الفصل السادس
التغذية المعدنية للأشجار الخشبية
Mineral nutrition in Forest trees

التغذية المعدنية للأشجار Mineral nutrition

التغذية الغير عضوية تعتبر من الأهمية بمكان بالنسبة لفسيولوجيا الأشجار لأن إضافةعنصر معين يعتبر شرط أساسى لنجاح النمو. وعموماً نجد أن النباتات تحتاج إلى الأكسوجين، الماء، ثانى أكسيد الكربون، النتروجين وأيضاً حوالى ١٢ عنصر آخر تعتبر أساسية لتكوين المواد الأولية raw materials فى مراحل نموها المختلفة وللأغراض الأخرى. وعموماً علماء فسيولوجى النبات لا يميلون إلى استعمال تغذية بمعنى Food لأنها تعنى المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات التى تستعمل مباشرة كمصدر لطاقة عند أكسدتها oxidization فى عملية التنفس أو يمكن أن تستعمل لبناء مواد أخرى عند تمثيلها داخل النبات.

أما بالنسبة للمعادن Minerals وثانى أكسيد الكربون تعتبر فى نظر علماء الفسيولوجى أنها مواد أولية أو مواد مكملة مهمة لتمثيل المواد الغذائية أكثر منها كمواد غذائية.

الخواص أو التأثيرات العامة للأملاح المعدنية:

General functions of menerals

الأملاح المعدنية لها خواص أو تأثيرات عديدة داخل النبات فبالإضافة إلى أهميتها فى تكوين الأنسجة النباتية المختلفة Plant tissues تعتبر أيضاً كمواد مساعده catalysts فى عديد من التفاعلات الكيماوية داخل النبات. أيضاً تعتبر كمواد منظمة فى عمليات النفاذية Osmotic regulators وأيضاً كمواد تتحكم أو لها تأثير فى عمليات النفاذية خلال الأغشية ومن أمثلة المواد التى تدخل فى بناء الأنسجة عنصر الكالسيوم فى الجذار الخلوى والمغنسيوم فى جزئ الكلورفيل والبروتين النووى nucles proteins كذلك نجد أن هناك عدد من العناصر الغذائية مثل الحديد والنحاس والزنك نجد أن النبات يحتاج إليها

بكميات صغيرة ولكنها ضرورية لأنها تتحكم فى عمليات الأنزيمات فمثلاً نجد أن تأثير المنجنيز والمغنسيوم يظهر كمواد منشطة Activators أو مواد مثبطة inhibtors للنظام الأنزيمى كذلك نجد أن هناك عناصر مثل البورون والنحاس والزنك والتى يحتاجها النبات بكميات صغيرة مهمة فى نظام عمل الأنزيمات وتكون تلك العناصر سامة إذا تواجدت بكميات كبيرة. كذلك يعزى سمية بعض العناصر مثل الفضة والزئبق إلى أنها تثبط أو تتلف مباشرة النظام الأنزيمى.

كذلك نجد أن الضغط الأسموزى للعصير الخلوى يرجع جزء كبير منه إلى الكربوهيدرات الذائبة كمصدر للأملاح المعدنية أو لتواجد الأملاح بتركيزات عالية داخل الخلية. كذلك هناك مثال آخر فنجد أن عنصر الفوسفات يعتبر من أهم العناصر ال buffer كذلك نجد أن كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم تكون كاتيونات للأحماض العضوية Organec acid buffer system كذلك نجد أن نفاذية الأغشية داخل الخلايا تتوقف على نوع الأيونات المتواجدة فنجد أن الكاتيونات الثنائية أو الثلاثية di- trivalent cations تقلل من نفاذية الأغشية بينما تزداد النفاذية فى حالة تواجد الكاتيونات الأحادية monovalent cations كذلك نجد أن لبعض العناصر تأثير متوازن مثال ذلك تواجد الكالسيوم اساس لعمل توازن مع الصوديوم وأيضا يحد من إحلال الصوديوم فى محلول كلوريد الصوديوم.

عموماً نجد أن أهمية إضافة العناصر الغذائية للحصول على محصول عالى وجيد قد استخدمت منذ فترة طويلة فى المحاصيل الحقلية والبستانية ولكن للآن نجد أن إضافة العناصر الغذائية لأشجار الغابات ما زال يستخدم على نطاق ضيق فنجد مثلاً أن معظم تجارب تسميد الأشجار الخشبية تجرى على بادراتهافى الصوب الزجاجية ولكن الزيادة المستمرة فى أسعار الأراضى الزراعية وكذلك الأخشاب الخام timber لابد أن تغير من هذه السياسة . كالاهتمام بعمليات التنمية والتربية للأشجار الخشبية وتوفير البيئة أو المناخ الصالح لنموها لكل هذه الأسباب مجتمعة نجد أنه لابد من استخدام الأسمدة الغير عضوية وإضافتها إلى مجموعات الأشجار الخشبية كما هو الوضع فى حالة المحاصيل الحقلية والبستانية.

العوامل البيئية والفسيولوجية التى تؤثر على تسميد الأشجار الخشبية

I تأثير نوع الأرض على مدى الاستجابة لعمليات التسميد:

نجد أن نوع الأرض يلعب دور كبير فى مدى الاستجابة لعمليات التسميد. فنجد أن مدى الاستجابة للعناصر الغذائية فى حالة الأرض الخفيفة يكون واضح وسريع عن الأرض الثقيلة heavy soil وذلك لأن العناصر المضافة تكون عادة فى متناول جذور النبات وذلك نتيجة لسهولة انتشار الجذور فيها، كذلك نجد أن لها سعة امتصاصية بسيطة Low Sorption Capacity كذلك مقدرة بسيطة على حفظ الماء وبالتالى لا تفقد كمية كبيرة من العناصر الغذائية بواسطة عمليات الغسيل Leachin .

١ـ الأراضى الجيرية Calcareous Soils

نجد أن الأراضى الجيرية تمر بعدة مراحل حتى تصل إلى مرحلة ابتداء تكوين الطمى وعند هذه الحالة تصبح تلك الأراضى صالحة للزراعة وذلك لأن تكوين أو بدأ تكوين الطمى عامل مهم وذلك لأنه يمنع فقد العناصر الغذائية عن طريق عمليات الغسيل.

Limestone sierozem of Prots Rendzina → Mulish Rendzina → Mull Rendzina.→ Moder Rendzina etc

وعند ذلك نحصل بتغير اللون إلى البنى على Brown Rendzina أو Brown Loam Rendzina وعموماً هذه الأرض يفضل استخدامها فى زراعة الأشجار ذات الورق العريض broad Leaves وعموما نجد أن هناك مشاكل تظهر فى هذه الأراضى مثل النسبة بين عنصرى الكالسيوم والبوتاسيوم فنجدها غير متوازنة وذلك لارتفاع نسبة الكالسيوم كذلك الفوسفور والحديد والمغنسيوم يظهر أعراض نقصهم فى هذه الأراضى.

٢ـ الأراضى الغدقة والنصف غدقة Half- Bog and Bog soils

الأراضى النصف غدقة وهذه التسمية تطلق على الأراضى التى تقع بن الإراضى الـ mineral والأراضى ال Bog وهذه الأراضى تحتوى على مادة عضوية أقل من ١٠ ـ ٣٠٪ كذلك تحتوى على كمية زائدة من المياه التى تساعد على نمو النباتات المائية hydrophilous flora وأيضاً توجد بها ظروف تهوية سيئة وبالتالى تسبب فى موت

كثير من النباتات. كذلك نجد أن الطحالب تتواجد بكثرة فى هذه الأراضى وفى هذه الحالة نجد أنه إذا زاد سمك الطحالب عن ٣٠ سم نجد أنها تصبح Fen soils and Raised Bog وأيضاً قد تعرف باسم High moor or Raised Moss وهذه الأرض توجد بها كميات كبيرة من النيتروجين وال pH يكون عالى وعموماً تتكون هذه الأنواع من الأراضى تحت المناخ الحار الرطب

أما فى المناطق ذات المناخ العادى فنجد نوع آخر من هذه الأراض يسمى Swamp Moors كنتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضى وهذا النوع من الأرض تتوقف خواصه على كمية الكالسيوم التى يحتويها الماء الأرضى ولذلك تقسم إلى ثلاثة أنواع كالآتى:

1-Oligotrophic Moors وهذه تحتوى على كمية قليلة من الكالسيوم والنتروجين

2- Mesotrophic Moors وهذه تحتوى على كمية متوسطة من الكالسيوم والنتروجين

3- Eutrophic Moors وهذه تحتوى على كمية كبيرة من الكالسيوم والنتروجين

II أهمية الدبال Humus

الدبال يشتمل على بقايا النباتات والأحياء الدقيقة الموجودة فى الأرض وكل هذه الأشياء تمثل المادة الأولية فى تكوين الدبال Humus ثم يحدث لهذه المواد أو تمر بعدة عمليات فى التحلل لكى تتحول المادة العضوية إى Co2 ، نتروجين ، كبريت ، فوسفور ومواد أخرى غير عضوية inorganic وهذه العملية تسمى mineralisation وبالتالى تتواجد المواد الدباليه فى الصورة الجديدة التى يطلق عليها Humification أما المتبقى من المواد الدبالية التى لم يحدث لها تحلل فنجد أنها تظل فى الأرض كمواد دبالية وعموما نجد أن سرعة عملية التحلل تتوقف على نوع المواد العضوية فمثلاً نجد أن المواد العضوية أو مخلفات الأشجار ذات الورق العريضة يحدث لها تحلل اسرع من المواد العضوية الناتجة عن الأشجار المستديمه الخضره. كذلك هناك تأثير من حيث نوع التربه والمناخ على سرعة عملية تحلل المواد العضوية.

III المواد العضوية الغير متحللة The removal of Litter

فى بعض الأحيان نجد أن هناك فقد فى العناصر الغذائية يكون مصدره أو ناتج عن لأحياء الدقيقة الموجودة فى الأرض نتيجة تحلل المواد العضوية وهذه العملية تسبب فقد

حوالى ٢٤٪ من النيتروجين المتواجد أو المخزون فى المواد الدبالية ففى هولندا وجد (Van Goor 1963) أن النقص السنوى فى المحتوى الغذائى يقل سنوياً بنحو ٢ متر مكعب /للهكتار فى أرض دبالية تعرف باسم ال podsolized Soil مزروعة بأشجار Pinus Silvestris وأن هذا النقص السنوى قد تسبب فى موت بعض الأشجار والجدول رقم (٥) يوضح ذلك.

Species	According to SONN(1960) ton / ha	According to MAYER (1964) ton / ha
Larch wood	2.7	3.4
Oak wood	3.9	3.2
Pine wood	4.1	3.0
Spruce wood	6.0	3.5

جدول رقم (٥)

أما إذا عبر عن هذه الكميات التى تتناقص سنوياً على أساس المحتوى الغذائى للعناصر المختلفة نجدها تصبح فى صورة أخرى كما هو واضح فى الجدول رقم (٦):

	N	P_2O_5	K_20	Ca 0
Pine Litter	28	5.3	6.3	60
Spruce Litter	47	8.6	14.5	121

جدول رقم (٦)

القواعد التى تؤثر على تغذية أو تسميد اشجار الغابات:

١ـ مستوى العناصر الغذائية المضافة Balanced supply of nutrients

نجد أن هناك عدة قوانين تتحكم فى مستويات أو تركيزات العناصر الغذائية داخل النبات وهذه تتوقف على نوع وخواص كل عنصر من الناحية الطبيعية والفسيولوجية. فمن الناحية الفسيولوجية أنه لا يحل عنصر محل عنصر آخر وأيضاً كل عنصر يكون له

دور محدد فى عمليات ال Metabolism داخل النبات مثل الضغط الأسموزى ـ الامتلاء ـ ال pH ـ أو يكون عامل منظم buffering (داخل العصير الخلوى) بذلك نجد أنه ممكن أن يتواجد أو يحل عنصر محل عنصر آخر له نفس الصفات الطبيعية والكيمائية chemical behaving (داخل العصير الخلوى). وكذلك قد نجد أنه ممكن أن يتواجد أو يحل عنصر محل عنصر آخر له نفس الصفات الطبيعية والكيمائية Physico chemecal behaviour فمثلاً نجد أن الصوديوم Na ممكن أن يحل جزئياً محل البوتاسيوم K (فى حالة مثل حالات الاحلال الأسموزى Osmotic فقط) وأيضاً هناك حالة أخرى مثل المغنسيوم، والكالسيوم وعموماً نجد أننا نحصل على النمو الطبيعى القوى عندما تتواجد جميع العناصر الغذائية فى حالة توازن وفى صورة صالحة للامتصاص وفى متناول جذور النبات.

