الفصل العاشر

تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة الرمرامية : البنجر والسبانخ

تضم العائلة الرمرامية Chenopodiaceae نحو ١٠٠ جنس ، و ١٤٠٠ نوع ، معظمها أعشاب حولية ، وبعضها ذو حولين ، أو معمر . وتنمو بعض نباتاتها بالقرب من شواطىء البحار ، وتعد كثير من الأنواع التابعة لها مقاومة للملوحة .

وأهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة : البنجر ، والسبانخ . كما تضم العائلة خضراً أخرى ثانوية ؛ مثل : السلق ، والسبانخ الحجازى .

تربية البنجر

من الأسماء العربية الشائعة للبنجر : بنجر المائدة ، والشمندر ، والشوندر . ويسمى بالإنجليزية beet ، أو table beet ، أو garden beet ، ويعرف بالاسم العلمى Beta vulgaris L. ssp. vulgaris . وينتمى لنفس هذا النوع النباتى B. vulgaris – أيضاً – بنجر السكر ، والسلق المحلى ، والسلق السويسرى ؛ لذا .. فإن جميع هذه المحاصيل تتلقح – معاً – بحرية تامة .

الموطن وتاريخ الزراعة والسيتولوجى

يعتقد أن موطن البنجر هو أوروبا ، وشمال أفريقيا ، ويعد الشرق الأدنى مركزا ثانويا

لنشأة المحصول . وقد عرفه قدما الإغريق ، والرومان ، ويعتقد أنه نشأ من بنجر البحر sea beet (B. vulgaris ssp. maritima) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩) .

البنجر نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ٧٨ كروموسوماً ، وقد نشأت معظم أصنافه بالانتخاب الإجمالى (Campbell ١٩٧٦) .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

إن البنجر نبات عشبى ذو موسمين للنمو . يكمل النبات نموه الخضرى فى موسم النمو الأول ، ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى ، وذلك بعد أن يحصل على حاجته من البرودة (معاملة الارتباع) . ويعد البنجر نباتا ذا حولين فى المناطق الشديدة البرودة التى يتوقف فيها النمو النباتى خلال فصل الشتاء .

تحمل الأزهار فى نورات كبيرة . ويبدأ الإزهار من قاعدة النورة إلى أعلى ، وتنضج البذور بنفس الترتيب أيضاً . وأزهار البنجر جالسة تقريباً ، وتحمل مفردة غالباً ، وإن كانت تحمل - أحياناً - فى مجاميع من ٢ -٣ أزهار فى آباط قنابات على محور النورة وفروعها . والزهرة صغيرة خالية من البتلات ، ولها كأس صغيرة تتكون من خمس سبلات خضراء منفصلة ، وبها خمس أسدية ، تتفتح متوكها طوليا . ويتكون المبيض من ثلاث كرابل ملتحمة ، وقلم واحد ، وثلاثة مياسم .

ولا يكون الميسم مستعدا لاستقبال حبوب اللقاح وقت تفتح الزهرة . تتفتح الزهرة فى الصباح ، وتنتثر حبوب اللقاح قبل الظهر ، وتتفتح فصوص الميسم - تدريجيا - بعد الظهر ، ولكن لا يكتمل تفتحها قبل اليوم الثانى - وأحيانا اليوم الثالث - من تفتح الزهرة . وتكون المتوك قد توقفت - حينئذ - عن إنتاج حبوب اللقاح . وتبقى فصوص الميسم - بعد تفتحها - قادرة على استقبال حبوب اللقاح ، لمدة تزيد على أسبوعين .

التلقيح فى البنجر خلطى ، وتنقل حبوب اللقاح إلى مسافات بعيدة بواسطة الهواء . وقد أمكن جمع حبوب اللقاح من ارتفاع خمسة كيلو مترات فوق حقول البنجر . كما أن بعض

الحشرات – مثل : التربس ، والنحل – تزور أزهار البنجر أحياناً . وربما كان للنحل دور فى زيادة محصول البذور (McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

إن ثمرة البنجر متجمعة aggregate ، وتتكون نتيجة لالتحام مجموعة من الأزهار بمحيطاتها الزهرية حتى نضج البذور . ويؤدى جفاف الأعضاء الزهرية التى يلتصق بعضها ببعض إلى تكون كتلة غير منتظمة الشكل ، شبه فلينية تعرف باسم " كرة البذور seed ball " . تحتوى الثمرة الواحدة على ٢ – ٦ بذرات حقيقة كلوية الشكل ، ولونها بنى مائل إلى الأحمر ، ويبلغ طول كل منها حوالى ٣ مم .

وقد تمكن مربو بنجر السكر من إنتاج أصناف توجد بثمارها بذرة واحد (monogerm) ، نتيجة لعدم التصاق الأزهار ببعضها البعض عند تكون الثمار . لهذه الصفة أهمية زراعية كبيرة ؛ حيث جعلت من الممكن زراعة البنجر على المسافات المرغوبة ، دون الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة . وقد أمكن نقل هذه الصفة من بنجر السكر إلى بعض أصناف بنجر المائدة ، إلا أن غالبية الأصناف مازالت ثمارها عديدة البذور (multigerm) . وبينما يحمل النبات العادى أزهاره فى عناقيد عند كل عقدة بالنورة .. فإن النبات ذا الثمار الوحيدة البذور يحمل أزهارا مفردة عند معظم عقد النورة ؛ الأمر الذى يؤدى – فى النهاية – إلى نضج الثمار منفصلة عن بعضها البعض (Campbell ١٩٧٦) .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى

يجرى التلقيح الذاتى فى البنجر بعزل أجزاء من النورة الزهرية وحمايتها من التلوث بحبوب لقاح غريبة ؛ بإحاطتها بأكياس ورقية بأحجام تتناسب مع الأجزاء المعزولة من النورة . وقد يحتاج الأمر إلى هزّ هذه الأجزاء النورية يومياً – إن كان الهواء ساكناً – لضمان انتقال حبوب اللقاح إلى مياسم الأزهار . ونظراً لأن حبوب لقاح أزهار البنجر تنضج قبل استعداد مياسم نفس الأزهار للتلقيح ؛ لذا .. فإن حبوب لقاح الأزهار الحديثة التفتح تُلقّح مياسم الأزهار التى سبق لها التفتح خلال اليومين الماضيين – من نفس النورة – داخل الكيس .

