

الزراعة	الكلية
علوم التربة والموارد المائية	القسم
Fertilizer technologies	المادة باللغة الانجليزية
تقانات اسمدة	المادة باللغة العربية
الرابعة	المرحلة الدراسية
م.د عون الله يحيى عباس	اسم التدريسي
Phosphate Fertilizers	عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية
الاسمدة الفوسفاتية	عنوان المحاضرة باللغة العربية
3	رقم المحاضرة
نور الدين شوقي علي: تقانات اسمدة	المصادر والمراجع
تقانات اسمد	

محتوى المحاضرة

في البداية لابد من التطرق الى بعض المفاهيم ذات العلاقة بالفسفور في التربة والجاهزية.

اقسام فسفور التربة من حيث الجاهزية للنباتات هي:

- الفسفور الذائب (Soluble Phosphorus): وهو جاهز بشكل مباشر الا ان تركيزه قليل جداً (0.3-3.0 جزء بالمليون او 0.3-3.0 ملغم. لتر⁻¹) و الفسفور في هذا الجزء يكون على هيئة الاورثوفوسفات الاحادية والثنائية ($H_2PO_4^{-1}$, HPO_4^{-2}) النبات يمتص $H_2PO_4^{-1}$ بسرعة تقدر بعشرة اضعاف امتصاص HPO_4^{-2} . النسبة بين $H_2PO_4^{-1}$ و HPO_4^{-2} تعتمد على pH الوسط وتساوي واحد عند 7.22 والصورة $H_2PO_4^{-1}$ تزداد في الوسط الحامضي.
- الفسفور القابل للتجهيز (الفسفور القابل للتغير) Lablie Phosphorus: وهو الفسفور الممتز على الاسطح المختلفة للتربة ويمكن ان يتحرر الى المحلول ويمثل الفسفور الجاهز لالامتصاص بواسطة جذور النباتات (علي واحمد 2000).
- الفسفور بطئ الجاهزية (الفسفور غير القابل للتغير) Slowly Available Phosphorus : ويكون قليل الذوبانية الى قليل جداً لاسيما عند تحوله الى صخر الابتاييت.

وبشكل عام الفسفور الجاهز للامتصاص من قبل النبات عبارة عن الفسفور الذائب بالماء(فسفور محلول التربة) والفسفور القابل للتجهيز ,والذي يمثل الفسفور الممتز على الاسطح المختلفة في التربة (اسطح معادن الطين والكاربونات والمادة العضوية) او الفسفور المترسب الا انه لا يزال في مراحل سطوية ولم يصل الى المستوى المتقدم من الترسيب.

الفسفور المضاف الذي لا يمتصه النبات او الفائض عن الامتصاص سيتعرض الى عمليات الامتزاز والترسيب او الاحتفاظ للتربة بالفسفور او الحجز. وعملية الترسيب هذه تعتمد بشكل رئيس على درجة تفاعل التربة (Soil pH) ، اذ ان الترسيب في الترب الحامضية يكون على هيئة فوسفات الحديد والالمنيوم (Al,Fe-P) ، اما في الترب القاعدية فيكون على شكل فوسفات الكالسيوم (Ca- P).
السماذ الفوسفاتي الذي صيغته $Ca(H_2PO_4)_2$ (فوسفات الكالسيوم الاحادية MCP) سيتحول الى معادن الفسفور وسلسلة الترسيب في الترب الكلسية والقاعدية تكون كما موضح في المخطط الآتي :-

الاسم	الاختصار	الصيغة
Di Calcium phosphate Dihydrate	DCPD	$CaHPO_4 \cdot H_2O$
Di Calcium phosphate	DCP	$CaHPO_4$
Octa Calcium phosphate	OCP	$Ca_4H(PO_4)_3 \cdot H_2O$
β - tri Calcium phosphate	β - TCP	$Ca_3(PO_4)$
Hydroxy apatite	HA	$Ca_5(PO_4)_3OH$
Fluorapatite	FA	$Ca_5(PO_4)_3F$

