قسم علوم التربة والموارد المائية

المرحلة الرابعة

تغذية النبات العملي

م.م بحار علاء مجيد

م. د. منتظر حمادي البديري

المصادر:-

ابو ضاحي، يوسف محمد. 1989. تغذية النبات العملي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة بغداد/ كلية الزراعة.

المقدمة

يختص علم تغذية النبات Edaphology بدراسة جميع العمليات التي لها علاقة بكيفية حصول النبات على ما يحتاج اليه من العناصر المعدنية المختلفة وطريقة امتصاصها وكيفية تتبع دخولها من اوساط نمو النبات وهي محلول التربة او المحاليل المغذية والجو، وحتى تصل الى داخل السايتوبلازم والفجوة العصارية. وكذلك دراسة الفرضيات والنظريات المتعلقة بامتصاصها بالإضافة الى دراسة العوامل المختلفة التي تؤثر في تيسر هذه العناصر في التربة وامتصاصها بواسطة جذور النبات وتشخيص اعراض نقصها او السمية بها وكيفية معالجتها. كما يهتم علم تغذية النبات بمعرفة الوظائف الفسيولوجية المختلفة للعناصر المعدنية وتوضيح دورها في حياة النبات، كما يهتم بدراسة وتحسين طرق صناعة الاسمدة وخزنها وموعد وكيفية اضافتها.

ان العناصر المعدنية لها دور في مقاومة النباتات او حساسيتها للإصابة بالأمراض والحشرات. ان كل الاشياء الحية مكونة من ذرات العناصر المعدنية، وتعتبر المعادن والصخور والمحيطات والبحار والهواء الجوي هي المصادر الاولية للعناصر المعدنية على الارض.

- **يقال للعنصر المعدني بانه ضروري للنبات اذا ما توفرت فيه الشروط الاتية:-**

1. يجب ان يكون العنصر اساسياً للنمو الطبيعي والتكاثري للنبات، وان اي من الظاهرتين لا يمكن ان تحدث عند غياب العنصر.
2. ان حاجة النبات لذلك العنصر تكون نوعية ولا يمكن تعويضه بعنصر اخر.
3. يجب ان يكون تأثير العنصر مباشراً داخل النبات ليس فقط كنتيجة لتأثيره على العناصر الاخرى.

وتقسم العناصر الضرورية الى مجموعتين

1. العناصر الغذائية الكبرى Macronutrients

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وهي الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت .

2. العناصر الغذائية الصغرى micronutrients

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات قليلة نسبياً وهي الحديد والمنغنيز والزنك والبورون والنحاس والمولبدنوم والكلور والكوبلت.

3. العناصر المفيدة Beneficial elements

وهي العناصر التي تكون مفيدة لنبات معين ولا يكون لها اي تأثير نافع او مفيد لنبات اخر مثل عنصر السيلكون يكون له تأثير مفيد لنبات الرز في تحمل التراكيز العالية من عنصر المنغنيز في حين لا يوجد له اي تأثير مفيد للنباتات الاخرى .

- وهناك عناصر مثل الكادميوم والرصاص والباريوم والفلور واليود فهي عناصر سامة وضارة جداً للنبات حتى في التراكيز المنخفضة جداً منها، ولا تكون سامة وضارة للنباتات فقط بل للحيوانات التي تتغذى عليها أيضاً او حتى على الانسان .

تقسم العناصر الغذائية الضرورية اعتماداً على وظائفها الفسلجية والحيوية

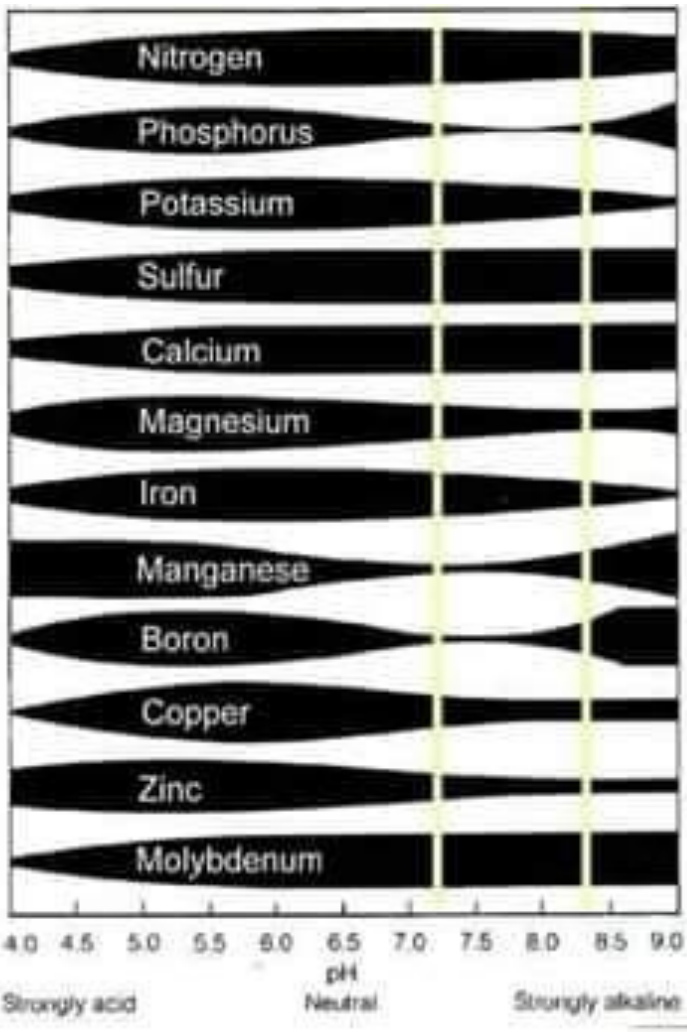
1. وتشمل عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين والكبريت حيث تدخل هذه العناصر في تركيب مادة النبات العضوية وكما تقوم بتنشيط الانزيمات .
2. تشمل عناصر الفسفور والبورون والسيلكون وتشارك هذه العناصر في انتقال الطاقة وتكوين مجاميع الاسترات .
3. وتشمل العناصر البوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والمنغنيز والكلور حيث تلعب هذه العناصر دوراً مهماً في تنظيم الجهد الازموزي للنبات كما وتساهم في عملية تكوين البروتينات والانزيمات.
4. وتشمل العناصر الحديد والنحاس والزنك والمولبيدنيوم حيث تعمل على انتقال الالكترونات اي انها تدخل في عمليات الاكسدة والاختزال التي تحدث داخل النبات .