رابعاً : طُرق إجراء التهجينات

إن أجزاء زهرة البنجر صغيرة جدا ؛ ولذا فإن خصى الأزهار لا يعد أمراً عملياً . وتجرى التلقيحات الخلطية فى البنجر بعزل أجزاء من نورات السلالات التى يراد تلقيحها معا بأكياس ورقية ، أو بوضع نورة النبات كلها داخل كيس ورقى بحجم مناسب . ويجرى التلقيح بنقل جزء من نورة سلالة الأب فوق نورة سلالة الأم مع هزه جيداً ، وإعادة تكييس سلالة الأم مرة أخرى . ونظراً لأن هذا الإجراء لايمنع حدوث تلقيحات ذاتية فى سلالة الأم، لذا فإن من الضرورى أن تحتوى سلالة الأب على جين مُعَلِّم marker gene سائد ، وأن تحتوى سلالة الأم على أليله المتنحى ، ليمكن التعرف على الهجن ، والتخلص من النباتات التى تنتج من التلقيح الذاتى .

وجدير بالذكر أن حبوب لقاح البنجر صغيرة جداً ؛ فهى تشبه التراب ، وتحملها الرياح – بسهولة تامة – لمسافات بعيدة ؛ ولذا .. فإن مجرد رفع الكيس المحيط بنورة سلالة الأم لتلقيحها قد يؤدى – فى حالة وجود أية تحركات هوائية – إلى تلوثها بحبوب لقاح غريبة ، حتى وإن لم يستغرق رفع الكيس سوى برهة قصيرة ؛ لهذا السبب .. فإنه يفضل – دائماً – إجراء التهجينات فى البنجر داخل الصوبات ؛ حيث يكون الهواء ساكناً تماماً (Poole ١٩٣٧) .

خامساً : طرق الإكثار الخضرى

إن البنجر من المحاصيل التى تتكاثر جنسياً ، ولكن يستفيد المربى من الإكثار الخضرى للنبات – إن أمكن – فى عدة نواحٍ ؛ هى : سرعة إكثار النباتات المنتخبة ، وتقييم نفس التركيب الوراثى لأكثر من صفة ، وفى ظروف بيئية متباينة ، ولمقاومة آفات مختلفة ، وللحصول منها على أعداد كبيرة من البذور ، تسمح بظهور التراكيب الوراثية القليلة التكرار فى حالة الصفات الكمية . وقد أمكن إكثار البنجر – خضرياً – بالطرق التالية :

١ – استعمال قطع طولية من النبات ؛ بشرط أن تحتوى القطعة المزروعة على واحد من أخدودى الجذور root grooves الموجودين على جانبى الجذرالدرنى .

٢ – استعمال قطع جذرية تحتوى على براعم تاجية crown buds من تلك التى تتكون فى نهاية مرحلة النمو الخضرى .

٣ – تجذير الأجزاء الحديثة من الشمراخ الزهرى ، على أن تحتوى كل عقلة على جزء من الساق ، وورقة ، وبرعم إبطى .

٤ – كما تمكن Miedema وآخرون (١٩٨٠) من إكثار البنجر بواسطة العقل الورقية ؛ فقد وجد الباحثون أن العقل الورقية – الخالية من البراعم الإبطية ، والمأخوذة من نباتات البنجر الصغيرة فى مرحلة النمو الخضرى – أعطت عند زراعتها جذورا عن قاعدة الورقة ، وظهرت بها براعم عرضية قليلة جدا ، لم يمكن زيادة معدلاتها بمعاملات منظمات النمو . أما العقل الورقية ذات البراعة الإبطية .. فقد أعطت – عند زراعتها – نباتات ، إلا أن نموها الخضرى كان بطيئاً وغير منتظم ؛ الأمر الذى أُرْجِعَ إلى عدم توفر غذاء كاف لنمو البرعم ؛ لعدم وجود أى اتصال وعائى بين عنق الورقة والبرعم ، ولكن أمكن التغلب على تلك المشكلة بزراعة تلك النباتات الصغيرة في بيئة مغذية ؛ حيث نمت وتطورت بسرعة .

اغراض التربية

أولاً : صفات الجودة

تحتوى جذور البنجر على مجموعتين من الصبغات ؛ هما : البيتاسيانينات betacyanins البنفسجية اللون ، والبيتازانثينات betaxanthines الصفراء ، وهما يعطيان – معاً – اللون الأحمر المميز لجذور البنجر . يمكن أن يستعمل هذا اللون كإضافات لتلوين الأغذية ؛ كبديل لمكبسات اللون الصناعية التى أوقف استخدامها لأغراض صحية . إلا أن نسبة الصبغة فى مركزات عصير البنجر لا تزيد – غالباً – على ١ ٪ ؛ الأمر الذى يقلل الاستفادة منها كمكسبات للون ؛ ويرجع ذلك إلى زيادة تركيز العصير الخلوى من المركبات الذائبة – خاصة السكريات – التى تعيق عمل مركزات من العصير غنية فى الصبغات ؛ ولذا .. فإن تربية أصناف غنية بالصبغات ، ومنخفضة من حيث نسبة المواد الصلبة الذائبة .. يجعلها أكثر صلاحية لأغراض تلوين الأغذية .

