إجهاد العناصر الغذائية NUTRIENT STRESS:

ليس جميع المشاكل التي تواجه النبات سببها الحشرات والأمراض ، بعض الأحيان تعاني النبات من نقص أو زيادة مفرطة للعناصر الغذائية ، الأرض الغدقة التي تسبب توقف نمو النبات ، الحرارة أو البرودة المفرطة وتأثيرها على التزهير وعقد الثمار ، الزيادة بالتسميد التي تسبب التحرق في أوراق النبات. العناصر الغذائية أساسية لنمو وتطور النبات، إن التقدم الحاصل في المعرفة عن ظاهرة النمو هو في آلية امتصاص الأيونات، الدور الحساس للمعادن في العمليات الأساسية على مستوى الخلوي والجزيئي أثار حالة التغذية المعدنية للنبات كفرع مستقل عن بيولوجيا النبات. التحليل الكيميائي للنباتات أوضح تكرار ظهور 60 عنصر في مختلف أنسجة النبات رغم انه فقط 17 عنصر كانت أساسية للنمو والتمثيل الغذائي. تلك السبعة عشر عنصر صنفت ضمن مجموعتين اعتمادا على التركيز الذي يحتاجه النبات و شخصت كعناصر كبرى وصغرى. من الناحية المثالية التصنيف يجب ان يكون على أساس التركيب البايولوجي والوظيفة الأيضية.

العناصر الكبرى مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والمتوسطة مثل المغنيسيوم والكالسيوم والكبريت والصغرى مثل البورون و النحاس و الحديد و المولبدينيم والزنك كل هذه العناصر يأخذها النبات عن طريق المجموع الجذري ويحتاج النبات لكي يمتصها وينقلها بين أجزاءه إلى الماء أولاً ثم ال pH و ال EC المناسب ثانياً.

إجهاد العناصر الغذائية ظاهرة معقدة، قد ينتج أما بسبب مستويات منخفضة من جاهزية العنصر أو بوجود فائض في التركيز. في بعض الحالات وجود احد العناصر بتراكيز مفرطة ربما يكون حافزا لنقصان عنصر آخر. أعراض النقص المرئية بالعين المجردة أعطت أسس قيمة لتقييم الحالة الغذائية للنبات. أعراض النقص هي نتيجة لاضطرابات الأيض في مراحل مختلفة من نمو النبات وهي تختلف من نوع إلى آخر ومن عنصر لأخر لكن عموما الأعراض هي اصفرار الأوراق، لون اخضر اغمق من الطبيعي، نخر في الأوراق والتفافها. كذلك الحال بالنسبة للتسمم بسبب ارتفاع تراكيز المعادن الثقيلة ولكل عنصر يظهر أعراض تسمم تختلف عن الآخر. عمليات إدارة التربة والبيئة قد تسبب أما نقص أو فائض في مستويات المغذيات للنبات.

اكتشاف أداء الجين تحت الإجهاد الغذائي أو تحمل تراكم تراكيز عالية من العناصر السامة اصبح حافز كبير للبحث. إجهادات العناصر الغذائية عادة تكون مصاحبة لعوامل أخرى مثل الجفاف والذي يقلل أصلاً من قابلية انتقال العناصر.

استجابة النباتات لإجهاد العناصر الغذائية يجعلها على الفور تزيد من معدل استحواذ المواد الغذائية خارج منطقة الاستنزاف حول الجذور. جهود البحث موجهة لفهم جينات نباتات أنواع المحاصيل كذلك جينات الأحياء المايكروبية في التربة حول النبات ، على سبيل المثال ما يعرف بالجذيرات الفطرية في الذرة الصفراء من نوع أربوسكلر (Arbuscular Mycorrhizae) اختصارا AM تجهز الذرة الصفراء بالعناصر الغذائية الثابتة غير المتحركة في عملية تبادل لخفض الكاربون، عملية تكافل الـ AM في الذرة الصفراء تزيد تحمل الإجهاد الغذائي أضافة إلى إجهاد الجفاف وإجهادات لاحيوية أخرى ؛ تأثيرات أخرى مشابه لوحظت في نبات الطماطة.

ال AM قد تؤثر على مجموعة من العمليات الفسيولوجية داخل النبات من ضمنها الإيصالية المائية، امتصاص الماء، تعمق الجذور ، الاستحواذ على العناصر وأيض النبات. على أي حال، أن اكتشاف الجينات المؤثرة في حصول مثل هذه التكافلات هو على الأقل اكتشاف غير مباشر للجينات المشاركة في تحمل الإجهاد. يكون التكافل في النبات تحت سيطرة وراثي كما أظهرت حقيقة تأثير تكافل AM على الذرة الصفراء يتباين على أساس اختلاف التركيب الوراثي.