العوامل التي تؤثر في جاهزية وامتصاص العناصر الغذائية :-

1. درجة تفاعل التربة (pH)

من اهم العوامل التي تؤثر في جاهزية العناصر فمثلا عنصر الفسفور يترسب تحت الظروف الحامضية على شكل فوسفات الالمنيوم والحديد اما تحت الظروف القاعدية يترسب على هيئة فوسفات الكالسيوم الثلاثية وهذه كلها صور معقدة التركيب وغير جاهزة للامتصاص. ان امتصاص صورة النترات (NO_3^-) والصورة الاحادية للفوسفات ($H_2PO_4^-$) يكون افضل وبكفاءة اعلى تحت الظروف الحامضية في حين امتصاص صورة الامونيوم (NH_4^+) والصورة الثنائية للفوسفات ($HPO_4^=$) يكون افضل تحت الظروف القاعدية. بشكل عام وباستثناء عنصر المولبدنيوم فأن جاهزية وامتصاص العناصر الغذائية الصغرى يكون افضل تحت الظروف الحامضية.

م. د. منتظر حمادي البديري



2. المادة العضوية Organic Matter

تؤثر بشكل مباشر على درجة تفاعل التربة حيث ينتج عن تحللها احماض عضوية والتي تؤدي بذلك الى خفض pH بالإضافة الى ذلك فان المادة العضوية تعمل على تحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية، فضلاً عن انها مصدر جيد للعديد من العناصر الغذائية مثل النتروجين والفسفور والكبريت اعتماداً على المصدر النباتي للمادة العضوية فمخلفات النباتات البقولية تكون غنية بعنصر النتروجين في حين ان مخلفات النباتات النجيلية كالحنطة تكون فقيرة بهذا العنصر وحتى انها قد تؤدي الى استنزاف النتروجين. كما وتميل المادة العضوية الى تكوين مركبات مخلبية (Chelate Compounds) مع كتيونات العناصر الغذائية وخاصة الصغرى حيث ترتبط معها المادة العضوية بقوة وتعمل على حمايتها من الترسيب بصورة مركبات معقدة بحيث يعتذر على النبات امتصاصها حيث ان النبات يمتص فقط ايونات العناصر الغذائية والتي تتواجد بصورة حرة في محلول التربة او وسط نمو النبات. ان المركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية تمسك العنصر بأكثر من جهة وتمنع انفراده الى محلول التربة.

3. كاربونات الكالسيوم CaCO3

تؤثر بشكل مباشر على درجة تفاعل التربة، اضافة الى ذلك فأن الكالسيوم يشترك مع المادة العضوية في تكوين البناء الحبيبي الجيد للتربة.

4. نوع التربة Soil Type

ان لنوع التربة تأثير كبير على محتواها من العناصر الغذائية وجاهزيتها، حيث ان نوع التربة يتحكم الى حد كبير في محتوى التربة من الماء والهواء وبالتالي يتحكم في عمليات الاكسدة والاختزال التي تسود فيها Redox Potential فمثلاً تحت الظروف الغدقة اللاهوائية كما في حقول الرز تسود ظروف الاختزال ويتحول المنغنيز الى الصورة الثنائية التكافؤ Mn^{++} وهي الصورة الجاهزة للامتصاص مما قد يؤدي الى حدوث سمية بهذا العنصر. كما فقد يحدث فقد للنتروجين بعملية نزعه Denitrification في مثل هذه الظروف اللاهوائية.

كما ان التربة الطينية المزيجة تكون قدرتها اعلى للاحتفاظ بالماء اي ان سعتها الحقلية اعلى وكذلك تكون لها السعة التبادلية الكتيونية اعلى مقارنة مع الترب الرملية.

5. احياء التربة Soil Microorganisms

لها دور مهم في جاهزية العناصر الغذائية في الترب فمثلاً هي المسؤولة عن عملية النترجة Nitrification والتي يتم فيها تحويل الامونيا NH_3 بواسطة بكتريا Nitrosomonas و Nitrobacter الى نترات، او فقد النتروجين بعملية نزع النتروجين على شكل غاز N_2 تحت الظروف اللاهوائية والذي يحدث لصورة النترات في مثل هذه الظروف. اضافة الى اهمية احياء التربة في تهدم وتحلل المواد العضوية بعملية المعدنة Mineralization وتحرير العناصر الغذائية لتكون جاهزة للامتصاص من قبل النبات.

6. نوع المعدن الطيني السائد في التربة

تختلف معادن الطين في سعتها التبادلية الكتيونية CEC فمعادن الطين من نوع 1:2مثل المونتموريللونيت و الايليت تمتاز بكبر سعتها التبادلية الكاتيونية والتي قد تصل الى عشرات المرات بقدر معادن الطين من نوع 1:1 مثل الكاولنيت كما ان معادن الطين من نوع 1:2 لها القدرة على التمدد بالرطوبة والانكماش في حالة الجفاف وبالتالي فان لها القدرة على تثبيت البوتاسيوم والامونيوم بين رقائقها وبالتالي فأنها تحميها من الفقد بعملية الغسل (leaching) والتي يحدث لهما في الترب التي يسود فيها معادن الطين من نوع 1:1 وغير القادرة على التمدد والانكماش .

7. نوع النبات

تختلف النباتات من حيث طبيعة تكوين مجموعاتها الجذرية كما انها تختلف في مقدرتها على التعمق والتغلغل والتشعب في مقد التربة (Profile) وعموما يمكن القول ان الجذور ذات التمدد الجيد والكثافة الكبيرة يكون لها القدرة الكبيرة على امتصاص العناصر الغذائية .

التركيب الكيميائي للنبات

أولاً:- الماء

هو الوسط العام الذي تحدث فيه جميع الانشطة في خلايا الكائنات الحية، وبالتالي فإنها تعتبر كائنات مائية وان خلاياها تقوم بوظائفها عند توفر الماء، تعيش النباتات المائية مغمورة في الماء اما على اليابسة فأن جذور النباتات هي الموجودة في الوسط المائي والذي يحتوي على ايونات العناصر الغذائية. ان مادة النبات الطرية تحتوي على اكثر من 75% من وزنها ماء.

ان عملية انبات البذور لا تحدث الا بعد تشربها بكمية معينة من الماء والتي تعمل على اضعاف وتمزيق اغلفة البذور الصلبة علاوة على تمكين انزيمات التحلل من ان تقوم بتحليل المواد المخزونة في البذور وتحويلها الى مواد بسيطة تمكن جنين البذرة من الاستفادة منها.

