وتظهر أعراض نقص الفوسفور إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٢٪ على أساس الوزن الجاف . ويفضل إجراء التحليل فى المراحل المبكرة من النمو .

وبالمقارنة .. فإن البوتاسيوم تظهر أعراض نقصه إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٨ من الوزن الجاف (Maynard ١٩٧٩) .

ومن أكبر عيوب الاعتماد على تحليل النبات فى تقدير الحاجة للتسميد أن معظم الخضراوات سريعة النمو ، وأنه نادرًا ما تظهر أعراض نقص العناصر قبل أن تصل النباتات إلى مرحلة منتصف نموها ، وحينئذ يكون النمو سريعًا . ومع إجراء التحليل يكون الوقت قد أصبح متأخرًا بالنسبة للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ، وإن كان من الممكن إعطاء دفعات من الأزوت فى هذه المراحل المتأخرة . وبالرغم من ذلك .. فإن نتائج التحليل تفيد فى وضع البرنامج التسميدى لمحاصيل الخضر التى تزرع مستقبلاً فى نفس الحقل .

هذا .. ويفضل الرجوع إلى بعض المصادر الخاصة بتحليل الأنسجة النباتية ، مثل Reisenauer (١٩٧٨) ، و Carpenter ، (١٩٨٢) الذى يعطى الخطوات العملية لتحليل عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والحديد ، والبورون فى كل من الطماطم ، والخيار .

٧ - ٣ : الأسمدة الكيميائية

٧ - ٣ - ١ : الأسمدة الكيميائية البسيطة

الأسمدة الكيميائية البسيطة هى تلك الأسمدة التى تتكون من مركب كيميائى واحد ، وتحتوى على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات . ويوضح جدول (٧ - ٥) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

الأسمدة الأزوتية الهامة

من أهم الأسمدة الأزوتية ما يلى :

١ - سلفات النشادر : تعتبر سلفات النشادر مصدرًا جيدًا للأزوت الميسر ، وهى لا تفقد بسرعة من التربة كنترات الصوديوم ، وتتميز بأن لها تأثير حامضى على التربة . ومن مميزاتها الأخرى سهولة خلطها بالسوبرفوسفات وسلفات البوتاسيوم ، لكن لا يجوز خلطها مع الجير ، أو مع الأسمدة القاعدية .

٢ - نترات الصوديوم : تعتبر نترات الصوديوم سمادًا سريع الذوبان والامتصاص ، ومعرضاً للفقد من التربة ، لذا تجب إضافته على دفعات حسب حاجة النبات .

جدول (٧ - ٥) : محتوى بعض الأسمدة البسيطة من عناصر النيتروجين ، والفسفور ، والبوتاسيوم

السماد	النسبة المئوية لمحتوى السماد من[1]		
	النيتروجين(N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
نترات الأمونيوم	٣٣ - ٣٣,٥	–	–
فوسفات الأمونيوم	١١	٤٨,٨	–
كبريتات الأمونيوم	٢٠,٥	–	–
الأمونيا السائلة	٨٢	–	–
سياناميد الكالسيوم[2]	٢١	–	–
نترات الكالسيوم	١٥,٥	–	–
نترات البوتاسيوم	١٣	–	٤٤
نترات الصوديوم	١٦	–	–
اليوريا[2]	٤٢ - ٤٦	–	–
السوبر فوسفات العادى	–	١٦ - ٢٠	–
السوبر فوسفات الثلاثى	–	٤٢ - ٤٧	–
كبريتات البوتاسيوم	–	–	٤٨ - ٥٢
كلورور البوتاسيوم (ميورات البوتاسيوم)	–	–	٤٨ - ٦٢

(١) للتحويل من P_2O_5 إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤ وللتحويل من P إلى P_2O_5 يضرب فى ٢,٢٩١٥ . للتحويل من K_2O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١ وللتحويل من K إلى K_2O يضرب فى ١,٢٠٤٧

(٢) مركبات عضوية لاحتوائها على الكربون ، ولكنها ليست مركبات عضوية طبيعية (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

٣ - نترات الكالسيوم : لهذا السماد خصائص نترات الصوديوم ، لكنه يتميز عن الأخير باحتواله على الكالسيوم بنسبة حوالى ٣٤٪ .