تفاصيل حول كون جينات النباتات مشتركة في تحمل الإجهاد بواسطة AM تأتي من دراسة الاستجابة الفسلجية عن كثب، على سبيل المثال ؛ بالإضافة إلى زيادة تحمل الجفاف تساعد تكافل AM في الذرة الصفراء في زيادة التحمل للإجهاد الملحي بزيادة تراكم السكريات الذائبة في الجذور والتي يتغذى عليها المتكافل Mycorrhizae ويغير الضغط الازموزي داخل النظام الجذري. بالإضافة لسيطرة الجينات لهرمونات تكافل AM المستوطنة للنبات، فأن الجينات الوسيطة للإشارة بين النبات والمتكافل والمسيطرة على العمليات الفسلجية المتغيرة نتيجة التكافل هي كلها جينات مهمة محتملة لتحسين تحمل الإجهاد.

إن تحمل إجهاد العناصر الغذائية درس غالبا وبشكل سهل باستخدام نضام الزراعة المائية والذي ثبت انه الأفضل في الكشف عن الجينات مثال ذلك دراسة أجريت على محصول فول الصويا لتحمل المستويات المنخفضة من الحديد وشحوب اللون الأخضر للأوراق الذي يحفزه نقصان الحديد وجد أنه حتى بعد إعادة النباتات إلى الوسط الغذائي بمستويات كافية من الحديد وجد إن أربعة cDNAs بقيت تحت مستوى التعبير وغير فعالة وهذا ما أكدته نتائج الفحص باستخدام real-time PCR.

من الناحية الفسلجية عادة ما تظهر أعراض النقص على شكل تشوه أو تغير في لون الأوراق لكن غالباً ما تكون جميع الأعراض متشابهة ويصعب تميزها حتى على المختصين في تغذية النبات كما من

الضروري التعرف على أعراض المرضية للنبات في كل من الحالات التالية : لكن يمكن اجمالها بما يلي:

1 – النايتروجين Nitrogen (N): النايتروجين هو واحد من العناصر المهمة الشائعة وهو مكون للأحماض الأمينية، البروتينات، الأحماض النووية، الكلوروفيل والعديد من نواتج الأيض الأساسية لبقاء النبات. اهم أعراض نقص النتروجين هو الاصفرار الذي يبدو على الأوراق القديمة التي تكون في اسفل النبات أيضا تبدو الأوراق محتفظة باللون الأخضر لكن بدرجة شاحبة ويكون نمو النبات بطئ . العديد من الجينات مرتبطة بتحفيز نواقل النترات التي تعتبر من اكثر مصادر النايتروجين توفرا للنبات. العديد من الجينات المشتركة في امتصاص النايتروجين وأيضه شخصت وظائفها ، في الأرابيدوبسس هناك ثلاث عوائل شخصت من نواقل النترات منها NRT1, NRT2 and CLC و NRT1,7 53 . عائلة جين NRT2 صنفت إنها نواقل عالية الألفة للنترات في حين NRT1 صنفت إنها نواقل منخفضة الألفة. كما شخصت في الأرابيدوبسس جينات الـAAP الثمانية (AAP1, AAP2, AAp6, and AAP8) صنفت على إنها متحكمة في الاستجابة لنقل الأمونيا.

العلاج: يمكن إضافة أي مركب كيميائي يحو على النتروجين أهمها اليوريا ، يمكن تحضير محلول مائي من هذه المادة لكن عدم الإفراط في إعطائها للنبات .

2 - الفسفور Phosphorus (P): اهم أعراض نقص الفسفور هو الأوراق تكون صغيرة بالحجم وتلون الأوراق إلى اللون الأحمر أو الأرجواني ،يظهر آثار التحرق على حواف النهائية للأوراق والأوراق القديمة تكون بلون اسود ويقل انتج النبات من البذور أو الثمار . الجينات المشخصة كاستجابة لنقص الفسفور صنفت ضمن مجموعتين هما الجينات "المبكرة" التي تستجيب بسرعة كبيرة، ومجموعة الجينات "المتأخرة" وهي التي تغيير المظهر الخارجي والأيض في النباتات كاستجابة لنقص الفسفور طويل الأمد. في الأرابيدوبسس والكلاميدوميناس شخصت طفرات في الجينات CrPSR1 والجين AtPHR1 على التوالي وجد إنها تؤثر في روابط الـ DNA والتي تتأثر استجابة لجاهزية عنصر الفسفور مؤثرة على تسلسل بعض القواعد.

العلاج: يوجد العديد من المركبات التي تضاف إلى النبات مثل MAP و DAP أو الحبيبات الخضراء.

3 – البوتاسيوم Potassium (K): اهم أعراض نقص هذا العنصر ، يبدو على حواف الأوراق القديمة آثار التحرق أو حدوث اصفرار في المنطقة المحصورة بين العرق الوسطي والعروق الجانبية في الورقة. جينات مثل TaAKT1 and AtCHX1 وجد إنها تحفز نتيجة لنقص البوتاسيوم.

