الفصل الخامس

حصول النبات على غذائه

معلـوم أن الإنسـان يحصل على غذائه مـن النباتات أو من الحيوانـات التي تتغذى أيضًا على النباتات، ولكن كيف يحصل النبات على غذائه؟

يأخذ النبـات غذائه، أو بمعنى أصح يأخذ النبات احتياجاته من العناصر الغذائية اللازمة والضرورية لحياته من ثلاثة مصادر هي: الهواء، والماء، والتربة.

ومعلـوم أن أهـم خصائـص الحيـاة قـدرة الخليـة الحيـة عـلى امتصـاص العناصر الضروريـة لحياتها مـن البيئة المحيطة بها واسـتخدامها في تخليق مواد الخلية أو اسـتعمالها كمصـدر للطاقـة، وعند تحليل النباتات الخضراء نجد أنهـا تحتوي على حوالي ٧٠-٩٠٪ مـن وزنها ماء، ومـن ١٠-٣٠٪ ن وزنها مادة جافة وتتكون المادة الجافة في المتوسـط من ٩٠٪ من المواد العضوية، ومن ١٠٪ من المواد غير العضوية أو المعدنية (الرماد).

وأهـم المواد العضوية الكربوهيدرات والدهون وأسـاس تركيبها عناصر الكربون والأوكسـجين والأيدروجـين، والمـواد البروتينيـة والتـي يدخـل في تركيبهـا إلى جانب العناصر الثلاث السابقة عناصر النيتروجين والفوسفور والكبريت.

ولقد أظهر التحليل الكيميائي للمادة النباتية الجافة احتوائها على حوالي ٩٠ عنصرًا، ومـن بـين هذه العناصر وُجـد أن ١٦ عنصرًا فقط أساسـية لحياة النبـات، وهي ما يُطلق عليها اسـم العناصر الغذائيـة الضرورية لحياة النبـات (Essential elements)، ويعتبر العنصر الغذائي ضروري للنبات إذا توافرت فيه الشروط الآتية:

١- في حالة غياب العنصر فإن النبات لا يستطيع أن يستكمل دورة حياته الخضرية أو الثمرية.

٢- لا يمكن استبدال هذا العنصر بعنصر آخر يحل محله في تغذية النبات.

٣- أن يكون للعنصر أثر مباشر في تغذية النبات.

٤- أن يدخل العنصر في تركيب أحد المركبات الهامة أو يساعد في تكوين مثل هذه المركبات في عدد كبير من النباتات.

٥- أن يؤدي العنصر دورًا أساسيًا في واحدة أو أكثر من العمليات الحيوية الأساسية داخل النبات لعدد كبير من النباتات المختلفة. والعناصر الغذائية الضرورية للنبات يبلغ عددها ١٦ عنصرًا وهي:

(أ) الكربون (C)- الأوكسجين (O)- الأيدروجين (H)، فالأوكسجين والذي يكون نحو ٤٠٪ من المادة الجافة للنبات والأيدروجين الذي يكون نحوه ٥ , ٤٪ منها ويحصل النبات على حاجته منهما أساسًا من الماء الذي يمتصه النبات بصورة أساسية من التربة عن طريق الجذور، ويدخل هذان العنصران في تكوين الكربوهيدرات والبروتينات وغيرها من مكونات النبات، والكربون الذي يمثل نحو ٥٠٪ من وزن المركبات العضوية في النبات يحصل عليه النبات من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الموجود بالهواء الجوي، كما يمتص النبات جزءًا صغيرًا نسبيًا على صورة بيكربونات (HCO_3) خلال الجذور، ولكن هذا الجزء قليل الأهمية بالنسبة لما يأخذه النبات من الجو بطريق التمثيل الكلوروفيلي (التمثيل الضوئي).