٤ - نترات البوتاسيوم : يتميز سماد نترات البوتاسيوم باحتواله على كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى صورة صالحة للامتصاص .

٥ - اليوريا : تتحلل اليوريا عند إضافتها للتربة إلى أمونيا ، ثم إلى نترات .

٦ - سياناميد الكالسيوم : يتحلل سياناميد الكالسيوم عند إضافته للتربة إلى كربونات الكالسيوم واليوريا ، ثم تحلل اليوريا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة فى التربة ، معطية كربونات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم .

ولذلك .. فسياناميد الجير يتيسر فيه النيتروجين ببطء ، ولا يخشى من فقده مع ماء الرشح . ونظرًا لتأثيره السام على النباتات ، لذا تجب إضافته قبل الزراعة بوقت كاف . ولا يخلط هذا السماد مع سلفات النشادر ، أو السوبر فوسفات ، لكن يمكن خلطه بسلفات البوتاسيوم .

الأسمدة الفوسفاتية الهامة

يرجع كل الفوسفور الموجود فى الأسمدة التجارية إلى صخر الفوسفات phosphate rock [٣ كا٣ (فو٤)٢ . كا ح٢] (أو معدن الأباتيت apatite) . والفوسفور الموجود بالصخر غير قابل للذوبان فى الماء ، ولا يكون ميسرًا لامتصاص النبات ، لكن عند طحنه إلى مسحوق دقيق ، فإن بعض الفوسفور الموجود به يصبح صالحًا لاستعمال النبات بفعل الأحماض الموجودة فى التربة ، لكن الكمية الميسرة تكون منخفضة جدًا .

ويصنع سماد السوبرفوسفات بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك ، حيث يتحول فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان إلى فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم القابلين للذوبان . وعليه .. فإن السوبرفوسفات هو خليط من كل من فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم مع الجبس gypsum الذى يشكل نصف السوبر فوسفات العادى .

أما السوبرفوسفات المزدوج (أو الثلاثى) double (treble or triple) super phosphate ، فإنه يصنع بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الفوسفوريك ، حيث يتكون فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم :

$$Ca_3 (PO_4)_2 + 2H_2 \rightarrow Ca (H_2PO_4) + 2Ca\ SO_4$$
$$Ca_3 (PO_4)_2 + 4\ H_3\ PO_4 \rightarrow 3\ Ca (H_2\ PO_4)_2$$

ويلاحظ أن السوبر فوسفات العادى يحتوى على ١٦ - ٢٠٪ فو٢ا٥ حسب محتواه النسبى من كل من الجبس ، وفوسفات أحادى وثنائى الكالسيوم ، بينما يحتوى السوبرفوسفات المركز على ٤٧٪ فو٢ا٥ .

الأسمدة البوتاسية الهامة

يعتبر سماد سلفات البوتاسيوم أفضل الأسمدة البوتاسية . وهو سريع الذوبان والامتصاص .

أما سماد كلورور (ميورات) البوتاسيوم ، فهو بطىء الذوبان والمفعول ، ويفضل استعماله فى الأراضى الرملية والخفيفة ولا تجوز إضافته قريبًا من النباتات ، إذ إنه يضر بالجذور .

المصادر السمادية لباقى العناصر الغذائية

يتم التسميد بباقى العناصر بإضافتها للتربة ، أو رشًا على النباتات فى إحدى الصور الموضحة فى جدول (٧ - ٦) .

٧ - ٣ - ٢ : الأسمدة الكيمائية المركبة

تحتوى الأسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادى ، وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معًا بنسب معينة وبصورة متجانسة ، بحيث يحتوى السماد المركب على نسبة معينة من كل

من العناصر السمادية المرغوبة .

وفيما يلي بعض المصطلحات المستخدمة في وصف الأسمدة المركبة :

درجة أو تحليل السماد Fertilizer grade or analysis

تحليل السماد هو النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور في صورة فوأ٥ (P_2O_5) ، والبوتاسيوم في صورة بوا (K_2O) في السماد المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ، مثل : ٥ - ١٠ - ٥ ، حيث تشير الأرقام الثلاثة إلى النسب المئوية لكل من : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم في السماد على التوالي . وقد يوجد أحيانًا رقم رابع يشير إلى النسبة المئوية للمغنسيوم في صورة مغا (MgO) ، ورقم خامس يشير إلى النسبة المئوية للكالسيوم في صورة كاأ (CaO) .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المئوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به ٢٠ أو أقل . وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب عن ٢٠ .

