المحصول

كما سبق أن أوردنا تحت موضوع تربية البسلة لتحسين المحصول .. فإن محصول الفاصوليا من البنور الجافة يرتبط بمكونات هذا المحصول ؛ وهي : عدد القرون بالنبات ، وعدد البنور 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 في المكونات الأخرى . وفي 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 في معدل عملية البناء الضوئي ، وبرغم اعتماد المحصول على معدلات البناء الضوئي .. فلم يمكن أبداً - في الفاصوليا - ملاحظة أي ارتباط وراثي عالٍ بين الصفتين ؛ وبذا .. لم يمكن الاستفادة من الاختلافات المشاهدة بين السلالات في معدل البناء الضوئي في الانتخاب لتحسين المحصول . إلا أن كمية المحصول تتوقف على ثلاثة عوامل ؛ هي :

١ - تأقلم التركيب الوراثي مع الظروف البيئية .

٢ - قدرة التركيب الوراثي على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة في صورة غذاء من خلال عملية البناء الضوئي .

٣ - قدرة التركيب الوراثي على توزيع نواتج التمثيل الغذائي على مختلف الأعضاء النباتية ؛ بنسب يتحقق معها أكبر محصول اقتصادي ، مع القدرة على نقل هذا الغذاء إليها أولاً بأول .

ويعتبر المحصول البيولوجي Biological Yield ، والنمو البيولوجي الكلي Biomass

Growth دليلاً على قدرة التركيب الوراثى على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية فى صورة غذاء مجهز ، بينما يعبرُ دليل الحصاد Harvest Index عن توزيع الغذاء المجهز على الأعضاء الاقتصادية ؛ مقارنة بيقية الأنسجة النباتية ، ويعبر معدل نمو البنور (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 ٢٢ - ٩٣ جم/م^٢/ يوم ، ومعدل نمو البنور (المحصول/ عدد الأيام التى تمتلئ فيها البنور) من ١٢ - ٩٥ جم/م^٢/ يوم ؛ علماً بأن الصفتين الأخيرتين كانتا على علاقة خطية موجبة مع المحصول ، وفسرتا قدرأ كبيراً من الاختلافات فى المحصول ؛ حيث كانت معاملات الارتباط (r^2) بينها وبين المحصول ٠.٧٦ ، و ٠.٨٤ على التوالى .

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

$$RSS = \text{معدل نمو البنور} / \text{معدل النمو البيولوجى} .$$

علماً بأن القيم التى تساوى الواحد الصحيح أو الأكبر من الواحد الصحيح فى الفاصوليا تعنى قدرة عالية على استقبال وتخزين الغذاء المجهز فى البنور ، 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 البنور) كانت مرتفعة بدرجة ملموسة . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع ..يراجع Scully وآخرون (١٩٩١) .

التربية لتحسين صفات الجودة

١ - التربية لتحسين القيمة الغذائية

درس Rutger (١٩٦٨) نسبة البروتين في 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 .

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

وتختلف أصناف وسلالات الفاصوليا - كذلك - في محتواها من الأحماض الأمينية ، كما يتضح من دراسة Kelly (١٩٧١) التي أجراها على ٣٦٠٠ سلالة ، ووجد أن محتوى بذور ٨٢ سلالة منها من الحامض الأميني ميثيونين methionine كان أعلى بنسبة ٣٣ ٪ من محتوى بذور الصنف القياسي سانيلاك Sanilac .

٢ - التربية للتخلص من المواد الضارة بصحة الإنسان

تحتوى بذور الفاصوليا على بعض أنواع البروتين الحساسة للحرارة ، والتي تعد سامة للإنسان إذا أكلت الفاصوليا طازجة . ويعتبر اللكتين lectin (وهو Phytohemagglutinin 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 في تمثيلها جينات أليلية ؛ الأمر الذي يسمح بإنتاج أصناف من الفاصوليا خالية تماماً منها . ونظراً لأن اللكتينات تشكل ١٢ ٪ من بروتين الفاصوليا ، ولا يحتوى أى منها على الحامض الأميني ميثيونين بتركيزات ملموسة .. فإن إحلال هذه النسبة من بروتينات اللكتين ببروتينات أخرى قد يفيد في تحسين القيمة الغذائية للفاصوليا (عن Osborn & Bliss ١٩٨٥) .

٢ - التربية لتحسين الطعم والنكهة

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا في محتواها من المركبات القابلة للتطاير المسئولة عن النكهة المميزة . وقد أمكن إرجاع الاختلافات - في 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 في 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 في اثنين من المركبات القابلة للتطاير المسؤولة عن النكهة المميزة .