ان الاسباب التي تجعل الماء ليكون هو الوسط السائد على بقية السوائل او الغازات او المواد الصلبة هي :-

1. سيادته او وفرته مقارنة بالسوائل الاخرى.
2. يكون ذو ديناميكية مناسبة لمختلف الانشطة الكيميائية الضرورية للحياة مقارنة مع بقية السوائل او الغازات او المواد الصلبة.
3. يكون كمنظم للحرارة بكفاءة عالية حيث تكتسب او تفقد كميات كبيرة نسبياً من الحرارة لكل غرام واحد من الماء مقارنة ببقية السوائل او الغازات، وهذه الصفة مهمه جداً للكائنات الحية حيث انها تقلل من فقد الماء.
4. ارتفاع الشد السطحي للماء وهذه الصفة مهمه للخلايا حيث تعمل على حفظ جوانبها الرطبة الملاصقة للهواء. كما ان هذه الصفة تقوي تثبيت الاغلفة المائية حول حبيبات التربة وذلك عندما يزداد الماء.
5. الماء افضل المذيبات، حيث ان معظم المواد ذات الاهمية البايلوجية تكون ذائبة في الماء بدرجة كبيرة . وان نمو النباتات يعتمد على الحركة المستمرة والثابتة للعناصر المعدنية خلال الخلايا النباتية او من محلول التربة الى النبات ولا يوجد حتى وقتنا الحاضر اي مذيب اخر غير الماء للقيام بهذه الوظيفة.
6. انخفاض لزوجة الماء مقارنة مع السوائل الاخرى، فهذا يعمل على تسهيل انتشار جزيئات الماء حاملاً معه ايونات العناصر الغذائية عبر القنوات الضيقة لأوعية الخلايا النباتية. ان سبب ذلك هو وجود الاصرة الهيدروجينية غير المستقرة بين ذرات الهيدروجين والاوكسجين لجزيئتين من الماء.

ثانياً:- المادة الجافة Dry Matter

عند تجفيف مادة النبات الطرية على درجة حرارة 70مْ تقريباً لمدة يومان فأن نسبة المادة الجافة الناتجة تكون بحدود 15% من الوزن الطري الاولي.

ان نتائج التحاليل الكيميائية للمادة النباتية تحسب على اساس الوزن الجاف وليس الرطب وذلك لان الوزن الرطب يكون عرضة للتغيير بتغيير الوقت اليومي وكمية الرطوبة المتيسرة في التربة وشدة النتح التي تتوقف بدورها على درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية للهواء الجوي المحيط بالنبات، اضافة الى ان الوزن الرطب يتوقف على عدة عوامل اخرى كنوع النبات وعمره ونوع العضو النباتي. ان عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين تشكل في معظم الاحيان اكثر من 90% للوزن الجاف لمعظم النبات. وتتكون المادة الجافة من جزئين هما الجزء المعدني Mineral Composition والجزء العضوي Organic Composition.

ان الجزء المعدني يشكل 10% فقط من المادة الجافة يمثل العناصر المعدنية الاخرى التي تحتوي عليها مادة النبات الطرية، وبعبارة اخرى فأن العناصر المعدنية تشكل ما يقارب 1.5% من الوزن الطري للنبات، وهذه النسبة تمثل العناصر الغذائية الكبرى والصغرى فيما عدا الكاربون والهيدروجين والاوكسجين.

ولتقدير العناصر المعدنية في العينات النباتية فان ذلك يتم اما بحرقها على درجة حرارة من 500-600مْ لمدة من 6-8 ساعات وذلك للتخلص من مركبات الكاربون العضوية حيث يكون الجزء العضوي هو ذلك الجزء القابل للاحتراق والتطاير، اما الجزء المعدني غير العضوي غير قابل للاحتراق والتطاير، الا ان بعض العناصر قد تفقد اثناء عملية الحرق.

ان الجزء العضوي يتكون من عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين كما يدخل في تركيبه عناصر النتروجين والفسفور والكبريت وبعض العناصر التي تميل الى تكوين مركبات مخلبية مع المركبات العضوية. وتقسم المواد العضوية الى :- مواد لا يدخل النتروجين في تركيبها ومواد يدخل النتروجين في تركيبها.

بالرغم من ان المعادن لا تشكل الا جزءاً ضئيلاً من مادة النبات الا انها تعتبر على درجة كبيرة من الاهمية حيث انها هي التي تمكن النباتات الخضراء من القيام بعملية التركيب الضوئي وبناء مادتها العضوية كما ان عمل الانزيمات يتوقف الاحماض النووية وعلى تواجد العناصر المعدنية وخاصة العناصر الغذائية الصغرى.

العوامل التي يتوقف عليها التركيب الكيميائي للنبات

أ- العوامل الوراثية

تلعب دوراً رئيسياً في تحديد محتوى النبات من العناصر المعدنية وهذا يفسر لماذا يكون مادة النبات الخضراء من عنصري النتروجين والبوتاسيوم تبلغ حوالي 10 مرات قدر محتواها من الفسفور او المغنيسيوم او الكبريت.

فمثلاً ان محتوى النباتات ذوات الفلقتين بصورة عامة من الكتيونات ثنائية التكافؤ اعلى من محتواها من الكتيونات احادية التكافؤ وذلك لانها تمتلك سعة تبادلية كتيونية اكثر من السعة التبادلية الكتيونية للنباتات ذوات الفلقة الواحدة. وبشكل عام يمكن القول ان محتوى النباتات البقولية من عناصر النتروجين والفسفور والكالسيوم اعلى من النباتات النجيلية.

ب- جاهزية العناصر الغذائية

يزداد تركيز العناصر الغذائية في النبات كلما كانت كميتها الجاهزة للامتصاص عالية في وسط نمو النبات.

ت- العضو النباتي

يختلف محتوى مادة النبات من العناصر الغذائية باختلاف نوع العضو النباتي ومدى احتياج النبات لهذا العنصر في كل عضو من اعضاء النبات (جذور، سيقان، اوراق، ازهار، حبوب او ثمار).

ث- عمر النبات

يتأثر محتوى النبات من العناصر الغذائية بدرجة كبيرة بعمر النبات، اذ ان محتوى النباتات الحديثة السن وكذلك الاجزاء الحديثة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم اعلى من النباتات المسنة او الاجزاء القديمة في حين تكون الاخيرة ذات محتوى اعلى من الكالسيوم والحديد والمنغنيز والبورون.