جدول (٧ - ٦) : الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الغذائية غير النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم

العنصر والسماد ونسبة العنصر في السماد	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق	
	التربة (كجم/فدان)	رشاً (كجم/ ٤٠٠ لتر ماء)
الكالسيوم :		
الجبس الزراعي - نترات الكالسيوم - السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (يحوي ٣٦,١ كالسيوم)	—	٥ - ٢,٥
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2.2H_2O$ (يحوي ٢٠٪ كالسيوم)	—	٥ - ٢,٥
المغنسيوم :		
كبريتات المغنسيوم مغ SO_4.٧مغ٥ (يحوي ٩,٨٪ مغنسيوم)	١٠٠ - ٧٥	٧ - ٥
الكبريت :		
سلفات الأمونيوم - سلفات البوتاسيوم - الجبس الزراعي - السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
الحديد :		
كبريتات الحديدوز $FeSO_4$.٧مغ٥ (يحوي ٢٠٪ حديد)	١٠ - ٥	١,٥ - ١
حديد مخلبي EDTA (يحوي ٩ - ١٢٪ حديد)	١٨ - ٩	٠,٥ - ٠,٢٥
النحاس :		
كبريتات النحاس مغ SO_4 . ٥مغ٥ (يحوي ٢٥,٥٪ نحاس)	٢٤ - ١٢	٢,٥ - ١
أكسيد النحاس CuO (يحوي ٧٩,٦٪ نحاس)	٨ - ٤	—

جدول (٧- ٦) يتبع

العنصر والسماد ونسبة العنصر فى السماد	الكمية المضافة عند التسميد عن طريق التربة (كجم/فدان)	رشاً (كجم/ ٤٠٠ لتر ماء)
الزنك :		
كبريتات الزنك $ZnSO_4 . 7H_2O$ (يحوى ٢٢,٧ زنك)	٥٠ - ٢٠	١ - ٢
زنك مخلبى يحوى (١٤٪ زنك)	٧ - ١٨	٠,٥ - ١,٢٥
المنجنيز :		
سلفات المنجنيز $MnSO_4 . 4H_2O$ (يحوى ٢٤,٦ منجنيز)	١٠ - ١٥	١ - ٢
الموليبدنم :		
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ (يحوى ٥٤,٩ موليبدنم)	١ - ٢	
موليبدات الصوديوم $Na_2MoO_4.2H_2O$ (يحوى ٣٩,٧ موليبدنم)	٠,٥ - ١,٢٥	٠,١٢٥ - ٠,٢٥
البورون :		
البوراكس $Na_2B_4O_7.10H_2O$ (يحوى ١٠,٦٪ بورون)	٥ - ١٢	١ - ٢,٥

المعادلة السمادية Fertilizer formula

هى الكميات الفعلية من المركبات الداخلة فى تركيب طن من السماد المركب ، وقد يعبر عن هذه الكميات كنسب مئوية أيضًا . ويطلق على مصادر العناصر السمادية فى السماد المركب اسم المواد الحاملة carriers .

الوحدة السمادية fertilizer unit

هى نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض فى السماد المركب . فمثلاً .. عندما يكون تحليل السماد ٥ - ١٠ - ٥ تكون نسبته السمادية ١ - ٢ - ١ .

وتتوقف النسبة السمادية التى يوصى بها على العوامل التالية :

١ - الظروف البيئية : تقل نسبة الأزوت فى الجو الملبد بالغيوم .

٢ - المحصول المزروع : تزيد نسبة الأزوت للمحاصيل الورقية ، ونسبة الفوسفور للمحاصيل الثمرية ، ونسبة البوتاسيوم للمحاصيل الجذرية والورقية .

٣ - طبيعة التربة : تزيد نسبة البوتاسيوم فى الأراضى الرملية ، وتزيد نسبة الفوسفور فى الأراضى الثقيلة ، وتقل نسبة الأزوت فى الأراضى العضوية .

٤ – كمية ونوع الأسمدة المستخدمه : تجب مراعاة زيادة نسبة الفوسفور عندما تكون الأرض حديثة العهد بالتسميد ، أى لم يسبق تسميدها كثيرًا من قبل ، وكذلك عند استعمال الأسمدة العضوية .