وقد قام Wolyn & Gabelman بإجراء الانتخاب (بطريقة الـ half - sib family) فى عشيرة من البنجر ؛ بهدف الوصول إلى عشيرتين جديدتين : إحداهما عالية فى كل من الصبغات والمواد الصلبة الذائبة (باستعمال دليل للانتخاب selection index عبارة عن : تركيز الصبغات الكلى × نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية) ، والثانية عالية فى الصبغات

ومنخفضة فى المواد الصلبة الذائبة (باستعمال دليل للانتخاب عبارة عـن : تركيز الصبغات الكلى مقسوما على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية) ، توصل الباحثان إلى النتـائج التالية :

المتغير	العشيرة الأولى	العشيرة الثانية
نسبة الزيادة فى تركيز الصبغة / دورة	٢ ر٢٢ ٪	٤ ر١٨ ٪
نسبة التغير فى تركيز المواد الصلبة الذائبة / دورة	٠ ر٣ ٪	-٦ ر٢ ٪
نسبة الزيادة فى دليل الانتخاب / دورة	١ ر٢٩ ٪	٢ ر٢١ ٪
درجة التوريث الحادثة realized heritability :		
– الصبغات الكلية	٨١ ر٠	٨٢ ر٠
– دليل الانتخاب	٧٤ ر٠	٧٤ ر٠
– المواد الصلبة الذائبة	٢٥ ر٠	٢٧ ر٠

ثانياً : تحمل نقص العناصر الغذائية

وجد من دراسة وراثية على أكثر وأقل الأصناف حساسية لنقص البورون (بزراعة نباتات الآباء ، والجيلين الأول والثانى ، والهجن الرجعية فى محلول مغذ يحتوى على بورون بتركيز ٠٠١ ر٠ جزءاً فى المليون) أن الحساسية لنقص البورون صفة بسيطة سائدة (Tehrani وآخرون ١٩٧١) .

ثالثاً : تحمل مبيدات الحشائش

يستعمل مبيد بيرازون Pyrazon (وهو : 5 - amino - 4 chloro - 2 - phenyl - 3 (2H) - pyridazinone) فى حـقـول بنجر المائدة . تمـتص النباتات هذا المبيد ، ولكنه يتحـد مع الجلوكوز – فى الجذور الحمراء – ليتحـول إلى مـركب آخر غير سـام للنبات ؛ هـو : N - glucosyl pyrazon . وقد أوضـحت دراسات Stephenson وآخرين (١٩٧١) أن هذا التحول الكيميائى لا يتم فى ثمانية أنواع نباتية حساسة للمبيد . كما تبين – لدى دراسة تسعة أصناف من البنجر – أن التحول يتم بمعدل ٤٤ – ٧٦ ٪ فى ظرف ١٠ ساعات من معاملة أجزاء ورقية بالمبيد ، وأن العلاقة كانت مباشرة بين معدل التحول

الكيميائى للمبيد وحساسية الصنف له .

رابعاً : مقاومة الإزهار المبكر

تفيد التربية لمقاومة الإزهار المبكر عند زراعة البنجر مبكراً فى الربيع فى المناطق الباردة ؛ حيث تتعرض النباتات فى بداية حياتها لمعاملة الاتباع ، وفى منتصف - أو قرب - نهاية نموها لفترات ضوئية طويلة . وقد أمكن تحقيق ذلك بتعريض بادرات البنجر لفترة ضوئية قدرها ١٦ ساعة يوميا لمدة ٨ - ١٠ أسابيع ، ثم انتخاب النباتات التى لم تزهر خلال تلك الفترة ، وتركها لتزهر ، وتلقح بعضها بعضاً . وبتكرار ذلك .. أنتج صنفان من البنجر ؛ هما : Boltardy ، و Avonearly ، كانا مبكرين ومقاومين للإزهار المبكر (عن Watts ١٩٨٠) .

خامساً : مقاومة الأمراض

١ - التربية لمقاومة مرض البياض الزغبى :

يسبب الفطر Peronospora farinosa f. sp. betae مرض البياض الزغبى فى البنجر ، ويتوفر طرازان من المقاومة للفطر : متخصصة (رأسية) ، وغير متخصصة (أفقية) . تكون المقاومة المتخصصة ضد سلالات معينة من الفطر ، وتظهر على صورة تفاعل فرط حساسية hypersensitivity ، ويتحكم فى المقاومة لكل سلالة من الفطر جين واحد سائد . ولا تتأثر تلك المقاومة - كثيراً - بالعوامل البيئية .

أما المقاومة غير المتخصصة .. فتكون ضد سلالات الفطر - كافة - بدرجة واحدة ، وتظهر على صورة تثبيط لتجرثم الفطر ، ويتحكم فيها عديد من الجينات . وتتأثر تلك المقاومة كثيراً بالعوامل البيئية .

٢ - التربية لمقاومة مرض تبقع الأوراق السركسبورى :

يسبب الفطر Cercospora beticola مرض تبقع الأوراق السركسبورى فى البنجر ، وهذا المرض - كسابقه - يتوفر له طرازان من المقاومة : متخصصة ، وغير متخصصة . تكون المقاومة المتخصصة ضد سلالات معينة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ؛ فمثلاً ..