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

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

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

٤ - التربية لتحسين لون البنور

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

وقد أوضح Korban وآخرون (١٩٨١) أن لون البنور 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 بنورا بيضاء اللون ، وأضاف إليها الباحثون تركيباً ساسداً .

ويعد وجود الجين P بحالة متنحية أصيلة ضرورياً ليس فقط فى أصناف الفاصوليا التى
تؤكل بنورها الجافة بيضاء اللون ، وإنما فى جميع الفاصوليا الخضراء ؛ لتجنب ظهور بنور
ملونة غير ناضجة فى القرون ، ولتفادى تلون سائل التعليب بصبغات البنور . 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 بنور بيضاء مقاومتان لهذا الفطر ، وهما أرقام : 1273 ، و 46 RRR . إلا أن
السلالة الأولى تعد متوسطة المقاومة للفطر ؛ وترجع مقاومتها إلى خلو بنورها من
التشققات Cracks ، كما أن بنورها ليست تامة البياض . أما السلالة الثانية .. فبنورها
تامة البياض وشديدة المقاومة للفطر ، إلا أن مقاومتها ترجع إلى كون بنورها تخلو تماماً من

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

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

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

وإلى جانب ما تقدم .. فإن صفة البنور البيضاء ترتبط - كذلك بقابلية البنور 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 متشابهة ، تختلف فى كونها ذات بنور بيضاء أو ملونة ؛ علماً 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 البنور البيضاء (pp) كانت أقل من مثيلاتها ذات
البنور الملونة (pp) فى أى من تلك الصفات .

كما قارن Deakin (١٩٧٤) ٤٧ زوجاً من سلالات الفاصوليا ذات أصول وراثية متشابهة
تقريباً فى جميع الصفات فيما عدا لون البنور ؛ حيث كانت إحدى سلالات كل زوج بيضاء
البنور والأخرى ملونة ، ووجد أن السلالات الملونة البنور كانت أعلى من نظائرها البيضاء
البنور من حيث نسبة البنور 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 عدل المحصول - إحصائياً - لتلافى الفرق فى نسبة الإنبات بين

السلالات الملونة والسلالات البيضاء البنور .

هذا .. وتكون بنور الفاصوليا غير الناضجة خضراء اللون ، ويبقى هذا اللون في الأصناف ذات البنور الناضجة البيضاء ، إلى أن تصل البنور إلى أقصى حجم لها ، ولكنه يختفى كلية عندما تصبح البنور جافة . أما في الأصناف التي تكون بنورها ملونة عند النضج .. فإن اللون الأخضر يختفى عندما تصل البنور إلى نصف حجمها الطبيعي ، وتحل محله الصبغات الأخرى الخاصة باللون المميز لبنور الصنف . ويختلف هذا اللون الأخضر الطبيعي عن اللون الدائم Persistent green ، الذي يديم في البنور الجافة كذلك .

وتظهر - أحيانا - نباتات تكون بنورها ذات لون أخضر باهت أو أخضر مصفر وهي صغيرة جداً ، ثم تتحول إلى اللون الأبيض عندما تصبح في نصف حجمها الكامل ، ثم تتابع تلونها الطبيعي بعد ذلك . ويمكن تمييز هذه النباتات عن النباتات ذات البنور الجافة البيضاء في أية مرحلة من تكوينها قبل جفافها ، إلا أن الفرق بينهما يكون أقل ما يمكن في منتصف مرحلة تكوين البنور . كذلك يمكن تمييز هذه النباتات عن النباتات ذات البنور الجافة الملونة في المراحل المبكرة من تكوين البنور ، بينما يصعب تمييزها مع تقدم نمو البنور .

وقد وجد Baggett & Kean (١٩٨٤) أن صفة اللون الأبيض - في البنور غير الناضجة - تنتج من نقص الكلوروفيل في أغلفة البنور الجافة البيضاء . وقد أوضحنا أن هذه الصفة بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد متنح غير مرتبط بالجين P ، الذي يتحكم في لون البنور الناضجة ، أو بالجين Y الذي يتحكم في جعل القرون خضراء ، أم شمعية ، واقترحا له الرمز iw : نسبة إلى الصفة immature white seedcoat .

ه - التربية لزيادة القدرة على التخزين

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

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

التربية لتحسين نوعية البذور Seed Quality

١ - التربية للتخلص من صفة الغطاء البذرى الصلب 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 يوماً 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 ١٩٧٨) .