تحضير السماد المركب

يحضر السماد المركب بخلط عدد من الأسمدة البسيطة بكميات محسوبة مقدمًا حسب تحليل السماد المراد تحضيره ، ومعادلته ، ونسبته السمادية .

مثال : إحسب الكميات اللازمة لتحضير سماد مركب تحليله ٥ – ٩ – ٥ مع استخدام سلفات النشادر (٢٠٪ ن) ، والسوبرفوسفات (١٥٪ فو٢ أ٥) ، وسلفات البوتاسيوم (٥٠٪ بو٢ أ) فى تحضير السماد.

يحتوى الطن من هذا السماد على : ٥٠ كجم ن ، و ٩٠ كجم فو٢أ٥ ، و ٥٠ كجم بو٢أ وهذه الكميات يمكن الحصول عليها بخلط :

٢٥٠ كجم سلفات نشادر

٦٠٠ كجم سوبرفوسفات

١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم .

تخلط هذه الكميات من الأسمدة معا ، ويضاف لها نحو ٥٠ كجم من الرمل ليصل الوزن إلى طن ويفضل عند تحضير السماد المركب جعل النيتروجين من مصدرين : أحدهما قابل للذوبان والامتصاص بسرعة ، والآخر يطيء الذوبان . كما يفضل جعل الأسمدة مركزة قدر المستطاع ، مع استخدام أسمدة بسيطة غنية بالعناصر عند تحضير السماد المركب .

وعند خلط الأسمدة يراعى أن بعضها يكون متحجرًا ، كالسوبر فوسفات ، وبعضها تتجمع حبيباته ، مكونة كتلاً أكبر ، كسلفات النشادر . وهذه يجب دقها جيدًا وخلطها لتسهيل عملية الخلط . كما تجب مراعاة أن بعض الأسمدة لا يجوز خلطها ، لأنها تتفاعل مع بعضها البعض ؛ مما يؤدى إلى تحول بعض العناصر إلى صور غير ذائبة .

ويفيد جدول (٧ – ٧) فى حساب كميات الأسمدة البسيطة اللازمة لتحضير الأسمدة المركبة .

٧ – ٣ – ٣ : الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر Slow Release Fertilizers هى إما أنها أسمدة ذات قابلية ضعيفة جدًا للذوبان فى الماء ، أو أنها أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية فى صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفى كلتا الحالتين تتيسر العناصر الغذائية للنباتات بقدر حاجته إليها ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة سنوات ، الأمر الذى يقلل كثيرًا من فرصة تثبيتها فى التربة ، ومن

جدول (٧ – ٧) : طريقة حساب الكميات اللازمة من الأسمدة البسيطة اذا عرفت الكميات المطلوبة من العناصر أو العكس .

