دليل تجديد
المجموعات الوراثية

الفـول

Kenneth Street, Ali Ismail and Natalya Rukhkyan
International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria

مقدمة

ينتمي الفول (*Vicia faba* L.) إلى العائلة البقوليّة وله عدّة أسماء شائعة. موطنه الأصلي شمال أفريقيا وجنوب غربي آسيا حيث يزرع بكثافة. انتشرت أنواع الفول من منطقة البحر الأبيض المتوسط باتجاه أوروبا ثم توزعت في بلدان أوراسيا وكثرت زراعتها في تلك المناطق وخصوصاً في الصين قبل أن تنتقل إلى بعض مناطق العالم الجديد. وبالرغم من أنّ الفول يصنّف في نفس الجنس مع البيقيّات (*Vicia*)، لكن بعض علماء النبات يلحّ على تصنيفه كجنس منفصل أحادي الطراز من النوع *Faba sativa* Moench أو النوع *Faba bona* Medik. ولم يتم حتى الآن تحديد سلف بريّ لنبات الفول، كما لا تنتج أنواعه هجيناً مثمراً عند تهجينه مع أنواع البيقيّات الأخرى.

الفول نبات مضاعف الصبغيات ذو ستة أزواج متماثلة (2n=12) كما أنه خلطي التلقيح جزئيّا؛ تعادل نسبة التلقيح التهجيني فيه 8-84%، بمعدل متوسط 35% (Bond and Poulsen 1983). نبتة الفول صلبة ومنتصبة، يعادل طولها 0.5-1.7 م. الأوراق ريشية الشكل يبلغ طولها 10-25 سم وتتكوّن من ورقتين إلى سبع وريقات ذات لون أخضر رمادي مميّز. يختلف الفول عن معظم البيقيّات بكون أوراقه لا تملك محلاقاً للتسلّق. القرون خضراء، عريضة، جلدية تصبح عند النضج بنيّة غامقة بسطح أملس كثيف. يصنّف الفول عموماً إلى ثلاث فئات حسب حجم الحبّة: الصنف *major* ذو الحبّة العريضة، والصنف *equina* ذو الحبة المتوسطة، والصنف *minor* ذو الحبّة الصغيرة.

نظراً لدرجة الإخصاب الخلطي (الإلقاح التهجيني) المرتفعة داخل مورّثات الفول، فإنه من المهم اختيار الطريقة الأنسب للتجديد. كما يجب تجهيز حبوب الفول حديثة الحصاد بسرعة وعناية للحفاظ على جودتها وزيادة المدة بين عمليات التجديد لأطول قدر ممكن. ويمكن استخدام هذا الدليل لتجديد مجموعات بنك المصادر الوراثية للفول، بما فيها الأصناف التجاريّة، وبذور التربية، والسلالات النقيّة والمحليّة.

اختيار البيئة وموسم الزراعة

موسم الزراعة

- يتم تجديد النباتات خلال الموسم الممطر، والتي تتزامن في البيئات المتوسطية مع فصل الشتاء (الزراعة الشتوية). تزرع البذور بعد الهطول الأولي للأمطار بكمية كافية وعندما يكون هناك احتمال كبير لهطول أمطار تالية.
- تكون الزراعة خلال فصل الربيع عادة في شمال أوروبا وأمريكا وتتزامن مع زراعة محاصيل الحبوب، فتزرع البذور في الفترة الممتدة من أواخر شهر أبريل إلى منتصف شهر مايو.
- في البيئات التي يتزامن فيها الموسم الممطر مع الطقس الحار والرطب، تزرع البذور خلال الموسم الذي يلي هطول الأمطار وعندما تكون درجات الحرارة معتدلة والرطوبة منخفضة، وذلك للحد من تأثير الحشرات والأمراض. ويكون هذا خلال شهر أكتوبر في الهند. وتساعد الأيام القصيرة للموسم الذي يلي موسم الأمطار على إزهار سلالات الأصول الوراثيّة الحساسة للضوء مما يمكنها من إنتاج البذور.