(ب) النيتروجين (N)- الفوسفور (P)- الكبريت (S)- البوتاسيوم (K)- الكالسيوم (Ca)- الماغنسيوم (Mg)- الحديد (Fe)- المنجنيز (Mn)- الزنك (Zn)- النحاس (Cu)- البورون (B)- المولبدنيوم (Mo)- الكلور (Cl)، وهذه العناصر يأخذها النبات من التربة عن طريق الجذور، ولذا يُطلق عليها العناصر الغذائية الأرضية.

ويتم تقسيم العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لنمو النبات على حسب الكمية التي يأخذها النبات من العنصر الغذائي إلى مجموعتين هما:

١- عناصر غذائية كبرى (Macroelements) أو المغذيات الكبرى (Macronutrients)، وهي التي يحتاجها النبات بكمية كبيرة، وتشمل الكربون- الأوكسجين- الأيدروجين- النيتروجين- الفوسفور- الكبريت- البوتاسيوم- الكالسيوم- الماغنيسوم.

٢- عناصر غذائية صغرى (Microelements)، أو المغذيات الصغرى (Micronutrients)، وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات صغيرة جدًا، وتشمل عناصر: الحديد- المنجنيز- النحاس- الزنك- البورون- المولبدنيوم- الكلور.

والفرق بين المغذيات الكبرى والمغذيات الصغرى ليس في الأهمية ولكن في الكمية التي يأخذها النبات منها، وفرق آخر هو في المدى بين التركيز الممتص من العنصر والحد السام منه، ففي المغذيات الصغرى يكون المدى ضيق جدًا (أجزاء من المليون) بين الحد الضروري والحد السام من العنصر، أما في حالة المغذيات الكبرى فإن النبات يمتص كميات كبيرة منها دون حدوث أي سمية.

وبالنسبة لصور المغذيات التي يمتصها النبات، فإن النبات يمتص أغلب العناصر الغذائية في صورة أيونية (كايتونات موجبة أو أنيونات سالبة)، أو في صورة جزئيات كاملة مثل امتصاص النبات للكربون في صورة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وامتصاص الأوكسجين والأيدروجين في صورة جزئيات ماء (H_2O)، وأيضًا امتصاص بعض النتروجين في صورة أحماض أمينية أو أميدات بسيطة، مع العلم أن أغلب النيتروجين يمتصه النبات في صورة كايتون الأمونيوم (NH_4) أو أنيون النترات (NO_3)، وامتصاص عناصر البوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والمنجنيز والحديد والنحاس والزنك يكون في صورة كايتون كل عنصر منها، ويمتص النبات عناصر الكبريت والفوسفور والبورون والمولبدنيوم في صورة أينونات الكبريتات والفوسفات والبورات والمولبدات على التوالي، ويأخذ النبات عنصر الكلور في صورة أنيون الكلوريد.

والتربة هي المهد الطبيعي الذي تنمو فيه وعليه النباتات، ويتوقف نمو النبات وانتاجه لمحصول جيد على ثلاثة عوامل أساسية هي:

١- عوامل وراثية خاصة بالنبات.

٢- عوامل مناخية، مثل درجة الحرارة والرياح والرطوبة النسبية والطاقة الاشعاعية للشمس، وغيرها.

٣- عوامل أرضية ويطلق عليها أيضًا عوامل خصب التربة، مثل توافر العناصر الغذائية، والماء الميسر، وهواء التربة، وخلو التربة من المواد الضارة أو السامة، والبناء الجيد الثابت للتربة، ويمكن أيضًا القول أن نمو النباتات وتطورها خلال موسم النمو يتوقف عن مجموعتين من العوامل، هما:

(أ) عوامل داخلية: تتوقف على العمليات الفسيولوجية التي تجرى داخل خلايا النبات.

(ب) عوامل خارجية، وهذه العوامل تشمل:

١- الضوء. ٢- السند الميكانيكي للنبات.

٣- الحرارة. ٤- الهواء.

٥- الماء. ٦- العناصر الغذائية.

وتقوم التربة بدور جزئي أو كلي في تقديم هذه العوامل، فيما عدا الضوء الذي يستمده النبات من الشمس.