لضرب الكمية المطلوبة من	ق	للحصول على الكمية المطلوبة من
الأمونيا NH_3	٠,٨٢٣	نيتروجين ـ N
نترات الأمونيوم $NH_4 NO_3$	٠,٣٥٠	نيتروجين ـ N
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين ـ N
بوراكس $Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$	٠,١١٤	بورون ـ B
حمض بوريك $H_3 BO_3$	٠,١١٧	بورون ـ B
بورون ـ B	٨,٨٠٧	بوراكس ـ $Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$
بورون ـ B	٥,٦٣٦	حمض بوريك ـ $H_3 BO_3$
كالسيوم ـ Ca	٤,٢٩٥	كبريتات الكالسيوم (الجبس) $Ca SO_4 . 2H_2O$
مغنسيوم ـ Mg	٤,٩٥١	كبريتات المغنسيوم ـ $Mg SO_4$
كبريتات المغنسيوم ـ $Mg SO_4$	٠,٢٠٢	مغنسيوم ـ Mg
منجنز ـ Mn	٢,٧٤٩	كبريتات المنجنز ـ $Mn SO_4$
منجنز ـ Mn	٤,٠٦٠	كبريتات المنجنز $Mn SO_4 . 2H_2O$
كبريتات المنجنز $Mn SO_4$	٠,٣٦٤	منجنز ـ Mn
كبريتات المنجنز $Mn SO_4 . 4 H_2 O$	٠,٢٤٦	منجنز ـ Mn
ميورات البوتاسيوم ـ Cl_2	٠,٦٣٢	بوتاس ـ K_2O
ميورات البوتاسيوم ـ Cl_2	٠,٥٢٤	بوتاسيوم ـ K
نترات NO_3	٠,٢٢٦	نيتروجين ـ N
نترات البوتاسيوم ـ NO_3	٠,٤٦٦	بوتاس ـ K_2O
نترات البوتاسيوم ـ NO_3	٠,٣٨٧	بوتاسيوم ـ K
نترات الصوديوم ـ $Na\ No_3$	٠,١٦٥	نتروجين ـ N
نيتروجين ـ N	١,٢١٦	أمونيا NH_3
نيتروجين ـ N	٢,٨٥٦	نترات أمونيوم $NH_3 NO_3$
نيتروجين ـ N	٤,٧١٦	كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$
نيتروجين ـ N	٤,٤٢٦	نترات ـ NO_3
نيتروجين ـ N	٦,٠٧١	نترات الصوديوم ـ $Na\ NO_3$
حمض الفسفوريك ـ $P_2 O_5$	٠,٤٣٧	فوسفور ـ P
الفوسفور ـ P	٢,٢٩١	حمض الفوسفوريك ـ $P_2 O_5$
بوتاس ـ $K_2 O$	١,٥٨٣	ميورات البوتاسيوم ـ KCl
بوتاس ـ $K_2 O$	٢,١٤٦	نترات البوتاسيوم ـ KNO_3
بوتاس ـ $K_2 O$	٠,٨٣٠	بوتاس ـ K
بوتاس ـ $K_2 O$	١,٨٥٠	كبريتات البوتاسيوم ـ $K_2 SO_4$
بوتاسيوم ـ K	١,٩٠٧	ميورات البوتاسيوم ـ KCl
بوتاسيوم ـ K	٢,٥٨٩	نترات البوتاسيوم ـ KNO_3
بوتاسيوم ـ K	١,٢٠٥	بوتاس ـ $K_2 O$
بوتاسيوم ـ K	٢,٢٢٩	كبريتات البوتاسيوم ـ $K_2 SO_4$
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين ـ N
كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$	٠,٥٤٠	بوتاس ـ $K_2 O$
كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$	٠,٤٤٩	بوتاسيوم ـ K

فقدها فى ماء الصرف . وفيما يلى شرح لبعض أنواع الأسمدة البطيئة الذوبان والميسر .

الأسمدة المخلبية

الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers هى أسمدة توجد فيها العناصر الضرورية للنبات فى صورة مركبات مخلبية chelated compounds أو Sequestring agents .

والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبى لآخر . وهى قابلة للذوبان فى الماء . والمستعمل منها فى الأغراض الزراعية يتحلل فى الماء ببطء شديد . وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر فى التربة . فبرغم قابليتها للذوبان فى الماء ، إلا أنها بطيئة التحلل بدرجة كبيرة ، وبذلك يتيسر العنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت . هذا .. وتدمص المركبات المخلبية على سطح حبيبات الطين .

ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال فى الزراعة ما يلى :

ethylene diaminetetra acetic acid (EDTA)

diethylene triamine penta acetic acid (DTPA)

cyclohexane diaminetetera acetic acid (CDTA)

ethylene diamine di (O-hydroxyphenyl acetic acid (EDDHA)

هذا .. وتوجد المواد المخلبية إما فى صورة أحماض ، أو فى صورة ملح الصوديوم . والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت .

وتضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ، حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، عما فى حالة إضافتها بطريق الرش ، إلا أنه يمكن استعمالها رشًا بتركيزات مخففة مع الرش الدورى لمكافحة الآفات (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وفيما يلى أمثلة لبعض العناصر النادرة التى توجد فى صورة مركبات مخلبية :

١ - بروفايد حديد : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDTA بنسبة ١٣,٢٪ . يستخدم فى الأراضى الحامضية فقط بمعدل ٢ كجم/ فدان فى أول سنة ، ثم بمعدل $\frac{١}{٤} - \frac{١}{٢}$ كجم سنويًا بعد ذلك . كما يمكن استخدامه أيضًا بطريق الرش .

٢ بروفايد منجنيز : مركب مخلبى يحوى منجنيز فى صورة Mn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستخدامه بمعدل ١,٥ كجم سنويًا/فدان ، كما يستخدم رشًا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ .

٣ - بروفايد زنك : مركب مخلبى يحوى زنك فى صورة Zn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستعماله بمعدل $\frac{١}{٢}$ كجم/فدان قبل الزراعة ، كما يستخدم رشًا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ ، وحيث لا تزيد الكمية الكلية المستعملة عن ١٥٠ جم للفدان .

٤ - إزيبلكس : مركب مخلبى يحوى :

٣,٦٪ حديد فى صورة Fe EDDHA

١,٨٪ منجنيز فى صورة Mn DTPA

٠,٧٪ زنك فى صورة Zn EDTA

٠,٢٪ نحاس فى صورة Cu EDTA

٠,٣٪ كوبالت فى صورة Co EDTA

٠,٨٪ بورون فى صورة معدنية

٠,٦٪ موليبدنم فى صورة معدنية

ويستخدم الإزيبلكس فى الأراضى القلوية ، والجيرية ، والدبالية ، والحديثة الاستصلاح . ويوصى باستعماله بمعدل ٠,١٪ بالوزن عند خلطه بالأسمدة التجارية ، أو بمعدل ٠,٠٥٪ عند خلطه بالأسمدة المركزة ، أو رشًا على الأرض قبل الزراعة بمعدل ٢,٥ كجم/فدان فى الكمية المناسبة من الماء ، وتكرر المعاملة سنويًا لمدة أربع سنوات . ويمكن إضافته رشًا عند ظهور أعراض النقص بتركيز ٠,١٪ محلول مائى .

٥ - فيريلكس : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDDHA بنسبة ٦٪ . ويوصى به فى الأراضى القلوية بمعدل ٢ كجم/ فدان ، ثم تكرر سنويًا بمعدل $\frac{١}{٤}$ - $\frac{١}{٢}$ كجم/فدان .

وينصح عند استعمال الأسمدة المخلبية بطريق الرش إضافة أى مادة ناشرة غير أيونية لمحلول الرش . كما يمكن زيادة كفاية امتصاص المركبات المخلبية من الرفائيدات بإضافة اليوريا (٤٦٪ نيتروجين) بمعدل ٢ جم/ لتر فى محلول الرش مع المركبات المخلبية . وينصح بالرش فى الصباح أو فى المساء ، وألا يزيد عن الحد الذى يتساقط معه محلول الرش من على الأوراق . (نشرة شركة سنتك ١٩٧٩) .

سماد الأزموكوت

يحوى سماد الأزموكوت Osmocote البطىء الذوبان والتيسر على عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضًا على عناصر : الحديد ، والموليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير المواد الغذائية من حبيبة السماد من ٢ - ١٨ شهرًا . ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لا يتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية . وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ، إذ إن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة . ودرجة الحرارة المنخفضة تجعل التحرر يتم ببطء ، كما هو مبين فى جدول (٧ - ٨) . وتنتج أسمدة الأزموكوت بواسطة شركة

Sierra Chemical Co., Milpitas, California

جدول (٧ - ٨) : تأثير درجة الحرارة على مدة فاعلية الأنواع المختلفة من أسمدة الأزموكوت .

سماد الأزموكوت	مدة الفاعلية بالشهر فى درجة حرارة تربة (°م)		
	١٦	٢١	٣٢
١٤ + ١٤ + ١٤	٤ - ٥	٣ - ٤	١ - ٢
١٦ + ١٨ + ٥ + حديد	١٠ - ١١	٨ - ٩	٥ - ٦
١٦ + ١٧ + ٥ + حديد	١٥ - ١٦	١٢ - ١٤	٧ - ٨
١٦ + ١٦ + ٥ + حديد	٢٠ - ٢١	١٦ - ١٨	١٠ - ١٢
٣٢ + ١ + ٢ + حديد	١٥ - ١٦	١٢ - ١٤	٧ - ٨
(أزموكوت زائد) :			
١٥ + ١١ + ١٣ + ٢ مغ أ + عناصر دقيقة	٤ - ٥	٣ - ٤	١ - ٢

وتحتوى اسمدة الازموكوت على العناصر السمادية مغلفة داخل كبسولات بلاستيكية قطرها نحو ٣ مم ، أو أقل . وتخلط هذه الأسمدة مع بيئة نمو الجذور . وعند الرى يمر بخار الماء بين حبيبات التربة إلى داخل الكبسولات من خلال ثقوب صغيرة بها . وبالداخل يتكثف بخار الماء على السماد ، فيقل ضغط بخار الماء ، الأمر الذى يتبعه دخول بخار ماء جديد إلى الكبسولة ، وهكذا إلى أن يتكثف داخل الكبسولة قدر من الماء يكفى لإذابة السماد . ومع ازدياد دخول الماء يتولد ضغط داخلى يؤدى إلى تمدد جدار الكبسولة واتساع الثقوب ؛ فيخرج السماد منها ببطء للخارج .