عموماً حالات الاختلال الغذائى أو عدم التوازن unbalanced تظهر عندما يتواجد عنصر أو أكثر أقل من مستوى المطلوب أن يتواجد فيه عند ذلك تظهر على النبات أعراض نقص أو سمية العنصر كذلك هناك مشاكل أخرى تظهر عند نقص العناصر الغذائية نتيجة لضعف النمو وهى ضعف مقاومة الأشجار للإصابة بالأمراض الفطرية والحشرية التى قد تهاجم المجموعات الشجرية .

٢ـ تأثير التخفيف Dilution effect

وهذه العملية تعتبرمن المشاكل التى تظهر أثناء عمليات تسميد الأشجار الخشبية فعند إضافة عنصر معين نجد أن هناك عناصر أخرى تظهر على الأشجار أعراض نقصها نتيجة لزيادة النمو. فمع زيادة نمو الأشجار فى الحجم وزيادة تكوين الخشب نجد أن مخزون العناصر الغذائية الموجودة فى الأرض والتى لم تضاف أصلاً مع السماد يحدث لها عملية تخفيف أو تقل نسبة المخزون منها فى الأرض وبالتالى يبدأ ظهور أعراض نقصها على الأشجار وبالتالى ممكن أن يصبح أحد هذه العناصر عامل محدد لنمو المجموعة الشجرية وبالتالى ممكن أن يؤثر على مدى استفادة الأشجار من الأسمدة المضافة وعموماً تأثير هذه العملية يظهر بعد عدة سنوات من إضافة الأسمدة إلى المجموعات الشجرية أيضاً كثير من أعراض نقص العناصر الغذائية التى تظهر على الأشجار يمكن تفسيرها نتيجة ال

dilution effect فمثلاً اصفرار قمم الأفرع yellow needl tip فى الصنوبريات Pines بعد إضافة سماد الـ Np كذلك أعراض نقص البوتاسيوم والمنجنيز فى الـ Spruce وغيرها من أعراض نقص العناصر الغذائية.

٣ـ تداخل وتضاد العناصر الغذائية

Nutrient antagonisms and interactions

عندما تظهر على المجموعات الشجرية أعراض نقص العناصر نتيجة لعمليات التخفيف السابق ذكرها فإننا نتوقع حدوث اضطراب فى عمليات نمو المجموعات الشجرية. كذلك أعراض نقص العناصر ممكن أن تحدث نتيجة تضاد العناصر الغذائية مع بعضها عدن إضافتها فمثلاً وجد (RATHE1959) أنه عندما تكون النسبة بين : C_aO 1:O.45 K_20 فى أفرع الـ Spruce تظهر أعراض النقص بينما تنمو النباتات فى صورة طبيعية عندما تكون النسبة 1:0.73 وعموماً هناك أمثلة عديدة لهذه الحالات مثل حالات التضاد بين NH_4 : Mg,k: Mg

٤ـ تأثير العوامل البيئية Fundamental rule for forest fertilization

نجد أن الظروف البيئية التى تتواجد فيها المجموعات الشجرية لها دور كبير فى مدى استجابة المجموعات الشجرية للأسمدة المضافة . هذا ويجب أن نضع ف الاعتبار أن يجب أن تضاف كل العناصر الغذائية فى صورة صالحة وبكميات مناسبة حتى نحصل على النمو الطبيعى والقوى.

ما هى العناصر الغذائية الأساسية:

نجد أن أكثر من ١/٢ العناصر الموجودة فى الجدول الدورى توجد فى انسجة النبات وأيضاً نجد أن هذه العناصر متواجدة أيضاً فى منطقة نمو الجذور فمثلاً وجد (Wilcox 1940) حوالى ٢٧ عنصر عند تحليل عينة خشب من أخشاب White pine وعموماً ليست كل العناصر الموجودة داخل النبات يمكن أن يقال أنها أساسية لنموه فمثلاً وجد (Parker 1956) عنصر ال Platinum والفضة Silver فى أوراق Panderosa Pine وعموماً العناصر التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة هى النيتروجين ـ الفوسفور ـ البوتاسيوم ـ الكالسيوم ـ المغنسيوم ـ الكبريت وهناك عناصر أخرى يحتاجها النبات

بكميات صغيرة مثل الحديد ـ المنجنيز ـ الزنك ـ النحاس ـ البورون ـ الموليبدتم ـ الكلورين . وهذه العناصر تسمى بالعناصر الصغيرة أو الـ Minor nutrients .

نسب العناصر المختلفة فى أوراق الأشجار الطبيعية

Element	Content, Parts per milion
Nitrogen	20.000
Potassium	15.000
Calcium	15.000
Magnesium	3.000
Phosphorus	2.500
Sulfur	2.000
Iron	100
Boron	40
Manganese	40
Zinc	40
Copper	25
Molybdinum	1

وعموماً نجد أن كلمة عنصر أساسى essential element تطلق على العنصر إذا كان غيابه يسبب ضعف أو نقص أو موت للأشجار الخشبية وكذلك إذا لم يكن لعنصر آخر أن يحل محله ويجب أن نضع فى الحسبان أن هناك بعض العناصر ممكن أن تحسن النمو ولكن فى الحقيقة ليست أساسية لأن النبات ممكن أن ينمو بدونها أو فى غيابها مثال ذلك عنصر الصوديوم نجد أنه يحسن من نمو بنجر السكر وبعض النباتات الأخرى ولكنه لا يعتبر من العناصر الأساسية لنمو النبات.

تأثير أو دور العناصر الغذائية المختلفة Functions of Various elements

معظم التجارب التى أجريت على هذا الموضوع كان يستخدم فيها نباتات حولية وذلك لسرعة نموها وأيضاً سرعة الحصول على النتائج ولكن هناك بعض التجارب أجريت على بادرات أشجار الفاكهة والغابات.

١ـ النتروجين Nitrogen

الدور الأساسى الذى يلعبه عنصر النيتروجين هو إنه يدخل فى تكوين أو بناء الأحماض الأمينية والتى تكون البروتين، كذلك يدخل فى تكوين بعض المركبات مثل ال Purines وال alkaloids وكثير من الفيتامينات وعموماً نجد أن النتروجين يكون مركبات تشتمل من ٥ ـ ٣٠٪ من وزن النبات الجاف والنتيجة ظهور الاصفرار Chlorosis فى الأوراق القديمة وفى حالات النقص الشديدة يظهر الاصفرار على الأوراق الحديثة.

٢ـ الفوسفور Phosphorus

وهو المكون الأساسى للبروتين النووى nucleoproteins وال Phospholipids كذلك نجد أن الروابط الكيماوية ذات الطاقة العالية تحتوى على مجموعة فوسفات وهذه تمثل الطاقة الأساسية داخل النبات فى عمليات نقل المواد الغذائية وعموماً نجد أن الفوسفور ممكن أن يتواجد فى الصورة العضوية أو الغير عضوية وكلاهما صالح للامتصاص بواسطة جذور الأشجار.

٣ـ البوتاسيوم Potassium

وهذا العنصر يحتاجه النبات بكميات كبيرة وهو لا يتواجد فى صورة عضوية وهو يدخل فى تركيب الأنزيمات ويقال أن نقصه يسبب قلة نقل المواد الكربوهيدراتية وعمليات تمثيل المواد النتروجينيه ولكن كل هذه تعتبر تأثيرات تعتبر غير مباشرة للعنصر.

٤ـ الكبريت sulfur

وهومهم لتكوين عديد من الأحماض الأمينية الـ biotin, cysteine, thianin وعموما نقص الكبريت يتسبب فى اصفرار الأشجار وأيضاً يقلل من تمثيل البروتينات وبالتالى يؤثر على تكوين الأحماض الأمينية.

٥ـ الكالسيوم Calceum

وهو يتواجد فى صورة أكسلات الكالسيوم فى الجدر الخلوية كذلك له بعض التأثير فى عمليات تمثيل النتروجين وعموماً هذا العنصر غير متحرك immobile وعموماً نقصه يسبب قلة نمو القمم المريستيمية.

٦ـ المغنسيوم Magnesum

وهو يدخل فى تكوين جزئ الكلورفيل. كذلك يدخل فى تركيب كثير من الأنزيمات ونقصه يسبب الاصفرار.

٧ـ الحديد Iron

يعتبر من العوامل الأساسية فى نقص الكلورفيل فى الأراضى ذات ال pH المرتفع أيضاً نجد أن هذا العنصر يلعب دور أوله تأثير فى عمليات تمثيل البروتينات وعموماً معظم كمية الحديد تتواجد فى الـ chloroplasts فى الأوراق. كذلك يدخل فى تركيب أنزيمات التنفس مثل الـ Cytochrome, oxidasec, peroxedases على الأوراق الحديثة النمو لأنه لا ينتقل داخل النبات.

٨ـ المنجنيز Manganese

وهذا العنصر أيضاً مهم فى عملية تمثيل الكلوروفيل وأيضاً يدخل فى عمل الأنزيمات كذلك له تأثير على امتصاص الحديد وأعراض نقصه تظهر فى صورة مناطق ميته على سطح الورقة وهذا العنصر يعتبر من العناصر المتحركة أو التى تنتقل داخل النبات نسبياً.

٩ـ الزنك Zinc

وهذا العنصر يتسبب فى صغر حجم الأوراق الجديدة فى الأشجار الخشبية كذلك يدخل فى تمثيل الـ tryptophan الذى يدخل فى تكوين الـ indolacetic acid

١٠ـ النحاس Copper

يدخل فى تكوين بعض الأنزيمات كذلك فى الـ ascorbic acid oxidaze

١١ـ البورون Boron

ويحتاجه النبات بكميات قليلة تتراوح من ١ ـ١٥ جزء فى المليون وهذا يتوقف على نوع الأشجار الخشبية ونقصه يتسبب فى نقص النمو الطولى للقمم النامية وهذا العنصر يعتبر مهم فى عمليات نقل المواد السكرية داخل النبات وبالتالى يؤثر على المحتوى المائى للنبات.

١٢ـ الموليبدنم Molybdenum

وهذا العنصر يحتاجه النبات بكمية قليلة جداً حوالى ١ جزء فى المليون بالنسبة لجميع أنواع الأشجار الخشبية تقريباً، وكذلك يؤثر فى عمليات تثبيت النتروجين.

١٣ـ الكلوروين Chlorine

وهو مهم فى عملية التمثيل الضوئى أو يعتبر عامل محدد لها.

١٤ ـ عناصر أخرى Other elements

وهذه العناصر تشمل الألومنويم ـ الصوديوم ـ السيلكون وهذا العنصر الأخير يتواجد بكميات كبيرة فى بعض الأصناف الشجرية وكذلك نجد أن هذه العناصر أحياناً تسبب زيادة النمو ولكنها لا تعتبر من العناصر الضرورية أو الأساسية كذلك نجد أن عنصر السيلينيم Selenium يعتبر من العناصر الأساسية لبعض الأنواع الشجرية.

