42، مقارنة بنحو ١٦٤ كجم/هكتار فى الصنف Acala 1517-C، بالرغم من أن محصول بذور وشعر القطن كانا أعلى فى الصنف الأخير (عن Devine ١٩٨٢).

هذا .. وليس من بين أهداف المربى إنتاج أصناف غير قادرة على الاستفادة من الأسمدة التى تضاف إلى التربة، ولكن دراسة تلك الحالات قد تفيد المربى فى إنتاج أصناف أكثر استجابة للتسميد. وعلى سبيل المثال .. وجد فى فول الصويا جين ذو سيادة غير تامة — أُعطى الرمز Np — يتحكم فى الحساسية لزيادة التسميد الفوسفاتى؛ حيث كانت الأشكال المظهرية — لمختلف التراكيب الوراثية تحت ظروف التسميد الفوسفاتى الغزير — كما يلى:

Np Np: بدون أية أعراض، أو تلطخ بنى خفيف على النموات الخضرية.

Np np: يظهر تلطخ بنى خفيف إلى متوسط.

np np: يظهر تلطخ بنى شديد.

الهندسة الوراثية لتحمل نقص العناصر

تعد البطاطس من المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من البوتاسيوم. وعلى الرغم من وجود تباينات بين أصناف البطاطس فى تحملها لنقص العنصر، فإن توفر تلك الصفة فى الأصناف التجارية الهامة مازال محدودًا.

ولقد وجد أن AtCIPK23 — وهو protein kinase يتحكم فى إنتاجه الجين LKS1 — ينظم امتصاص البوتاسيوم ويكسب الـ *Arabidopsis* قدرة على تحمل نقص العنصر. وبنقل هذا الجين إلى صنف البطاطس الصينى E3 أظهرت النباتات المحولة وراثيًا — فى ظروف محدودية توفر البوتاسيوم — مستويات أقل من اصفرار الأوراق، ومعدلات أعلى لامتصاص البوتاسيوم، وزيادة فى الوزن الجاف للدرنات ومحتواها من البوتاسيوم، كما نمت النباتات بصورة جيدة مقارنة بما حدث فى نباتات الصنف الأصلى غير المحول وراثيًا (Wang وآخرون ٢٠١١).

هذا وقد أُنتجت نباتات محولة وراثيًا متحملة لنقص العناصر، مثل تحمل نقص

النحاس فى القمح، والبورون والفوسفور والمنجنيز فى التبغ (Kant & Kafkafi ٢٠١١).

تحديات الزراعة فى الأراضى القلوية

توجد كثير من المشاكل فى الأراضى القلوية، فالـ pH قد يصل إلى ١٠,٥، والـ EC قد يزيد عن ٤ ديسى سيمنز/م، والتربة قد تصبح صودية (ESP ≤ ٦,٠)، كما قد يتراكم فيها البورون، بالإضافة إلى تواجد الكربونات. وكل هذه العوامل تعنى ضعف الخصائص الفيزيائية للتربة، وعدم تيسر عديد من العناصر، فضلاً عن سمية البورون والصوديوم.

تنتشر الأراضى القلوية (pH > ٧,٠) فى معظم المناطق شبه الجافة والجافة من العالم (التى يكون المعدل السنوى لسقوط الأمطار فيها < ٥٠٠ مم)، وتكون معظم أراضيها جيرية calcarosols (أو calcareous soils) وصودية sodsols (أو sodic soils). ويتم تنظيم pH الأراضى الجيرية فى حدود ٧,٥–٨,٥ بتواجد كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، بينما تزداد نسبة الصوديوم المتبادلة SEP فى الأراضى الصودية إلى أكثر من ٦,٠. وتحتوى هذه الأراضى — عمومًا — على Na_2CO_3. وينتج عن زيادة درجة ذوبان الـ Na_2CO_3 — مقارنة بالـ $CaCO_3$ — زيادة انفصال (تحلل) أيونا الـ CO_3^{2-} والـ HCO_3^- فى الأراضى الصودية؛ مما يؤدى إلى رفع الـ pH إلى أكثر من ٨,٥ (Millar وآخرون ٢٠٠٧).

تعد اللوبيا من النباتات الحساسة لظروف التربة القلوية، حيث تعانى فى pH ٧,٥ – أو أعلى من ذلك — من أعراض نقص الحديد والزنك والمنجنيز (الـ chlorosis)، ومن ضعف فى النمو وانخفاض فى المحصول. ومن بين الأصناف المعروفة بتحملها للتربة القوية الصنف St. Croix، وجد أن السلالة PI 16142 تفوقت على هذا الصنف فى المحصول فى ظروف تربة شديدة القلوية، وذلك من بين ٢٤ سلالة تم اختبارها (Goenaga وآخرون ٢٠١٠).