يتحكم فى المقاومة للسلالة C2 الجين Cb . والنباتات المقاومة إما أن تكون خالية – تماماً – من أية أعراض مرضية ، وإما أن تظهر الإصابة فيها على صورة نقاط صغيرة متحللة من جراء تفاعل فرط الحساسية . أما المقاومة غير المتخصصة .. فيتحكم فيها من ٤ – ٥ أزواج من العوامل الوراثية ، وهى تتأثر – بشدة – بالعوامل البيئية (عن Dixon ١٩٨١) .

تربية السبانخ

تعتبر السبانخ أحد أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الرمرامية Chenopodiaceae، وهى تعرف فى الإنجليزية باسم Spinach ، واسمها العلمى Spinacia oleracea L. .

الموطن ، وتاريخ الزراعة ، والسيتولوجى

لا يعرف الموطن الأصلى للسبانخ على وجه الدقة ، ويعتقد أنها ربما نشأت فى منطقة غرب آسيا ، وخاصة فى جنوب باكستان ، وأفغانستان ، وإيران . وقد ذكرها ابن البيطار سنة ١٢٣٥م . ونقلت زراعة السبانخ بواسطة العرب إلى الأندلس عام ١١٠٠ م ، ومنها انتشرت فى بقية أرجاء أوروبا (سرور وآخرون ١٩٣٦ ، و Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Ryder (١٩٧٩) .

إن السبانخ نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٢ كروموسوماً . وتنمو الطرز البدائية من السبانخ فى جنوب غرب الهند ، ونيبال . ومن الأنواع البرية القريبة من السبانخ كل من : S. tetrandra ، و S. turkestanica (عن Smith ١٩٧٦) .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : حالات الجنس

توجد بالسبانخ حالات الجنس التالية :

١ – نباتات مذكرة حادة Extreme males

تكون هذه النباتات عادة أصغر حجماً من بقية النباتات ، وتحمل أزهاراً مذكرة فقط . وتتميز بأن شمراخهما الزهرى إما أن يكون خاليا من الأوراق ، وإما به أوراق صغيرة

الحجم . وهى أول النباتات إزهارا فى الحقل .

٢ – نباتات مذكرة خضرية Vegetative males :

تحمل هذه النباتات – مثل سابقتها – أزهارا مذكرة فقط ، إلا أن الأوراق تنمو على الشمراخ الزهرى بصورة طبيعية .

٣ – نباتات مؤنثة Females :

تحمل هذه النباتات أزهاراً مؤنثة فقط ، وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين .

٤ – نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious :

تحمل هذه النباتات أزهاراً مذكرة ، وأخرى مؤنثة على نفس العناقيد الزهرية . وتختلف النسبة بين نوعى الأزهار اختلافا كبيرا من صنف لآخر ، ومن فترة لأخرى على نفس النبات . وقد تكون النسبة متقاربة ، وقد يسود أحد نوعى الأزهار على الآخر بدرجة واضحة ، إلا أن هذه الحالة نادرة .

٥ – نباتات تحمل أزهارا مؤنثة ، وأزهارا خنثى Gynomonoecious :

تكون معظم الأزهار التى تنتجها هذه النباتات مؤنثة ، إلا أنها تحمل أيضاً نسبة قليلة من الأزهار الخنثى . وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين . وتوجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة .

٦ – نباتات تحمل أزهارا مؤنثة ، وأزهارا كاملة ، وأزهارا خنثى Trimonoecious :

توجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة للغاية (Shoemaker ١٩٥٣) .

هذا .. وتكون غالبية النباتات إما مذكرة ، وإما مؤنثة ، وهما يوجدان بنسب متساوية عادة . ولاتزيد نسبة النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن – عادة – على ٤ ٪ ، ويكون وجودها بنسب منخفضة للغاية . وتعد حالة الجنس صفة وراثية لا تتأثر بالعوامل البيئية .

إن النباتات المذكرة الحادة غير مرغوب فيها ، ويعمد منتجو البنور إلى التخلص منها ؛

فهى تزهر مبكرة ، ويمكن تمييزها من غيرها بسهولة . وترجع أهمية التخلص منها إلى كونها صغيرة الحجم ، وسريعة الإزهار ، وهاتان صفتان غير مرغوبتين عند الإنتاج التجارى للسبانخ ، كما أنها لا تنتج بذورا - بحكم كونها مذكرة - لذا .. فإنها لا تهم منتج البذور .

ثانياً : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار المذكرة فى نورات طرفية ، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى آباط الأوراق التى توجد بامتدادالشمراخ الزهرى . وتوجد الأزهار فى عناقيد يتكون كل منها من ٦ - ٢٠ زهرة ، وهى تخلو من التويج . تتركب الزهرة المذكرة من كأس ، تتكون من أربع قنابات ، وطلع يتكون من أربع أسدية ، لكل منها متكان كبيران . تتفتح متوك الزهرة الواحدة على مدى عدة أيام . وتتركب الزهرة المؤنثة من كأس ، يتكون من ٢ - ٤ قنابات ، ومتاع يتكون من مبيض ذى مسكن واحد ، وقلم واحد ، و٤ - ٦ مياسم .

التلقيح فى السبانخ خلطى بالهواء ، وحبوب اللقاح صغيرة جدا ، لا تفيد معها تغطية النورات بأكياس من القماش لمنع التلقيح الخلطى . وتظل الأزهار المؤنثة مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٢ - ٣ أيام من تفتحها .