أعراض نقص العناصر Symptoms of Mineral Deficiences

نجد أن نقص العناصر يتسبب فى أحداث تغيرات كيماوية وفسولوجية وبالتالى يتأثر الشكل العام المورفولوجى أو الظاهرى للأشجار وفى بعض الأحيان نجد أن النمو يقف تماما قبل أن تظهر على النباتات أعراض نقص العنصر وعموماً يمكن تقسيم أعراض نقص العناصر إلى الأعراض الآتية

أعراض النقص الظاهرية Visable symptoms of deficiences

أهم تلك الأعراض هو أن النمو يتأثر أو يقل كذلك اصفرار الأوراق وهذا ناتج عن قلة تمثيل الكلورفيل وعموما تعتبر الأوراق من الأجزاء المهمة التى تتأثر مباشرة بهذا النقص فنجد أن حجمها يكون غير طبيعى (يقل)

كذلك فى الشكل وتظهربعض المناطق الميتة على القمم أو على حافة النصل أو بين العروق. وبعض الأوراق يظهر عيها الاحمرار وفى حالة الصنوبر نجد أن الأفرع تسقط أو تصبح ملتحمة Fused needles كذلك نجد أنه فى بعض الأحيان أن نقص العنصر يتسبب فى زيادة إفراز الصموغ وهذا يسمى بال gummosis ولقد وجد فى استراليا أن ظهور الصموغ حول البراعم يكون مرتبط بنقص عنصر الزنك هذه الحالة وجدت فى Monterey Pine

كذلك نجد أن العناصر أيضاً قد ينشأ عنه موت بعض الأعضاء النباتية مثل الأوراق أو الأفرع وهذا يطلق عليه بال dieback وعموماً وجد أن نقص النحاس يتسبب فى هذا الموت كما هو الحال فى الموالح حيث يسبب موت الأفرع dieback of shoots

كذلك وجد أن نقص البورون يتسبب فى موت الكامبيوم فى الموالح وموت اللحاء Phloem فى التفاح. كذلك نجد أن نقص العناصر يتسبب فى أحداث أعراض ظاهرية لا ترى بالعين المجردة ولكن يمكن أن نقص العناصر يتسبب فى أحداث أعراض ظاهرية لا ترى بالعين المجردة ولكن يمكن رؤيتها تحت الميكروسكوب فمثلاً وجد Daves (1949) أن نقص الكالسيوم فى بادرات ال Loblolly pine تسبب فى احتواء البادرات على براعم صغيرة (قلل حجم البراعم) وكذلك قل النمو القمى. كذلك احتوت البادرات على كمية قليلة من الأوراق وأيضاً تسبب فى قلة عدد خلايا الخشب واللحاء كذلك قلت عدد الأنسجة الأولية وزادت عدد الأنسجة الثانوية فى الساق كذلك تأثرت القمم الجذرية عن النمو الطبيعى. كذلك وجد أن نقص الكالسيوم تسبب فى قلةعدد الخلايا المنقسمة أكثر من عملية استطالة الخلايا وكل هذه الأمور تؤثر فى عملية لجنته الحلايا الخشبية فى الساق.

أما بالنسبة للأعراض الغير مرئية فى التركيب الخلوى فلقد وجد (Reed 1935) أنه فى حالة نقص الزنك فإن البلاستيدات فى أوراق الموالح كانت أعرض من الحالة العادية وقد أخذت الشكل العمودى وأيضاً كانت تنقسم عرضياً . كذلك قل عددها وزاد المحتوى الدهنى فيها بينما ظهرت حبيبات النشا فيها فى صورة اسطوانية مطاولة كذلك أظهر التحليل الكيماوى وجود الـ Phytosterol أو Lecithen فى فجوات الخلايا كذلك نجد أن أعراض نقص العنصر تتوقف على حركة العنصر داخل النبات من عدمها فنجد مثلاً أن أعراض نقص النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم تظهر على الأوراق القديمة بينما الأوراق الحديثة لا تظهر عليها أى أعراض نقص وذلك لأن هذه العناصر تنتقل من الأوراق القديمة إلى الأوراق الحديثة عكس ذلك نجده فى حالة نقص البورون والكالسيوم والحديد والمنجنيز والكبريت يظهر أعراض النقص فيها على الأوراق أو النموات الحديثة وذلك لأن هذه العناصر لا تتحرك داخل النبات.

الاصفـــرار Chlorosis

وهو من أكثر الأعراض الظاهرية انتشاراً وهو مرتبط بعملية التمثيل الكلورفيلى وعموماً ظهور الاصفرار يكون مرتبط بقلة النتروجين ولكنه أحياناً يظهر نتيجة نقص عنصر الحديد ـ المنجنيز ـ المغنسيوم ـ البوتاسيم وبعض العناصر الأخرى. كذلك نجد أن العوامل البيئية قد تتسبب فى فى حدوث الاصفرار أكثر من حالة نقص العناصر فمثلاً قلة أو زيادة مياه الرى ـ درجة الحرارة العالية ـ وجود المواد السامة مثل ثانى أكسيد الكبريت أو زيادة المواد المعدنية. كذلك نجد أن الأصفرار ممكن أن يحدث نتيجة العوامل الوراثية إذا احتوى النبات على صفات ال albinos فهذا يؤثر على محتوى الكلورفيل فى الأوراق. كذلك هناك اعتقاد أن أهم الأسباب التى تسبب ظهور هذه الظاهرة هو حدوث اختلال فى عمليات الميتابولزم داخل النبات وبالتالى قلة تمثيل المواد النتروجينية والكلورفيل.

التأثير الفسيولوجى لنقص العناصر الغذائية

Physiological effect of mineral deficiences

عموماً نجد أن الأعراض الظاهرية لنقص العناصر ما هى إلا محصلة للتفاعلات الداخلية الكيميائية والفسيولوجية داخل النبات ولكن من الصعب تحديد أسباب حدوث تلك الظواهر الطبيعية التى تنتج عن نقص أحد هذه العناصر لأن ذلك يكون مرتبط بعمليات حيوية كثيرة ومعقدة داخل النبات. فمثلاً نقص النتروجين يقلل النمو وذلك لأن نقص النتروجين يسبب نقص فى تكوين البروتوبلازم ولكن أيضاً نجد أن هذا يتسبب فى نقص عمل الأنزيمات والكلورفيل وبالتالى تقل المساحة الورقية وهذا يسبب نقص فى عملية التمثيل الضوئى وبالتالى تقل كمية الكربوهيدرات التى يمد بها النبات والتى يستعملها فى عمليات النمو . أيضاً هذه العملية تقلل من قدرة النبات على امتصاص النتروجين والمواد المعدنية الأخرى ومن هنا نجد أن العنصر الواحد له أكثر من دور داخل النبات وبالتالى يكون من الصعب تحديد أى العوامل التى تتسبب فى حدوث تلك الأعراض الظاهرية. كذلك هناك مثال آخر وهو المنجنيز حيث يعتبر عنصر منشط للنظام الأنزيمى وأيضاً مهم فى عملية تمثيل الكلورفيل ونقصه ينتج عنه كثير من الأمراض الفسيولوجية وعموماً هناك أمثلة عديدة من ناحية التأثير الفسيولوجى نذكر منها على سبيل المثال فنجد مثلاً أن إنتاج البذور يقل نتيجة لنقص كمية المواد الكربوهيدراتية المتاحة

للنبات ونقص تلك المواد الكربوهيدراتة يكون ناتج عن أسباب كثيرة منها نقص فى عملية تمثيل الكلورفيل أو نقص فى كمية الأزوت. كذلك نجد أن إضافة كميات كبيرة من النتروجين يسبب زيادة فى إنتاج البذور فى أشجار ال Sugar maple وأيضاً نجد أن الوزن الجاف لها يزداد. نفس تلك الظاهرة تحدث فى مخاريط وبذور ال Loblolly pine

الأمراض Diseases

عموماً نجد أن نقص النمو أو ضعفه يكون مصحوباً أو يعرض الأشجار للإصابة بالأمراض الفطرية والحشرية وأيضاً يقلل من مقاومتها لتلك الآفات فمثلاً وجد (Denuyl 1944) أن تسميد الأشجار الخشبية يقلل من خسائر الإصابة بالحفارات Locust borrer وذلك عن طريق زيادة النموات الخضرية.

العلاقة بين الأنواع والأصناف المختلفة ومدى تحملها لنقص العناصر:

نجد أن سلوك الأنواع والأصناف المختلفة للأشجار الخشبية مختلف تماماً لمدى تأثيرها لنقص العناصر المختلفة فمثلاً على سبيل المثال فى حالة غياب البوتاسيوم نجد أن لون أوراق أشجار ال Catalpa يكون أخضر غامق بينما فى حالة ال Ailanthus يكون لون الورق أخضر فاتح أما فى حالة الـ elm يكون لون الأوراق أصفر. كذلك من الممكن أن يكون لتغير العوامل أو الظروف البيئية أثر فى حدوث تلك التغيرات أو تحويرها.

أعراض زيادة العناصر الغذائية Symptoms of Excess Minerals

أراضى الغابات نادراً ما تحتوى على عناصر غذائية بصورة زائدة ولكن إضافة كميات كبيرة من الأسمدة إلى مجموعات الأشجار الخشبية وأيضاً إلى البادرات فى المشاتل ربما تسبب زيادة تلك العناصر وينشأ عنها زيادة فى الضغط الأسموزى وذلك نتيجة لتغير ال pH وهذا يحدث نتيجة لعدم حدوث توازن فى تركيز العناصر المختلفة وبالتالى نجد أن نتيجة زيادة الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى ينشأ عنه قلة امتصاص الماء بواسطة جذور الأشجار وبالتالى قلة المحتوى المائى فى الأوراق ونتيجة لذلك تظهر على الأشجار أعراض الجفاف خصوصاً فى الأيام الحارة أو الشديدة الرياح. كذلك هناك تأثير آخر فى الأراضى الرملية نتيجة لزيادة العناصر الغذائية وهى حدوث بلزمة للخلايا الجذرية وبالتالى يقف النمو. كذلك هناك تأثير آخر فى حالة زيادة كمية العناصر الغذائية فى

أراضى الغابات وهى أنها تعمل على زيادة النمو الحضرى وبالتالى تؤثر فى عملية نضج أخشاب الأفرع والنموات الحديثة وهذا يعرضها للموت فى المناطق التى يوجد بها صقيع أو درجة حرارة منخفضة.

طرق دراسة الاحتياجات الغذائية

Methods of Studying Mineral Requirements

هناك طرق عديدة لدراسة أهمية كل عنصر على حده ولكن يجب أن نأخذ فى الاعتبار عدم حدوث تلوث من أى عنصر آخر عن طريق العناصر الغذائية المضافة ـ الماء ـ الأوعية المستحدمة فى التجارب والتى تستخدم لنمو النباتات فيها أو عن طريق التلوث بواسطة الأتربة من الجو وعموماً يمكن دراسة أى عنصر مهما كانت كميته سواء صغيرة أو كبيرة عن طريق استخدام المزارع الأرضية أو الرملية أو المائية أو فى الحقل وعن طريق تحليل التربه والنبات أو المواد العضوية يمكن تقدير الكميات التى تحتاجها الأشجار الخشبية.

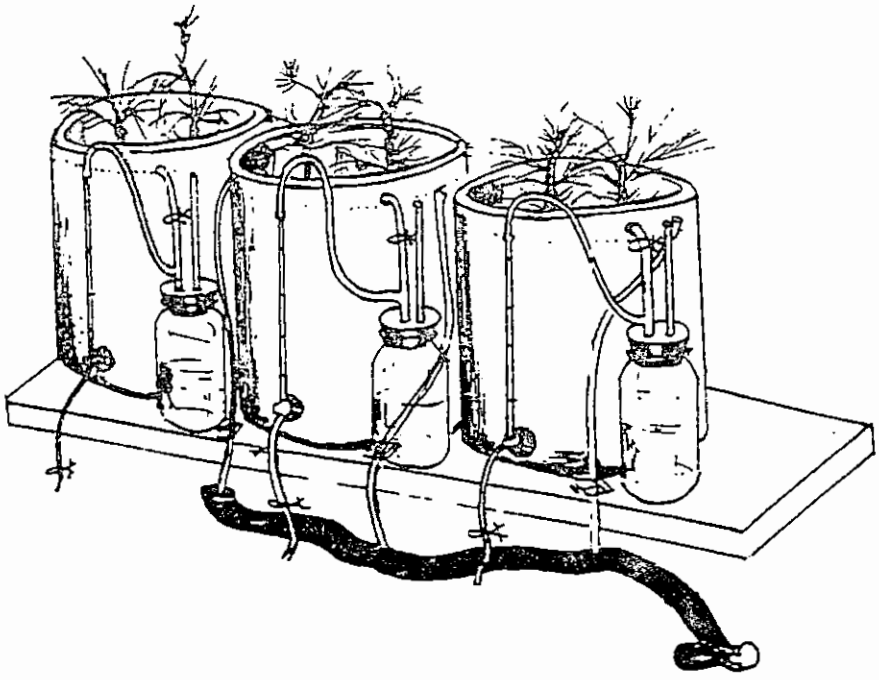
١ـ المزارع المائية Water Cultures

أول من استعمل تلك المزارع هو (Wood ward 1697) وفيها نجد جذور النباتات تكون مغمورة فى المحلول الغذائى الذى يحتوى على العناصر الغذائية وهذه المزرع أما أن تكون أوعية صغيرة فى حالة البادرات أو تكون أحواض كبيرة تحتوى على أكثر من ١٠٠ جالون من المحلول الغذائى فى حالة النباتات الكبيرة ولكن من عيوب تلك المزارع هى التهوية السيئية كذلك صعوبة التحكم فى الـ pH بحيث يظل ثابت وأيضاً تثبيت الضغط الأسموزى للمحلول

٢ـ المزارع الرملية Sand Cultures

وفيها يستخدم الرمل النقى أو الحصى ومن مميزات هذه الطريقة أنها توفر تهوية جيدة للجذور ويضاف المحلول الغذائى للنباتات فيها عن طريق السطح وذلك عن طريق ضخ المحلول الغذائى المتواجد فى آنية كبيرة بواسطة مضخات وذلك على فترات وفى حالة الصرف أو المحلول الزائد نجد أنه يصرف ويتجمع فى وعاء آخر. ولكى لا يحدث تجمع للأملاح على السطح فيضاف كمية كافية من الماء لمنع حدوث هذا التجمع الذى عادة

ينشأ نتيجة لعمليات البخر والشكل رقم(٥٢) يوضح كيفية استخدام تلك المزارع لدرا نقص العناصر.