العلاج: يمكن إضافة المركبات التي تحوي كلمة Potassium أو Potash .

4 – الكالسيوم Calcium (Ca): اهم أعراض نقص هذا العنصر، تبدو الأوراق الجديدة مشوهة تشبه شكل الخطاف (الصنارة)، موت القمة النامية، تعفن القمة.

العلاج : يمكن إضافة المركبات التي تحوي كلمة Caliciuim أو إضافة مادة الجبس .

5- المغنيسيوم Magnesium (Mg): اهم أعراض نقص هذا العنصر ، تظهر على الأوراق القديمة علامات الاصفرار والشحوب بعض الأحيان فقط في الحواف للأوراق أما على الأوراق الحديثة فتظهر عليها تبادل في البقع الخضراء مع البقع الصفراء الباهتة .

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة Magnesium .

6 – الكبريت Sulfur (S): اهم أعراض نقص هذا العنصر ، النموات الحديثة يبدو عليها الشحوب والاصفرار، الأوراق القديمة تبقى خضراء ، توقف في نمو النبات.

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة Sulfate.

7 - البورون Boron (B): ضعف في نمو الساق والمجموع الجذري موت البراعم والنموات الحديثة، أعراض مكنسة الساحرة Witch brooms. في نبات Brassica napus vr. Napobrassica قد يعرف باللفت وجد ان نقص البورون يسبب انخفاض في التعبير الجيني لجين تحمل البرودة BN115

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة borax أو borats .

8 – النحاس Copper (Cu): اهم الأعراض هي توقف نمو النبات الأوراق تكون حوافها متعرجة أو منحنية أو قد تسقط البذور تكون متعرجة او مشوهة.

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة copper أو curprous أو cupric.

9 - المنغنيز Maganese (Mn): اهم أعراض نقص هذا العنصر، تباطأ بالنمو، الأوراق الحديثة يبدو عليها الاصفرار و الشحوب، حدوث اصفرار بين العروق ويتطور إلى إلى مناطق مسودة ميتة، صغر في حجم الأوراق والثمار فشل في عملية التزهير.

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة Manganous أو Manganese .

10 - الموليبدينيم (Mo) Molybdenum: اهم أعراض نقص هذا العنصر، الأوراق القديمة يبدو عليها الشحوب والاصفرار والأوراق الحديثة تكون صغيرة بالحجم و مشوهة. وجد أن هذا العنصر

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة Molybdate أو Molybdic.

11- **الزنك (Zn) Zinc:** اهم أعراض نقص هذا العنصر، اصفرار ما بين العروق في الأوراق الحديثة والأوراق والنموات الحديثة تظهر عليها حالة التورد Rosette .غالبا ما يزداد النقص في الأراضي القلوية.

العلاج: إضافة مركب كيميائي يحوي على كلمة Zinc.

أمثله لبعض الجينات المرتبطة بالتغذية في نباتات المحاصيل:

استجابات مختلفة تحصل في النبات لعدد كبير من الجينات كاستجابة لنقص العناصر الغذائية أو سميتها ولكن القليل منها حددت وظائفها. في فول الصويا في السلالة الحساسة لنقص عنصر الحديد استخدم فايروس التبرقش في الفول (BPMV .. Bean pod mottle virus) استخدم لإسكات جين تضاعف البروتين REPLICATION PROTEIN A (GmRPA3) gene . النباتات المتعرضة للإسكات كانت استجابتها لنقص الحديد بظهور أوراقها صغيرة وقصر السلاميات مع زيادة في نسبة الكلوروفيل بشكل ملحوظ غير إن تلك النباتات فشلت في الاستجابة لزيادة عنصر الجديد مرة أخرى مما اقترح أن دور الجين GmRPA3 هو التحكم في الاستجابة لعنصر الحديد. في نبات البزاليا إسكات الجين PsSym19 اثر تطور الحويصلات في الجذور وعلى استجابة النبات لعنصر الفوسفات. بشكل مماثل اثر إسكات الجين الناقل Pi (PsPT4) قلل من امتصاص الفوسفات مما يوضح أهميته في أيض الفوسفات في نبات البزاليا.

المصادر:

أبو ضاحي، يوسف محمد و مؤيد احمد اليونس. 1988.دليل تغذية النبات. وازرة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

صقر، محب طه.2006. أساسيات كيموحيوية وفسيولوجية النبات. كلية الزراعة-جامعة المنصورة. مصر. ع ص230.

النعيمي، سعدالله نجم عبدالله. 1990. الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل-العراق.

ياسين، بسام طه. 2001. أساسيات فسيولوجيا النيات. كلية العلوم. جامعة قطر.ع ص 634.