اليوريا المغطاه بالكبريت

اليوريا المغطاه بالكبريت Sulfur-Coated Urea (SCU) عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتى . وغالبًا ما يضاف للسماد بعض المواد المانعة لنشاط الكائنات الدقيقة microbiocides ، مثل الـ pentachlorophenol لتقليل سرعة التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى . وتحتوى هذه الأسمدة غالبًا على حوالى ٣٦٪ نيتروجين ، و ١٧٪ كبريت ، و ٣٪ شمع ، و ٠,٢٪ microbiocide ، و ١,٨٪ conditioner . وعند إضافة هذه الأسمدة ، فإن نسبة كبيرة من النيتروجين تتيسر خلال الأسبوع الأول ، ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال الغطاء الكبريتى حول بعض الحبيبات . وتذكر هذه النسبة عادة فى اسم التحضير التجارى . فمثلًا SCU-10 يعنى أن ١٠٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ، و SCU-26 يعنى أن ٢٦٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ... وهكذا . وتتيسر خلال الأسبوعين التاليين نسبة أقل من النيتروجين نتيجة اكتمال تكون الغطاء الكبريتى غير النفذ للماء . ويطلق على هذه الفترة اسم lag period .

يبدأ بعد ذلك ظهور تأثير التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى ، حيث تصل الرطوبة لليوريا ، ويخرج محلول اليوريا من الثقوب الدقيقة التى تحدث بالغطاء . وتتوقف سرعة تحلل الغطاء الكبريتى إلى حد كبير على رطوبة وحرارة التربة ، فتزداد مع ارتفاع الرطوبة ومع ارتفاع درجة الحرارة

(الـ Q 10 لذلك = خمسة) ويبلغ مقدار تيسر النيتروجين خلال تلك الفترة حوالى ١٪ يوميًا .

ومن أوائل الأسمدة التى أنتجت من هذه النوعية السماد Gold-N ، وتركيبه : ٣٢٪ ن ، و ٣٠٪ كب ، و ٢٪ ضمع .

الأسمدة فى صورة فرتز

الفرتز frits عبارة عن رقائق صغيرة زجاجية المظهر ، تتراوح فى درجة ذوبانها بين القلة والكثرة ، ويستخدم البطىء الذوبان منها ، حيث يذاب ببطء إلى أن يصبح فى صورة سائلة ، ثم يخلط معه السماد المطلوب ، ثم تعاد للحالة الصلبة بتعريض المخلوط للتفريغ فى حمام مائى بارد ؛ فتتصلب الرقائق frits وتتكسر فى الحال ، حيث تجمع وتطحن إلى أن تصبح دقيقية (٢٠٠ mesh أو أصغر – أى تمر من منخل لا يقل عدد ثقوبه عن ٢٠٠ ثقب فى البوصة المربعة) . وعند إضافتها للتربة ، فإنها تذوب ببطء ، وتيسر السماد الموجود بها ، ويمكن الاعتماد عليها مدة ١٠ شهور فى مد النبات بالسماد (Nelson ١٩٨٥) .

اليوريا فورمالدهيد (Urea formaldehyde)

تتوفر اليوريا فورمالدهيد تحت أسماء تجارية مختلفة ، منها : البورميت Urmite ، واليوريا فورم Ureaform ، وبها ٣٨٪ N يتيسر نحو ثلثيه فى السنة الأولى ، والباقى ببطء فى السنوات التالية . ويوجد معظم المركب فى صورة سلاسل كيمائية طويلة لا يمكن للنبات امتصاصها ، ولكن الكائنات الدقيقة التى توجد بالتربة تعمل على تحليل هذه السلاسل ، فتفصل اليوريا التى يمكن للنبات أن يمتصها بسهولة . ويستخدم هذا السماد بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء . وتحضر اليوريا فورم Urea form بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد (Maynard & Lorenz ١٩٧٩) .