شكل رقم (٥٢)

٣ـ المزارع الأرضية Soil Cultures

وهذه فى العادة تعتبر أرخص من ناحية التكاليف وهذه تستعمل لدراسة كمية العناصر المتواجدة فى الأراضى الطبيعية أو أعراض النقص فيها للأصناف المختلفة.

٤ـ حقن الأشجار tree injection

وهذه الطريقة مستخدمة منذ زمن بعيد فى أشجار الفاكهة وذلك للحصول على ثمار ذات طعم ورائحة جيدة. كذلك فى حالة الأزهار للحصول على جودة عالية وذلك عن طريق حقن العناصر الغذائية المختلفة. كذلك استخدمت تلك الطريقة لمقاومة الحشرات وذلك بحقن الأشجار بواسطة الزئبق وذلك فى القرن السابع عشر. كذلك فى القرن التاسع عشر حقن Sachs محلول الحديد للأشجار وذلك لمقاومة الاصفرار chlorosis وعموماً نجد أن الأشجار تستجيب سريعاً لعملية الحقن وذلك لسرعة انتقال

تلك العناصر داخل جذوع الأشجار وهناك استعمالات عديدة لعملية الحقن وذلك أما للقضاء على بعض الأشجار الغير مرغوب فيها أو لسهولة إزالة القلف debarking

٥ـ تحليل الأرض Soil analysis

نحن نعرف أن الأشجار الخشبية تحصل على احتياجاتها الغذائية عن طريق الأرض لذلك فمن الأفضل تحليل تلك الأرض كيمائياً لمعرفة كمية العناصر التى تحتويها وبالتالى مدى المساهمة التى يمكن أن تسهم بها فى عملية إمداد الأشجار الخشبية باحتياجاتها الغذائية أو كدليل لها. وعموماً نجد أن العناصر الغذائية التى نحصل عليها بواسطة مستخلص الأرض لا تعبر تعبير صادق على كمية العناصر التى تكون فى متناول جذور الأشجار الخشبية المزروعة فى تلك الأرض وذلك لأن جذور الأشجار الخشبية تصل إلى أعماق كبيرة داخل الأرض كذلك نجد أن هناك اختلافات فى قطاعات الأرض الواحدة أو عدم تجانسها. وعموماً تحليل الأرض يعطى فكره عن مدى خصوبة التربة أو الموقع وهذه الطريقة تعتبر مفيدة إذا أضيف إلى البيانات المتحصل عليا نتائج تحليل أجزاء النبات المختلفة المزروعة فى تلك المنطقة.

٦ـ Foliar diagnosis

وهذه تعتبر طريقة أخرى لتقدير المحتوى الغذائى للأرض وذلك بتحليل بعض النباتات التى تنمو عليها لمعرفة مستوى العناصر الداخلى داخل أجزاء الأشجار المختلفة ولكن هذه الطريقة يوجد فيها بعض الصعوبات منها عدم أمكان تحديد الكمية الحقيقية من كل عنصر . كذلك وجود العنصر بكمية معينة داخل أنسجة النبات لا يعنى صلاحية العنصر للدخول فى العمليات الفسيولوجية المختلفة فى النبات . فمثلاً نجد أن بعض الأشجار يظهر عليها أعراض الإصفرار بالرغم من احتوائها على كميات كبيرة من عنصر الحديد وهذه الأشجار ربما تحتوى على كمية من الحديد أعلى من الأشجار العادية ولكن يمكن القول أن نتائج تحليل النبات تعتبر دليل جيد لمعرفة مستوى العناصر الغذائية داخل النبات ونجد أن الأوراق تعتبر من أكثر الأعضاء النباتيه حساسية لنقص أى عنصر لذلك تستخدم فى العادة فى تلك التحاليل ولكن نتائج تحليل الأوراق نجدها تختلف باختلاف الأنواع كذلك بالنسبة لنوع الأرض ـ عمر واتجاه الأوراق ـ الظروف البيئية المحيطة بالأشجار وعموماً فهى تعطى فكرة عن مدى تأثر النبات سواء للعوامل

الداخلية أو الخارجية وتأثير تلك العوامل على امتصاص العناصر الغذائية.

والجدول رقم (٧) يبين نتائج تحليل الأوراق لعناصر N.P,K فى بعض البادرات والأشجار لمعرفة المستوى الأمثل وأعراض النقص معبراً عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف.

٧ـ تحليل عصارة الخشب Analysis of xylem sap

ولقد اقترح تحليل تلك العصارة كثيراً من العلماء منهم (Dixon and Athins 1916) ولقد قاموا بتحليلها لمعرفة مكوناتها كذلك قدروا الضغط الأسموزى لها وذلك لعديد من الأنواع الشجرية، ولقد وجد أن هناك تغير فى محتوى عناصر N,P,K والمغنسيوم فى الفترات المختلفة وعموماً من مميزات هذه الطريقة أنها لا تحتاج لعمليات الهضم وبالتالى قد تؤثر عمليات التسخين كذلك الكيماويات المستخدمة فى تلك العملية على محتوى العناصر الموجودة فيها.

الصور المختلفة للأسمدة الغير عضوية وكيفية تداولها أو استعمالها

عموماً نجد أن الأسمدة الغير عضوية توجد فى عدة صور إما فى الصورة الصلبة أو السائلة أو الغازية.

شكل رقم (٥٣)

جدول رقم (٧)

Variations in amounts of N, P, and K in leaves at deficiency and optimum levels. Values given as percentages of oven-dry weights. (*From Leyton*, 1957.)

Species		*Deficiency*			*Optimum*			*Authority*
		N	P	K	N	P	K	
Pinus sylvestris	(S)				3.0			Gast (1937)
	(F)	1.2 -1.3	0.08					Tamm (1954)
Pinus strobus	(S)	0.70–1.33	0.10–0.28	0.82–1.02	3.26	0 67	1.72	Mitchell (1939)
	(F)			0.34				Heiberg and White (1951)
Pinus resinosa	(F)			0.34				Heiberg and White (1951)
Pinus corsicana	(F)					0.15		Leyton (1954)
Picea abies	(F)	0.80–1.0	0.06					Tamm (1954)
	(F)			0.13–0.21				Heiberg and White (1951)
Picea glauca	(F)			0.13–0.21				Heiberg and White (1951)
Picea sitchensis	(F)				1.5–1.6	0.14		Leyton (1954)
Larix leptolepis	(F)				2.8	0.40		Leyton (1957)
Betula spp.	(F)	1.8 -2.2	0.08–0.10	0.29–0.34				Tamm (1954)
Populus tremuloides	(F)	2.0			2.6–2.8			Mitchell and Chandler (1939)
Acer saccharum	(F)	1.75			2.8–2.9			Mitchell and Chandler (1939)
Fraxinus americana	(F)	2.01			2.8–2.9			Mitchell and Chandler (1939)
Tilia americana	(F)	2.32			3.1–3.2			Mitchell and Chandler (1939)

(S) Seedling; (F) Established trees in field.

أولاً: الأسمدة النتروجينية Nitrogenous fertilizers

وهذه فى العادة نحصل عليها عن طريق الأزوت الموجود فى الجو ومنها أسمدة الأمونيا والنترات.

أ ـ اسمدة الأمونيا Ammonia ferilizers

قيمة هذه الأسمدة فى أن أيونات NH_4 تكون فى حالة توازن مع كاتيونات No_3 عند حدوث امتصاص لها فى التربه وهذه مهمة فى حالة الأراضى الثقيلة التى تحتوى على كمية من المواد الغيرعضوية المتبادلة. وعموماً نجد أن نترات النتروجين سهلة الفقد بواسطة عمليات الغسيل تحت درجات الحرارة العالية كذلك فى حالة ال pH العالى والمحتوى الرطوبى المرتفع فى الشتاء والربيع مع وجود تهوية جيدة. كذلك نجد أن تحول أيونات الأمونيوم إلى نترات هذا يحدث خلال أيام قليلة من إضافة الأسمدة . أما فى حالة الأراضى الحامضية ذات الحبيبات الصغيرة وذات القوام الثقيل وتحت درجات الحرارة المنخفضة نجد أن عملية الـ nitrification ممكن أن تحدث بعدحوالى شهر.

وعموماً يمكن إضافة تلك الأسمدة للأراضى ذات الطاقة الامتصاصية العالية فى أوائل الربيع وأيضاً الأراضى الجيرية.

١ـ سلفات الأمونيوم ammonium sulphate (21%N)

وهذا السماد شائع الاستعمال فى الأراضى التى تحتوى على كميات كبيرة من الكالسيوم وذلك نظراً للتأثير الحامضى لهذا السماد.

٢ـ بعض الأسمدة النتروجينية الأخرى Other ammonical fertilizers

ومن هذه الأسمدة غاز الأمونيا وهو يستخدم فى بعض الأحيان فى مناطق الغابات ولكن يفضل استخدامة فى حالة أشجار الغابات المنزرعة فى أراضى تحتوى على كمية قليلة من الكالسيوم وكذلك فى حالة الأراضى الرملية وذلك لأن استخدام ذلك الغاز يقلل من فقد الأمونيا بالغسيل.

والشكل رقم(٥٣) يوضح طريقة استخدام هذا الغاز فى أراضى الغابات بواسطة الطائرات.

٣ـ سينامید الكالسيوم Calcium Cyanamide (18-22%N-60-70 CaO)

وأهمية هذا السماد ترجع إلى تحلل هذا السماد يتم على مراحل تدريجية فى الأرض فمثلاً نجد أن اليوريا تظهر كمرحلة وسطية من سينامید النتروجين ثم تتحول إلى الأمونيا وهذه تتحول إلى النترات بواسطة ال nitrifing bacteria وهذا السماد يعتبر مناسب للأراضى الحامضية. وكذلك هذا السماد يعتبر مناسب لتسميد بادرات أشجار الغابات فى المشاتل وفى هذه الحالة يجب إضافته إلى الأرض قبل الزراعة بحوالى ٢ـ ٣ أسبوع أو قبل عمليات الشتل وذلك لتلافى سمية السيانامید Cyanamide

٤ـ اليوريا Urea (46%N)

وفى هذا السماد يتواجد النتروجين فى صورة أميد amide ومن مميزات هذا السماد أن النبات يمتصه بسهولة كمحلول سائل عن طريق الرش أو عن طريق هذه التحولات تحدث بسرعة تحت درجات الحرارة العالية أكثر من حدوثها تحت درجات الحرارة المنخفضة وعموماً هذا السماد يكون له تأثيراً جيد فى حالة الأراضى الحقيقة الغير جافة. كذلك يستخدم فى مشاتل الأشجار الخشبية ويضاف بنسبة ١/٢ ٪ كمحلول رش كعلاج سريع لنقص النتروجين إذا ظهر

ب ـ أسمدة النترات Nitrate fertilizers

نجد أن كل أسمدة النترات تعتبر من الأسمدة القابلة للذوبان فى الماء بسهولة وتضاف أو تستعمل تلك الأسمدة لزيادة سرعة النمو ولزيادة فاعلية تلك الأسمدة يجب أن تحتوى الأرض على كمية مناسبة من الرطوبة لكى يستطيع المجموع الجذرى للأشجار امتصاص تلك الأسمدة أو فى حالات وجود أمطار بكميات بسيطة حتى لا يحدث لها فقد بواسطة عمليات الغسيل. أيضاً يفضل استعمال تلك الأسمدة فى الأراضى ذات الـ PH الحامضى وتستعمل بكثرة فى مشاتل الأشجار الخشبية أو لتسميد الأشجار فى المراحل الأولى من النمو أو لتعويض حالات ضعف الأشجار، وأفضل وقت لإضافة تلك الأسمدة لأشجار الغابات يكون خلال شهرى مايو ويونيو ونظراً لسهولة ذوبان تلك الأسمدة فى الماء لذلك يفضل أضافتها بكميات قليلة وعلى عدة فترات خصوصاً فى حالات الأراضى الخفيفة ومن أمثلة تلك الأسمدة ما يلى:

١ـ نترات الكالسيوم Calcium nitrate (15.5% Ca,28%CaO)

وهذا النوع من الأسمدة يفضل استعماله فى حالات الأراضى الجافة أو التى يسقط عليها كميات قليلة من الأمطار.