وتتوقف عملية امتصاص النبات للعناصر الغذائية على عدة عوامل يجب توافرها، وتتلخص فيما يلي:

openkandi.com

١ – يجب أن تكون الأملاح المحتوية على العنصر ذائبة وفي تركيز مخفف جدًا، حيث زيادة التركيز تسبب أضرار قد تصل لحد قتل الخلايا الحية نتيجة البلزمة.

٢ – يجب أن تكون العناصر بنسب متوافقة بالنسبة لبعضها البعض، ويعبر عن هذا التوافق بما يُطلق عليه توازن العناصر.

٣ – أن يكون تأثير الوسط من ناحية الحموضة والقلوية ملائمًا لعملية الامتصاص، ويتوقف ذلك على حساسية النبات للحموضة والقلوية وعلى درجة ذوبان المركبات المحتوية على العناصر المختلفة.

٤ – لابد من وجود الأوكسجين في الوسط الذي ينمو فيه المجموع الجذري، حيث يتجدد هواء التربة بواسطة الهواء الجوي، والأوكسجين ضروري لتنفس الجذور.

أما بالنسبة للأعضاء النباتية التي تقوم بامتصاص العناصر الغذائية فهي:

١ – الأوراق. ٢ – الجذور.

حيث يمتص النبات حاجته من العناصر الغذائية إما في صورة غاز أو سائل، كما يلي:

١- دور الأوراق في تغذية النبات:

يمتص النبات ثاني أوكسيد الكربون والأوكسجين والماء وكل ما هو ذائب فيه عن طريق الأوراق، وذلك عن طريق وخلال فتحات الثغور (Stomates)، وكذلك المسافات البينية الضيقة، ومعروف أن الثغور على السطح العلوي للأوراق أقل عددًا منها على السطح السفلي بالنسبة لكل ملليمتر مربع، ويتحكم في فتح وغلق الثغور الخلايا الحارسة المحيطة بها، وتحتوي النباتات الخضراء على صبغة اليخضور أو ما تسمى بالكلوروفيل (Chlorophile)، وهي التي تمكن النباتات من استخدام الطاقة الشمسية أو الضوئية وتحويلها إى طاقة كيميائية تساعد في إتمام عملية التمثيل أو البناء الضوئي

(Photosynthisis)، وفيها يتم اتحاد الماء مع ثاني أكسيد الكربون لتخليق السكريات البسيطة، كما بالمعادلة التالية:

$$6CO_2+6H_2O+energy \qquad C_6H_{12}O_6+6O_2$$

وبذلك تمد النباتات الخضراء الوسط المحيط بها بالأكسجين.

ومن السكريات التي تتخلق في هذه العملية يتكون السيليولوز والمواد المعقدة الأخرى التي تدخل في مكونات المادة الجافة للنبات وذلك بمساعدة العناصر المعدنية التي يمتصها النبات عن طريق الجذور، ومصدر الطاقة في عملية التمثيل الضوئي هو الطاقة الشمسية، والجزء المستعمل من الطاقة الشمسية بواسطة النباتات في عملية تمثيل ثاني أكسيد الكربون يبلغ فقط ١ , ٠٪ من مجموع الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض، وبعملية التمثيل الضوئي تنتقل عناصر الكربون والأكسجين والأيدروجين من الجو إلى النبات.

وعملية التمثيل الضوئي هي العملية الأساسية لكل أنواع الحياة على وجه الأرض، فمنها يحصل النبات على جزء من غذائه ثم يتغذى الإنسان والحيوانات على النبات، وكما هو واضح من المعادلة السابقة فإنه ينتج غاز الأكسجين الضروري لتنفس جميع الأحياء.