المحاليل المغذية Nutrient Solutions

ان التحكم الدقيق والسيطرة المتناهية الدقة لوسط نمو النبات واجب ضروري ومهم في دراسات تغذية وفسلجة النبات، لذا اتجه الباحثون الى اختيار بيئات صناعية تمكنهم من الوصول الى هدفهم المنشود من حيث التحكم وبدقة كبيرة في كمية ونوعية المغذيات المراد دراستها. التربة وسط غير متجانس ومعقد التركيب وللكشف عن اهمية عنصر غذائي معين من عدمه فأنه يجب تنمية النبات في وسطين للنمو احدهما يحتوي على جميع العناصر والاخر يحتوي على جميع العناصر ماعدا العنصر المراد دراسته، وان ازالة العنصر المراد دراسته من التربة ليس بالأمر السهل فقد نضطر الى استخدام طرق كيميائية وميكانيكية التي تعمل على تغير في خواص التربة ومنها الفيزيائية وعليه فأنه لا يمكن الجزم بصورة مطلقة على ان كل التغيرات

م. د. منتظر حمادي البديري

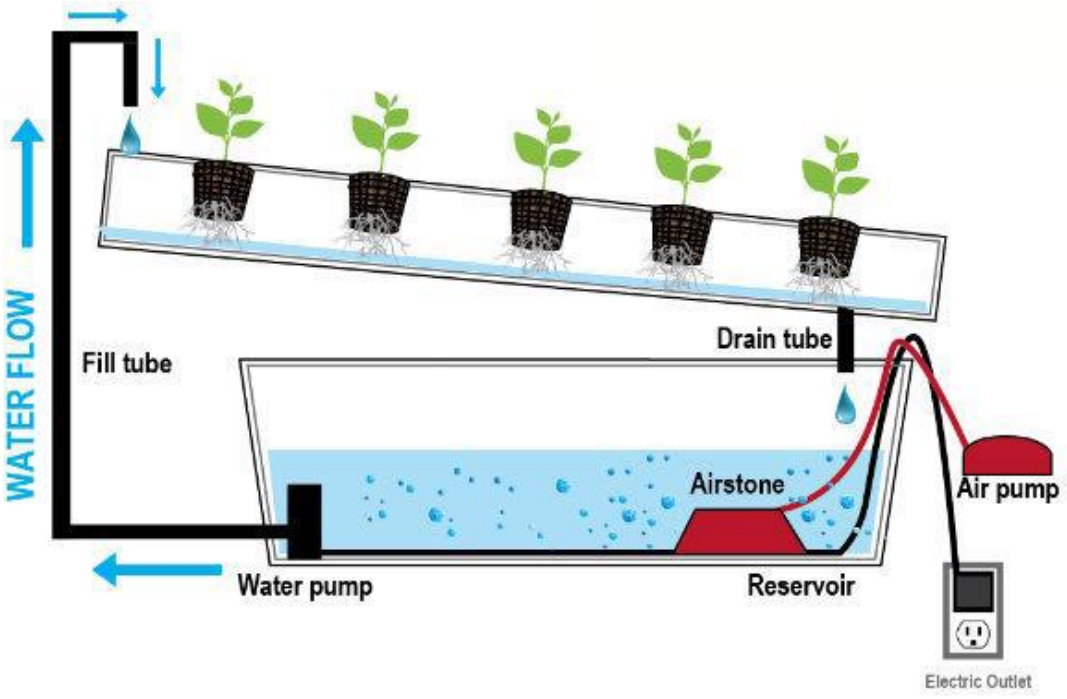
التي طرأت على النبات تعود فقط الى نقص هذا العنصر. لذا فقد وجد الباحثون ضالتهم في المحاليل المغذية.

انواع المزارع الغذائية

اولاً:- المزارع المائية Water Culture

يكون وسط النمو فيها هو المحلول المغذي ويوضع النبات في وعاء خاص او سندانه فيها المحلول المغذي ويثبت النبات بواسطة الاسفنج او القطن في الفتحة الموجودة في السندانه حيث تكون جذور النبات مغمور بالمحلول المغذي كما يضخ الاوكسجين لتنفس الجذور وذلك بإمرار تيار هوائي بمعدل 1-2 سم^3. دقيقة$^{-1}$. اذ ينمو النبات بصورة جيدة لا تقل عن احسن الترب الخصبة اذا ما توفرت جميع العناصر الغذائية مع بقاء pH المحلول المغذي عند المستوى الملائم وكانت عوامل النمو الاخرى ملائمة ايضاً.

كما انه يمكن التحكم في النتروجين الذائب والمتواجد في المحلول المغذي وذلك بضخ مخاليط معلومة من الاوكسجين والنتروجين بدلاً من ضخ الهواء الجوي فقط لغرض تنفس الجذور، كما انه يمكن اضافة بعض المواد الاخرى بتراكيز محددة مثل مبيدات الحشائش او مبيدات الفطريات او مبيدات الحشرات فضلاً عن انه اصبح بالإمكان نقل النباتات في اوقات محددة وبدقة من محلول الى اخر والتي تختلف في تركيزها او ضغطها الازموزي.



في الشكل اعلاه يستخدم محلول مغذي جاري في انابيب حيث يدخل المحلول المغذي من طرف لهذه الانابيب ويخرج من طرفها الاخر ليعاد الى الخزان لتزويد النباتات بالمحلول

المغذي من جديد. ان الانابيب التي يجري فيها المحلول المغذي تحتوي على فتحات لوضع النباتات المراد زراعتها فيها، حيث يمكن المحافظه على تركيز المحلول المغذي وضغطه الازموزي ودرجة تفاعل التربة بصورة ثابتة طول فترة الزراعة.

مزايا المزارع المائية

1. التحكم بدقة في تحديد كمية ونوعية العناصر الغذائية المراد دراستها.
2. يمكن الحصول على المجموعة الجذرية كاملة وبسهولة في حال دراستها، فضلاً عن تتبع نمو الجذور في اي وقت نشاء في مراحل نمو النبات المختلفة.
3. سهولة نقل النباتات النامية من سندانه الى اخرى او من محلول مغذي الى اخر اذا ما تطلبت الدراسة ذلك ودون تعرض الجذور للتلف.

مساوئ المزارع المائية

1. مكلفة من الناحية الاقتصادية وتحتاج الى خبرة فنية.
2. قد تتعرض النباتات النامية للتكسر او الاضطجاع لعدم ثبوت جذورها.
3. يجب تهوية المحلول المغذي بصورة مستمرة.
4. يجب تبديل المحلول المغذي كل 10-14 يوم. حيث ان تركيز العناصر يكون عرضة للتغير بسبب امتصاص ايونات العناصر الغذائية بدرجات متباينة من قبل جذور النباتات.
5. يجب تهيئة الظلام اللازم للمحلول المغذي ولذلك فأنها تحتاج الى صناديق خاصة معتمة لكي لا تشجع نمو الطحالب وخاصة عند منطقة اتصال الساق بالمحلول المغذي.
6. يجب ان تظل درجة حرارة المحلول المغذي ثابتة تقريباً لكل السنادين وذلك بعمل حوض كبير عليه فتحات لوضع السنادين ويملأ هذا الحوض بالماء الاعتيادي.
7. في حالة اضافة صورة النترات كمصدر للنتروجين والتي تعمل على رفع درجة تفاعل المحلول المغذي وهذا يؤدي الى تعرض العناصر الغذائية الصغرى للترسيب.