وفى دراسة أجريت على ٢٨٨ 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 البذور (بعد تجفيفها سلفاً إلى ٦ ٪ رطوبة) فى الماء لمدة ١٢ - ٢٤ ساعة مع ملاحظتها ؛ للتخلص من السلالات التى تتشرب بنورها بالماء قبل مرور ١٢ ساعة ، وتلك التى تبقى بنورها غير متشربة بالماء تزيد على ٢٤ ساعة ، وهى التى تكون بنورها صلدة ، بينما تكون السلالات التى تتشرب بنورها بالماء خلال ١٢ - ٢٤

٢ - التربية لمقاومة تمزق البذرة

تعرف حالة تمزق قصرة البذرة باسم fish face ، وهي تحدث عند نمو الفلقتين بسرعة أكبر من سرعة نمو قصرة البذرة . تتعرض مثل هذه البنور للإصابة بالعفن في 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 التي أصيبت بتمزق الغلاف البزرى - فى إحدى الدراسات - من ١٥ - ٤٧,٦ ٪ فى سلالات مختلفة .

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

٣ - التربية لمقاومة الأضرار الميكانيكية

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى مدى مقاومة بنوها 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 البنور الملونة أكثر مقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية من البنور البيضاء ، إلا أنه أمكن الحصول على انعزالات ذات بنور بيضاء ومقامة .

ج - قدرت درجتا التوريث على النطاقين العريض والضيق على التوالي : 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 البنور .

وقد وجد أن إزالة غطاء البذرة ، ثم تشربت البنور 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 البنور لمقاومة الإصابة بالأضرار الميكانيكية عندما تتراوح نسبة الرطوبة بها ٥ - ٨٪ (عن Dickson ١٩٨٠) ، ويجرى الاختبار بإسقاط عينات من البنور عدة مرات من ارتفاع مترين على سطح صلب ، ثم التعرف على البنور المصابة بالأضرار الميكانيكية - إما باختبار الإنبات العادى ، وإما بالنقع لمدة ٢ - ٣ دقائق - بحيث تظهر تجعدات واضحة حول الشقوق ، بينما لا تشرب البنور السليمة بالماء إلا بعد عدة ساعات .

وبخصوص طبيعة المقاومة للأضرار الميكانيكية .. لم يتوصل Eisinger & Bradford (١٩٨٦) إلى أية علاقة بين قابلية بنور الفاصوليا للإصابة بالتشققات العرضية بالفلقات بين محتواها من أى من عنصرى الكالسيوم أو البوتاسيوم ، ولكن الباحثين وجدوا ارتباطاً موجباً بين مقاومة التشققات ومحتوى البنور 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 البنور Seed Vigor

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

٥ - التربية لمقاومة اعفان البنور فى التربة

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

هذا .. ويجرى اختبار إنبات البنور على عينة تتكون من عدة مئات من البنور فى رمل
رطب (٢٠ ٪ رطوبة) ، أو بيرليت ، أو فيرميكوليت ، أو فى مناشف ورقية مطوية على
درجة ٢٦ °م . وبعد أسبوع من بدء الاختبار .. تحسب البادرات التى يكون بها ما يوازى
ورقة أواية واحدة على الأقل ، وورقة فلقية ، ونموخضرى طبيعى ، وقمة جذرية طبيعية ،
والتي تكون قد بلغت نصف الحجم الطبيعى على الأقل كبادرات نباتية . وإذا رغب فى
الحصول على بيانات أكثر تفصيلاً .. تحسب نسبة البادرات السليمة تماماً القوية النمو ،
وتضرب فى نسبة الإنبات ؛ لتحصل على تقدير نوعية البنور Seed Quality Estimate .
ولمزيد من التقييم .. يمكن حساب دليل نوعية البنور Sedd Quality Index بضرب نسبة
البادرات السليمة القوية النمو فى دليل إنبات البنور Seed Emergence Index ، الذى
يحصل عليه بضرب نسبة إنبات البنور 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 ، ووجد 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 لبنورها أن تبقى فى التربة الباردة 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 Comtesse de Chambord ، و Widuse : تنبت بنورهما جيداً فى درجة حرارة ٩ - ٩°م لكنهما تفقدان قوة نموها فى درجة ١٠°م .

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

ج - السلالتان NY 5-161 ، و NY 590 . تنبت بنورهما جيداً فى حرارة ٩°م - ١٠°م ، وتنموان جيداً فى درجات الحرارة المنخفضة .

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

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

١٠م نهاراً ، و٨م ليلاً - ترتبط غالباً بصفة البنور الملونة ، وهي التي كانت أقل تعرضاً للعفن في التربة من البنور غير الملونة . كما وجد أن صفة القدرة على الإنبات في الحرارة المنخفضة كمية ، وقدرت درجة توريثها بنحو ٣٥٪ . كذلك بينت دراسات Dickson (١٩٨٠) أن نسبة الإنبات في الحرارة المنخفضة أفضل في كل من البنور الملونة والبنور الصغيرة الحجم مما في البنور البيضاء ، أو الكبيرة الحجم .