ثالثاً : الثمار والبذور

يتكون الجزء الصلب الخارجى من ثمرة السبانخ (وهى التى يطلق عليها - مجازاً - اسم البذرة) من كأس الزهرة المؤنثة ، والغلاف الثمرى الخارجى . تحتوى الثمرة على بذرة واحدة ، وتسمى - نباتيا - urticle . تتكون الأشواك - فى أصناف السبانخ ذات الثمار (البذور) الشوكية - نتيجة لبروز وتصلب الأجزاء القنابية من كأس الزهرة .

رابعاً : طرق إكثار سلالات وأصناف السبانخ

يتعين لإكثار سلالات وأصناف السبانخ عزل النباتات المرغوبة معاً فى بيت محمى إلى أن تزهر ، أو حمايتها من التلوث بحبوب لقاح غريبة بواسطة أكياس ورقية بحجم مناسب ، تثبت جيداً على نورات النباتات . وعند الإزهار .. تقطع نورات النباتات المذكرة ، وتهز على نورات النباتات المؤنثة ، مع استمرار حمايتها - بعد التلقيح - بنفس الأكياس الورقية .

وجدير بالذكر أن إجراءات الحماية من حبوب اللقاح الغريبة تفقد جدواها إذا أجريت عملية التلقيح فى وجود تيارات هوائية ؛ لأن حبوب لقاح السبانخ دقيقة جداً ، ويمكن أن يحدث التلوث بحبوب اللقاح الغريبة – إذا وجدت فى الجو – بمجرد رفع الكيس الورقى من حول النورة المؤنثة لإجراء التلقيح .

خامساً : طرق إجراء التهجينات

تجرى التهجينات فى السبانخ بتكييس نباتات الآباء والأمهات قبل إزهارها ، ثم تنتخب النباتات المؤنثة من سلالات الأمهات ؛ لتلقيحها بحبوب لقاح من النباتات المذكرة لسلالات الآباء . ويمكن إجراء التلقيحات العكسية إن لم يكن لاتجاه التلقيح أهمية خاصة . وتتخذ نفس الاحتياطات – التى سبقت الإشارة إليها – عند مناقشة موضوع الإكثار لمنع التلوث بحبوب لقاح غريبة عند إجراء التهجينات . ويفضل أن تتم تلك العملية فى هواء ساكن داخل بيوت محمية . ويراعى تجنب استخدام فئتى النباتات : الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن monoecious ، والتى تحمل أزهاراً مؤنثة وأزهاراً خنثى gynomonoecious كأمهات فى الهجن ؛ حتى لا تختلط بذور الهجن مع بذور ناتجة من تلقيحات ذاتية . وإذا تعذر ذلك .. يكون من الضرورى احتواء نباتات الأمهات على جين مُعَـلَّم فى صورة متنحية أصيلة ، على أن تحتوى نباتات الآباء على هذا الجين فى صورة سائدة أصيلة ؛ ليمكن تمييز الهجن عن النباتات التى تنتج من التلقيحات الذاتية .

سادساً : وراثة الجنس

حظيت وراثة الجنس فى السبانخ بعديد من الدراسات . وحيث إن السبانخ وحيد الجنس ثنائى المسكن .. فقد كان الاعتقاد السائد أن حالة الجنس فى السبانخ يتحكم فيها نظام كروموسومى الجنس X ، و Y ، ولكن وجد أن وراثة الجنس فيها أكثر تعقيداً من ذلك ؛ بسبب وجود حالات أخرى من الجنس فى المحصول ؛ مثل النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن التى توجد بنسب مختلفة .

جاءت أولى محاولات تفسير وراثة الجنس فى السبانخ من Sugimoto فى عام ١٩٤٨ ، الذى اقترح تحكم زوج واحد من الكروموسومات الجسمية مع زوج الكروموسومات الجنسية

XY فى نوع الجنس . وتبعاً لهذا التفسير .. فإن التركيب الواثى ZZ مؤنث ، فى حين أن التركيب Zz وحيد الجنس وحيد المسكن ، والتركيب zz مذكر . وعللت الاختلافات فى نسبة النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن بتأثير الخلفية الوراثية للنبات على التركيب الوراثى الخليط .

وفى عام ١٩٥٣ .. عدل Bemis & Wilson تفسير Sugimoto ؛ فاقترحا أن حالة الجنس يتحكم فيها كروموسومات الجنس X ، و Y ، بالإضافة إلى زوجين من الجينات المرتبطة على الكروموسومات الجسمية ، هما A ، و a (سائد للذكورة) ، و G ، و g (سائد للأنوثة) . وتبعاً لهذا الاقتراح .. فإن النسبة الجنسية تكون ١ نباتات مذكرة : ١ نباتات مؤنثة عندما توجد تلك الكروموسومات والجينات فى حالة توازن ، ولكن يؤدى حدوث عبور فى التركيب الوراثى الخليط Ag / aG إلى اختلال حالة التوازن ، وظهور حالات الجنس الوسطية . وجدير بالذكر أن الباحثين لم يستطيعا ملاحظة أية اختلافات مورفولوجية بين زوجى كروموسومى الجنس المقترحين .

وفى عام ١٩٥٤ اقترح Janic & Stevenson أن الحرفين X ، و Y يمكن أن يرمزا إلى جينين أليليين ، أوجزأين متناظرين من زوجى أحد الكروموسومات ، أو كروموسومين جنسيين كاملين ، واقترحا أن التركيب الوراثى XX يكون مؤنثاً ، و XY يكون مذكراً ، وقد ينتج بنوراً إذا وجدت به بعض الأزهار المؤنثة ، بينما يكون التركيب الوراثى YY مذكرا ، ولا ينتج بنوراً . وفى عام ١٩٥٥ .. وضع الباحثان اقتراحين آخرين لتفسير حالات النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن كمايلى :

يفترض الاقتراح الأول وجود جين آخر Mm مسئول عن حالات الجنس الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن ، ومدى أنوثتها . وبينما يكون الفرد XY مذكراً دائماً .. فإن جنس الفرد XX يتأثر بالجين M / m كمايلى :

MM : وحيد الجنس وحيد المسكن ، ولا ينعزل .