ثانياً:- المزارع الوسط الصلب الحبيبي Solid Aggregate Culture

يكون فيها وسط النمو عبارة عن مادة صلبة خالية تقريباً من العناصر الغذائية الضرورية وعلى شكل حبيبات توضع في اوعية ويضاف اليها المحلول المغذي بصورة مستمرة. ويقسم الى

أ- مزارع الحصى Gravel Culture:- وفيها يستعمل الحصى الذي يزيد قطره عن 2ملم.

ب- مزارع مواد التبادل Exchange Materials:- وتتميز حبيبات هذا الوسط بأن سطوحها ذات طبيعة فعالة بحيث يمكن لأيونات العناصر الغذائية ان تتبادل عليها لأنها موجودة على اسطح حبيبات الوسط وكذلك في المحلول (المحلول البيني) في حالة اتزان وتشمل مزارع هذا الوسط:-

- مواد راتنجية مصنعه Synthetic Resin

- معدن الطين الطبيعي Natural Clay Mineral:- ويعتبر اقرب انواع المزارع الغذائية الاصطناعية الى التربة العادية. ويفضل عادة الطين الغروي الذي لايزيد قطر حبيباته عن 0.2مايكرو.

ت- المزارع الرملية Sand Culture:-

يكون فيها وسط النمو عبارة عن رمل الكوارتز النقي والذي لا يزيد قطر حبيباته عن 2ملم عن طريق النخل، ثم يغسل الرمل عدة مرات بالماء الاعتيادي للتخلص من كاربونات وكبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم ثم بحامض الهيدروكلوريك المخفف (1N) للتخلص من الشوائب مثل المادة العضوية او الاملاح، ثم يصفى الحامض من الرمل اولاً قبل غسله ثم يغسل عدة مرات بالماء الاعتيادي ثم يكشف عن خلو الحامض من الرمل باستخدام ورقة عباد الشمس لان pH لهذا الحامض يساوي 0. يغسل الرمل بالماء المقطر لإزالة ما بالرمل من الماء الاعتيادي حتى يصبح الرمل خاليا تماماً من اي املاح واي عناصر غذائية.

وتزود المزرعة الرملية بالمحلول المغذي اما بإضافته من الاعلى باليد مباشرة او بواسطة التنقيط او باستعمال الخاصية الشعرية Capillarity كما في حالة المزرعة المائية حيث يصعد المحلول المغذي الى جذور النبات، ويمكن استخدام سنادين خاصة عند اجراء البحوث والتي تكون مصنوعة من البولي اثلين والخالية من اي عناصر غذائية، ويوضع اناء تحت السندانة لجمع الماء الزائد واعادة اضافته مرة اخرى حتى لا يفقد اي من العناصر الغذائية المضافة.

مزايا المزارع الرملية

1. اقل كلفة واسهل من الناحية التطبيقية حيث لا تحتاج الى تبديل المحلول المغذي او الى دعامات لإسناد النبات.
2. لا تحتاج الى تهوية او ضخ الهواء حيث انها تهيئ التهوية اللازمة.
3. لا تحتاج الى سنادين مظلمة حيث انها تهيئ الظلام الكافي للجذور.
4. النباتات غير معرضة للتكسير حيث ان جذورها تكون مثبتة بطريقة تشبه طريقة الزراعة في التربة.

مساوئ المزارع الرملية

1. صعوبة الحصول على رمل الكوارتز النقي والخالي تماماً من العناصر والشوائب الاخرى.
2. لا يمكن مراقبة نمو الجذور او الحصول عليها كاملة حيث انها تكون عرضة للتقطيع.
3. وجود صعوبة في حالة خف النباتات من السندانة خاصة بعد تقدمها في النمو حيث تكون جذور النباتات متشابكة مع بعضها الامر الذي يؤدي الى تقطع جزء منها واحداث تخلخل لجذور النباتات المتبقية.

م. د. منتظر حمادي البديري

الاغراض التي تستخدم فيها المزارع الغذائية

1. الكشف عن العناصر الغذائية الضرورية للنبات.
2. دراسة اعراض النقص او السمية بالعناصر الغذائية.
3. دراسة العلاقات الكمية بين العناصر الغذائية سواء داخل النبات او خارجه مثل دراسة تأثير كمية ونوعية الاسمدة الفوسفاتية على امتصاص العناصر الغذائية الصغرى.
4. دراسة معدل امتصاص النباتات من العناصر الغذائية المختلفة وتراكمها داخل النبات.
5. دراسة تأثير pH المحلول المغذي وجهده الازموزي او تركيزه على نمو النبات.
6. يمكن استخدام المزارع الغذائية في زراعة بعض انواع النباتات وخاصة الزهور والخضروات والتي قد تحقق ربحاً تجارياً.

حسابات تحضير المحلول المغذي

مثال :-

A. لتحضير عنصر N فقط باستعمال نترات الامونيوم NH_4NO_3 ذو تركيز 300ppm

- نقوم بحساب الوزن الجزيئي للمركب NH_4NO_3 وهو:-

الوزن الجزيئي (و. ج)= مجموع الاوزان الذرية

(3*16)+14+(4*1)+14 = 80 غرام

NH_4NO_3	N
80	2*14
X	300

$$x = \frac{300 * 80}{28} = 857mgm$$

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{857}{1000} = 0.857gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

م. د. منتظر حمادي البديري

B. لتحضير عنصري NP باستعمال نترات الامونيوم NH_4NO_3 وثنائي فوسفات الامونيوم $(NH_4)_2HPO_4$ بتركيز ppm300 لعنصر N وppm60 لعنصر P.

- نبدأ بحسابات عنصر P ونترك عنصر N وذلك لان N موجود في المركبين وبالتالي تحدث زياده في التركيز المحسوب عن التركيز الاصلي لذلك نبدأ بعنصر P لأنه موجود في احد المركبين فقط.
- نحسب الوزن الجزيئي DAP وهو

و. ج = (4*16)+31+1+(2*1*4)+(2*14)= 132 غم

P	DAP
31	132
60	X

$$x = \frac{132 * 60}{31} = 255mgm$$

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{255}{1000} = 0.255gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

- عند اضافة مركب DAP لتجهيز تركيز الفسفور تم تجهيز جزء من تركيز النيتروجين من خلاله, لذلك يجب حساب كمية النيتروجين المضافة من قبل مركب DAP.

N	DAP
28	132
X	255

م. د. منتظر حمادي البديري

$$x = \frac{255 * 28}{132} = 54mgm$$

يمثل $54mgm$ تركيز النيتروجين من خلال DAP لذلك نقوم بطرحه من التركيز المطلوب للحصول على التركيز الجديد :-

300 – 54 = 246ppm

يكمل هذا التركيز من مركب NH_4NO_3.