الإجراءات التحضيرية للتجديد

استخدم مشاتل واقية للحماية من التلقيح الخلطي بالحشرات

- للحفاظ على السلامة الجينيّة للسلالات، يجب الانتباه لمنع التلقيح الخلطي بين السلالات وتسهيل التلقيح بين النباتات الفردية للسلالة الواحدة لتجنب ضعفها الوراثي.
- ازرع السلالات في حقول منعزلة في الهواء الطلق وافصلها عن بعضها بحوالي 500 م على الأقل، بشكل يسمح للعنصر الملقح الطبيعي بتلقيح النباتات داخل السلالة ولكن ليس بين السلالات.
- يمكن أيضاً استخدام أقفاص عازلة أو مشاتل واقية للحد من تحرك العناصر الملقحة بين السلالات (الشكل 2). ويفضل أن يكون المشتل قابلاً للطي حتى يسهل نقله بين أطراف الحقل من موسم إلى آخر، ومرتفعاً لتسهيل الحركة بداخله عند العناية بالمسكبة، وعريضاً ليضم عدة مساكب. ويجب أن يكون الحاجز الواقي مصنوعا من مادّة قويّة تتحمل الأشعة فوق البنفسجيّة ويكون الشبك ناعماً لمنع دخول النحل والحشرات الأخرى للنباتات ويسمح في الوقت نفسه بدخول كمية كافية من الضوء. ويجب أن يكون الحاجز الواقي نفوذاً ليسمح بمرور الرياح، وذلك لأن حركة النباتات في الريح تساعد على التلقيح الذاتي. وعلى سبيل المثال، تستخدم ICARDA مشاتل واقية طولها 32 م، وعرضها 32 م، وارتفاعها 2.5 م.
- يتم نصب المشتل فوق المسكبة بعد الزراعة وقبل طور الإزهار. يجب تفحّص الشبكة وإصلاح الثقوب فور اكتشافها.
- يجب تكديس التراب فوق الحاجز الشبكي الملامس للأرض لضمان عدم وجود فجوات في قاعدة الهيكل.
- لتجنّب ضعف السلالة وما ينجم عن ذلك من تآكل جيني، قم بالتلقيح الخلطي بين السلالات يدوياً باستخدام تقنيات التلقيح الخلطي اليدوية التي يستخدمها مربو النبات. ويمكن لذلك الاستعانة بتقني مدرب أو مربي نبات لتوضيح الطريقة إن كانت غير واضحة إليك.
- يمكن أيضاً وضع أقفاص صغيرة فوق كل سلالة بدلاً من قفص كبير وإدخال العنصر الملقح داخل كل قفص.
- هناك نواحي إيجابيّة وسلبيّة لكل أسلوب ويتوقف اختيار الطريقة المناسبة على الموارد المتوفرة.

متى يتم التجديد؟

- بالنسبة للمجموعات المتنوّعة جينيّا، يتم التجديد عندما يقل عدد حبوب المجموعة الفعّالة عن 400 حبّة.
- بالنسبة للمجموعات الثابتة جينيّا، مثل خطوط التربية، يتم التجديد عندما يقل عدد الحبوب عن 250 حبّة.
- عندما يقل معدل الإنبات للحبوب سواء في المجموعات الفعّالة أو طويلة الأمد عن 75%، ويبلغ هذا المعدل 90% في ICARDA.

تجهيز الحبوب للزراعة

- يجب معالجة الحبوب بالمبيدات الفطرية والحشرية المناسبة.
- ثبت بطاقات على أكياس الحبوب تحمل رقم هويّة السلالة ورقم المسكبة التي ستزرع فيها.

اختيار الحقل وتجهيز التربة

- يمثل داء الذبول (Fusarium wilt) والتبقع البني (chocolate spot) من المعيقات الرئيسة لنمو محصول الفول خلال التجديد. ويمكن مكافحة هذه الأمراض بتشميس التربة وإتباع الدورة الحقليّة (حبوب-بقول-إراحة).
- يجب زراعة الحبوب في تربة جيدة الصرف وخالية من الأعشاب الضارّة لضمان درجة رطوبة جيدة للتربة.
- تنمو نبتة الفول بشكل أفضل في التربة القلوية.
- قم بحراثة عميقة لقلب التربة وأتبعها بتمهيد التربة مرتين أو ثلاث مرات للحصول على تربة ناعمة وممهدة.
- احرث خطوط مرتفعة في التربة تبعد عن بعضها 45 سم وازرع الحبوب في الأخاديد التي بين الخطوط.

