العوامل التي تؤثر على محتوى هذا الجزء المعدني :

1- العامل الوراثي : للعامل الوراثي دور مهم في تحديد محتوى النبات من العناصر المعدنية وبصورة عامة فاءن مادة النباتات الخضراء تحتوي من عنصري النتروجين والبوتاسيوم مايعادل عشرة أضعاف مايحتويه من عنصري الفسفور والمغنيسيوم أما من ناحية نوع النباتات نلاحظ إن محتوى البقوليات من عناصر النتروجين والكالسيوم والفسفور أعلى مما موجود في النجيليات وان الحمضيات تحتوي عادة على كميات عالية من الكالسيوم أما محاصيل البطاطا والبنجر السكري وقصب السكر فتكون عالية المحتوى من البوتاسيوم ويلاحظ إن السبانغ والكرفس ذو محتوى عالي من الحديد أما بالنسبة لنباتات اللهانة والقرنابيط والبصل والثوم فتكون ذو محتوى عالي من الكبريت .

2- جاهزية العنصر الغذائي : كلما زاد تركيز العناصر الغذائية في النبات يكون انعكاسا لزيادة هذه التراكيز في وسط النمو .

3- اختلاف العضو النباتي : يختلف محتوى مادة النبات من المغذيات باختلاف الجزء النباتي المدروس (أوراق – جذور – ثمار – بذور ---الخ) بصورة عامة يلاحظ إن محتوى أنسجة النبات من المغنيسيوم يكون عادة متركز في قشر الحبوب أكثر من البذور وهذه العلاقة تكون صحيحة بالنسبة للنتروجين – البوتاسيوم – الفسفور – الكالسيوم) .

4- اختلاف عمر النبات : يلاحظ أن محتوى النباتات الحديثة السن من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم يكون عالي بينما النباتات المسنة (القديمة) نلاحظ أن محتواها من الكالسيوم والمنغنيز والحديد والبورون يكون عالي .

الجـــزء العضـــوي :

ويمثل الجزء الاكبر من المادة الجافة ويتكون أساسا من عناصر الكاربون والأوكسجين والهيدروجين ويشكل 90 % منها وقد يدخل في تركيب الجزء العضوي عناصر مثل النتروجين والفسفور والكبريت كذلك بعض العناصر التي تميل إلى تكوين مركبات مخلبية مع المادة العضوية مثل المغنيسيوم في تكوين الكلوروفيل والكوبلت في تكوين فيتامين B12 (مهم في تكوين العقد البكتيرية على جذور النباتات البقولية) .

يمكن تقسيم الجزء العضوي إلى مايلي :

أ- مركبات عضوية يدخل النتروجين في تركيبها :

1- الأحماض الامينية التي تدخل في تكوين البروتينات .

2- الكلوروفيل

3- الأمينات والاميدات والقواعد النتروجينية .

4- القلويدات العضوية مثل (النيكوتين والمورفين والكافئين)

5- االانزيمات ، مساعدات ا لانزيمات ، الهرمونات النباتية ، الفيتامينات ، الأحماض النووية) .

ب – مركبات عضوية لايدخل النتروجين في تركيبها :

1- المواد الكربوهيدراتية ومشتقاتها مثل السليلوز – الهميسليلوز –السكريات الثنائية – النشا .

2- الأحماض العضوية مثل الماليك – اللاكتيك – الستريك .

3- الزيوت والدهون .

أوساط النمو النباتية المختلفة :

وسط النمو : هو عبارة عن المكان أو البيئة التي يتواجد فيها النبات ويحصل منها على المواد الغذائية البسيطة والهواء والماء والعناصر الضرورية لنموه .

أولا : التربة كوسط لنمو النبات : التربة عبارة عن نظام غير متجانس معقد التركيب مقارنة بالأوساط المائية يتكون من ثلاثة أطوار :

ا- الطور الصلب : الذي يمثل الصخور والمعادن والمادة العضوية .