٢ - التربية للاستجابة لدرجة الحرارة والفترة الضوئية عند الإزهار

بدراسة عدد من أصناف الفاصوليا التي نُميت في 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 في الصنف Nebraska sel. 27 ، وبمقدار ٤٨ يوماً في السلالة P.I. 207262 ، بينما لم يتأثر موعد أزهار الأصناف الأخرى المختبرة باختلاف الفترة الضوئية . وتبين أن صفة التأخير في الإزهار - عند زيادة الفترة الضوئية - يتحكم فيها عامل وراثي واحد متنح (Coyne ١٩٧٨) .

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

كذلك لوحظت اختلافات وراثية بين صنفى الفاصوليا Great Northern UI 1 ، و Red Kidney في الاستجابة للفترة الضوئية ودرجة الحرارة عند الإزهار . فالصنف Great Northern UI 1 (اختصاراً : GN) أزهر - بصورة طبيعية - في كل الفترات الضوئية عندما كانت مصاحبة بحرارة عالية ، بينما تأخر إزهاره في 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 في 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 في إضاءة ١٨ ساعة عندما كانت

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

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

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

٣ - التربية للقدرة على عقد الثمار في 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 في الحرارة العالية ؛ بتعرض 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 في الأراضي الغدقة

استخدم Nelson وآخرون (١٩٨٣) الطرق التالية لتقدير قدرة نباتات الفاصوليا على تحمل النمو في الأراضي الغدقة التي تزيد فيها الرطوبة الأرضية لفترات طويلة .

أ - تقدير معدل تنفس الجنور 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 الجنور للرطوبة العالية - بطريقة التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity .

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

د - تقدير عيني 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 طريقتنا الـ TTC ، والتوصيل الكهربائي وقتاً طويلاً لإجراءهما ، وأعطت أكثر النتائج تبايناً ، بينما كانت نتائج اختبار الـ PC مرتبطة بشدة ($r = 0.85$) مع التقدير العيني . وكانت أكثر السلالات قدرة على تحمل الرطوبة الأرضية العالية - فى الدراسة - هى PO 74 .

ه - التربية لتحمل نقص الأزوت فى التربة

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

وفى إحدى الدراسات كان الصنف Canyon أقل الأصناف قدرة على تثبيت الأزوت ، 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 أزوت الهواء الجوى ، وكان قد انتخب تحت ظروف استخدم فيها مستويات منخفضة من الأزوت المضاف (عن Silbergael ١٩٨٦) .

٦ - التربية لزيادة القدرة على تحمل نقص عنصر الفوسفور

درس Fawole وآخرون (١٩٨٢) وراثية 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 في الاستفادة من العنصر . واتخذ الباحثون الوزن الكلي للنبات - تحت ظروف نقص العنصر - دليلاً على كفاءة النبات في الاستفادة منه . وأوضحت الدراسة أن التفرق Epistasis كان له دور كبير في التأثير في وراثية تلك الصفة ، خاصة تأثيرات الإضافة x الإضافة ، والسيادة x السيادة ، والإضافة x 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 في مدى كفاءتها في تمثيل البوتاسيوم الممتص ، علماً بأن تلك الاختلافات لم يكن مردها إلى اختلاف السلالات في حجم البنور . وقد تبين أن صفة الكفاءة العالية في تمثيل البوتاسيوم يتحكم فيها جين واحد منتج .

٨ - التربية لتحمل نقص عنصر الحديد

درس Coyne وآخرون (١٩٨٢) وراثية القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد في الفاصوليا في 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 الثاني أن المقاومة كمية وسائدة سيادة تامة ، بينما تبين من نتائج الجيل الثالث أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات .

هذا .. وتتحكم الجذور في امتصاص الحديد في الطماطم ، وفول الصويا ، والحمص ؛ وهو ما تحقق بدراسات التطعيم التي استخدمت فيها طعوم حساسة لنقص الحديد ، وأصول مقاومة ؛ حيث لم تظهر أعراض الاصفرار الناشئ من نقص الحديد في الطعوم .

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

وحيثما أجرى Zaiter وآخرون (١٩٨٧) دراسة تطعيم مماثلة على الفاصوليا - استخدموا فيها الصنفين المقاومين لنقص الحديد GN Emerson ، و 10 - 83 - WM1 - Neb والصنفين الحساسين P.I. 165078 ، و Steuben yellow Eye - تبين أن الأصول هي التي تتحكم في المقاومة لنقص العنصر: ربما بسبب قدرتها على امتصاص العنصر أو نقله إلى السيقان . وقد كان نقص الحديد أكثر وضوحاً في الحرارة المنخفضة (٢٤م° نهاراً ، و ١٢م° ليلاً) منه في الحرارة المرتفعة (٢٩م° نهاراً ، و ١٨م° ليلاً) .