طريقة التجديد

تخطيط الحقل والكثافة والمسافة البينية

- للسلالات المحلية والمجموعات المتغيرة، ازرع 150 بذرة على الأقل في ستة صفوف (25 بذرة في الصف الواحد). استخدم صفوف طولها 3 م للحفاظ على تنوع السلالة.
- للسلالات النقية الثابتة وراثياً (متماثلة وراثياً)، ازرع 20-30 بذرة للحصول على كمية كافية من البذور لسد العجز في المخزون.
- افصل المساكب عن بعضها البعض بحوالي 90 سم على الأقل.

طريقة الزراعة

- أفضل طريقة للزراعة هي باليد. ازرع بذرة واحدة كل 12 سم على عمق 5 سم في الأخاديد المجهزة التي تبعد عن بعضها 45 سم لتوفير مسافة مناسبة تسمح بالحراثة الآلية لمكافحة الأعشاب الضارة في المراحل المبكرة من نمو النبات وتسمح بري النباتات بالغمر في مرحلة لاحقة بعد إنشاء الأقفاص على المساكب.
- أغلق الأخاديد بعد وضع البذور بها.

علامات المسكبة

- سجل رقم المسكبة والرقم التعريفي لهوية السلالة (مثلاً: تستخدم ICARDA الرمز IG) على بطاقة بلاستيكية مثبتة بوتد ارتفاعه حوالي طول الركبة تقريباً. استخدم بطاقات بلاستيكية وأقلام تتحمل الظروف المناخية. استخدم بطاقات مسجل عليها المعلومات أكثر من مرة بحيث توضع مع عينات النباتات أو البذور المحصودة في جميع الأوقات مما يقلل من مخاطر الخطأ في تحديد هوية العينة.

إدارة المحصول

مكافحة الأعشاب الضارة

- أضف خليط مبيدات الأعشاب الضارة بعد الزراعة مباشرة للتخلص من النباتات النجيلية والأعشاب ذات الأوراق العريضة، مثلا تستخدم ICARDA خليط Propyzamide مع Terbutryn.
- احرث المسافة البينية للخطوط مرتين خلال المراحل المبكرة من نمو النبات باستخدام آلة حراثة آلية.
- قم بالتعشيب يدويا في المراحل المتأخرة إن تطلب الأمر.
- أزل يدويا الأصناف الدخيلة والنباتات النامية خارج الخطوط.

التسميد

- أضف كمية أساسية من أمونيات الفوسفات diammonium phosphate بمعدل 100 كغ/هكتار.

الري

- قم بري الحقل مباشرة بعد الزراعة. قم بالري التكميلي حسب الضرورة لضمان الحصول على كمية كافية من البذور، حيث لا يجب أن تتعرض البذور لنقص كبير للمياه حتى لا يتعرض النبات لسقوط الأزهار أو القرون أو ضعف امتلاء القرون.

الحشرات والأمراض الشائعة

اتصل بخبراء صحة النبات لتحديد عوارض الإصابة المحتملة بالحشرات والأمراض وطرق مكافحتها المناسبة. ومن الحشرات والأمراض الشائعة التي تصيب الفول:

الآفات

- آفات الحقل:
  - المنّ aphids
  - حفّارة الأوراق leafminer
  - سوسة الفول Sitona weevil
  - دودة الفول *Spodoptera* spp.
  - عثة الساق stem borers
  - التربس thrips
  - آفات المخازن:
    - خنفساء الفول الكبيرة *Bruchus* spp.
    - خنفساء الفول الصغيرة *Callosobruchus* spp.

الأمراض

- لفحة أسكوشيتا Ascochyta blight (*Ascochyta fabae*)
- عفن/ذبول الجذور Root rot/wilt (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Scelerotinia* spp., *Helminthosporium* spp., etc.)
- الصدأ Rust (*Uromyces fabae*)

- العفن الفطري الدقيقي (*Erysiphe polygoni, Leveilulla taurica*) Powdery mildew
- العفن الفطري الزغبي (*Peronospora* sp.) Downy mildew
- التبقع البني (*Botrytis fabae, B. cinerea*) Chocolate spot
- تبقع الأوراق (*Alternaria* spp., *Cercospora* spp.) Leaf spot
- التفاف أوراق الفول والفيروسات المشابهة Bean leaf roll virus (BLRV) and similar luteoviruses
- موزايك اصفرار الفول Bean yellow mosaic virus (BYMV)
- تبقع الفول العريض Broad bean stain virus (BBSV)
- مكنسة الساحرة للفول العريض Broad bean witch's broom virus (BBWBV)

الأمراض التي تسببها الديدان الشريطية

- ديدان الساق الشريطية Stem nematode
- تضرر الجذور النيماتودي Root lesion nematodes

الطفيليات

- الجعفيل أو الهالوك *Orobanche* spp.
- الكشوث *Cuscuta* spp.