ب- الطور السائل : الذي يمثل محلول التربة ويشمل الماء والأملاح الذائبة فيه .

ج- الطور الغازي : يمثل هواء التربة الذي يحتل المسافات البينية بين شقوق دقائق التربة والخالية من الماء .

ثانيا : محلول التربة : من أهم مصادر المغذيات بالنسبة لجذور النباتات وهو عبارة عن محلول مخفف سرعان ما تسحب جذور النباتات ايونات العناصر الغذائية فإنها تعوض من الجزء الصلب الذي تتحرر منه ايونات العنصر المسحوب أي هناك حالة اتزان بين الطور الصلب ومحلول التربة . إن ميكانيكية المحافظة على التوازن بين محلول التربة والجزء الصلب تتم من خلال الطرائق التالية

1- ذوبان المعادن .

2- ذوبان الأملاح .

3- معدنة المادة العضوية بواسطة أحياء التربة وعودة عناصرها الأولية إلى محلول التربة .

4- التبادل الأيوني .

العوامل التي توثر على جاهزية العناصر الغذائية في التربة وامتصاصها من قبل النبات :

1- درجة تفاعل التربة (PH) : يعتبر PH التربة من أهم العوامل المؤثرة على جاهزية العناصر الغذائية في التربة ، فعنصر الفسفور يترسب تحت الظروف الحامضية على هيئة فوسفات الحديد والألمنيوم بهيئة ($FePO_4$ – $AlPO_4$) وهذه الصور قليلة الذوبان وغير جاهزة ولا يستفيد منها النبات . أما تحت الظروف القاعدية وخاصة الجيرية (الحاوية على $CaCo_3$ بكميات عالية) والتي يرتفع فيها PH إلى أكثر من 7 (أكثر من 8.2) مما يؤدي

إلـى ترسـيب الفسـفور بهيئـة فوسـفات الكالسـيوم الثلاثيـة $Ca(po4)_2$ وهـي أيضـا صـور معقـدة التركيـب وغيـر جـاهزة للنبـات. فـي حـين نجـد إن الفسـفور أكثـر جاهزيـة عنـد PH المعتـدل أو المتعـادل (بحـدود PH=7) . كمـا نـلاحظ إن النترات تمـتص بسـهولة فـي الظـروف الحامضـية لقلـة تواجـد ايونـات OH− فـي حـين NH_4 يمـتص بكفـاءة أعلـى تحـت الظـروف القاعديـة لقلـة المنافسـة مـع ايونـات H+ وعنـد PH بحـدود 7 تتسـاوى الصـورتين وهكـذا . وبنـاءا علـى ذلـك نجـد انــه فــي الظــروف العراقيــة التــي تميــل إلــى القاعديــة يفضــل اســتخدام ســماد (DCP) Di calcium phosphate $CaHPO_4.2H_2O$ ، كمـا يفضـل إضـافة الأسـمدة النتروجينيـة بصـورة الامونيـوم وليسـت النترات فاسـتخدام كبريتات الامونيـوم اوسـماد اليوريـا الـذي ينـتج عنـه عنـد التحلــل ايــون الامونيــوم. أمــا بالنســبة للتــرب الحامضــية فيستحســن إضــافة(MCP) Mono calcium phosphate $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$. كمـا يفضـل التـرب العراقيـة إضـافة الأسـمدة النتروجينيـة الحاويـة علـى النتـروجين بصـورة الامونيـوم فـي حـين فـي التـرب الحامضـية يفضل إضافة الأسمدة النتروجينية على صورة النترات .