٢ـ نترات الصوديوم Sodium nitrate (16%N)

وهو قليل الاستعمال فى أراضى الغابات ويضاف عادة على أعماق تحت سطح التربة

٣ـ نترات البوتاسيوم Potassium nitrate(13%N,44 K_2O)

وهذا النوع من السماد مناسب جداً للاستعمال فى المشاتل نظراً لاحتوائه على عنصر البوتاسيوم بالإضافة إلى عنصر النتروجين.

ثانياً: الأسمدة الفوسفاتية Phosphatic fertilizers

فى العادة نجد أن الـ Phosphatic acid فى الأسمدة الفوسفاتية يكون متحد مع الكالسيوم ونجد أن عنصر الفوسفور يوجد بصورة متبادلة فى الأرض. أما بخصوص ميعاد إضافة تلك الأسمدة فيفضل إضافتها فى نهاية الخريف أو فى أوائل الربيع ومن الناحية التجارية تقسم تلك الأسمدة على حسب درجة ذوبانها فى الماء أو فى المحاليل الأخرى (Citric acid).

١ـ السوبر فوسفات

Superphosphate (16-18% $P_2 0_5$ -28% CaO 11 - 12 % S)

وهو يحضر عن طريق معاملة صخر الفوسفات بواسطة حامض الكبريتيك وفى هذه الحالة يتواجد الفوسفات فى السوبر فوسفات Mono-calcium phosphate Ca $(H_2 Po_4)_2$ وفى العادة هذا السماد قليل الاستخدام فى حالة أراضى الغابات نظراً لأن معظم تلك الأراضى تكون حامضية ولكن يمكن استخدامه فى حالة الأراضى التى أضيف إليها كميات من الجير لمعادلة الحموضة.

٢ـ فوسفات ثنائى الكالسيوم

Dicalcium phosphate(38-42% $P_2 0_5$- 35-40% CaO)

ويحضر هذا السماد عن طريق معاملة صخور الفوسفات الصغيرة بمحلول من حامض

الأيدروكلوريك وفى النهاية يضاف محلول الجير وهذا الناتج الأخير قليل الذوبان فى الماء ولكن يضاف إليه قليل من محلول ال Cetrate لإتمام عملية الذوبان وهذا النوع من أسمدة الفوسفات يمكن استخدامه فى معظم أراضى الغابات ويعتقد أن هذا السماد يساعد على زيادة كمية الكالسيوم وأيضاً يعمل على تحسين خواص التربة.

٤ـ Basic slag (14-17% P_2O_5, 45-50% CaO)

وفى هذا السماد نجد أن أيونات الفوسفات تكون مرتبطة مع ال Silicic acid ولإتمام ذوبانه يضاف قليل من ال Citric acid وهذا السماد له تأثير جيد حيث على كميات كبيرة من الفوسفات والكالسيوم والسليكا وبعض العناصر الدقيقة مثل المغنسيوم والمنجنيز والبورون والنحاس والكوبلت والموليدنم ونظراً لتأثيره القاعدى الناتج عن الكالسيوم فنجده يستخدم بنجاح فى الأراضى الشديدة الحموضة.

٥ـ Phospal (35% P_2O_5)

ويحضر هذا السماد من فوسفات الألمونيوم وهو يحتوى على كربونات الكالسيوم ولإتمام زوبانه تضاف سترات الأمونيوم بتركيز ٢٦ ٪.

٦ـ Rocke phosphates(28-35% P_2O_5, 12-15% Ca CO_3)

وهو أساساً يتكون من $(POH)_3$ OH Hydroxy -apatite وأيضاً من الـ Ca_5 $(Po4)_3$ F Fluor- apatete على صورة بلورات مختلطة بالإضافة إلى ذلك يحتوى على كربونات الكالسيوم. وعموماً كل الأسمدة الفوسفاتية تحضر من صخر الفوسفات ما عدا الـ basic slag عن طريق معاملته بالكيماويات المختلفة وعموماً كان هناك اعتقاد سائد قديما أن استخدام صخر الفوسفات الطبيعى لا يعطى تأثير موجب لمعالجة نقص الفوسفات ولكن ثبت بالتجارب أن طحن هذا الصخر وتحويله إلى حبيبات صغيره أعطى تأثير موجب خاص فى الأراضى الحامضية وأيضاً حالياً يستخدم بكثرة نظراً لرخص ثمنه.

ثالثاً: الأسمدة البوتاسية Potash ferilizers

وهذه الأسمدة معروفة من أزمنه بعيده ويحصل عليها فى العادة من بعض الصخور البحرية وعموماً أيونات البوتاسيوم سهلة الامتصاص على سطوح حبيبات الطمى ما عدا

فى حالة الأراضى الخفيفة والتى تحتوى على كميات قليلة من الطمى وعموماً الأسمدة البوتاسية يمكن إضافتها خلال أى وقت من شهور السنة ولكن يفضل إضافتها فى أوائل الربيع أو فى الخريف وعموماً كل الأسمدة البوتاسية سهلة الذوبان فى الماء. ومن أمثلة تلك الأسمدة ما يلى:

١ـ Crude Salts

وهذه الأملاح تحتوى على K_2O % 15-10 فى صورة كلوريد بوتاسيوم وهذه تحضر من صخور الفوسفات وأيضاً هذه الأملاح تحتوى على سلفات المغنسيوم وفى العادة تضاف تلك الأملاح لمدة سنة أو سنتين للأرض قبل إعادة تشجيرها.

٢ـ Muriate (granular potash with MgO)

وهو عبارة عن كلوريد بوتاسيوم ويحتوى على ٦٠٪ بوتاسيوم ولكن لا يفضل استخدامه كسماد بوتاسى وفى العادة يخلط مع الأسمدة الأخرى وذلك لعمل الأسمدة المركبة وعموماً يفضل استخدام هذا السماد مع الأشجار ذات الورق العريض حيث يعطى نتائج إيجابية. أما إذا استخدم فى حالة المشاتل أو المناطق التى سيعاد تشجيرها مرة أخرى فيجب إضافته قبل الزراعة بعدة أسابيع وعموماً استخدام هذه السماد بكميات يعمل على زيادة الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى عن طريق زيادة أيونات CI وعموماً يرجع التأثير الإيجابى لهذا السماد فى حالة الأشجار ذات الورق العريض الكبيرة فى السن إلى أن هذه الأشجار تحتاج إلى عنصر البوتاسيوم بكميات قليلة ولها القدرة على تحمل كميات كبيرة من الكلوريد.

والجدول رقم (٨) يوضح أنواع الأسمدة المختلفة والتى يمكن أن تخلط مع بعضها أثناء عمليات الإضافة وكذلك الأسمدة التى لايجوز خلطها مع أسمدة أخرى أثناء إجراء عمليات التسميد المختلفة.

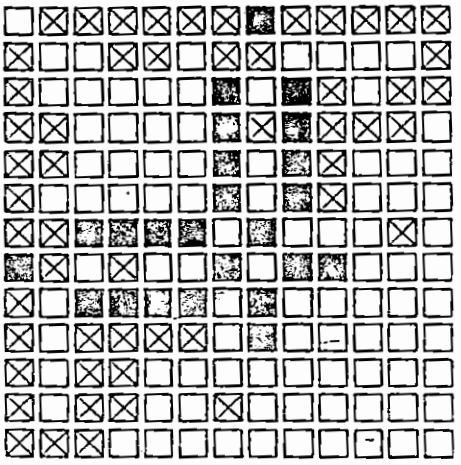
The possibilities of mixing fertilizers

☐ = fertilizers which can be mixed

■ = fertilizers which cannot be mixed (for chemical reasons)

☒ = fertilizers which can be mixed but must be applied within 3 days, at the most, after mixing.

1 Calcium Nitrate
2 Sodium Nitrate
3 Ammonium Sulphate Nitrate, Potassium Nitrate, Magnesium Sulphate Nitrate with Copper
4 Calcium Ammonium Nitrate
5 NP Fertilizers
6 Sulphate of Ammonia
7 Calcium Cyanamide (a)
8 Superphosphate (a) incl. Nitrogenous Phosphate, Potassium Phosphate
9 Basic Slag, Thomas Potash, Thomas Potassium Phosphate
10 Rhenania Phosphate incl. RHE-KA-PHOS
11 Sulphate of Potash Magnesia (Patentkali), Sulphate of Potash
12 Potassium Chloride 40, 50 and 60% Magnesia, Kainite, „Korn-Kali" with MgO
13 Hyperphosphate, Hyperphos Potash



1 Calcium Nitrate

2 Sodium Nitrate

3 Ammonium Sulphate Nitrate, Potassium Nitrate, Magnesium Sulphate Nitrate with Copper

4 Calcium Ammonium Nitrate

5 NP Fertilizers

6 Sulphate of Ammonia

7 Calcium Cyanamide (a)

8 Superphosphate (a) incl. Nitrogenous Phosphate, Potassium Phosphate

9 Basic Slag, Thomas Potash, Thomas Potassium Phosphate

10 Rhenania Phosphate incl. RHE-KA-PHOS

11 Sulphate of Potash Magnesia (Patentkali), Sulphate of Potash

12 Potassium Chloride 40, 50 and 60% Magnesia, Kainite „Korn-Kali" with MgO

13 Hyperphosphate, Hyperphos Potash

(a) Granulated calcium cyanamide is "conditionally miscible" with granulated superphosphate and granulated potassium phosphate.
All lime fertilizers may be applied several days before or after distributing any other straight or compound fertilizer if the lime fertilizer is worked into the soil.
The possibilities of mixing fertilizers containing boron and manganese are the same as those valid for the corresponding straight fertilizers.
Instruction: The possibility of mixing two fertilizers is given by the small square located at the cross of the columns and the lines corresponding to each of them
Example: for instance ammonium sulfate (column 6) can be mixed with superphosphate (line 8) but not with basic slag (line 9

جدول رقم (٨)

العوامل التى تؤثر على مستوى العناصر الغذائية داخل الأشجار:

Factors Affecting Mineral Composition

نجد أن الاختلافات فى محتوى العناصر الغذائية داخل النبات الخشبى نفسه أو بين الأنواع المختلفة يرجع إلى عدة عوامل منها طبيعة الأرض التى تنمو عليها الأشجار الخشبية ونوع الجزء المستخدم فى التحليل الكيماوى والظروف المناخية السائدة فى المناطق.

الاختلافات بين الأنواع Species differences

عموماً نجد أن هنا أختلافات متباينة بين الأنواع المختلفة فى محتوى العناصر المختلفة فمثلاً وجد (Coile 1937) أن أنواع Sweet gum. white Oak, dog wood أحتوت أوراقها ضعف الكمية تقريباً من الـ ash أى حوالى % 7.2 - 7.C فى حين أن أوراق الـ Short leaf pine. Loblolly pine احتوت على 3.0-3.5% والنامية فى نفس المنطقة ومثل هذه الاختلافات توجد بين الأنواع المختلفة بالنسبة لبقية العناصر الغذائية.

عمر الأوراق Age of Leaves

وعموماً نجد أن هناك اختلافات واضحة فى محتوى العناصر الغذائية بالنسبة للأوراق ذات الأعمار المختلفة وأيضاً بالنسبة لوضع الورقة على النبات فمثلاً قسم (Sampson and samesch 1935) نمو أوارق الـ Oak إلى ثلاثة مراحل:

١ـ مرحلة النمو السريع وهذه تكون مصحوبة بزيادة تركيز العناصر المختلفة والمواد العضوية.