مكافحة الحشرات والآفات

- نسق زيارات حقلية دورية لخبراء الأمراض والفيروسات خلال الموسم الزراعي.
- قم برش المواد الكيميائية المناسبة عند الضرورة.

التلقيح وسلوك العنصر الملقّح

- يتم التلقيح بوساطة النحل المعتزل ونحل العسل والسيلوكوبا Sylocopa
- نسّق زيارات حقلية دوريّة لخبراء الحشرات خلال الموسم الزراعي لتحديد نوع العنصر الملقّح الأكثر فعّاليّة وتحديد مدى تناسب العنصر الملقح مع شكل الزهرة.
- حدد العنصر الملقح الأكثر فعالية.
- حدد العلاقة بين العنصر الملقح والسمات الظاهرية للزهرة (الشكل 3).

الحصاد

احصد عندما تصبح القرون غامقة وجافة. ويمكن تحديد جفاف القرون بإصدارها خشخشة عندما تهتز. احصد باليد.

1. امسك ساق النبات بقوة من الأسفل واخلعها من التربة.
2. اجمع النباتات المقتلعة من الصف الواحد في حزم صغيرة وضع عليها بطاقة برقم السلالة ورقم المسكبة.
3. أفرط قرون النباتات الفردية على لوح خاص أو اضربها برفق بوتد واجمع البذور في أكياس ورقية.
4. تجنب وقوع وخلط البذور مع بعضها البعض خلال مرحلة الفرط.

يساعد تجفيف النبات على تسهيل حصادها ويمكن إضافة مواد مجففة قبل الحصاد بفترة.

عمليات ما بعد الحصاد

1. نظف السلالات كبيرة البذور يدوياً من الشوائب بشكل لا تسبب فيه أي ضرر للعينة.
2. بالنسبة للسلالات صغيرة البذور والتي يمكن أن تمر بذورها من خلال منخل جهاز تنظيف البذور، نظف البذور آلياً ثم نظف البذور يدوياً لإزالة الشوائب التي لم يتم التخلص منها آلياً.
3. نظّف المنخل الآلي بعناية بين كل سلالة.
4. في حال ظهور بوادر إصابة حشرية، دخّن البذور المحصودة بالمبيد الحشري المناسب. ولكن هذا لا ينصح به عموما خاصة في حال التخزين طويل الأمد.
5. حدّد الوزن الإجمالي للبذور المنظّفة.
6. حدّد وزن 100 بذرة.
7. جفّف السلالات بوضع البذور في مكان منخفض الرطوبة وضمن درجة حرارة الغرفة العادية لمدة لا تتجاوز ثلاثة أسابيع. في حال استعمال غرفة تجفيف بذور ذات ظروف مناخية مراقبة، جفف البذور في درجة حرارة تعادل 15 درجة مئوية ورطوبة نسبية تعادل 15-20%. وفي حال عدم توفر غرفة تجفيف، جفّف البذور حتى تنخفض رطوبتها لحوالي 3-7% باستخدام جيل السيليكا أو أية مادة مجففة مناسبة.
8. حدّد مستوى الرطوبة، والتي يجب أن تتراوح بين 3-7% من أجل التخزين.
9. أرسل عيّنة فرعيّة من كل سلالة لاختبار فحص الحيويّة.
10. قم بتخزين البذور.

مراقبة هوية السلالات

المحافظة على الهوية الصحيحة للسلالات

اتخذ الحيطة والحذر خلال مراحل التجديد بدءاً من تجهيز البذور وزراعتها وأثناء نموها في الحقل وحصادها وعمليات ما بعد الحصاد، وذلك لضمان المحافظة على رقم الهوية الصحيح لبذور سلالة معيّنة. ثبت بشكل دائم بطاقات تضم الرقم التعريفي للسلالة على رزم البذور والمساكب والبذور المحصودة بطريقة تضمن عدم اختلاط أو ضياع هوية السلالة نهائيا.

