٧- زيادة كفاءة النباتات – مقارنة بالنباتات الحساسة للأراضى الغدقة – فى الاستفادة من النترات كمستقبل للإليكترونات (بدلاً من الأكسجين) فى حالات الغياب الجزئى للأكسجين؛ حيث يلاحظ زيادة واضحة فى نشاط إنزيم nitrate reductase فى جذور وأوراق النباتات التى تتحمل الأراضى الغدقة خلال فترات تشبع التربة بالرطوبة.

٨- كذلك تزيد كفاءة النباتات التى تتحمل الأراضى الغدقة فى تمثيل الأحماض الأمينية تحت هذه الظروف؛ الأمر الذى يسمح بإعادة أكسدة الـ $NADH_2$ تحت ظروف غياب الأكسجين إلى DH_2 (عن Krizek ١٩٨٢).

تأثير غدق التربة على بعض محاصيل الخضر

الطماطم

تظهر على الطماطم النامية فى الأراضى الغدقة (وهى الأراضى التى يرتفع فيها مستوى الماء الأرضى إلى القرب من سطح التربة، والأراضى التى تزيد فيها الرطوبة إلى مستوى التشبع لفترة طويلة) أعراض مميزة، من أهمها ما يلى:

١- نمو جذور عرضية بكثرة.

٢- ضعف نمو الساق، وقلة استطالة الأوراق.

٣- اصفرار الأوراق السفلى.

٤- انحناء أنصال الأوراق لأسفل.

٥- ذبول الأوراق.

وتصاحب ذلك كله تغيرات داخلية فى النبات، من أهمها ما يلى:

١- تغيرات فى مستوى الجبريلينات Gibberrellins، والسيتوكينينات Cytokinins.

٢- زيادة مستوى الإثيلين بالنبات؛ وهو المسئول عن حالة ميل أنصال الأوراق لأسفل، وقد يكون له علاقة بنمو الجذور العرضية أيضًا.

٣- زيادة مستوى الإيثانول Ethanol فى النبات.

٤- تراكم البرولين Proline غير البروتينى، بيد أن البرولين يرجع إلى مستواه الطبيعى بعد ١١ يومًا من عودة الرطوبة الأرضية إلى مستواها الطبيعى. ويتناسب تراكم البرولين فى النبات تناسبًا طرديًّا مع ذبول الأوراق فى الأصناف المختلفة، وبذلك يمكن استخدامه كدليل على مدى حساسية الأصناف، أو تحملها للأراضى الغدقة.

وقد أمكن إحداث بعض أعراض التعرض للمستوى المرتفع من الرطوبة الأرضية برَىّ النباتات بمحلول مخفف من الإثيفون. ومن هذه الأعراض: اصفرار الأوراق، وميل أنصالها لأسفل، وضعف نمو الساق، ونمو جذور عرضية، إلا أنه لم يكن فى الإمكان إحداث أى من هذه الأعراض بالمعاملة بالإيثانول (Kuo & Chen ،١٩٨٠ Aloni & Rosenshtein ،١٩٨٢).

إن تَعَّرض نباتات الطماطم لظروف الغدق يؤدى إلى نقص كل من نموها الخضرى، ووزنها الجاف، ومساحة أوراقها، ومحصولها. كذلك تُكَوِّنُ النباتات فى هذه الظروف جذورًا عرضية جديدة تلعب دورًا هامًّا فى زيادة قدرتها على البقاء والاستمرار فى النمو. وقد وجد Poysa وآخرون (١٩٨٧) أن الجذور العرضية التى كونتها النباتات فى ظروف التعرض الدائم للغدق شكّلت ٥٠٪ من نموها الجذرى، بينما كان نمو الجذور العرضية محدودًا فى النباتات التى تعرضت لظروف الغدق بصورة متقطعة.

وقد وجد Basiouny وآخرون (١٩٩٤) أن تعريض نباتات الطماطم لإضاءة منخفضة (٦٠٠ ميكرومول/ م٢ / ثانية من الأشعة النشطة فى عملية البناء الضوئى)، أو لظروف الغدق (شد رطوبى قدره ٠,٠٠١ ميجاباسكال) أدى إلى زيادة محتواها من كل من حامض الأبسيسك، والإثيلين، ونقص محتواها من الكربوهيدرات والكلوروفيل.