من الناحيـة التطبيقيـة المعروف إن التـرب العراقيـة هـي تـرب تميـل إلـى القاعديـة بسـبب احتواءهـا علـى نسـبة مـن الكالسـيوم لـذا عنـد إضـافة الأسـمدة يجـب إن تضـاف الأسـمدة النتروجينيـة الحاويـة علـى الامونيـوم هـذا مـن ناحيـة أو مـن ناحيـة أخـرى لتقليـل صـورة النتـروجين الموجـود بشـكل نتـرات لان النتـرات مـن العناصـر المتحركـة فتغسـل بعيـدا عـن مقـد التربـة بالإضـافة إلـى عمليـة عكـس النترجـة أي فقـدان النتـروجين علـى شـكل غـازات متطـايرة لـذا يلاحـظ فـي زراعـة الـرز نظيـف النتـروجين علـى شـكل آمونيـا. 10−40 % مـن السـماد المضـاف يفقـد علـى شـكل غـاز بعمليـة عكـس النترجـة لـذا يفضـل إضـافة الأسـمدة النتروجينيـة بصـورة امونيـوم ولـيس بصـورة نتـرات لان النترات تفقد بالغسل ثم تتعرض إلى عملية عكس النترجة .

أما بالنسبة للعناصر الصغرى (Fe−Cu−Mn−Bo) فتزداد جاهزيتها بانخفاض درجة الحموضـة (PH) وهـي بصـورة عامـة أكثـر جاهزيـة حـول نقطـة التعـادل. كمـا إن امتصـاص Al مـن قبـل معادن الطين يقل في الظروف الحامضية مما يزيد من تركيزه الى حد السمية للنباتات كما قد تحدث سمية بالمنغيز Mn في حين يحصل نقص في الحديد والذي قد يحدث كذلك في الترب ذات المحتوى العالي من الكلس مسببا اصفرارا وشحوبا للنبات.

2−المادة العضويـــــة : Organic matter

إن للمـادة العضـوية تـأثيرا مباشـرا علـى درجـة تفاعـل التربـة فالأحمـاض العضـوية عنـد تحللهـا تـؤدي إلـى خفـض PH ، إضـافة إلـى إنهـا مصـدر جيـد للعديـد مـن العناصـر الغذائيـة مثـل (S,P,N) . كمـــا إن للمـــادة العضـــوية تميـــل إلـــى تكـــوين مركبـــات مخلبيـــة

(Chelate compound) مع كاتيونات العناصر بما له الأثر الكبير على خفض هذه العناصر خاصة العناصر الغذائية الصغرى .

إن المركبات المخلبية : عبارة عن مركبات عضوية تمسك العنصر وتمسكه بأكثر من جهة وتمنع انفراده إلى محلول التربة ومن أمثلة ذلك المركبات المخلبية للعديد المخلبي (Fe–EDTA). كما إن للمادة العضوية مشاركة مع (Ca++ في تكوين البناء الحبيبي للتربة الذي يحسن خواص التربة الفيزياوية والبيولوجية والذي ينعكس إيجابا على خواص الترب الرملية والطينية). ان ميل المادة العضوية لتكوين مركبات مخلبية مع كل من الـ Al–Ca من فرصة تكوين مركبات معقدة مع الفوسفات مما يزيد من جاهزيتها في التربة .

1- كاربونات الكالسيوم $CaCo_3$:

تؤثر كاربونات الكالسيوم مباشرة على PH التربة كما إنها مصدر مهم للـ Ca الذي يشارك المادة العضوية في عمليات بناء التربة. وله تأثيرات سلبية عديدة في التربة الكلسية منها إن وفرة كاربونات الكالسيوم تؤدي الى ترسيب الفسفور بصيغة $Ca_3(Po_4)_2$ غير الجاهزة .

أضف لذلك فان الكالسيوم يميل إلى الاتحاد مع المواد المخلبية مما يؤدي خروج الحديد حرا إلى المحلول والذي سرعان ما يتحول إلى هيدروكسيد ألحديديك $Fe(OH)_3$ غير الصالح لتغذية النبات والذي يسمى بالشحوب اليخضوري الكلسي والناتج من نقص عنصري الحديد والفسفور وخاصة الحديد.