بتعبير اخر خلال اسابيع يتحول من فوسفات الكالسيوم الاحادية MCP الحاوي على الفسفور بصورة H_2PO_4 (الاحادي) الى فوسفات الكالسيوم الثنائية المائية DCPD و فوسفات الكالسيوم الثنائية DCP الحاوي على الفسفور بصورة (HPO_4) وبعد حوالي 3-5 شهور يتحول الى فوسفات الكالسيوم الثمانية OCP الحاوي على الفسفور بصورة PO_4 وبعد عشرة شهور الى BTCP ويأخذ فترة اطول او مدة اطول من الزمن ليصل الى الصخر الفوسفاتي HA او الصخر الفوسفاتي FA. ان هذه التفاعلات يصعب السيطرة عليها ، ولذا فان كمية الفسفور المسترد او المستعمل من قبل النبات من السماذ المضاف تكون واطئة باستمرار مقارنة بالاسمدة النتروجينية .

عملية الأمتزاز عبارة عن الامتزاز السطحي Adsorption او الامتزاز بشكل عام Sorption (والذي يشمل الامتزاز السطحي والامتصاص الى داخل الوحدات البنائية)، وتحدث على الاسطح الحاوية على الايونات الموجبة ولاسيما الكالسيوم والمغنيسيوم واسطح كاربونات الكالسيوم (معادن الكاربونات بشكل عام) وحتى الكميات القليلة من الحديد الموجودة في الترب الكلسية ، تساهم في عملية الامتزاز . كذلك اسطح معادن الطين مهمة جداً ، وهنا نوع المعدن الطيني والمساحة السطحية للمعدن كلها تؤثر في هذه العملية .

وبشكل عام قوة الربط مع اكاسيد الحديد والالمنيوم تكون عالية ، اما مع معادن الكربونات فتكون واطنة ، ولذا فان جزء كبير من الفسفور الممتز يكون في الجزء القابل للتجهيز (Labile – Form) . بتعبير نسبي التربة الحامضية تمتز مرتين فسفور اكثر لكل وحدة مساحة سطح تربة مما هو عليه في التربة الكلسية او المتعادلة و بقوة ربط اعلى خمس مرات (علي واحمد 2000) عمليات الامتزاز والترسيب هذه تؤثر بشكل كبير في ادارة الاسمدة الفوسفاتية ابتداءً من اختيار السماد الفوسفاتي وطرائق اضافته وتجزئة الاضافة لاسيما في التربة ذات القابلية التثبيتية العالية للفسفور . اما الفسفور العضوي في التربة فهو جزء من المادة العضوية في التربة ، ويشكل حوالي 1-3 % منها ، ويتواجد في الطبقات السطحية للتربة ، ويجب ان يتمعدن قبل ان يستطيع النبات الاستفادة منه ، وعموما تكون النسب بين $S : P : N : C$ بحدود 1.3 : 1.3 : 10 : 140 . معظم الفسفور العضوي يكون بشكل استرات الاورثوفوسفات متضمنا الانستول فوسفيت والفوسفولبيدات والاحماض النووية . عملية المعدنة تشبه معدنة النتروجين وتتم بمساعدة انزيم الفوسفيتاز ووجود الاحياء المجهرية المختلفة ، ونسبة $P : C$ ممكن ان تكون دليل للمعدنة او التثبيت ، ويمكن توضيح ذلك كما يأتي :-

المعدنة / التثبيت في أجسام الأحياء المجهرية	P:C
معدنة صافية للفسفور العضوي	أقل من 200
لا توجد خسارة او أكسيد الفسفور المعدني	من 200-300
تثبيت صافي في أجسام الأحياء	أعلى من 300

وعموماً العوامل المؤثرة في نشاط الأحياء من pH و حرارة و رطوبة و عناصر غذائية تؤثر في عملية المعدنة .