الحفاظ على سلامة المجموعة النباتية

يعتبر المحافظة على كمية كافية من البذور من الإجراءات الهامة عند تخزين سلالات مجموعات نباتية متنوّعة جينيّا وذلك لزيادة تنوع العينة (على الأقل 4000 بذرة). لذلك لا بد من زراعة كمية كافية من البذور للحصول على التنوّع الأصلي في المجموعة عند تجديد مثل هذه السلالات حتى لا يحصل انجراف جيني داخل السلالة (أنظر الفصل التمهيدي).

وبالنسبة للمجموعات الفعالة التي قد ينخفض احتياطي البذور فيها بسرعة كبيرة بسبب الطلب على البذور فإنه ينصح بزراعة كمية من البذور تكفي لإنتاج كمية كبيرة من البذور (1-2 كغ) للتقليل من عدد دورات التجديد وتجنب الانجراف الوراثي.

مقارنة السلالات مع الهويات أو البيانات المورفولوجيّة السابقة

قارن كل سلالة مع البيانات الوصفيّة التالية المدونة سابقا عن السلالة:

- طريقة النمو

- لون الزهرة
- لون البذور
- شكل البذور

وعند الشك في هوية السلالة، تحقق منها بمقارنتها مع النموذج الخاص بها في المعشبة النباتيّة. استبعد السلالة إن كانت هويتها لا تماثل هوية السلالة الأصليّة.

توثيق المعلومات خلال عملية التجديد

اجمع المعلومات التالية خلال التجديد وسجلها في قاعدة معلومات بنك المصادر الوراثيّة:

- اسم موقع التجديد والمرجع باستخدام الخريطة أو نظام المعلومات الجغرافي
- أسماء الخبراء المشاركين في عملية التجديد
- الرقم التعريفي للحقل/المسكبة/المشتل/البيت الزجاجي
- الرقم التعريفي للسلالة والمجموعة الوراثية
- مصدر البذور
- مرجع عمليات الإكثار والتجديد السابقة
- الإجراءات التحضيرية للمواد المزروعة (ما قبل المعالجة)
- تاريخ الزراعة والكثافة النباتية
- مخطط الحقل المستخدم
- معلومات عن الإدارة الحقلية (الري، التسميد، مكافحة الأعشاب والأمراض والآفات، العوامل المؤثرة وغيرها)
- الظروف البيئية لموقع التجديد (الارتفاع، كمية هطول الأمطار، نوع التربة، وغيرها من المعلومات)
- معدل الإنبات في الحقل أو البيت الزجاجي (عدد النباتات البازغة)
- عدد النباتات النامية
- عدد الأيام من الزراعة حتى الإزهار
- تاريخ وطريقة الحصاد
- عدد النباتات المحصودة
- كمية البذور (الوزن التقريبي)
- التقييم الزراعي، الصفات الزراعية-الظاهرية المسجلة
- تحديد الهوية التصنيفية للنبات
- بيانات ما بعد الحصاد (تجانس النضج، القابلية للاضطجاع)

المراجع والقراءات الإضافية

Bond DA, Poulsen MH. 1983. Pollination. In: Hebblethwaite PD, editor. The Faba Bean (*Vicia faba* L.) Butterworth, London, UK. pp. 157–179.

Muratova VS. 1931. Common beans (*Vicia faba* L.). Bulletin of Applied Botany of Genetics and Plant Breeding. 50th supplement. Pp 248–285.

شكر وتقدير

ساهم في تدقيق هذا الدليل:

- María José Suso, Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Spain
- Margarita Vishnyakova, N.I.Vavilov Research Institute of Plant Industry (VIR), Russia
- Mike Ambrose, John Innes Centre (JIC), UK

الاقتباس

Street K., Ismail A. and Rukhkyan N. 2008. دليل تجديد المجموعات الوراثية في الفول Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme, Rome, Italy. 10 pp.

1- نبات الفول

ICARDA

2- الأقفاص العازلة الخالية من العناصر الملقحة بمركز IFAPA (Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica) في قرطبة، إسبانيا

Salvador Nadal

3a, 3b, 3c

أمثلة عن الاختلافات الظاهرية لزهرة الفول

J.L.Ubera

ملاحظات