4- نوع التربـــــة :

يتحكم نوع التربة الى حد كبير بمحتواها من العناصر الغذائية وبجاهزية هذه العناصر . وذلك بسبب تركيب هذه التربة ونسجتها فالتربة الناعمة ذات المحتوى العالي من الطين تعاني في الغالب من الظروف اللاهوائية (الغدقة) وتسود فيها ظاهرة الاختزال مما يؤدي الى تواجد الحديد بصورة Fe^{+2} والـ Mn^{+2} المختزل (الصورة الثنائية) وهي الصورة الجاهزة والقابلة للامتصاص بواسطة جذور النبات لذلك فقد تصل الى حد السمية. كما ان فقد النتروجين يزداد بعملية (Denitrification) كما يحدث في حقول الرز. أما في الظروف الهوائية فيكون العكس حيث الحديد في الصورة الثلاثية والمنغنيز بالصورة الرباعية أو سداسية التكافؤ وهما صور غير جاهزة في حين تتحول صور النتروجين الى الامونيا الى النترات بعملية Nitrification بواسطة بكتريا نتروسوموناز Nitrosomonas والـ النتروباكتر Nitrobacter . ومن الصفات الأخرى المتأثرة بنوع التربة هو محتواها من الماء حيث إن الترب الطينية ذات محتوى عالي من الماء وان سعتها الأيونية التبادلية (CEC) أعلى من الترب الرملية أي ان الترب الرملية ذات محتوى اقل من الـ Ca++, Mg++, K+ , Na+ .

5-أحياء التربـــــة :

إن لأحياء التربة دورا هاما في توفير وجاهزية العناصر الغذائية من خلال الـ Nitrification والـ Denitrification كما ان المايكورايزا لها دور في زيادة العقد البكتيرية في النباتات البقولية وفي زيادة امتصاص العناصر الغذائية بسبب تكوين الهايفات وكذلك دورها في تهدم وانحلال المادة العضوية بعملية المعدنة وتحرير العناصر الغذائية الجاهزة للامتصاص الى محلول التربة. كما ان هناك بكتريا الكبريت المسؤولة عن أكسدة الكبريت المعدني الى صورة الكبريتات التي تمتص من قبل جذور النبات على هذه الصورة .

6-الاكاسيد نصف السداسية :

وهي عبارة عن اكاسيد الالمنيوم والحديد (AL_2O_3 و FeO_3) إن زيادتها في التربة تؤدي الى تقليل جاهزية عنصر الفسفور بسبب تكوين فوسفات الالمنيوم والحديد غير الجاهزة للنبات.

7-النبـــات :

حيث ان النباتات التي لها قدرة اكبر على التغلغل التعمق تكون لها قدرة اكبر على امتصاص العناصر الغذائية وكذلك فان هناك محاصيل مجهدة للتربة مثل القطن والذرة والبنجر بينما المحاصيل البقولية تكون مفيدة للتربة لما تخلفه من مادة عضوية غنية بعنصر النتروجين ، كما نلاحظ ان مخلفات النجيليات عند إضافتها الى التربة تؤدي الى استنزاف النتروجين من التربة .

كما نلاحظ ان النباتات البقولية ذات قدرة اعلى على إفراز ايونات الهيدروجين والتي تستطيع ان تهاجم صور العناصر الغذائية المعقدة التركيب وإذابتها وجعلها بصورة جاهزة للامتصاص كما في حال صور الفوسفات المرسبة .

8- عوامل أخرى نخص بالذكر منها ما يلي :

أ- تجوية مادة الأصل :

حيث ان التجوية بكل انواعها الكيمياوية والفيزيائية والبيولوجية تؤدي الى تفتيت الحبيبات وانفراد العناصر الغذائية الى محلول التربة ثم الى النبات .

ب-التعرية : حيث انها بجميع أنواعها تؤدي الى تنخر وانجراف وتقلل من خصوبة التربة ومن جاهزية العناصر .

ت-درجة الحرارة

9- عوامل أخرى : وهذه لا تؤثر في الجاهزية قدر تأثيرها بعملية الامتصاص: التنافس والتضاد والتداخل ، درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ، الضوء ، التكافؤ .