وأثناء تنفس النباتات تتأكسد الكربوهيدرات إلى بخار ماء وثاني أكسيد كربون مرة أخرى، وينتج طاقة كما في المعادلة التالية:

$$COOH+O_2 \qquad CO_2+H_2O+energy$$

٢- دور الجذور في تغذية النبات:

يمتص النبات العناصر الغذائية اللازمة لنموه عن طريق الجذور من محلول التربة، وهذا هو الطريق العادي لحصول النبات على العناصر الضرورية لحياته، فكما أوضحنا

obeikandl.com

من قبل فإنه هناك ١٦ عنصرًا ضروريًا للنبات، يأخذ منها ثلاثة فقط عن طريق الأوراق وهي الكربون والأكسجين والأيدروجين.

وعملية حصول النبات على حاجته من العناصر الغذائية من محلول التربة عن طريق الجذور تتم في أربع خطوات هي:

١ - تحول العنصر من الطور الصلب (أو انطلاقه) إلى الطور السائل في محلول التربة، ويتم ذلك بالطرق التالية:

(أ) **التبادل**: حيث تحمل جذور النبات أيونات الأيدروجين في صورة متبادلة على سطوحها، وكذلك تفرز الجذور غاز ثاني أكسيد الكربون كنتيجة لعملية التنفس ويذوب هذا الغاز مكونًا حمض كربونيك الذي يتأين في محلول التربة إلى أيونات أيدروجين موجبة الشحنة وأيونات بيكربونات سالبة الشحنة، ثم يحدث تبادل بين أيونات الأيدروجين من محلول التربة وبين العنصر المدمص على سطوح الطين الغروي، ويخرج العنصر في صورة أيونية ويحدث تبادل بينه وبين أيونات الأيدروجين المدمصة على سطح الجذور، أو يتحد العنصر مع أيونات البيكربونات مكونًا بيكربونات العنصر التي تدخل إلى الجذور مباشرة.

(ب) **الإذابة**: وهي تمثل قدرة الصورة الصلبة من نظام التربة على امداد محلول التربة بالعناصر الغذائية، ومعدل هذا التحول ثابت ومميز لكل تربة، ويزداد هذا التحول بزيادة درجة الحرارة وزيادة نسبة وجود ثاني أكسيد الكربون في هواء التربة، والذي يتحول إلى حمض كربونيك يزيد من ذوبان العناصر من معادن التربة.

(جـ) **الخلب أو التقييد**: حيث تفرز جذور النباتات مركبات معقدة (مخلبية) تنتشر في محلول التربة حتى تصل إلى المركبات غير الذائبة المحيطة بالجذور، فترتبط مع العناصر وتعود مرة ثانية بالانتشار إلى جذور النبات.

٢- تحرك العنصر من محلول التربة إلى جذر النبات، ويتم ذلك بثلاث وسائل هي:

(أ) الاعتراض الجذري، وفي هذه الطريقة يتحرك الجذر بنفسه باحثًا عن العنصر اللازم له ويعترض العناصر الغذائية الموجودة في محلول التربة حتى تقترب من الجذر ثم يتم امتصاصها.

(ب) التدفق الكتلي، حيث تنتقل العناصر إلى سطوح الجذور بواسطة النقل مع الماء، ويتحرك الماء في التربة نحو الجذور نتيجة الجذب المستمر له الناتج عن امتصاصه بواسطة الجذور، ويتأثر هذا الانتقال للماء والعناصر الغذائية المحمولة معه بنفاذية التربة للماء وكذلك بدرجة الحرارة حيث تؤثر الأخيرة في لزوجة الماء.

(جـ) الانتشار: فعندما تمتص جذور النبات العناصر فإن تركيزها قرب الجذر يكون منخفضًا عنه في الأماكن البعيدة من الجذور مما ينشأ عنه تدرج في تركيز هذه العناصر، ويؤدي ذلك لانتقالها حسب قوانين الانتشار من مناطق التركيز المرتفع إلى مناطق التركيز المنخفض قرب الجذر، أي أن العناصر تنتقل إلى سطح الجذر نتيجة للفرق في التركيز وليس نتيجة لحركة الماء في التربة.