Mm : وحيد الجنس وحيد المسكن ، وأكثر أنوثة من MM ، وينعزل .

mm : مؤنث .

أما الاقتراح الثانى .. فيفترض وجود أليل ثالث ، تنتج منه حالات النباتات الوحيدة

الجنس الوحيدة المسكن كمايلى :

$X^m X^m$: وحيد الجنس وحيد المسكن ، ولا ينعزل .

XX^m : وحيد الجنس وحيد المسكن ، وينعزل .

XX : مؤنث .

وتبعاً لهذين الاقتراحين .. فإن الانعزالات المتوقعة – فى مختلف التلقيحات – تكون كمايلى :

١ – الاقتراح الأول :

أ – عند تلقيح نبات وحيد الجنس وحيد المسكن XX MM بنبات مذكر XY mm .. فإن النسل يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XXMm ، ومذكر XYMm بنسبة ١ : ١ .

ب – عند تلقيح نبات مؤنث XXmm بنبات مذكر XYm .. فإن النسل الناتج يتكون من أربعة تراكيب وراثية بنسب متساوية ؛ هى : XXMm (وحيد الجنس وحيد المسكن) ، و XXmm (مؤنث) ، و XYMm (مذكر) ، و XYmm (مذكر) ؛ أى يكون النسل مؤنثاً ، وحيد الجنس وحيد المسكن ، ومذكراً بنسبة ١ : ١ : ٢ .

٢ – الاقتراح الثانى :

أ – عند تلقيح نبات وحيد الجنس وحيد المسكن $X^m X^m$ بنبات مذكر XY .. فإن النسل يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XX^m ، ومذكراً $X^m Y$ بنسبة ١ : ١ .

ب – عند تلقيح نبات مؤنث XX بنبات مذكر XmY .. فإن النسل الناتج يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XXm ، ومذكراً XY بنسبة ١ : ١ .

وقد أوضحت الدراسة أن الاقتراح الثانى هو الذى يتمشى مع الانعزالات المشاهدة لحالات الجنس .

واستمر الباحثان (Janic & Stevenson) فى تفسيرهما لحالات الجنس ؛ فقسما النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن – حسب مدى أنوثتها – إلى نباتات أنثوية بنسب : ٥ ٪ ، و ٢٥ ٪ ، و ٥٠ ٪ ، و ٧٥ ٪ ، و ٩٥ ٪ ، وتمكنا من انتخاب سلالات عالية الأنوثة ، وأخرى منخفضة الأنوثة ، واقترحا نظرية لتفسير تلك الاختلافات على أساس كمى . كما

وجدا أن لدرجة الحرارة والفترة الضوئية تأثيراً على النسبة الجنسية ؛ حيث زادت نسبة النباتات المذكرة . بارتفاع درجة الحرارة إلى ٢٦°م ، خاصة عند قصر الفترة الضوئية .

وفى دراسة لا حقة على نباتات رباعية التضاعف .. وجد Janic عام ١٩٥٥ أن الكروموسوم X مسئول عن حالة الذكورة - أياً كان عدد كروموسومات X فى النبات المتضاعف حيث اقتصرت حالة الأنوثة على النباتات XXXX . ويعنى ذلك أن حالة الجنس فى السبانخ لا تتحدد بالتوازن بين كروموسومى الجنس X ، و Y . كما وجد أن تلقيح النباتات XXXX مع نباتات XXYYيعطى فى النسل نباتات مذكرة ومؤنثة بنسبة ٥ : ١ ؛ مما يعنى أن الانعزال كروموسومى ، وليس كروماتيدياً ، وأن الجينات المسئولة عن تحديد الجنس توجد بالقرب من السنترومير .

وقد أجريت محاولات عديدة للتعرف على كروموسومى الجنس فى السبانخ ، وتبين أنهما أكثر الكروموسومات طولاً ، وهما زوج الكروموسومات رقم ١ . وقد وجد Bose & Janic عام ١٩٦١ أن هذين الكروموسومين كانا متشابهين مورفولوجيا homomorphic فى النباتات المذكرة ، والمؤنثة ، والوحيدة الجنس الوحيدة المسكن فى بعض السلالات ، بينما كانا مختلفين موفولوجياً heteromrphic فى تلك الفئات الجنسية فى سلالات أخرى ، مع عدم ارتباط الاختلاف المورفولوجى heteromorphism للكروموسومات بالجنس ؛ الأمر الذى يعنى أن حالة الجنس - فى السبانخ - تتحدد بواسطة جينات ، وليس بواسطة كروموسومات (عن Ryder ١٩٧٩) .

كذلك أوضحت دراسات Ramanna (١٩٧٦) على أربعة أصناف ، وسلالتين من السبانخ عدم وجود أية اختلافات مورفولوجية بين فردىْ أىّ زوج من الكروموسومات فى أى من حالات الجنس . وذكر الباحث أن التحضيرات المجهرية للكروموسومات قد تظهر بها اختلافات شكلية بين كروموسومى أى زوج منها ، ولكن ذلك يرجع إلى اختلاف الكروموسومات فى شدة انقباضها وتقلصها .

