١٣- فول الصويا:

أنتج صنف فول الصويا Weber الذى يتميز بتحمله لنقص الحديد الذى يحدث فى الأراضى الجيرية التى أجرى فيها برنامج التربية (عن Devine ١٩٨٢).

١٤- الفاكهة:

أمكن انتخاب شتلات مقاومة للاصفرار Chlorsis (الناشئ عن عدم تيسر الحديد فى الأراضى القلوية) فى كل من التفاح والموالح والعنب. كما أنتجت أصول مقاومة للإصفرار للاستعمال مع بعض أنواع الفاكهة، ومنها العنب. كذلك أمكن انتخاب أصول متحملة لسمية البورون، كما فى أصل البرقوق President (عن Ponnamperuma ١٩٨٢، و Stushnoff & Quamme ١٩٨٣).

وراثة تحمل نقص العناصر المغذية وكفاءة – أو عدم كفاءة – استخدامها

أشرنا إلى وراثة القدرة على تحمل نقص العناصر الغذائية فى مختلف المحاصيل التى ورد بيانها تحت العنوان السابق، ونعرض هنا لمزيد من التفاصيل عن وراثة كفاءة – أو عدم كفاءة – امتصاص العناصر والاستفادة منها.

يتحكم فى وراثة كفاءة امتصاص العناصر والاستفادة منها، أو عدم الكفاءة – غالبًا – جين واحد كما يتضح من جدول (١٣-١).

ولقد وجد أن التحكم الوراثى فى كفاءة استخدام النحاس فى الراى يقع على الذراع الطويل للكروموسوم رقم ٥، وقد استخدمت تلك الصفة فى تربية القمح لتحسين خاصية كفاءة استخدام النحاس (Kant & Kafkafi ٢٠١١).

وأظهرت دراسة وراثية على كفاءة امتصاص الحديد فى فول الصويا أن صفة الكفاءة يتحكم فيها جين واحد سائد يؤثر فى القوة الاختزالية لسطح الجذر.

وفى الطماطم .. وجد أن كفاءة امتصاص الحديد تعتمد على جين واحد رئيسى – يشفر لتمثيل الـ nictoneamide – بالإضافة إلى مجموعة من الجينات الثانوية.

جدول (١٣-١): التحكم الوراثى فى مقاومة نقص العناصر (Singh ١٩٩٣).

الصفة	المحصول	التحكم الوراثى	ملاحظات
عدم كفاءة استخدام البورون	الطماطم	جين واحد متنح (btl)	يسبب سهولة تكسر الساق
	الكرفس	جين واحد متنح	—
كفاءة استخدام النحاس	الراى	الذراع الطويل للكروموسوم 5R	ترتبط بالحامل النورى الزغبى
كفاءة استخدام الحديد	فول الصويا	fe	توجد — كذلك — جينات ثانوية
	الطماطم	Fer	توجد — كذلك — جينات ثانوية
عدم كفاءة استخدام الحديد	الذرة	ys1	طفرة غير قادرة على استخدام أيون الحديد Fe^{3+}
كفاءة استخدام البوتاسيوم	القمح	Ku	يحفز امتصاص الكالسيوم من الأراضى الصودية
عدم كفاءة استخدام المغنيسيوم	الكرفس	جين واحد متنح	ربما يقلل من امتصاص العنصر
عدم كفاءة استخدام المنجنيز	الشعير	عديدة الجينات (؟) أو جين واحد سائد (؟)	—
كفاءة استخدام المنجنيز	الشعير	؟	طفرة
كفاءة استخدام الفوسفور	عدة محاصيل	كمية	غالبًا ذات علاقة بصفات جذرية
	الذرة	كروموسوم ٩	—
	الراى	ثلاثة كروموسومات	—
الحساسية لنقص الفوسفور	فول الصويا	np	—

وفى الفاصوليا تبين أن كفاءة امتصاص الحديد يتحكم فيها زوجان من الجينات التفاعل بينهما إضافى additive أكثر منه متمم لبعضهما البعض complementary.

وفى الأرز .. وجد أن كفاءة امتصاص الزنك يتحكم فيها تأثيرات الإضافة الجينية أكثر من تأثيرات السيادة (عن Ojo وآخرين ٢٠٠٧).

ويُستدل من عدة دراسات أجريت على الأرز — استخدمت فيها عشائر مختلفة — بهدف تحديد مواقع جينات كفاءة امتصاص الفوسفور — على وجود جين واحد

رئيسى على الكروموسوم ١٢، بالإضافة إلى جينات أخرى ثانوية على الكروموسومات ١، ٢، ٦، ٩، ١٠، ١٢ (عن Kochian وآخرين ٢٠٠٤).