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

٩ - التريية لتحمل التلوث الجوى بالأوزون

تُحدث تركيبات منخفضة من الأوزون - تتراوح من ٠.٥ - ٠.١٢ - حجماً في المليون - أضراراً كبيرة لمعظم الأصناف الحساسة من بعض المحاصيل الزراعية ، وهو تركيز يتواجد - بالفعل - صيفاً في أجواء بعض المناطق من العالم ، وفي بعض أجزاء من الولايات المتحدة . وتعتبر الفاصوليا من أكثر المحاصيل حساسية وتضرراً من هذا الغاز ؛ حيث قدر متوسط الانخفاض في محصول الأصناف الحساسة من جراء التعرض لتركيز ٠.٤ - ٠.٦ - حجماً في المليون من الغاز لمدة ٧ ساعات يومياً بنحو ١٠ - ٢٦ ٪ . كما يحدث التعرض للغاز نقصاً في معدل النمو النسبي للنباتات ، ومعدل النمو المطلق ، وإنتاج القرون ، وتكوين العقد البكتيرية ، ومحتوى النباتات من النيتروجين (عن Mersie وآخرين ١٩٩٠) .

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

Beltsville ، و Salisbury بولاية ميرلاند الأمريكية ؛ حيث يزداد فيهما تركيز الغاز بدرجة كبيرة - ووجد أن أصنافا كثيرة منها كانت مقاومة للغاز ، لدرجة أنهما اقترحا عدم جدوى التربية لمقاومة الأوزون في الفاصوليا . ومع ذلك .. فقد نصحا بأختبار سلالات الفاصوليا الجديدة في تلك المنطقتين قبل إكثارها للإنتاج التجارى . وفى دراسة أخرى .. قيم Mer-sie وآخرون (١٩٩٠) ٤١٠ أصناف وسلالة من الفاصوليا تحت ظروف حجات النمو ؛ حيث عرضوا بإدرات الفاصوليا الصغيرة لتركيز ٠.٦ حجماً فى المليون لمدة ساعتين ، وقاموا بقياس الضرر الذى حدث للأوراق . ووجد الباحثون أن ١٧ صنفاً وسلالة منها كانت غير حساسة للغاز ، و ٢٧٠ 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 للصلاحيه للحصاد الآلى

تعتبر القوة اللازمة لفصل قرون الفاصوليا عن النموات الخضرية إحدى الصفات الهامة التى تقيم بمقتضاها الأصناف للصلاحيه للحصاد الآلى . وقد وجد Showalter (١٩٧٠) أن القوة اللازمة لعملية الفصل تزداد مع زيادة نضج القرون ، ومع زيادة قطر عنق الثمرة ، وأن القوة التى لزم لفصل قرون الصنف Harvester كانت ضعف تلك التى لزم 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 ثقب غريال 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 المركزيين للقرون - وهي صفة تتوفر فى معظم الأصناف الحديثة - ويمدى 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 ، وبعضها 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 الجنور الجاف

يسبب الفطر Fusarium solani f. phaseoli مرض عفن الجنور الجاف فى الفاصوليا . وقد وُجِدَ مستوى مرتفع من المقاومة فى كل من P. coccineus والسلالة P.I. 203958 (التي تعرف باسم N 203) والتي 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 الجنور 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 في النباتات المختبرة تحت ظروف الحقل عندما كان عمرها ٩ - ١٣ أسبوعاً . وقد قدروا درجة توريث المقاومة - على النطاق العريض - بنحو ٦٢ - ٦٤ ٪ في اختبارات الصوبة ، و ٢٢ ٪ في اختبارات الحقل عند عمر خمسة أسابيع ، و ٧٩ ٪ في اختبارات الحقل عند عمر ٩ - ١٣ أسبوعاً . ولزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة وطبيعة المقاومة لهذا المرض .. يراجع Hassan (١٩٧٠) .

٢ - التربية لمقاومة عفن الجنور الأسود

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

وقد أوضحت دراسات Hassan وآخرين (١٩٧١ أ) أن مقاومة السلالتين متنتحية جزئياً ، ويتحكم فيها - في كل من السلالتين - حوالى ثلاثة أزواج من الجينات ، وأن هذه الجينات متماثلة في 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 الجنور الأسود ، وتلك المسئولة عن المقاومة لعفن الجنور الجاف في السلالتين .

٣ - التربية لمقاومة عفن الجنور الرايزوكتونى

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* مرض عفن الجنور الرايزوكتونى في الفاصوليا ، وتتوفر مقاومة هذا الفطر في الفاصوليا ؛ فمن بين ٦٠٠ سلالة تم اختبارها .. وجدت المقاومة في 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 تتجح 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 كالحلة اللون .