٣- امتصاص الجذور للعناصر ، يتم انتقال العناصر داخل الجذر بواحد أو أكثر من الطرق التالية:

(أ) الانتشار البسيط، حيث تنتشر الأيونات انتشارًا حرًا من المحلول المحيط بخلايا سطح الجذر حيث يرتفع تركيز الأيون إلى الطبقة الخارجية من السيتوبلازم حيث يقل التركيز، والانتقال بهذه الطريقة غير مرتبط بعمليات البناء والهدم أو الأيض في النبات (metabolism)، ولذلك يطلق على هذا النوع من الامتصاص «الامتصاص السلبي».

(ب) الامتصاص النشط، ويتم بواسط جزئيات حاملة (Carrier) توجد في سيتوبلازم الخلايا يمكنها أن تمسك أو تتحد بالأيونات في منطقة ماقرب السطح

الخارجي للخلية ثم يتم الانتقال خلال السيتوبلازم في اتجاه الداخل نحو الفجوة العصارية حيث تنفصل الأيونات هناك نتيجة تفاعل كيماوي، وتتميز عملية الانتقال النشط بأنها تلازم عمليات التمثيل الحيوي بالخلايا، وأن الأيونات تتحول أثناءها إلى صورة غير قابلة للتبادل، كما أنها عملية اختيارية تستطيع فيها الجذور تفضيل نوع من الأيونات على نوع آخر.

(جـ) الامتصاص التبادي، وتعتبر فيها سطوح جذور النباتات سطوح فعالة ونشطة لها خاصية تبادل القواعد، والأيونات المتبادلة في هذه الحالة لا يمكنها الرجوع ثانية خارج الجذر.

٤ – انتقال العناصر الغذائية من جذر النبات إلى المجموع الخضري للنبات والذي يضمن استمرار هذه العملية هو الفقد المستمر للماء بواسطة النتح من ثغور الأوراق، وبذلك يستمر خيط متصل من عمود الماء عبر الأوعية الناقلة من الجذر إلى باقي أجزاء المجموع الخضري.

وبالنسبة لتأثير العناصر الغذائية في التربة على نمو النباتات فإنها تؤثر على العمليات التالية:

١ – معدل نمو النبات، ويقصد به مقدار النمو لكل وحدة زمن، ويأخذ شكل حرف S حيث تنقسم حياة النبات إلى ثلاثة مراحل في الأولى يكون معدل النمو بطيء وذلك في مرحلة الأنبات ونمو البادرات، وفي الثانية يزداد معدل النمو زيادة كبيرة وتشمل هذه المرحلة مرحلة استطالة الساق وفترة التزهير والمرحلة الأولى للنمو الثمري، أما المرحلة الأخيرة، فهي مرحلة أواخر عمر النبات وفيها ينخفض معدل النمو مرة أخرى وتستمر هذه المرحلة حتى نضج المحصول.

ويمتص النبات كل أو معظم احتياجاته من العناصر الغذائية خلال المرحلة الثانية (مرحلة النمو الأعظم).

٢- طبيعة نمو النبات بمعنى شكله، وطريقة تفريعه، وامتداد الجذور، ومكان تكوين الأزهار والثمار، وتؤثر كفاية العناصر الغذائية من عدمه على طبيعة نمو النبات.

٣- التركيب الكيميائي للنبات، ويختلف التركيب الكيميائي للنبات باختلاف كمية العنصر الغذائي في التربة، وعمر النبات، ونوع النسيج النباتي، بالإضافة إلى العوامل الوراثية.

٤- محصول النبات (Yield): تؤثر وفرة العناصر الغذائية في التربة تأثيرًا كبيرًا على محصول النبات، ويختلف هذا التأثير باختلاف العنصر، وبصفة عامة فإن زيادة المحصول بزيادة العنصر الغذائي يتبع قانون العائد المتناقص، حتى نصل إلى حد لا يكون فيه أي تأثير للعنصر المضاف على زيادة المحصول.

obeikandl.com