N	NH_4NO_3
2*14	80
246	X

$$x = \frac{246 * 80}{28} = 702mgm$$

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{702}{1000} = 0.702gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

C. لتحضير عنصري NK باستعمال نترات الامونيوم NH_4NO_3 ونترات البوتاسيوم KNO_3 بتركيز 300ppm لعنصر N و250ppm لعنصر K.

- نبدأ بحسابات عنصر K ونترك عنصر N وذلك لان N موجود في المركبين وبالتالي تحدث زياده في التركيز المحسوب عن التركيز الاصلي لذلك نبدأ بعنصر K لأنه موجود في احد المركبين فقط.
- نحسب الوزن الجزيئي KNO_3 وهو

و. ج = (3*16)+14+39 = 101 غم

K	KNO_3
39	101
250	X

$$x = \frac{101 * 250}{39} = 647mgm$$

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{647}{1000} = 0.647gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

- عند اضافة مركب KNO_3 لتجهيز تركيز البوتاسيوم تم تجهيز جزء من تركيز النيتروجين من خلاله, لذلك يجب حساب كمية النيتروجين المضافة من قبل مركب KNO_3.

N	KNO_3
14	101
X	647

$$x = \frac{647 * 14}{101} = 89.68\ mgm$$

يمثل $89.68mgm$ تركيز النيتروجين من خلال KNO_3 لذلك نقوم بطرحه من التركيز المطلوب للحصول على التركيز الجديد :-

$$300 - 89.68 = 210.32ppm$$

يكمل هذا التركيز من مركب NH_4NO_3.

N	NH_4NO_3
28	80
210.32	X

$$x = \frac{210.32 * 80}{28} = 600mgm$$

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{600}{1000} = 0.6gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

م. د. منتظر حمادي البديري

D. لتحضير NPK باستعمال نترات الامونيوم NH_4NO_3 وثنائي فوسفات الامونيوم $(NH_4)_2HPO_4$ ونترات البوتاسيوم KNO_3 بتركيز 300ppm لعنصر N و60ppm لعنصر P و250ppm لعنصر K.

- نبدأ بحسابات عنصر P ونترك عنصر N وذلك لان N موجود في كل المركبات وبالتالي تحدث زياده في التركيز المحسوب عن التركيز الاصلي.
- نبدأ بحسابات عنصر K ونترك عنصر N وذلك لان N موجود في المركبين وبالتالي تحدث زياده في التركيز المحسوب عن التركيز الاصلي.

- من خلال النقطة B فإننا نحصل على :-

$$P=0.255gmL^{-1}$$

$$N=54ppm$$

- من خلال النقطة C فإننا نحصل على :-

$$k=0.647gmL^{-1}$$

$$N=89.68ppm$$

المركب الثاني المركب الاول

300 ppm- 54 ppm- 89.68 ppm= 156.32 ppm

يكمل هذا التركيز من مركب NH_4NO_3.

N	NH_4NO_3
28	80
156.32	X

$$x = \frac{156.32 * 80}{28} = 446mgm$$

م. د. منتظر حمادي البديري

- لتحويل الوزن من ملغم الى غم نقسم على 1000

$$x = \frac{446}{1000} = 0.446gm$$

يذاب هذا الوزن في لتر من الماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

ملاحظة:-

في هذا المثال استخدم حجم لتر واحد فقط اما اذا طلب الاذابة بحجم اكبر اوقل من لتر واحد من الماء المقطر فإننا نقوم بضرب التركيز النهائي لكل مركب (المقدر بالغرام) في عدد اللترات المطلوب وينتهي الجواب.

واجب:- حضر محلول مغذي يحتوي على 300 ملغم N لتر$^{-1}$ و 70ملغمP لتر$^{-1}$ و250 ملغمKلتر$^{-1}$ وبحجم لتر باستعمال المواد الكيميائية الاتية (فوسفات البوتاسيوم – فوسفات الامونيوم – نترات البوتاسيوم – نترات الامونيوم – اليوريا)؟

التجارب الخضرية

يمكن تقسيم التجارب الخضرية الى :-

أ - تجارب البيوت الزجاجية.

ب - تجارب البيوت البلاستيكية.

ج - تجارب الظلة الخشبية.

د - التجارب الحقلية (سواء قصيرة الامد لعدة سنوات أو طويلة الامد قد تمتد لعشرات السنين).

وبالنسبة للتجارب (أ، ب، جـ) ففي العادة استخدام السنادين أو الاحواض فيها، اما بالنسبة لـ (د) فيستخدم فيها الزراعة المباشرة في التربة الطبيعية والتي تعتبر اكثر ملائمة من الناحية التطبيقية لزراعة المحاصيل الاستراتيجية ذات الاهمية الاقتصادية. ان الانواع الاربعة السابقة تختلف فيما بينها اختلافاً كبيراً من حيث:

م. د. منتظر حمادي البديري

1. حجم الوحدة التجريبية (حجم المعاملة) سواء من ناحية السنادين أو الاحواض المستخدمة أو من ناحية مساحة وحدة ارض التجربة أو من ناحية عدد المعاملات الداخلة لتكوين المكرر الواحد.
2. مدة اجراء التجربة.
3. كمية الحاصل الناتجة من الوحدة التجريبية.
4. مدى التحكم في عوامل النمو ونباتات التجربة.

ومن أهم خطوات اجراء التجارب الخضرية هي عملية اخذ العينات النباتية لكي تكون ممثلة للواقع الحقيقي لنمو النباتات أو عملية التعامل مع النباتات منذ زراعتها سواء من ناحية اضافة المحاليل المغذية أو الاسمدة للتربة أو عملية اخذ العينات وموعدها .... الخ.

تهيئة النبات أو العينات للدراسة

اولاً:- أخذ العينات النباتية واعدادها للدراسة:

تعتبر عملية اخذ العينات النباتية اساساً مهماً في تحليل نبات التجربة وتقييم نتائجها، لذلك يجب ان تراعى الدقة العالية وان يتوخى فيها العناية الفائقة عند اخذ اية عينة نباتية، لأنه اذا حدث أي خطأ في طريقة أو كيفية اخذ العينة أو قطعها أو تحضيرها في المختبر لتجهيزها وتهيئتها للتحليل فان نتائج هذا التحليل تصبح عديمة القيمة أو الجدوى ويضيع بذلك الجهد والوقت والمال المبذول فيها. ومما تجدر الاشارة اليه ان العينة النباتية يجب ان تكون ممثلة تماماً للمادة النباتية وللتجربة المراد تحليلها، ويمكن ان يتوفر هذا الشرط اذا اتبعنا النقاط المهمة الاتية:-

1. تجمع النباتات المكونة للعينة الواحدة من اماكن متفرقة من السندانة أو الحوض أو الحقل اذا كان معامل بمعاملة واحدة اما اذا اشتمل الحقل على معاملات مختلفة فتجمع نباتات كل معاملة على حده وذلك من مكررات المعاملة ولا يكتفى بأخذ العينة فقط من مكرر واحد بل يجب ان تشتمل عينات المعاملة الواحدة جميع المكررات الداخلة في التجربة، والحقل مهما بدأ متجانساً فأنه في الواقع يختلف من مكان الى آخر والذي لا يمكن ملاحظته أو تمييزه بمجرد النظر أو المشاهدة بالعين المجردة على نمو النباتات.