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

- أ - الإنبات السريع للبنور .
 - ب - سرعة فقد الأوراق الفلجية .
 - ج - 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 ألكسين فاصيولين Phaseolin ، الذى يثبط نمو هذا الفطر .

وتعتبر سلالة الفاصوليا P.I. 165426 - ذات الأوراق الصغيرة - أهم مصادر المقاومة لعفن الجنور الرايزوكتونى ، كما أنها مقاومة لنيماتودا تعقد الجنور ، وحصل منها على سلالة متنحية ذات بنور سوداء ، كانت مقاومة - أيضاً - لكل من فطريات أعفان الجنور : Pythi- um ، و Fusarium ، و Thielaviopsis ، وبعض سلالات الصدأ ، مع القدرة على الإنبات فى الأراضى الباردة الرطبة (عن Silbengael 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 وأخرون (١٩٨٧) - من

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

٥ - التربية لمقاومة الأنتراكتوز

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنتراكتوز في الفاصوليا ، وقد درس Inglis وآخرون (١٩٨٨) إمكانات العدوى الجافة بالفطر لأغراض تقييم المقاومة بدلاً من العدوى بجراثيم الفطر التي تتطلب تحضير المعلق الفطري قبل وقت قصير من العدوى ، وتستلزم كميات كبيرة منه لعدوى المساحات الحقلية الكبيرة . وقد استعمل الباحثون أوراقاً جافة لنباتات سبقت عدواها بالفطر في الصوبة ، أو مزارع قطرية مجففة للفطر على بيئة خاصة هي : Perlite - cornmeal V - 8 juice agar . عُفرت النباتات في 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 في 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 .

ج - متوسطة المقاومة ، وهى التى تظهر بها بثرات صغيرة لا يزيد قطرها على ٣.٠ مم (small - pustle resistance) .

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

وتعتبر ظاهرة فرط الحساسية hypersensitivity هي الأساس الفسيولوجي 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 وراثية صفة ضراوة virulence الفطر .. قام Christ & Groth
(١٩٨٢) بإجراء تلقيحات بين عدد من عزلات الفطر التى تختلف فى ضراوتها ، ووجد أن
الضراوة يتحكم فيها ثلاثة جينات مستقلة ؛ اثنان منها متنحيان وأعطيا الرمزین $U_p A_1$ ،
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 ٥٠ - ١٥٠ ٪) ؛ 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 (Carvalho 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 لقع Christ & Groth (١٩٨٢ ب) صنف الفاصوليا US 3 المقاوم لسلالة الفطر

S₁₋₅ مع الصنف Early Gallatin المقاوم لسلالة الفطر P₁₀₋₁ .. كان الجيل الأول بينهما مقاوماً للسلاطين ، واستُدلَّ - من انعزالات الجيل الثاني - على وجود عاملين مستقلين للمقاومة .

وقد تاکد الاستنتاج الأخير كذلك من نتائج الجيل الثاني للتهجين بين الصنف Pinto III القابل للإصابة بسلاطين الفطر ، وكل من الصنفين US3 ، و Early Gallatin . كما تبين - من التلقيح مع الصنف Early Gallatin - احتمال وجود جينات إضافية تتحكم في المقاومة للسلالة S₁₋₅ . وأوضحت نتائج الدراسة أن المقاومة التي يتحكم فيها الجين Up₁ في الصنف US3 لا تظهر إلا حينما يقابل أليل المقاومة أليل عدم الضراوة A₁ Up في السلالة P₁₀₋₁ ، أو UpV₃ في السلالة S₁₋₅ . كما أن المقاومة التي يتحكم فيها الجين Up₂ في الصنف Early Gallatin لا تظهر إلا حينما يقابل أليل المقاومة أليل عدم الضراوة A₂ Up في أى من سلاطين الفطر .

وفي دراسة أخرى .. لفتح Stavely (١٩٨٤) السلالة B-190 المقاومة مع الصنف Green Giant 447 ، الذى يعد متوسط القابلية للإصابة ، ثم درس الإصابة في نباتات الآباء ، والجيلين الأول والثاني ، 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 في الولايات المتحدة حينما أنتجت تلك السلالة في عام ١٩٧٩ . وقد توصل الباحث إلى أن المقاومة لكل من سلالات الفطر الثمانى يتحكم فيها جين واحد سائد . وظهرت المقاومة لسبع من السلالات في صورة نقص في مساحة البثرة اليوريديية لأقل من ٣٠- مم قطراً . أما مقاومة السلالة الثامنة .. فقد تمثلت في ظهور بقع صغيرة متحللة لا تحتوى على أية جراثيم يوريديية . 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 جيداً ببعضها ، وظهر - أيضاً - أن تلك الجينات كانت مستقلة عن الجينات السائدة المسئولة عن المقاومة في الصنف Olathe .

