إلى حدوث كسر في الجنين. ويحدث نفس الشئ عند زراعة البذور العادية في تربة جافة، ثم ريها ريًّا غزيرًا. ويساعد نقص الأكسجين في هذه الظروف على زيادة حدة الحالة (Dickson & Boettger ١٩٧٦، و Frazier & Robertson ١٩٧٨، و Bay وآخرون ١٩٩٥).

وسائل الحد من الأضرار الميكانيكية

يمكن الحد من الأضرار الميكانيكية التى تحدث للبذور باتباع ما يلى:

١ – التربية لاستنباط أصناف مقاومة، وتتوفر المقاومة الوراثية في الصنف تسكولا Tuscola.

٢ – إجراء الحصاد عندما تحتوى البذور على نسبة مأمونة من الرطوبة.

٣ – تعديل نسبة رطوبة البذور إلى المستوى المناسب قبل عمليات التداول أو الزراعة.

٤ – اختيار آلات الحصاد، والدراس، والتنظيف المناسبة، وحسن تشغيلها.

التأثير الفسيولوجى للعوامل الأرضية

انضغاط التربة

أوضحت دراسات Tu & Buttery (١٩٨٨) وجود علاقة عكسية بين شدة انضغاط التربة soil compaction وبين كل من الوزن الكلى للمجموع الجذرى، والنمو الخضرى، والمساحة الكلية لأوراق النبات. ومن ناحية أخرى .. أدى انضغاط التربة – بزيادة كثافتها من ١,٢ إلى ١,٦ جم/سم^{٣} – إلى زيادة عدد العقد الجذرية nodules ووزنها الطازج/نبات، وزيادة نشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenase، ومحتوى وحدة الوزن من العقد الجذرية من اللجهيموجلوبين leghemoglobin.

الملوحة الأرضية

من المعلوم أن الفاصوليا تعد من أكثر محاصيل الخضر حساسية للملوحة. ويبدأ محصول الفاصوليا فى الإنخفاض بزيادة درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى عن ١,٧ ملى موز، ويصل الإنخفاض فى المحصول إلى ٥٠٪ عند EC لمياه الرى مقداره ٢,٤ ملى موز (عن Scholberg & Locasico ١٩٩٩).

وقد انخفضت نسبة إنبات البذور ووزن النمو الخضرى خطيًا مع الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى من ١,٠ إلى ٤,٠ ملليموز (Scholberg & Locasico ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت فى مزرعة مائية استعملت فيها محاليل مغذية تراوح تركيز كلوريد الصوديوم فيها بين صفر، و ١٠٠ ملليمولار، أدى تركيز ٢٥ ملليمولار إلى نقص وزن النبات، ولكنه لم يؤثر على معدل النمو النسبى relative growth rate. وقد ازداد معنويًا محتوى أوراق النباتات من أيونى الكلوريد والصوديوم بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى. وعند تركيز ١٠٠ ملليمول كلوريد صوديوم ازداد معنويًا محتوى النباتات من السكريات الكلية والبرولين (Cachorro وآخرون ١٩٩٣ أ).

وقد قدرت العلاقة بين المحصول النسبى من البذور الجافة (Yr) ودرجة التوصيل الكهربائى لمستخلص التربة المشبع (EC_e) بالمعادلة التالية:

$$Yr = 100 - 32.15\ (EC_e - 0.81)$$

وبزيادة الـ EC_e عن ٠,٨١ ديسى سيمنز/م dS/m انخفض محصول البذور الجافة خطيًا بزيادة الملوحة، وعند EC_e قدره ٤,٠ لم يُنتج أى محصول (Kanber & Bahceci ١٩٩٥).

ويعتقد بأن جزءًا من حساسية الفاصوليا لأيون الصوديوم مردها إلى عدم تمييز نباتات الفاصوليا بين أيونى الصوديوم والبوتاسيوم، حيث يزداد امتصاص الصوديوم على حساب البوتاسيوم. وفى وجود مستويات مرتفعة نسبيًا من البوتاسيوم يزداد امتصاص العنصر إلى درجة معادلة تأثير زيادة التركيزات المرتفعة من كلوريد الصوديوم. هذا إلا أن زيادة تركيز كلوريد البوتاسيوم منفردًا كان سامًا لنباتات الفاصوليا، لأنه تسبب فى زيادة غير مرغوب فيها فى امتصاص البوتاسيوم، بينما أدى تواجد كلوريد الصوديوم مع كلوريد البوتاسيوم إلى معادلة هذا التأثير الضار جزئيًا بخفض امتصاص البوتاسيوم (Benlloch وآخرون ١٩٩٤).

وعلى الرغم من حساسية جميع أصناف الفاصوليا للملوحة العالية، إلا أنه توجد اختلافات بين الأصناف فى شدة تلك الحساسية، وتعتمد خاصية التحمل للملوحة فى

الأصناف الأكثر تحملاً على قدرة جذورها على تقييد انتقال الصوديوم الممتص من الجذور إلى النموات الخضرية، حيث يبقى تركيز الصوديوم فى النموات الخضرية منخفضًا. وتجدر الإشارة إلى أن إضافة كلوريد الصوديوم إلى المحاليل المغذية للفاصوليا أحدثت زيادة فى تركيز البوتاسيوم والكالسيوم فى النبات، وفى انتقال البوتاسيوم من الجذور إلى النموات القمية، وانتقال الكالسيوم من السيقان وأعناق الأوراق إلى الوريقات، والمغنيسيوم من الجذور إلى الوريقات (Yamanouchi وآخرون ١٩٩٧).

يُعتقد بأن زيادة توفر الكالسيوم الميسر لامتصاص النبات يجعله أكثر قدرة على التأقلم على ظروف الملوحة العالية (Cachorro وآخرون ١٩٩٣ ب). كما وجد أن زيادة توفر الفوسفور فى المحاليل المغذية من ٠,١ إلى ١٠ ميكرمول H_3PO_4 جعلت نباتات الفاصوليا أكثر قدره على تحمل الزيادة فى تركيز كلوريد الصوديوم من ١٠ إلى ١٠٠ ملى مول، حيث عملت زيادة الفوسفور إلى زيادة النمو النباتى الجذرى والخضرى، وتقليل الأضرار التى تُحدثها الملوحة العالية بالنموات الخضرية (Zaiter & Saade ١٩٩٣).

ويبدو أن دور الكالسيوم فى زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة (عند زيادة تركيزه فى المحلول المغذى من ٠,٥ إلى ٥,٠ ملى مول) وفى جعلها تستعيد قدرتها على النمو بعد تعريضها لتركيز مرتفع من كلوريد الصوديوم .. يبدو أن مرد ذلك إلى تمكين الكالسيوم النبات من عمل التغيرات الأسموزية اللازمة، والتى تتم من خلال نواتج أيضية عضوية بصورة أساسية يستنفذ إنتاجها قدرًا كبيرًا من الطاقة (Ortiz وآخرون ١٩٩٤).

التأثير الفسيولوجى للعوامل الجوية

نتناول بالشرح تحت هذا العنوان التأثير الفسيولوجى العام لبعض العوامل الجوية، ولمزيد من التفاصيل يراجع الأمر تحت المواضيع الأكثر تخصصًا فى هذا الفصل.

درجة الحرارة

فسيولوجيا الحساسية للصقيع

تتمكن أحيانًا النباتات الحساسة للصقيع من البقاء خلال فترات الصقيع القصيرة،