م. د. منتظر حمادي البديري

2. يراعي عند أخذ عينات عديدة من النباتات وفي اعمار مختلفة من النمو الا يكون أخذ العينة أو العينات الجديدة من مكان ملاصق لمكان أخذ العينة أو العينات السابقة وذلك لان ازالة النباتات من مكان العينة الاولى من الحقل أو الحوض قد يؤدي الى نمو غير طبيعي للنباتات المجاورة نتيجة لتوفر كمية زائدة من الماء أو العناصر الغذائية او الضوء ... الخ من عوامل النمو الاخرى.

3. يفضل ان يكون عدد النباتات المأخوذة من الاماكن المختلفة أو من مكررات المعاملة الواحدة ثابتاً أو متقارباً بقدر الامكان، فاذا كان المحصول منزرعاً بطريقة النثر كما في حالة الحنطة والشعير والبرسيم فتحدد المساحة التي تؤخذ منها النباتات الموجودة في هذه المساحة كأن تكون (30x 30 سم) أو (1×1 م) ثم تؤخذ النباتات الموجودة في هذه المساحة فقط ومن كل المكررات المختلفة ثم تخلط معاً لتكوين العينة النهائية. اما في حالة الزراعة في حفر وعلى مروز كما في حالة محاصيل القطن والذرة الصفراء ومعظم محاصيل الخضر فيحدد مكان أخذ العينة منها بطريقة منتظمة كأن يؤخذ مثلا النباتات الموجودة بطول نصف متر مثلاً من الخط أو المرز الثاني ومن جميع المكررات وعند أخذ عينة نباتية بعد فترة من الزمن تؤخذ النباتات من الخط أو المرز الثالث من مكان يبتعد عن المكان الذي اخذت منه العينة الاولى وايضا من جميع المكررات وهكذا حتى انتهاء مدة التجربة. ومما تجدر ملاحظته ايضاً فانه يجب تحاشي أخذ النباتات المقابلة والقريبة لأي نبات سبق أخذه في العينة السابقة. وفي حالة الزراعة في سنادين فأننا لا نجد صعوبة في أخذ العينة النباتية، فقبل البدء في أخذ العينات يكون هناك ارقام على هذه السنادين وبالطبع تؤخذ دائماً نباتات كل سندانة ومن كل المكررات فلا مجال هناك لدراسة الاختلاف الناتج بين نباتات السندانة الواحدة وحدوث تأثير على النباتات المتبقية بعد أخذ نباتات العينة الاولى والذي يطرأ في حالة زراعة النباتات في احواض أو في حالة التجارب الحقلية.

4. يجب عدم التمييز وبشكل مطلق عند أخذ العينات النباتية سواء بتأثير معلومات سابقة أو نتيجة لكبر أو صغر حجم النباتات والا ادى ذلك الى الحصول على نتائج غير دقيقة وغير ممثلة لواقع الحقل أو المنطقة.

ثانياً: - قطع العينات النباتية

في معظم الاحيان يكتفى بدراسة الاجزاء الهوائية حيث تقع على ارتفاع مناسب من سطح الأرض ويستعمل لذلك مقص كبير أو سكين حادة. وفي بعض التجارب تقطع النباتات على ارتفاع (5- 10سم) أو اكثر كما في حالة البرسيم وغيره من مواد العلف، ولا يجب مطلقاً قطع النباتات من فوق سطح التربة مباشرة أو استعمال الفأس في الحفر في التربة لأخذ العينة النباتية حيث ان ذلك يؤدي الى تلوث العينة النباتية بحبيبات التربة مما يؤدي في كثير من الاحيان الى عدم دقة النتائج المتحصل عليها من التحليل الكيميائي.

ان التأثير في نتائج التحليل الكيميائي نتيجة التلوث بحبيبات التربة يختلف باختلاف العنصر المطلوب دراسته وكذلك باختلاف التربة المزروع فيها النباتات. فمثلا تلوث العينة النباتية بالتربة يؤدي الى نتائج خاطئة وكبيرة لعنصري الحديد والالمنيوم بسبب زيادة نسبتها في تكوين معظم الترب الزراعية. ان الخطورة بالتلوث بحبيبات التربة تزداد كثيراً في حالة العناصر التي توجد بكميات ضئيلة جداً في النبات كما في حالة عنصر البورون حيث يؤدي التلوث بحبيبات التربة الى مضاعفة كميات هذا العنصر عند تقديره في النبات.

وهناك مصدر للتلوث وذلك عند نثر الاسمدة الكيميائية في الحقل خصوصاً اذا كان السماد على هيئة مسحوق دقيق كما في حالة الاسمدة النيتروجينية سواء اضيف على شكل يوريا او كبريتات الامونيوم. فكثيراً ما تلتصق حبيبات هذه الاسمدة على الاوراق والسيقان والواجب يحتم عدم اخذ اية عينات نباتية للدراسة بعد اضافة مثل هذه الاسمدة مباشرة. ولكن يجب الانتظار عدة ايام حتى نضمن زوال الاسمدة اما بتأثير الندى الذى يغطي النباتات في الصباح أو نتيجة لسقوط الامطار.

هذا وقد تتطلب بعض الدراسات اخذ نماذج نباتية من الجذور او الدرنات خصوصاً اذا كانت ذات جدوى وقيمة اقتصادية للإنسان مثل البنجر او البطاطا، في هذه الحالة تستبعد النباتات المجاورة للنبات الذي سيؤخذ منه النموذج ثم تخلخل التربة من حوله واسفله بواسطة فاس او مسحاة حتى نضمن الحصول على هذه الاجزاء سليمة وخالية من اية اضرار وبعد اخذ العينات النباتية من الحقل تجمع النماذج المتشابهة في كيس من الورق او القماش او النايلون ويكتب عليها من الخارج جميع البيانات الدالة على نوع وصنف وعمر النبات ونوع المعاملة .. الخ). وكذلك يكتب على ورقة اخرى وتوضع بداخل الكيس خوفا من فقد الورقة او ازالة

البيانات الخارجية اثناء نقل العينات ثم ترسل العينات الى المختبر على السرعة لتجهيزها لعملية التحليل.