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

الإشارة إليها .. فقد ظهر في العقد الأخير اتجاه نحو الاستفادة من المقاومة غير المتخصصة - ضد سلالة بعينها race - nonspecific - والتي تتميز بأنها لا تفقد بمجرد انتشار زراعة الصنف الجديد المقاوم كما في حالة المقاومة المتخصصة . ومن أهم المظاهر الأخرى للمقاومة غير المتخصصة أنها تبطئ من تقدم الإصابة بشكل ملموس ؛ بحيث لا يصل 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 - التي تظهر سلوكاً متجانساً - حيال جميع السلالات تحت ظروف الحقل (Shaik & Steadman ١٩٨٩) .

٧ - التربية لمقاومة اللبحة العادية

تسبب البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* مرض اللبحة العادية common blight في الفاصوليا . ورغم توفر مصادر لمقاومة البكتيريا .. إلا أن بعض الصعوبات تقف أمام تقدم جهود التربية ودراسات وراثية المقاومة . ومن أهم تلك الصعوبات أن استجابة أي تركيب وراثي للعدوى بالبكتيريا لا تتوقف - فقط - على ما يحمله هذا التركيب الوراثي من جينات المقاومة ، وإنما تتوقف - أيضاً - على طريقة العدوى ، وسلالة البكتيريا ، وتركيز البكتيريا في مصدر للعدوى ، والجزء النباتي المستخدم في التقييم (الأوراق أم القرون) (Aggour وآخرون ١٩٨٩) ، وعمر النبات ، وعمر الأوراق ، والظروف البيئية . كما يوجد تفاعل جوهري بين التركيب الوراثي وسلالة البكتيريا .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن كلا من مقاومة الأوراق والقرون تعد من الصفات الكمية التي 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) - التي أجريت على خاصية

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

وفيما يتعلق بلفحة فيوسكس Fuscous Blight التي تسببها *pv. fuscous* من نفس البكتيريا المسببة للفة العادية .. فإن مصادر المقاومة تتوفر - كذلك - في 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*) في الحقل ، لكنها أظهرت أعراضاً طفيفة غير عادية لدى اختبارها في الصوبة (عن Walker ١٩٦٩) .

٨ - التربية لمقاومة اللفة الهالية

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola* مرض اللفة الهالية halo blight في الفاصوليا . وتستجيب بعض الأصناف للعدوى بالبكتيريا ؛ بتكوين بقع متحللة ؛ نتيجة لفرط حساسيتها ؛ مما يؤدي إلى وقف نمو وانتشار البكتيريا تماماً ؛ وبذا .. تعتبر تلك الأصناف عالية المقاومة ؛ حيث لا تظهر بها أية حالات halos مرضية ، أو تحلل necrosis جهازى بها . ويعتبر الصنف Red Mexican UI No.3 مثلاً لهذا النوع من المقاومة ، وهو يقاوم سلالة البكتيريا رقم ١ ، ويتحكم في 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^1 . 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 لسلاطى البكتيريا رقمى ١ ، و٢ ، وتظهر عليها أية أعراض للإصابة بعد العدوى ، وهى: البسلة ، واللويبا ، والفول الرومى ، والبرسيم الأحمر *Trifolium pratense* .
ب - أنواع مقاومة لسلاطى البكتيريا لفرط حساسيتها ، وهى : *P. aureus* ،
P. acuiifoluis ، و *P. mungo* ، و *P. calcaratus* .

ج - النوع *P. angularis* : تتوفر منه سلالات تنعزل فى صفة المقاومة ، وأخرى قابلة للإصابة بسلاطى البكتيريا .

د - أنواع قابلة للإصابة بسلاطى البكتيريا ، وهى *P. lathyroides* ، و *P. coccineus* ،
و *P. lunatus* ، و *P. polyanthus* ، و *P. bacteatus* ، و *P. polystachyus* ، و *Glycinie max* .
ولمزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة المقاومة للفة الهالية . يراجع Frazier (١٩٧٠) .

٩ - التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجنور

تصيب نيماتودا تعقد الجنور *Meloidogyne spp* نباتات الفاصوليا بضرارة . 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 الوراثة بشأن وراثة المقاومة لنيماتودا تعقد الجنور 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 الوراثة ، 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 حد 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 مضي شهر أو شهر ونصف الشهر من زراعة البذور . وقد توصل Wyatt & Fassuliotis (١٩٧٩) إلى طريقة تسمح بالاستفادة من النباتات المرغوبة المنتخبة والمحافظة عليها ؛ ليتمكن تهجينها أو تركها لتلقح ذاتياً .