هذا .. وليس من بين أهداف المربى إنتاج أصناف غير قادرة على تحمل النقص فى العناصر الغذائية فى التربة، ولكن تلك الحالات توجد كطفرات طبيعية، وقد تفيد دراستها فى إنتاج أصناف أكثر تحملاً لتلك الظروف، ومن أمثلة تلك الحالات- والتى سبقت الإشارة إلى بعضها فى جدول (١٣-١)، ما يلى:

١- يوجد فى إحدى سلالات فول الصويا جين متنح — أعطى الرمز fe — يتحكم فى ضعف كفاءة النبات فى الاستفادة من الحديد الميسر له، ويرجع ذلك إلى ضعف قدرة النباتات الأصيلة fefe على اختزال الحديديك Fe^{3+} إلى حديدوز Fe^{2+} على سطح الجذور، ولا يظهر تأثير هذا الجين إلاّ فى الجذور.

٢- وجد أن سلالة الطماطم T 3820 غير قادة على امتصاص ونقل الحديد بكميات تفى بحاجة النبات من هذا العنصر؛ حيث بلغ تركيز الحديد بها ربع التركيز الطبيعى، بالرغم من توفر العنصر للنبات. وقد تبين أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز fer (Brown وآخرون ١٩٧٢)، كما تبين من دراسات التطعيم أن التركيب الوراثى للأصل هو الذى يتحكم فى امتصاص الحديد.

وقد تميزت الطماطم العادية التى تحمل الجين السائد Fer بقدرة جذورها — تحت ظروف نقص الحديد — على إفراز أيون الأيدروجين، الذى يزيد اختزال أيون الحديديك إلى حديدوز على سطح الجذور، كما تميزت كذلك بزيادة محتوى جذورها من حامض الستريك (عن Devine ١٩٨٢).

٣- أوضح Brown & Jones (١٩٧١) أن نباتات نفس السلالة السابقة (T 3820) كانت — كذلك — غير قادرة على امتصاص ونقل البورون بكميات تفى بحاجة النبات من هذا العنصر؛ حيث كانت نباتات الطماطم صنف Rutgers أكفأ ١٥ مرة منها فى امتصاص العنصر.

كما اكتشف Wall & Andrus (١٩٦٢) طفرة أخرى شبه مميتة فى سلالة الطماطم T 3238 — أطلق عليها اسم الساق القابلة للكسر Brittle Stem — لا يمكنها نقل البورون داخل النبات. وقد تبين أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز btl.

٤- وجدت فى السورجم صفة عدم القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد، وتبين أنها صفة كمية (عن Zaiter وآخرين ١٩٨٧).

٥- وجد من دراسة وراثية على أكثر وأقل أصناف البنجر حساسية لنقص البورون (بزراعة نباتات الآباء والجيلين الأول والثانى، والهجن الرجعية فى محلول مغذٍ يحتوى على بورون بتركيز ٠,٠٠١ جزءًا فى المليون) أن الحساسية لنقص البورون صفة بسيطة سائدة (Tehrani وآخرون ١٩٧١).

٦- وجدت صفة عدم القدرة على تحمل نقص عنصر المغنيسيوم فى صنف الكرفس Utah 10B (وغيره من الأصناف)، وتبين أنه يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز mg. ويؤثر هذا الجين سلبيًا على امتصاص العنصر وانتقاله إلى النموات الخضرية (Pope & Munger ١٩٥٣أ).

٧- وجدت كذلك صفة عدم القدرة على تحمل نقص البورون فى سلالة الكرفس S 48-54-1، وتبين أنه يتحكم فيها جين متنح (Pope & Munger ١٩٥٣ب).

٨- وجدت أيضًا صفة عدم القدرة على تحمل نقص الحديد فى بعض سلالات الذرة، ويتحكم فى ذلك الجين المتنحى ys الذى يؤثر فى امتصاص الجذور للعنصر.

٩- يتحكم الجين np فى صفة عدم القدرة على تحمل نقص الفوسفور فى فول الصويا، وهو ذو سيادة غير تامة (عن Tal ١٩٨٤).

زيادة الكفاءة الوراثية فى الاستفادة من الأسمدة

يعد التسميد من أهم عمليات الخدمة الزراعية التى تعطى للمحاصيل الزراعية، كما أنه يشكل أحد بنود الإنفاق الرئيسية فى العملية الإنتاجية ولا يمكن جنى الثمار