ثالثاً:- تحضير العينات النباتية في المختبر

1) عند وصول العينات النباتية من الحقل فأنها ترسل مباشرة الى المختبر حيث يقدر وزنها الرطب (Fresh weight) بعد التأكد من ازالة أي تلوث سبق ان التصق بها اثناء الحصاد او القطع. ثم تقطع الى اجزاء صغيرة بواسطة المقص او السكين وتوضع في فرن التجفيف على درجة 70 مْ لمدة 24-48 ساعة، وفي بعض الدراسات تجفف العينات التي يخشى من التغير في تركيبها الكيميائي لبعض مكوناتها العضوية حتى عند 70 مْ وغالبا ما يستخدم ذلك في حالة الثمار الغنية بالماء مثل الطماطم والخيار والرقي والبطيخ. وبعد تجفيف العينات تطحن جيدا وتحفظ لحين اجراء التحليل الكيميائي لها.
2) يجب ان تجرى عملية التحضير بسرعة حتى لا تؤثر عمليات التنفس والنتح والتي تستمر حتى بعد قطع النبات ولمدة قد تصل الى خمس ساعات وتؤدي هاتان العمليتان إلى فقد او احداث تغيير في تركيب بعض المركبات العضوية في النبات مثل الكربوهيدرات والمواد البروتينية.
3) اما ان يعامل النبات كوحدة واحدة ومتجانسة في التقطيع والتجفيف والطحن او ان يقسم النبات الى اجزاء مختلفة قد يشمل جميع اعضاء النبات ففي نبات الذرة الصفراء مثلا فقد يقسم النبات الى الاوراق والسيقان والنورة المذكرة والنورة المؤنثة والعرنوص، كما يمكن تقسيم العرنوص بعد تكامل نموه الى اجزائه المختلفة كالحبوب والكالح واغلفة الكالح والحريرة على اعتبار ان كل جزء من هذه الاجزاء يختلف في طبيعته المورفولوجية وكذلك في تركيبه الكيميائي.

ان الغرض من دراسة اجزاء النبات المختلفة هو اعطاء صورة واضحة عن عملية امتصاص وانتقال العناصر الغذائية من عضو الى اخر من اعضاء النبات والتي قد تفيدنا كثيرا من ناحية استعمال هذه الاعضاء في التغذية، اوقد تفيدنا في دراسة العلاقات الكمية وتركيزها بين هذه العناصر كأن نتبع تأثير كمية ونوعية الاسمدة الفوسفاتية في محتوى اعضاء النباتات المختلفة من العناصر الغذائية الصغرى. وفي مثل هذا النوع من الدراسة توضع العينات النباتية فوق طاولة نظيفة حيث تفصل الاعضاء بدقة عن بعضها ويقدر الوزن الرطب لها ثم تقطع الى قطع صغيرة وتوضع في الفرن الكهربائي لتجفيفها وتقدير وزنها الرطب.

4) لتقدير الوزن الجاف للعينات النباتية توضع العينات في الفرن على درجة 70 مْ لمدة 24- 48 ساعة كما سبق وان اشرنا الى ذلك ان الغرض من عملية التجفيف هو لقتل الانزيمات في المادة النباتية في وقت قصير حتى لا تحدث هذه الانزيمات نتيجة استمرار عملها حتى بعد قطع العينة النباتية أية تغييرات في تركيب المواد العضوية لها. ويراعي عند وضع العينات النباتية في الفرن ان لا تكبس على بعضها لان ذلك يؤدي الى صعوبة خروج الماء من العينات، كما يجب ان تقلب العينات بين فترة واخرى لزيادة التأكيد في خروج الماء من العينات والا ادى عدم خروج الماء او ضغط العينات بقوة وتكديسها فوق بعضها إلى احداث ما يسمى بظاهرة السلق حيث تلتصق العصارة النباتية بجدران الفرن وتؤدي الى احداث تغير في لون العينة النباتية. فقد تتحول الاوراق الخضراء الى لون أسود مخضر او تحول لون السيقان البيضاء الى لون بني غامق كما في حالة نبات الذرة الصفراء اما التجفيف الجيد والسريع فيحافظ على الألوان الطبيعية للعينات النباتية. وعند تقليب العينات النباتية للإسراع من عملية التجفيف يجب مراعاة الدقة والاحتراس الشديد من تساقط بعض اجزائها او اختلاطها.

وفي حالة الجذور او الدرنات او الاجزاء النباتية النامية تحت سطح الارض يجب مراعاة تنظيفها جيدا مما علق بها من حبيبات التربة وذلك بمسحها وتنظيفها بقطعة من القماش الناعم وبغسلها بسرعة وبأقل كمية من الماء اذا ما دعت الضرورة الى ذلك، فقد تؤدي عملية الغسيل المفرطة خصوصا اذا كانت العينات النباتية بها جروح او شروخ الى فقد بعد المواد أو العناصر المعدنية القابلة للذوبان في الماء. بعد ذلك تجفف هذه العينات جيداً ثم تقطع بسكين حادة الى شرائح وتوضع في الفرن.

5) تخرج العينات النباتية من فرن التجفيف ثم توزن هذه العينات لتقدير ما يسمى بالرطوبة الأولية (Primary moisture) ويطلق على الوزن الجاف الناتج عند هذه الدرجة من التجفيف بالوزن الجاف الخام (Crude weight).

6) تطحن العينات النباتية وتحفظ في اكياس من النايلون أو في زجاجات نظيفة وذات غطاء محكم ويدون عليها او بداخل الاكياس كل البيانات التي تهم الباحث ثم تحفظ العينات في مكان بارد. لحين البدء في اجراء عمليات التحليل الكيميائي عليها.

ومما هو جدير بالملاحظة عدم استعمال طاحونة من الصلب اذا كان الغرض من التحليل هو تقدير عنصر الحديد وبالمثل يجب عدم استخدام مناخل نحاسية في حالة تقدير عنصر النحاس. ومما يجب ذكره ايضاً أنه في حالة الزراعة في البيوت الزجاجية او البلاستيكية والى حد ما في الظلة الخشبية أو الانفاق فانه يمكن التحكم

بشكل كبير في عوامل النمو كالضوء ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وكذلك بشكل أفضل أيضاً في عمليات الري او الادغال او المكافحة بالمبيدات مقارنة بالتجارب الحقلية والتي قد تتعرض الى عواصف او رياح شديدة او سقوط امطار غزيرة قد تسبب انجرافات لكثير من النباتات وتدميرها الأمر الذي يقود الى الغاء مثل هذه التجارب واعادتها لسنة اخرى وعدم امكانية الاعتماد او الوثوق من صحة النتائج المتحصل عليها في مثل هذه الحالات.

م. د. منتظر حمادي البديري