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

وقد تم عدوى تربة " البنشات " في الطريقة السابقة بمعلق من بيض النيما تودا *M. incognita* في قاع حفر بعمق ١٠ سم ، وقطر ٨ سم كل ٢٠ سم في صفوف تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم ؛ بحيث يصل إلى كل حفرة نحو ١٢٠٠ بيضة من النيما تودا . وكانت أصص البيت المستخدمة في الزراعة بقطر ٦٧ سم ، وثُقِّبت من القاع بقطر ٢٢ سم . وقد وضعت هذه الأصص في الحفر التي أضيفت إليها العدوى في تربة " البنشات " . وزرع بكل أصيص ثلاث بنور ، ثم أجريت عملية الخف على نبات واحد بعد الإنبات . وقد سجلت شدة الإصابة على الجذور التي نمت من قاع الأصص بعد ٣٥ يوماً ، و ٤٥ يوماً ، و ٥٥ يوماً من زراعة البذور .

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

وكان من أبرز عيوب تلك الطريقة مايلي :

أ - اعتمد التقييم - في الحالات التي لم ينمُ فيها الجذر الرئيسي من قاع الإصيص - على إصابة الجذور الرفيعة التي نفذت من القاع ؛ الأمر الذي لم يجعل التقييم دقيقاً .

ب - نادراً ما أصيبت الجذور التي نفذت من جوانب الأصص بالنيماتودا ؛ حيث لم يتوفر لها الوقت الكافي لذلك .

ج - لم تتحمل أصص البيت تأخير عملية التقييم إلى ٤٥ يوماً أو ٥٥ يوماً من الزراعة ؛ حيث كان من الصعب تداول الأصص آنذاك ، وغالباً ما أضرار المجموع الجذري للنباتات عندما نزعت الأصص من مكانها في تلك المرحلة ؛ حيث ذبلت النباتات ، إلا أنها عادت إلى حالتها الطبيعية في خلال يوم أو يومين عندما كان الفحص بعد ٢٥ - ٤٥ يوماً من الزراعة .

وقد استخدم Hartmann مقياساً من صفر إلى ٥ لشدة الإصابة عند فحص النباتات . كما يلي : صفر - لا توجد أية تآكل ظاهرة ، ١ - التآكل قليلة جداً وصغيرة الحجم ، ٢ - التآكل متناثرة وصغيرة إلى متوسطة الحجم ، ٣ - توجد تآكل صغيرة كثيرة العدد ، وأخرى متوسطة الحجم قليلة العدد ، ٤ - توجد تآكل متوسطة الحجم كثيرة العدد وتآكل كبيرة كثيرة أيضاً ، ٥ - توجد تآكل كبيرة بكل الجذور تقريباً .

ولجأ البعض إلى تقييم نباتات الفاصوليا لمقاومة تعقد الجذور وهي في عمر ٥٠ يوماً ، عندما تكون القرون ناشجة جزئياً ، ولكن هذه الطريقة يعييبها ما يلي :

أ - تكون البنور التي تنتجها تلك النباتات ضعيفة ، وتعطى بادرات بطيئة النمو ، مقارنة بالبنور المكتملة النمو .

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

ج - قد تتعرض جنور النباتات المنتخبة - في تلك المرحلة المتأخرة من النمو - للإصابة ببعض الفطريات المسببة للعفن ؛ مما يحدث تلفاً في قشرة الجذور ، يصعب معه تقييم المقاومة .

ومن الطرق الأخرى التي استخدمت لتقييم نباتات الفاصوليا لنيماتودا تعقد الجذور إجراء الزراعة والعدوى في أحواض زجاجية شفافة ؛ كذلك التي تستخدم في دراسات نمو الجذور ؛ وبذا .. يمكن ملاحظة تكوين التآكل مباشرة .

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

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 ($r = 0.85$) ، بينما كان الارتباط بين دليل شدة التثاقل Gall Index وعدد البيض منخفضاً ($r = 0.45$) .

١٠ - التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

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

وبالنسبة لفيروس ذبول الفول الرومي Broad Bean Wilt Virus - الذي يصيب عدداً كبيراً من النباتات منها الفاصوليا ، وينتقل بواسطة حشرة من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* - فقد وجدت المقاومة في ٢٢% (٣٢ صنفاً) من الأصناف المختبرة .

وبدراسة وراثية المقاومة في الصنف Sanilac .. وجد أنها بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Bbw (Provvidenti ١٩٨٨) .

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

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

مصادر إضافية خاصة بتربية الفاصوليا

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

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