وتنتج نباتات الطماطم هرمون الإثيلين لدى تعرضها لمختلف ظروف الشدّ البيئى. وقد تبين أن ظروف غدق التربة — التى يقل معها الأكسجين فى بيئة الجذور تؤدى إلى

زيادة إنتاج المركب 1-aminocyclopropane-1-1carboxylate (اختصارًا ACC) فى الجذور — وهو المركب البادئ للإثيلين — بسبب تحفيز ظروف الغدق لنشاط الإنزيم ACC synthase المسئول عن تكوين الـ ACC. وقد وجد Olson وآخرون (١٩٩٥) أن ظروف الغدق تحفز نشاط الجين Le-acs3 المسئول عن تكوين الإنزيم ACC synthase فى الطماطم.

وقد أدى تعريض نباتات الطماطم لظروف التشبع الرطوبى التام لمدة ٧٢ ساعة إلى زيادة الجهد المائى للأوراق Leaf Water Potential، ومحتواها من البرولين، مع زيادة فى نشاط إنزيم نيتريت ردكيتز Nitrate Rductase، فى حين أدت المعاملة إلى نقص محتوى الأوراق من الكلوروفيل، وذلك مقارنة بمعاملة الشاهد (Dell'Amico وآخرون ١٩٩٤).

وأدى غدق التربة إلى زيادة نشاط الإنزيم 1-aminocyclopropane-1carboxylic acid oxidase (اختصارًا ACC oxidase) فى أعناق أوراق الطماطم، وذلك فى خلال ٦–١٢ ساعة، مع زيادة فى معدل إنتاج الإثيلين إلى مستويات نشطة فسيولوجيًا (English وآخرون ١٩٩٥).

كما أدى تعرض الطماطم لظروف الغدق إلى زيادة التسرب الأيونى منها، وكذلك زيادة أكسدة الدهون ومحتوى الأنسجة من فوق أكسيد الأيدروجين، بينما انخفض المحتوى الكلوروفيلى للأوراق. وقد بدا أن شدّ الأكسدة — فى ظروف الغدق — يلعب دورًا جوهريًا فى شيخوخة الأوراق (Ahsan وآخرون ٢٠٠٧).

البسلة

يؤدى تعرض نباتات البسلة لظروف الغدق إلى زيادة محتواها من حامض الأبسيسيك ABA بمقدار ٨ أضعاف، ويحدث ذلك نتيجة لذبول الأوراق المسنة فى هذه الظروف، كما أن حامض الأبسيسيك الذى تنتجه الأوراق المسنة فى هذه الظروف ربما

يعمل على حماية الأوراق الحديثة من الذبول (Zhang & Zhang ١٩٩٤).

اللوبيا

توجد اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات اللوبيا فى قدرة نباتاتها على تحمل غدق التربة، علمًا بأن السلالات الأكثر تحملاً لاستمرار زيادة الرطوبة الأرضية تكون أكثر قدرة على إنتاج الجذور الثانوية، وتزداد فى جذورها الخلايا البرانشيمية ذات المسافات البينية الوسعة (الـ aerenchyma) التى تزيد من سرعة حركة الغازات فى أنسجة الجذر (Teakele & McDavid ١٩٩٤).

وقد أوضح Umaharan وآخرون (١٩٩٧) أن تعريض نباتات اللوبيا لفترات قصيرة من الغدق أثر سلبيًّا — بدرجة عالية — على النمو الخضرى والمحصول عندما كان التعرض للغدق قبل مرحلة الإزهار؛ أما بعد ذلك.. فإن التعرض للغدق أثر سلبيًّا على المحصول فقط، وقد اختلفت الأصناف فى مدى تأثرها بالغدق وتحملها له.

الأسبرجس

يؤدى غدق التربة إلى عدم توفر الأكسجين للأنسجة الإنشائية (الميرستيمية) فى البراعم التى توجد بالتاج، وفى القمم النامية للجذور، مما يؤدى إلى موت تلك الأنسجة، حيث تموت تلك الأكثر حساسية لنقص الأكسجين أولاً — وهى عناقيد البراعم — ثم القمم النامية للجذور، وأخيرًا البراعم الكامنة latent buds التى توجد بالريزوم.

مراجع فى غدق التربة وتأثيراته

- Jackson (٢٠٠٧): مرجع فى تأثير غدق التربة على النباتات.
- Parent وآخرون (٢٠٠٨): الاستجابات النباتية لغدق التربة.