سابعاً : إنتاج تقاوى الأصناف الهجين

يلزم - لإنتاج هجن السبانخ - إجراء التربية الداخلية على نباتات منتخبة من أصناف

تجارية ناجحة ؛ لعزل سلالات مرباة - داخليا - لاستخدامها كآباء للهجن . ويجب أن يبدأ برنامج التربية الداخلية على نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن جيدة الصفات ، يحمل كل منها عدداً كبيراً من الأزهار المؤنثة ، مع عدد مناسب من الأزهار المذكرة ، يكون كافياً لإجراء التربية الداخلية عليها ، ولإنتاج الهجن - فيما بعد - بكفاءة .

وفى نهاية برنامج التربية الداخلية .. تنتخب نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة - من كل سلالة - للمحافظة عليها بالتلقيح الأخوى Sib - pollination ، ولاستخدامها فى إنتاج البذرة الهجين ، التى يعتمد إنتاجها على كون سلالات الأمهات وحيدة الجنس ثنائية المسكن . ويراعى الانتخاب لزيادة نسبة النباتات المؤنثة فى سلالات الأمهات ، ويتحقق ذلك بالانتخاب لتلك الصفة فى الظروف التى تؤدى إلى زيادة نسبة النباتات المذكرة ، وهى الظروف غير المناسبة للنمو ، خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٨°م .

تزرع سلالات الآباء فى خطوط متبادلة مع سلالات الأمهات - بنسبة تتراوح من ١ - ٢ : ٦ - ٨ - حسب قدرة سلالات الآباء على إنتاج حبوب اللقاح . تزال النباتات المذكرة - مبكراً - من خطوط سلالات الأمهات ؛ لتقليل التربية الداخلية إلى أدنى مستوى ممكن ، كما تزال جميع نباتات سلالات الآباء بعد تمام التلقيح (عن Ryder ١٩٧٩ ، و Watts ١٩٨٠) .

ثامناً : التضاعف

وجد - لدى مقارنة الطرز الرباعية التضاعف ، والثلاثية التضاعف من السبانخ بالطرز الثنائية التضاعف - مايلى :

١ - لدى مقارنة المحصول فى نفس العمر .. كانت الطرز الثنائية أعلى محصولاً - بشكل واضح - من الطرز الرباعية .

٢ - لدى مقارنة المحصول فى مرحلة معينة من النمو (أى فى عمر فسيولوجى معين) .. كانت الطرز الرباعية هى الأعلى محصولاً ، وتلتها الطرز الثلاثية ، فالثنائية .

٣ - انخفض معدل النمو النباتى - مع الوقت - بزيادة مستوى التضاعف .

٤ - تأخر الإزهار - بزيادة مستوى التضاعف (عن Ryder ١٩٧٩) .

تاسعاً : المواصفات المرغوبة فى أصناف السبانخ

من أهم الصفات المرغوبة فى جميع أصناف السبانخ مايلى :

١ – البذور الملساء ؛ حتى تسهل زراعتها .

٢ – النمو القائم ؛ حتى لا تتلوث الأوراق بالتربة .

٣ – الأوراق السميكة الغضة ذات اللون الأخضر القاتم .

٤ – ارتفاع نسبة نصل الورقة إلى عنقها .

٥ – المقاومة للآفات السائدة فى منطقة الزراعة .

٦ – ألا تكون مبكرة الإزهار .

٧ – أما بالنسبة لملمس الورقة .. فتفضل الأصناف ذات الأوراق الملساء للاستهلاك الطازج فى الوطن العربى ، وهى الأصناف المفضلة للتصنيع كذلك . وتفضل الأصناف ذات الأوراق المجعدة للاستهلاك الطازج فى أوروبا ، وأمريكا . أما الأصناف ذات الأوراق المجعدة قليلا .. فتستعمل للغرضين .

أهداف التربية

أولاً : التربية لتحسين صفات الجودة

١ – محتوى الأوراق من الأوكسالات :

درس Kitchen وآخرون (١٩٦٥) محتوى الأوكسالات فى ١٩ سلالة من السبانخ ، و ١٥ هجيناً ، و ٥ من عشائر الجيل الثانى للهجن ، ووجدوا أن المحتوى الكلى للأوكسالات تراوح من ٤٢ر٥ إلى ٩ر٨١ ٪ ، كما وجدوا ارتباطاً سالباً بين درجة تجعد الأوراق ومحتواها من الأوكسالات ؛ حيث احتوت النباتات المجعدة الأوراق على كميات من الأوكسالات أقل من تلك التى احتوتها النباتات الملساء الأوراق ، أو النباتات ذات الأوراق المتوسطة التجعد .

٢ – محتوى الأوراق من النترات :

من المعلوم أن المحتوى المرتفع من النترات nitrates – كالمحتوى المرتفع من الأوكسالات – ضار بصحة الإنسان . وقد درس Maynard & Barker (١٩٧٤) تأثير الزراعة فى مزارع مائية – تختلف فى محتواها من النترات (من ١٨٧ر٠ إلى ٤٨ ملل مكافىء) – على

التركيز الحرج للأيون بأوراق ثلاثة أصناف من السبانخ ، ووجدا أن التركيز الحرج – على أساس الوزن الجاف – ازداد من ٠٤٥ر٠ ٪ فى الصنف Hybrid 424 – وهو نو أوراق ملساء – إلى ١٥ر٠ ٪ فى الصنف Heavy Pack – وهو نو أوراق نصف مجعدة – إلى ١٧ر٠ ٪ فى الصنف America ، وهو نو أوراق مجعدة .