العوامل المؤثرة في جاهزية الفسفور :

- معادن الطين : معادن 1:1 اكثر امتزازاً ومسكاً للفسفور من معادن 1:2 هذا من حيث النوعية اما من حيث الكمية زيادة كمية المعدن الطيني تزيد من الامتزاز.
- زمن التفاعل : يتحول الفسفور مع الزمن الى الاشكال الاقل ذوباناً نتيجة لامتزاز والترسيب.
- المادة العضوية للتربة : تعمل على تقليل امتزاز الفسفور من خلال الاحماض العضوية تنافس الفسفور على مواقع الامتزاز وتقلل من الامتزاز والاحماض العضوية تذيب المترسب من الفسفور و الاحماض العضوية تخفض درجة تفاعل التربة pH وتزيد الجاهزية
- درجة تفاعل التربة pH : افضل ذوبانية وجاهزية للفسفور تكون عند المدى 6.0-6.8 .

مصادر الاسمدة الفوسفاتية :

هناك عدة مصطلحات للتعبير عن محتوى الفسفور في الاسمدة الفوسفاتية وهي ذائب بالماء WATER SOLUBLE وذائب بالسترات CITRATE SOLUBLE وغير ذائب بالسترات ، وعموما الذائب بالماء يمثل الفسفور المتيسر او الجاهز يسير والذائب بالسترات القابل للتجهيز وغير الذائب او غير جاهز . عينة صغيرة تستخلص او لا بالماء والمحتوى للفسفور في الراشح يمثل الجزء الذائب بالماء او الفسفور الجاهز بشكل مباشر او المتيسر. المتبقي من الجزء غير الذائب بالماء يستخلص بعياري من سترات الامونيوم القاعدي لتقدير الفسفور الذائب بالسترات وهذا يمثل الفسفور الجاهز او القابل للتجهيز . الفسفور الذائب بالماء والذائب بالسترات يمثل الفسفور الجاهز للنبات من الفسفور الكلي والفسفور المتبقي هو الفسفور غير الذائب ، والمجموع الكلي للفسفور الذائب + غير الذائب يمثل الفسفور الكلي المعدني .

الاسمدة الفوسفاتية التجارية:

من بين المعادن العديدة للفسفور في التربة فان معدن الأبتايت الناري والفوسفورايت الرسوبي هي الاكثر استخداماً في تصنيع الاسمدة الفوسفاتية. الأبتايت عبارة عن معدن ناري يتواجد في الصخور التي تكونت منها التربة. اما الفوسفورايت فانه عبارة عن معدنة هياكل الحيوانات عبر العصور الجيولوجية. الأبتايت يكون بلوري او كامل التبلور اما الفوسفورايت يكون جزء منه متبلور والاخر غير كامل التبلور.

• الصخر الفوسفاتي (RP) Roak Phosphate :

مادة خام اولية للاسمدة الفوسفاتية . الترسبات الرئيسية للصخور الفوسفاتية تتواجد في الولايات المتحدة الاميركية والمغرب والصين وروسيا ، وفي العراق هناك كمية كبيرة ايضا من الصخور الفوسفاتية متمركزة في منطقة عكاشات في قضاء القائم – محافظة الانبار (الرمادي). معادن الصخور الفوسفاتية هي الأبتايت $Ca_{10}(PO_4)_6X_2$ والذي فيه X يمثل OH^- أو F^- أو Cl^- . الفلوروابتايت $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ او $[Ca_3(PO_4)_2]_3.CaF_2$ من الصخور الفوسفاتية الاكثر انتشارا ، هذه الصخور تحوي شوائب من الكربونات والصوديوم والمغنيسيوم . القيمة السمادية للصخر الفوسفاتي تعتمد على اصل الصخر ومدى صلابته ودرجة تبلوره. وبشكل عام الصخر الصلب اقل جاهزية او عديم الجاهزية وبشكل عام القيمة للصخر كسماد ممكن في التربة الحامضية ويعتمد على نوع المحصول والصخر والظروف المناخية. وفي التربة القاعدية والمتعادلة يفضل او بالاحرى يجب اضافة الكبريت او اي مادة ذات تأثير حامضي مع الصخر الفوسفاتي ليكون ذا فائدة(الاعظمي 1990).