٢ـ مرحلة النضج وهذه تكون مصحوبة بالنمو البطئ وقلة فى تراكم أو زيادة نسبة المواد العضوية والغير عصوية.

٣ـ مرحلة ما بعد النضج وفيها يحدث أنتقال للمواد العضوية والغير عضوية إلى خارج الأوراق للأجزاء المختلفة فى الشجرة وأيضاً هذه المرحلة احتمال حدوث فقد بواسطة عمليات الغسيل عن طريق الأمطار الساقطة

كذلك هناك بعض العناصر Mobile أى ممكن أن تتحرك داخل النبات من إلى ى وبالتالى نجد تركيزها أكبر فى قمم الأشجار وعكس ذلك بالنسبة للعناصر

imobile لذلك يفضل أخذ العينات المستخدمة فى التحليل الكيماوى فى الفترة التى يكون فيها محتوى تلك العناصر ثابت نسبياً . فمثلاً وجد (Boynton 1940) أن مستوى عنصر البوتاسيوم يكون ثابت نسبياً خلال أشهر يوليو وأغسطس فى أوراق التفاح ولكن يفضل أخذ العينات المستخدمة فى التحليل فى نهاية موسم النمو.

عملية الغسيل Leaching

وهو عامل آخر يؤثر على محتوى الأوراق العناصر الغذائية وهذه العملية تحدث بواسطة مياه الأمطار.

جدول رقم (٩)

Site	Ca	K	Na	P
Open field	0.4	0.2	0.4	0.02
	0.5	0.5	0.7	0.04
Under Oak (Aereus Robur)	9.1	9.1	1.6	-
Under birch (Betula verrucosa)	7.2	7.2	1.9	0.19
Under Pine (Pinus Silvestris)	4.0	4.0	2.5	0.12

والجدول رقم (٩) يوضح كمية العناصر المفقودة من أوراق أنواع مختلفة من الأشجار الحشبية بواسطة مياه الأمطار ومقارنتها بكمية العناصر الموجودة فى مياه الأمطار فى عدم وجود تلك الأشجار معبر عنها بالملليجرام.

موقع الورقة على النبات Location of Leves on tree

وهذا العامل يعتبر أحد العوامل المتغيرة والتى تؤثر على محتوى الأوراق من العناصر الغذائية فمثلاً وجد (Wallihan1944) أنه لا توجد اختلافات جوهرية فى محتوى أوراق Sugar mable على الأفرع وعلى ارتفاعات مختلفة. ولكن توجد بعض الاختلافات البسيطة فى الأوراق العليا من الأفرع حيث احتوت على كميات أقل نسبياً من النتروجين والبوتاسيوم أقل من الأوراق الموجودة فى المستوى الأقل على الأفرع وربما هذا يرجع إلى الاختلافات فى العمر.

محتوى العناصر الغذائية فى الأرض Mineral Content of Soil

من الطبيعى أن محتوى الأوراق من العناصر الغذائية يتأثر بكمية العناصر الموجودة فى الأرض النامى عليها أشجار الغابات ونوعها وأكثر العناصر تأثراً بهذه الظاهرة هو عنصر الكالسيوم.

تداول العينات Handling of Samples

عموماً طرق تداول العينات المستخدمة فى التحليل الكيماوى يؤثر على النتائج المتحصل عليها فلقد وجد أن العينات التى لا تجفف مباشرة بعد أخذها تظهر ارتفاع نسبى فى محتوى العناصرالغذائية كنسبة مئوية على أساس الوزن الجاف وهذا يرجع إلى تنفس تلك الأوراق يسبب خفض فى الوزن الجاف وبالتالى زيادة فى محتوى العناصر الغذائية الموجودة فيها كنسبة مئوية على أساس الوزن الجاف. والجدول رقم (١٠) يوضح تأثير المعاملات المختلفة لأوراق الصنوبر الـ Pinus resinosa على المحتوى النتروجينى والوزن الجاف.

جدول رقم (١٠)

Element	Pretreatment	Compusition %
Nitrogen	Oven dried 70°c	1.25
	Air-dried,6 weeks	1.38
	Air-dried on branch,6 weeks	1.42
Phosphorus	oven-dried 70°c	0.147
	Air-dried,6 weeks	0.161
	Air- dried on branch, 6weeks	0.167
		Weight per Fascicleng
Dry weight	Oven dried 70°c	112.0
	Air-dried, 6 weeks	102.0
	Air-dried on branch, 6 weeks	98

الاختلافات فى الاحتياجات الغذائية للأشجارالخشبية

Differences in mineral Requirements of Forest Stands:

نجد أن الاحتياجات السنوية لأشجار الغابات تعتبر قليلة بالمقارنة بالاحتياجات الغذائية للمحاصيل الحقليه والبستانية. كذلك من الأبحاث المختلفة اتضح أن الاحتياجات الغذائية للأشجار المخروطية أقل من احتياجات الأشجار ذات الورق العريض. والجدول رقم (١١) يوضح الكميات الممتصة بالكيلو جرام / إيكر.

جدول رقم(١١)

Species	After 50 years growth			After 100 years growth		
	Ca	K	P	Ca	K	P
Pinus	133	72	17	203	91	21
Other Conifers	264	139	30	438	234	41
Hard woods	463	126	29	879	225	50

العوامل التى تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية فى الأشجار الخشبية:

Factors affecting sall absorption:

عموماً نجد أن نوع و كمية العناصر الغذائية الممتصة بواسطة النبات تعتمد على نوع النبات وتركيبه ودرجة تركيز المحلول الأرضى. كذلك نوع أو شكل المجموع الجذرى ودرجة انتشاره وأيضاً درجة النشاط الفسيولوجى لكل من المجموع الجذرى والفروع.

١ـ التركيب الكيماوى للمحلول الأرضى

Chemical Composition of Soil Solution

من المعروف أن العناصر الغذائية التى تمتص أو توجد فى صورة صالحة للامتصاص

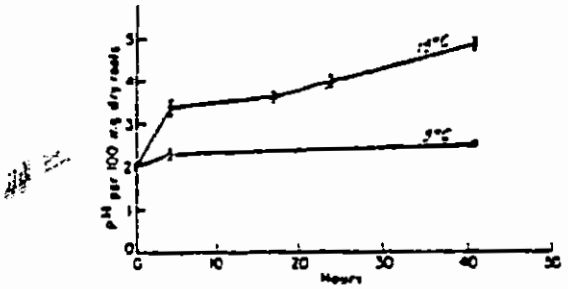
توجد فى صورة أيونية فى المحلول الأرضى أو ممتصة على سطوح حبيبات التربة السالبة الشحنة. كذلك نجد أن الجذور يمكنها امتصاص تلك الأيونات سواء من المحلول الأرضى أو من على سطوح حبيبات الأرض بالتلامس معها . كذلك من المعروف أن الأيونات توجد فى المحلول الأرض لأنها لا يمكنها الارتباط بواسطة الشحنات السالبة الموجودة على سطوح حبيبات الأرض كذلك نجد أن المحلول الأرضى محلول معقد التركيب ويتأثر تركيبه تبعاً لتركيز العناصر والمحتوى المائى ودرجة الpH.

٢ـ حيوية الجذور Root activity

نجد أن الأراضى التى تحتوى على كمية رطوبة أقل من السعة الحلقية نجد أن تحرك الماء فيها يكون بطئ وبالتالى هذا يؤثر على نمو وانتشار الجذور لذلك نجد أن هذا العامل يعتبر عامل محدد ومهم حتى تكون كمية الماء والعناصر الغذائية المختلفة فى متناول جذور النبات. كذلك ظروف الأرض المناسبة لنمو الجذور بالنسبة لأنها عضو الامتصاص الأساسى يعتبر عامل مهم أيضاً لإنجاح نمو الأشجار الخشبية.

كذلك نجد أن عملية انتشار الجذور تحدد بدرجة تهوية وخواص قطاع الأرض سواء من ناحية الخواص الميكانيكية أوالكيماوية. كذلك من المعروف أن كفاءة أو عملية تجمع الأملاح داخل خلايا المجموع الجذرى تتوقف على حيوية تلك الخلايا وهذه الحيوية تتأثر بواسطة درجات الحرارة المنخفضة، كمية الأوكسجين المتاحة،وبعض العوامل الأخرى التى تعمل على تقليل النشاط الحيوى لخلايا الجذر وعموماً معظم الأبحاث التى أجريت فى هذا المجال أجريت على نباتات حولية وإن كانت النتائج متشابهة مع تلك المتوقع الحصول عليها فى حالة الأشجارالخشبية.

والشكل رقم (٥٤)يوضح تأثير درجة الحرارة على تحرك الفوسفور المشع فى خارج إلى أنسجة قشرة جذور الخوخ.



Effect of temperature on movement of radioactive phosphorus from the fungal sheath into the core of mycorrhizal roots of beech. (*From Harley, 1950.*

شكل رقم (٥٤)

عموماً نجد أن تأثير درجات الحرارة المنخفضة والتهوية السيئة تقلل امتصاص الماء عن طريق تقليل نفاذية البروتوبلازم المجاور للأغشية التى يمر عن طريقها الماء. كذلك نجد أن نفاذية الأيونات تقل أكثر من نفاذية الماء.

٣ـ حيوية الأفرع أو المجموع الخضرى Shoot activity

نجد أن حيوية خلايا المجموع الجذرى تتوقف على درجة أوكسمية المواد الكربوهيدراتية التى يحصل عليها عن طريق المجموع الخضرى بواسطة عملية التمثيل الضوئى فى قمم الأشجار.

كذلك نجد أن عمليات انقسام خلاليا الجذر تحتاج إلى بعض هرمونات النمو والتى تخلق أو تتكون فى قمم الأشجار ولكن عموماً يمكن القول أن العوامل التى تؤثر على كفائة عملية التمثيل الضوئى تؤثر بالتالى على نمو الجذور أو تقلله أكثر من تأثيرها على المجموع الخضرى وبالتالى هذا يقلل من عملية امتصاص العناصر الغذائية.

كذلك تأثير قلة الضوء على نمو الجذوروكذلك نسبة الجذر/ للأفرع تظهر فى الشكل التالى رقم (٥٥) الذى يوضح تأثير شدة الضوء على النمو الطولى، الوزن الجاف للجذور والأفرع وكذلك نسبة الجذر للفروع لبادرات الصنوبر النامية فى صوبة زجاجية لمدة ١٠٠ يوم.

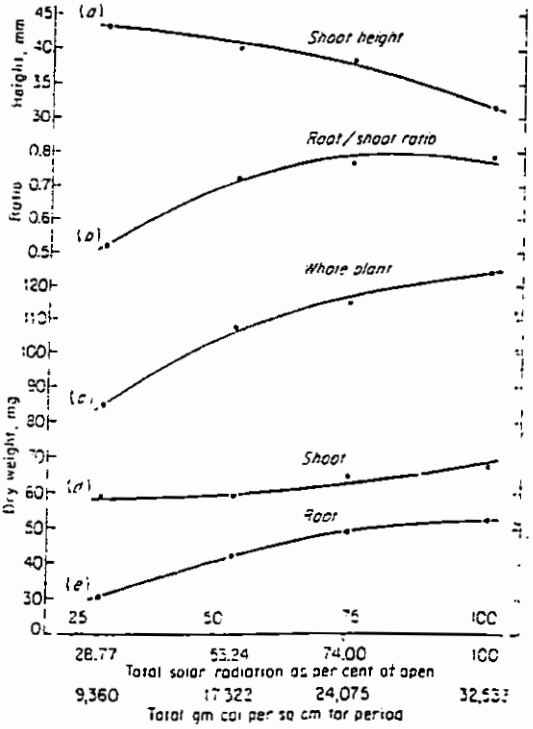
كذلك نجد أن مبيدات الحشرات والفطريات ومبيدات الحشائش التى تضاف إلى

الأرض كلها تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية. ولقد وجد (Voigt 1954) أن استخدام مركب كبريتات الألومونيوم وأيضاً مركب الـ benzen hexachloride يقلل من نمو الجذور وامتصاص الفوسفور.