وتبين – كذلك – من دراسات Barker وآخرين (١٩٧٤) – على ١٨ صنفاً من السبانخ – وجود اختلافات وراثية بينها فى مدى تراكم النترات بها ، وكان أعلى محتوى للنترات فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة ، وأقل نسبة فى الأصناف ذات الأوراق الملساء . أما الأصناف ذات الأوراق نصف المجعدة .. فقد تباينت فى هذا الشأن . كذلك حصل Olday وآخرون (١٩٧٦) على نتائج مماثلة لدى مقارنتهم لمستوى النترات – تحت ظروف التسميد الآزوتى العالى – فى كل من الصنفين : America ذى الأوراق المجعدة ، و Hybrid 424 ذى الأوراق الملساء .

ثانياً : التربية لمنع الإزهار المبكر

يوجد ارتباط موجب بين التبكير فى النضج (أى سرعة الوصول إلى مرحلة النمو النباتى المناسبة للحصاد) ، والتبكير فى الإزهار (أى الاتجاه السريع نحو " الحنبطة ").. وتلك مشكلة تواجه المربى عند محاولته التربية للتبكير فى النضج . كذلك وجد ارتباط سالب بين مدى دكنة اللون الأخضر بالأوراق والإزهار المبكر ؛ حيث تأخر الإزهار بزيادة دكنة اللون .

ولما كانت نباتات السبانخ المذكرة سريعة النمو ، وسريعة الإزهار ، وقليلة الأوراق ؛ لذا .. فإنها غير مرغوب فيها ، وتفضل عليها حالات الجنس الأخرى . ويمكن التغلب على مشكلة قلة الأوراق فى النباتات المذكرة ؛ بانتخاب طرز منها تكون أكثر أوراقاً . كما أمكن التخلص من النباتات المذكرة – كلياً – بإنتاج أصناف وحيدة الجنس وحيدة المسكن ؛ مثل صنفى السبانخ الألمانيين : Fruremona ، و Wisemona .

ثالثاً : التربية لمقاومة الأمراض

١ – البياض الزغبى :

يسبب الفطر Peronospora spinaciae مرض البياض الزغبى فى السبانخ ، وتتوفر

المقاومة لهذا الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، عثر عليه فى سلالة إيرانية المنشأ ، واستعملت فى إنتاج الصنف المقاوم Califly . وقد تبين من دراسات EeninK (١٩٧٤) وجود ارتباط ضعيف – فى نظام تنافرى – بين هذا الجين (المسئول عن المقاومة للفطر) وبين الجين المسئول عن القدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الخيار رقم ١ .

يعتبر الفطر Peronospora spinaciae من الفطريات التى تكثر بها السلالات الفسيولوجية الجديدة . وقد ظهرت سلالة جديدة قادرة على كسر مقاومة الصنف Califly ، ولكن تمكن المربون من العثور على سلالة أخرى من السبانخ كانت مقاومة لسلالة الفطر الجديدة ، وكانت تلك المقاومة – بدورها – بسيطة وسائدة . وأوضحت الدراسات الوراثية أن جينا المقاومة لسلالتى الفطر يرتبطان – فى نظام ازدواجى – والمسافة بينهما هى ٤٫٦ وحدة عبور . كذلك ظهرت سلالة ثالثة من الفطر ، وأمكن – أيضاً – العثور على مصدر جديد لمقاومتها ، ومرة أخرى .. كانت تلك المقاومة بسيطة وسائدة . وقد تبين أن صنف السبانخ Califly يقاوم سلالتى الفطر رقمى ١ ، و ٣ .

٢ – فيرس تبرقش الخيار رقم ١ :

تتوفر المقاومة لفيرس تبرقش الخيار رقم ١ فى السبانخ ، وهى مقاومة بسيطة وسائدة . وكما سبق أن أوضحنا .. وجد ارتباط ضعيف – فى نظام تنافرى – بين هذا الجين وبين جين المقاومة للسلالة رقم ٢ من الفطر المسبب لمرض البياض الزغبى . وقد كان هذا الارتباط ضعيفاً (حيث بلغت نسبة العبور بينهما ٢٣٫٠٤ ٪) ؛ مما يسمح بالحصول على انعزالات مقاومة للمرضين معاً .

وقد أنتج الصنف المقاوم Virginia Savoy من برنامج للتربية ، استخدمت فيه إحدى السلالات المقاومة التى حُصل عليها من منشوريا ؛ حيث هجنت مع الصنف القابل للإصابة Bloomsdale . كما استخدم الصنف فرجينيا سافوى فى إنتاج صنف آخر مقاوم هو Old Dominion ، وبالرغم من أن تلك المقاومة تفقد فاعليتها فى الحرارة العالية .. إلا أن ذلك أمر قليل الأهمية ؛ لأن السبانخ تعد من محاصيل الجو البارد (Watts ١٩٨٠) .

٣ – المقاومة المتعددة للأمراض :

أنتج مربو الخضر صنف السبانخ Fall Green ، الذى اختبر تحت الرقم الكودى AR 82 - 3 ، وتبين احتواؤه على مقاومة عديد من الأمراض والظروف البيئية القاسية ؛ كمايلى :

أ – مقاومة كمية لستة أمراض ؛ هى : الصدأ الأبيض white rust ، والعفن الأزرق blue mold ، والتدهور الفيوزارى fusarium decline ، والذبول الطرى damping off ، والأنثراكنوز anthracnose ، والأنثراكنوز الثانوى secondary anthracnose .

ب – مستويات فعّالة من المقاومة لمرضى : تبقع الأوراق السركسبورى ، وعفن فيتوفثورا الأسود .

جـ – مقاومة بسيطة لفيرس تبرقش الخيار .

د – القدرة على تحمل البرودة الشديدة ، والأراضى الغدقة (Goode وآخرون ١٩٨٨ ، و Morelock ١٩٨٨) .