الأيزوبوتيلدين دايوريا (Isobutylidene Diurea)

ينشأ هذا المركب من التفاعل بين اليوريا والأيزوبوتيلداهيد Isobutylaldehyde . وهو بطىء الذوبان للغاية ، وتبعًا للتركيب الكيميائى ، فإنه يحتوى على ٣٢,٢٪ نيتروجين ، ولكن التحضير التجارى يحوى ٣٠٪ فقط بسبب وجود الشوائب . ويزداد ذوبان السماد مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يتوقف أيضًا على حجم وصلابة حبيبات السماد (جدول ٧ – ٩) .

جدول (٧ – ٩) : تأثير قطر الحبيبات على سرعة تيسر اليوريا فى سماد الأيزوبوتيلدين دايوريا .

اليوريا الميسرة (٪)	خلال فترة (أسبوع) :	عندما يكون قطر الحبيبات (مم) :
٧٥	١٠	٠,٦ - ٠,٧
٥٨	٢١	١,٠ - ١,٢
٥٠	٣٢	١,٧ - ٢,٠

أسمدة مغطاة بالمطاط (Rubber-based coated Fertilizers)

تغطى الأسمدة فى هذه التحضيرات بغلاف من المطاط . وتتوقف سرعة تيسر السماد على سمك الغطاء المطاطى .

وللمزيد من التفاصيل الخاصة بالأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر يمكن مراجعة Maynard & Lorenz (١٩٧٩) .

٧ - ٤ : المحاليل البادئة والأسمدة الورقية

المحاليل البادئة والأسمدة الورقية كلتاهما أسمدة مذابة فى الماء ، وتستخدما بتركيزات مخففة إما عن طريق التربة ، أو رشًا على النباتات .

٧ - ٤ - ١ : المحاليل البادئة

المحاليل البادئة Starter Solutions عبارة عن محاليل سمادية تضاف للتربة فى مكان شتل البادرات أثناء عملية الشتل بمعدل $\frac{1}{8}$ لتر للنبات . . ويحتاج الفدان حوالى ٨٠٠ - ١٢٠٠ لتر منها حسب كثافة الزراعة . ويمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، أو من الأسمدة المركبة . وتحضر المحاليل البادئة بإذابة نحو ٢,٥ كجم من سماد تحليله ٥ - ١٠ - ٥ ، أو ٥ - ١٠ - ١٠ فى نحو ٢٠٠ لتر ماء . والمحاليل البادئة المثالية هى التى تحضر من مركبات غنية بالفوسفور ؛ وتحوى نيتروجين فى صورة فوسفات أحادى أو ثنائى الأمونيوم . ويفضل استعمال الأسمدة المركبة ذات التحليل المرتفع فى تحضير المحاليل البادئة ، حتى لا تتخلف بعد إذابتها بقايا كثيرة غير ذائبة ، لكن تجب مراعاة أن يكون المحلول نفسه مخففًا ، لأن التركيزات العالية قد تضر جذور النباتات .

وفى حالة عدم توفر الأسمدة المركبة ، فإنه يمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، وتستخدم لذلك سلفات النشادر بمعدل ١ كجم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو نترات النشادر بمعدل ٧٠٠ جم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو يوريا بمعدل ٥٠٠ جم/٢٠٠ لتر ماء . ويضاف لأى منها ١ كجم من كل من سلفات البوتاسيوم ، وفوسفات الأمونيوم الأحادية .

وأفضل المحاليل البادئة هى تلك الغنية بالفوسفور الميسر ، والتى يكون النيتروجين والبوتاسيوم فيها فى صورة أملاح فوسفات ، مثل : فوسفات أحادى وثنائى الأمونيوم ، وفوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين potassium dihydrogen phosphate .

الأساس الفسيولوجى للاستجابة للمحاليل البادئة

تمتص معظم النباتات الحولية - أو تلك التى تزرع كحولية - معظم احتياجاتها المغذية فى طور مبكر جدًا من النمو . ويتطبق ذلك بصورة خاصة على الفوسفور . فامتصاص الفوسفور يكون بمعدل أعلى من معدل نمو النباتات فى بداية مراحل النمو . وكمتوسط عام .. فإن النبات يكون قد امتص