تأثير التغيرات الموسمية فى امتصاص العناصر:

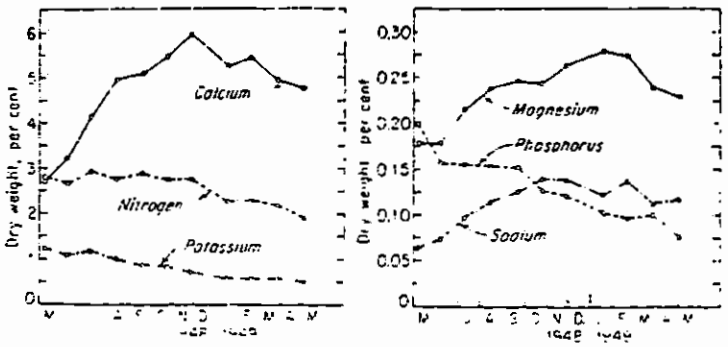
Seasonal periodicity in absorption

أوضح (Munch 1931) أن الأشجار عموماً فى مرحلة البادرات تمتص معظم العناصر الغذائية فى أى وقت خلال موسم النمو. بعض البحاث الآخرين مثل (Michell 1936) لم يجد أى اختلاف يذكر فى كمية العناصر الغذائية الممتصة من أول يونيو إلى سبتمبر فى سبع أنواع كانت تحت الدراسة كذلك أظهرت تلك الدراسة أن كل الأنواع المختبرة أمتصت النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم بكميات كبيرة فى أول موسم النمو بالمقارنة بالكميات الممتصة فى فصل الصيف. والشكل رقم (٥٦) يوضح تأثير التغيرات الموسمية على تركيز العناصر الغذائية فى أوراق البرتقال الفالنشيا.



Effects of light intensity on height, dry weights of roots and shoots, and root/shoot ratios of white pine seedlings grown in a nursery for 100 days (*From Mitchell*, 1936.)

شكل رقم(٥٥)



Seasonal variations in mineral concentration in leaves of Valencia orange trees. From Jones and Parker, 1951

شكل رقم (٥٦)

خاصية تجمع الأملاح Salt accumulation

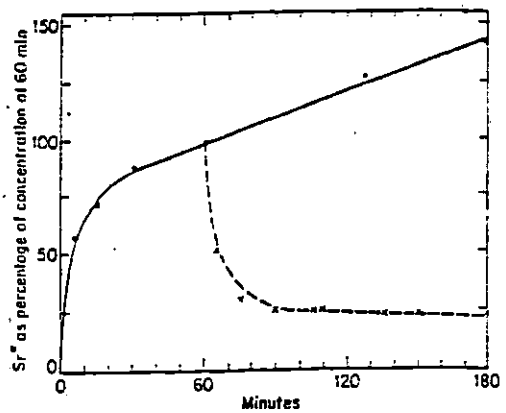
نجد أن امتصاص الأملاح بواسطة الخلايا يتحكم فيه خاصية التجمع عن طريق تركيز بعض الأيونات التى لها طاقة انتقالية عالية أعلى من طاقة الأيونات الموجودة خارج النسيج النباتى أو فى البيئة الخارجية.

كذلك نجد أن هذه الأيونات ذات الطاقة العالية لها خاصية الاختيارية وهذه الخاصية ترجع إلى نوع ال Carriers الموجود فى البيئة كذلك على درجات نفاذية أغشية الخلايا أو الأنسجة المنفذة.

وعموماً خاصية تجمع أو زيادة تركيز العناصر فى خلايا المجموع الجذرى تمر عادة فى مرحلتين المرحل الأولى تسمى nonmetabolic exchange adsorption ثم يتبعها مرحل أخرى تسمى metabolic accumulation والشكل رقم (٥٧) يوضح تلك الظاهرتان حيث أن الفرق بينهما يظهر فى النقاط الآتية:

Metabolic absorption	Exchange adsorption
١ـ تتوقف على وجود Carriers أو المركبات الأيونية	تتوقف على خاصية الانتشار أو الامتصاص معدلها يقل مع الزمن ثم يحدث تعادل فى لحظة معينة خلال ساعة تقريباً
٢ـ تقل مع الزمن وإن كان الامتصاص يظل مستمر لمدة طويلة	يحدث فيها تبادل للأيونات
٣ـ لا يحدث فيها تبادل للأيونات	لا تظهر هذه الخاصية بدرجة واضحة بالنسبة للأيونات المختلفة
٤ـ تظهرفيها خاصية الاختيارية بدرجة واضحة خصوصاً للأيونات التى يحدث لها تجمع	لا تعتمد على طاقة الأيض فى الظروف العادية ولكن تحتاج بعض الطاقة فى حالة درجات الحرارة المخفضة أو تحت ظروف تهوية سيئة يحدث امتصاص للأيونات أساساً فى أماكن خاص فى السيتوبلازم
٥ـ تحتاج إلى طاقة عن طريق عمليات الأيض والتنفس	
٦ـ تجمع الأيونات يحدث أساساً فى الفجوات الخلوية	

شكل رقم (٥٧) يوضح أمتصاص استرانشيوم مشع بواسطة جذور الشعير



Curve showing uptake of radioactive strontium by excised barley roots. The rapid uptake during the first 30 minutes is largely nonmetabolic and easily reversible; that during the remainder of the period is by active transport and relatively irreversible. The curve with dashed line represents the fraction of radioactive strontium lost by exchange when the roots were transferred to nonradioactive strontium. (*From Epstein and Leggett*, 1954.)

المعاملات السمادية التى تجرى على أشجار الحور المستخدمة فى الصناعة:

تعتبر أشجار الحور أهم المصادر الخشبية فى كثيرمن بلاد العالم وأيضاً فى منطقة الشرق الأوسط والبلاد العربية ففى فرنسا نجد أنها تنتج حوالى ٢,٥ مليون متر مكعب سواء فى شكل أشجار خام أو أخشاب منشورة أو مصنعة وهذه الكمية تعادل حوالى ١/١٠ من الكمية التى تنتجها البلدان التى تنتج أخشاب الحور. وعموماً نجد أن اخشاب الحور تستخدم فى صناعات كثيرة نذكر منها على سبل المثال الأخشاب المصنعة، عيدان الثقاب، خشب الأبلكاج، عجينة الورق، أخشاب الصناديق المستخدمة فى التعبئة والتغليف كذلك تستخدم أخشاب الحور على نطاق ضيق فى عمل القوارب وعموماً فإن طريقة الزراعة والتربية والتنمية وهذه تشمل كثافة النمو كذلك النوع المستخدم فى الزراعة وفى إحدى التجارب بواسطة (Pourtel 1961) وجد أن الاختلافات بين الأنواع فى كمية الخشب الناتج ليست كبيرة.تلك الاختلافات تتوقف على خواص الموقع وطريقة الزراعة وأيضاً طرق التربية والتنمية المتبعة ولقد استمرت تجارب هذا العالم لمدة خمس سنوات فى موقع واحد ووجد أن الزيادة السنوية فى القطر بلغت حوالى ٣٠٪ فى الأنواع المختلفة . كذلك وجد أن الاختلافات فى كثافة الزراعة فقط سببت اختلافات فى النمو حوالى ٣٠٪. وعموماً فى تلك الحالات يضاف سماد N,P,K بمعدل ١٠٠ كجم / هكتار وعادة يضاف ١٠ كجم/ هكتار من تلك الكمية وتخلط جيداً مع الطبقة السطحية أثناء الزراعة وبعد تكوين الجذور على العقل تضاف بقيمة الكمية.

المعاملات السمادية التى تجرى على الحور فى المشتل:

فى الغالب تستخدم العقل فى زراعة أشجار الحور وفى العادة تمكث فى المشتل حوالى سنتين(تزرع لمدة سنة ثم يقطع الساق قرب سطح الأرض لينمو من جديد على نفس المجموع الجذرى فى السنة التالية) ثم بعد ذلك تجرى عملية الشتل ولكى نضمن الحصول على نمو قوى يجب أن تكون العقل مأخوذة من نباتات سليمة ومعروفة بنموها القوى. كذلك يجب أن تكون أرض المشتل عميقة، خفيفة وذات تهوية جيدة وتحتوى على كمية كافية من المادة العضوية والعناصر الغذائية كذلك يجب أن يكون ال pH متعادل أو يميل قليلاً إلى الحموضه.

ولقد أوضح (Piccarolo 1960) أنه يجب إضافة حوالى ٢,٤ ـ ٣,٥ كجم/

هكتار من K2O. P2 05 قبل الزراعة ثم يعاد إضافة نفس الكمية فى السنة التالية حتى نضمن الحصول على مجموع جذرى قوى ونضج كامل للخشب.

وعموماً يمكن القول أنه بالنسبة للأسمدة الفوسفاتية فينصح بالآتى:

فى حالة الأراضى الحامضية يفضل Bosic slag, Rhenanaa phosphate, Rock phosphate, Dicalcium phosphate

أما فى حالة الأراضى المتعادلة أو القلوية فيضاف Rhenania phosphate, Dicalcium phosphate, super phosphate

أما فى حالة الأسمدة البوتاسية فينصح باستخدام أى نوع من تلك الأسمدة Chlorede of potsah, sulphate of potash, sulphate of potash- Magnesia

وعموماً يجب إضافة تلك الأسمدة بمدة كافية حوالى شهر قبل الزراعة.

أما بالنسبة للأسمدة النتروجينية فهذه تضاف بمعدل ٦ , ـ ٨ , كجم/ هكتار بعد الزراعة وبعد تكوين الجذور على العقل ومن الأفضل إضافتها فى شهر أ بريل وحتى منتصف شهر يونيو حتى نضمن لجنته الأفرع جيداً قبل موسم الصقيع. وعموماً الأسمدة النتوجينية الشائعة الاستعمال هى أسمدة الأمونيا والنترات مثل Calcium ammonium nitrate وفى حالة الأراضى المتعادلة والقلوية يفضل استخدام كبريتات الأمونيوم. وعموماً يظهر أعراض نقص النتروجين فى كون الأوراق تكون صغيرة مصفرة وتحتوى على كمية أقل من ٢,٢ N٪ على أساس الوزن الجاف. أما إذا ظهر على النبات أعراض نقص المغنسيوم و أعراض نقصه هى ظهور بقع صفراء لامعة بين عروق الأوراق أيضاً يجب أن يكون محتوى الأوراق من MgO أقل من ٠,٢ ٪ على أساس الوزن الجاف ويمكن علاج نقص الكالسيوم بإضافة Sulphate of Potash-Magnesia أو dolomitic Lime

أما فى السنة الثانية فتضاف الأسمدة نثراً على سطح الأرض وبين صفوف النباتات ويجب أن تكون بعيدة عن النباتات بقدر كافى وذلك بالمعدلات الآتية:

٦ , ـ ١,٥ كجم/ هكتار N

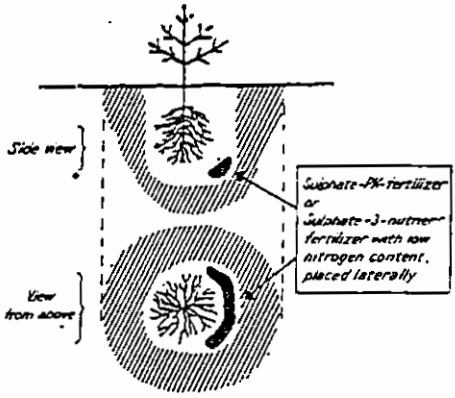
٨ , ـ ١,٤ كجم/ هكتار $P_2 0_5$

١,٤ ـ ٢,٠ كجم/هكتار K_2O

وفى العادة تضاف تلك الأسمدة على دفعة واحدة أو دفعتين ويلاحظ أن تكون الإضافة خلال أشهر أبريل وحتى أواخر يونيو.

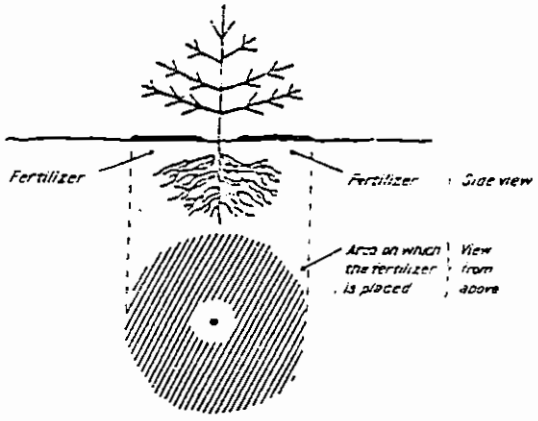
طرق إضافة الأسمدة عند الزراعة أو بعد عملية الشتل:

الشكل رقم (٥٨) يوضح طريقة إضافة السماد عند الزراعة أما الشكل رقم (٥٩) فيوضح الطريقة الصحيحة لوضع الأسمدة على سطح الأرض وحول البادرة.



Example of a correct fertilizer placement in the planting hole for spruce and other medium-sized conifers and broad-leaved trees.

شكل رقم (٥٨)



Placed surface application.

شكل رقم (٥٩)

تأثير المعاملات السمادية على الغابات

Effect of Fetilizer treatments in the Forest :

١ - التأثير على خواص الأرض influence on the Soil

نجد أن تأثير الأسمدة لا يتوقف فقط على زيادة المجموع الجذرى والحضرى لمجموعات الأشجار بل يعمل أيضاً على زيادة محتواها من العناصر الغذائية المختلفة. كذلك نجد أن وجود تلك العناصر مهمة بالنسبة للكائنات الدقيقة التى تعمل على سرعة تحلل المواد العضوية كذلك أكسدة جزء من المادة العضوية يساعد على احتفاظ الجزء الباقى بما تحتويه من عناصر غذائية بدون فقد. كذلك هناك تأثير على خواص الأرض الطبيعية بالإضافة إلى التأثير الكيماوى. فعلى سبيل المثال تصبح الأرض بيئة صالحة لنمو وتكاثر البكتريا، الفطريات ، الديدان الصغيرة أى خلاصة هذه العملية أن الأسمدة تساعد أو تعمل على زيادة كمية العناصر الغذائية المتاحة بالنسبة للنبات.

٢ـ الكائنات الدقيقة Micro-organesms

فى الحالة الطبيعية نجد أن الأرض ممكن أن تحتوى على ٢ طن / هكتار من تلك الكائنات الدقيقة. كذلك وجد (SONN1960) أن جرام واحد من الأرض المحتوية على مادة عضوية متحللة ناتجة عن الأشجار ذات الورق العريض وأخرى مختلطة أنه يوجد زيادة عن ٣٥ مليون نوع من تلك الكائنات الدقيقة. أما فى حالة العينات التى أخذت من تحت أشجار مخروطية فقط احتوت العينة على ١,٣ مليون نوع فقط.

وعموماً نجد أن الأسمدة البوتاسية والفوسفورية تعمل على زيادة أنواع لبكتريا المحللة للسيليلوز بينما الأسمدة النتروجينية تعمل على زيادة الفطريات والطحالب وفى إحدى التجارب وجد أن إضافة الأسمدة النتروجينية فقط زادت من تحلل المواد السليلوزية بمقدار ٣٦,٨ ٪ أما إضافة الأسمدة البوتاسية فرفع تلك الزيادة إلى ٦٤,٣ ٪ فى حين أن تحلل المواد السليلوزية فى حالة الكنترول كان ١٢ ٪ فقط.

كذلك للعناصر الدقيقة دور مهم فى تأثيرها على الكائنات الدقيقة فمثلاً يعتبر الحديد والنحاس من العناصر المهمة والتى تحتاجها معظم الكائنات الدقيقة كذلك عنصر الموليبدنم يعتبر من العناصر العقدية والتى تعمل على تثبيت النتروجين من الجو، كذلك

الكوبلت له تأثير مهم فى تكوين العقد البكترية كذلك عنصرى الزنك والمنجنيز تعتبر من العناصر المهمة لكثير من تلك الكائنات الدقيقة. وعموماً يجب مراعاة أن الكائنات الدقيقة تحتاج تلك العناصر بكميات قليلة أما فى حالة زيادة نسبة تلك العناصر فإنها تسبب حوث تسمم لتلك الكائنات.

٣ـ الديدان الأرضية EarthWorms

كثير من البحاث اهتمو بمعرفة تأثير المعاملات السمادية وأيضا العلاقة بين كمية المواد العضوية المتحللة بالأرض ووجود تلك الكائنات . وعموماً تلعب تلك الكائنات الحية دور مهم فى تحلل المواد العضوية وأيضاً فى تحسين خواص التربة من حيث زيادة السعة الامتصاصية وأيضاً زيداة التهوية. ولقد وجد أن المعاملات السمادية بـ NPK أو NPKca تزيد من أعداد تلك الكائنات تحت مجموعات الأشجار الخشبية.

٤ـ التأثير التجميعى Aggregate effect

نجد أن تحلل المواد العضوية فى الأرض نتيجة عمليات التسميد يعتبر مهم وذلك لأنه يزيد من نسبة C/N فى المادة العضوية وبالتالى تعمل على تحسين خواص تلك المادة العضوية ومن جهة أخرى نجد أن ذلك يعمل على تحسين خواص الأرض سواء من ناحية المحتوى الغذائى أو المحتوى المائى ونتيجة لفعل تلك العوامل السابقة نجد أن محتوى الأرض من العناصر الغذائية يزداد ونتيجة لذلك يتحسن نمو مجموعات الأشجار النامية فى تلك الأراضى بالمقارنة بالأراضى الغير مسمدة ويظهر هذا الفعل التجميعى لأثر التسميد فى المواقع التى تضاف فيها الأسمدة لسنين عديدة.

٥ـ أثر المعاملات السمادية على نمو الجذور

من المعروف أن تكشف ونمو الجذور يعتمد بدرجة كبيرة على خواص الأرض سواء الطبيعية أو الكيماوية فمثلاً نجد أن ال Spruce يكون مجموع جذرى عميق فى الأراضى العميقة وعكس ذلك فى حالة الأراضى ذات الحبيبات الدقيقة فنجده يكون مجموع جذرى سطحى.

وعموماً نجد إن كل هذه الظواهر تختلف باختلاف النوع فمثلاً Alnus glutinosa يمكنه تكوين مجموع جذرى قوى فى الأراضى الغدقة وتحت ظروف

تهوية سيئة كذلك نجد أن أشجار الصنوبر يمكنها النمو فى الأراضى الصخرية. وعموماً نجد أن توزيع ونمو المجموع الجذرى فى القطاع الأرضى يتوقف على درجة التهوية وكمية الرطوبة الأرضية وكذلك على درجة توزيع العناصر الغذائية داخل القطاع الأرضى.

ولقد وجد بصفة عامة أن إضافة الأسمدة يزيد عدد الجذور الامتصاصية كذلك فى إحدى التجارب وجد (Wiersum 1958) أنه يمكن تقسيم الأيونات بالنسبة لدرجة تأثيرها على زيادة وتكشف الجذور الثانوية كما يلى:

$$No^{-}_{3} > H_2\ Po^{-}_{4}\ ,\ K > Ca^{++} >,\ Mg > So_4^{--}$$

٦ـ تأثير إضافة الأسمدة على زيادة مقاومة الأشجارللإصابة بالأمراض الفطرية والحشرية:

وجد أن هناك علاقة بين حالة نمو الأشجار ودرجة إصابتها بالأمراض وعموماً الإصابة العالية أو الشديدة وجدت بالمواقع الفقيرة. أيضاً وجد أن إضافة الأسمدة تحسن من حالة النمو وبالتالى تزيد من شدة المقاومة للأمراض مع الأخذ فى الاعتبار كثافة المجموعات الشجرية الموجودة لأن لها علاقة بشدة إصابة تلك المجموعات خصوصاً بالآفات الحشرية.

كذلك نجد أن الماء يلعب دور مهم فى درجة أو شدة الإصابة فقد وجد من التجارب أن نقص الماء يلعب دور مباشر أو غير مباشر فى زيادة أو تقليل الإصابة بالحشرات التى تتغذى على الأوراق أو الأفرع. ففى حالة نقص الماء نجد أنه يحدث اختلال فى العمليات الحيوى داحل النبات وخصوصاً فى امتصاص وتجمع النتروجين داخل النبات ونفس الشئ يحدث بالنسبة للبروتينات والمواد الكربوهيدراتية وبالتالى تزداد نسبة السكريات داخل النبات وهو الغذاء الأساسى لتلك الحشرات حيث أنها لا يمكنها هضم النشا ولذلك فهى تعتمد أساساً على السكريات لتغطية احتياجاتها من المواد الكربوهيدراتية وبالتالى تزداد الإصابة بها تحت تلك الظروف.

أما فى حالة إضافة الأسمدة وفى حالة وجود الماء المناسب نجد أن لها دور مباشر أو غير مباشر فى تقليل الإصابة بتلك الحشرات. ففى حالة التأثير المباشر نجد أن محتوى

الأوراق والأفرع يتغير خصوصاً نسبة السكريات وبالتالى تصبح غير ملائمة لتغذية تلك الحشرات لأن ذلك يسبب اختلال فى العمليات الفسيولوجية داخل تلك الحشرات.

أما بالنسبة للتأثير الغير مباشر للأسمدة على تقليل الإصابة فنجد أن ذلك ينحصر فى أن إضافة الأسمدة يساعد على نضج أو لجنه الخلايا فى وقت سريع. كذلك يزيد من صلابة الجدر الخلوية وبالتالى تصبح غيرملائمة للإصابة بتلك الحشرات خصوصاً فى مراحل النمو الأولى لها وهى المرحلة التى تسبب أكبر خسارة أو تلف للأشجار الخشبية.

٧ـ تأثير المعاملات السمادية على نمو الأشجار الخشبية ودرجة مقاومتها للجفاف والصقيع:

بالنظر إلى العلاقة بين امتصاص العناصر الغذائية المختلفة وانتقال الأيونات والنتح وتركيز الأيونات داخل الأنسجة النباتية وجد أن المحتوى المائى الداخلى فى النبات يتأثر بالمعاملات السمادية المختلفة . فعلى سبيل المثال نجد أن أيونات K^{+} , Ca^{++} والتى من الناحية الفزيو كيمائية توجد بينها تضاد. نجد أن لها تأثير فى عمليات النتح كذلك تؤثر على المحتوى المائى الداخلى فى النبات. فمثلاً نجد أن أيونات الـ K^{+} تلعب دور فى عملية امتلاء الخلية النباتية حيث أنها تساعد على زيادة الامتلاء Turgidety بينما أيونات Ca^{++} لها تأثير عكس ذلك. وبالتالى تظهر أهمية عنصر البوتاسيوم فى مقاومة الجفاف كذلك أوضح العلم (Wilde 1940) أن مقاومة الأشجار للصقيع ممكن أن تزداد بإضافة عنصر البوتاسيوم وأحسن النتائج حصل عليها عند إضافته فى الربيع وبمعدل ٣٣٠ كجم/ هكتار.

٨- تأثير المعاملات السمادية على جودة وكمية الأخشاب الناتجة:

أ ـ الجودة Quality

نجد أن تأثير التسميد على أشجار الغابات يزيد من كمية الأخشاب الناتجة ولكن تدرج هذه الأخشاب تحت درجات خاصة من الجودة. وعموماً فى معظم البلدان يتم تدريج تلك الأخشاب على أساس الطول ولكن يجب أن تأخذ فى الاعتبار أن التسميد يزيد من النمو الطولى والقطرى أيضاً.

وعموماً معظم التجارب التى أجريت فى هذا الموضوع وجد أن كثافة الأخشاب الناتجة من التسميد تقل وهذا نظراً لزيادة نسبة الخشب المبكر early wood بالنسبة للخشب المتأخر Late Wood وفى قليل من التجارب وجد عكس هذه لنتائج. كذلك وجد أن إضافة الأسمدة يعمل على قصر طول الألياف بالمقارنة بالأشجار الغير مسمدة. كذلك انخفضت نسب السليوز قليلاً عن الأشجار الغير مسمدة وعموماً يمكن اعتبار كثافة الخشب كدالة لمدى صلابته Strength أما بالنسبة لإنتاج المادة الجافة فمعروف أن كميتها تزداد نتيجة المعاملات السمادية المختلفة.

ب ـ كمية المحصول Yield

من المعروف أن الهدف من إضافة الأسمدة للأشجار الصغيرة هو الحصول على نمو قوى وجيد بأعلى كثافة وذلك للحصول على أكبر إنتاج ممكن من الأخشاب فى نهاية دورة القطع.

ولقد قدرت الزيادة فى المحصول خلال ٤٠ سنة نتيجة عمليات التسميد بواسطة (Galoux 1954) مرة واحدة عند زراعة أشجار ال Spruce فوجدت أنها تعادل ٥٠ متر مكعب/ هكتار. ولكن يجب أن نضع فى الاعتبار أن المحصول يتوقف على الكثافة المناسبة وخواص الموقع بالإضافة إلى التسميد المناسب وهذه تعادل أكثر من ١/٣ مجموع العوامل التى تؤثر على كمية المحصول الناتج.