ميسرًا لامتصاص النبات، ولكن يكون تيسره ببطء شديد وعلى مدى عدة سنوات.

ولا يجوز استخدام هذه المادة فى بيئات الزراعة قبل أن تختفى منها رائحة الفورمالدهيد (عن Hartman & Kester ١٩٨٣).

أمثلة للمخاليط المستعملة فى الزراعة، وطرق تحضيرها

تتنوع المخاليط المستخدمة فى الزراعة بدرجة كبيرة من بلد لآخر، ومن موقع لموقع، ويتوقف ذلك على مدى توفر المواد الأولية المستخدمة فى عمل المخاليط، وتكلفتها، لكى يكون استعمالها اقتصاديًّا. وإلى جانب المخاليط ذات الطابع المحلى التى لا تستخدم إلا على نطاق محدود فى أماكن معينة، توجد مخاليط أخرى اتسع نطاق استخدامها فى مناطق مختلفة من العالم، وأثبتت الخبرة والتجربة تفوقها على غيرها من مخاليط الزراعة.

هذا .. وتوجد مخاليط أساسها التربة، وأخرى لا تدخل التربة ضمن مكوناتها. وفى كلتا الحالتين تضاف إلى المخلوط مواد أساسية أخرى؛ مثل: الرمل، والفيرميكيوليت، والبرليت، والبيت موس، والسماد العضوى، وغيرها من المكونات التى سبق ذكرها، إلى جانب الأسمدة والمركبات التى تعمل على تعديل pH المخلوط إلى المستوى المناسب.

ومن الأمور التى تجب مراعاتها عند تحضير مخاليط الزراعة ما يلى:

١- قد يصعب بلّ البيت موس الجاف، وخاصة إذا كان مطحونًا بدرجة كبيرة؛ لأنه يكون طاردًا للماء؛ ولذا .. فإن البيئات التى يكون أساسها البيت موس تضاف إليها إحدى المواد المبللة Wetting Agents بمعدل حوالى ١٠٠ جم لكل متر مكعب من الخلطة.

ومن التحضيرات التجارية للمواد المبللة ما يلى:

Aqua Gro	Ethomid 0/15
Gafac PE 510	Hallco CPH 123
Neutronyx 600	Hydro-wet (L237)

Super Soaker	Tetronic 908
Triton B-1956	Surf Side

٢- يضاف الفوسفور بما يكفى للنمو النباتى فى صورة سوبر فوسفات الكالسيوم بمعدل ١,٥ كجم لكل متر مكعب من الخلطة.

٣- تلزم إضافة العناصر الدقيقة؛ لأنه غالبًا ما تظهر أعراض نقص بعضها، وخاصة البورون والحديد، فى البيئات التى يكون أساسها البيت موس. وتكون إضافة العناصر الدقيقة إما فى صورة مخلوط كامل منها سابق التجهيز، وإما فى صورة أملاح مفردة لمختلف العناصر.

ويمكن تقسيم أنوع بيئات نمو النباتات إلى ثلاث فئات، كما يلى:

١- مخاليط لاأرضية سابقة الخلط والتجهيز pre-mixed soilless mixes:

من أمثله هذه المخاليط منتجات تجارية مثل Jiffy Mix، و Sunshine Mix، و Metro Mix وغيرهم، ومعظمها يحتوى على البيت والفيرميكيوليت وإضافات أخرى. وهى تتميز بجودة الصرف والقدرة على الاحتفاظ بالماء، لكنها تكون بحاجة إلى التسميد نظرًا لقلة محتواها من العناصر المغذية.

٢- مخاليط البيئات Mixed media:

تعرف عديد من الوصفات لتلك المخاليط مثل تلك الخاصة بجامعة كورنل Cornell mixes، ومخلوط معهد بحوث الصوبات الزجاجية Glass House Research Institute Mix,

٣- مخاليط التربة Soil Mixes:

يفضل بعض المزارعين استخدام المخاليط التى تحتوى على التربة ضمن مكوناتها نظرًا لعدم تعرض رقمها الأيدروجينى للتغيرات الحادة (تتميز التربة بالقدرة التنظيمية العالية للـ pH). ومن أبرز أمثلة تلك المخاليط تلك الخاصة بجامعة ولاية بنسلفانيا Penn State Mixes ومخاليط معهد جون إنز John Innes Mixes، وهى التى تحتوى – إلى جانب التربة – على بيت وبرليت ورمل (Marr ١٩٩٤).

مخاليط جامعة كورنلّ

يستعمل بجامعة كورنلّ مخلوطان للزراعة يطلق عليهما اسم Cornell Peat-Mixes أساسهما البيت موس مع الفيرميكيوليت فى المخلوط الأول (أ)، والبيت موس مع البرليت فى المخلوط الثانى (ب). ويحوى مخلوط (أ) المكونات المبينة فى جدول (٧-٤).

جدول (٧-٤): مكونات مخلوط كورنلّ (أ)

المادة	الكمية التى تلزم لعمل ١م٣ من الخلطة
بيت موس	٠,٥ م٣
فيرميكيوليت حجم ٢، و٣، و ٤	٠,٥ م٣
مسحوق الحجر الجيرى (بودرة البلاط)	٣,٠ كجم
مسحوق سوبر فوسفات أحادى	١,٢ كجم
سماد مركب ٥-١٠-٥ أو ٥-١٠-١٠	٣,٦ كجم
بوراكس (١١٪ بورون)	١٣,٠ جم
حديد مخلبى	٣٣,٠ جم

ويراعى عند تجهيز الخلطة ما يلى:

١- يضاف السوبر فوسفات لكى يكون مصدرًا لكل من الفوسفور والكالسيوم.

٢- يحسن تنويع النيتروجين فى السماد المركب فى الصورتين النيتراتية والأمونيومية؛ حتى لا يَحْدُث تسمم من الأمونيا.

٣- يجب نثر السماد وتوزيعه جيدًا على البيت والفيرميكيوليت، ويذاب الحديد والبوراكس فى الماء، ثم يرش على المخلوط.

٤- يَحْسُن إضافة مادة تساعد على بلِّ المخلوط، مثل مادة Aqua-gro.

أما مخلوط كورنلّ (ب)، فلا يختلف عن مخلوط كورنلّ (أ) إلا فى احتوائه على البرليت Perlite بدلاً من الفيرميكيوليت. ونظرًا لأن البرليت لا يحتوى على بوتاسيوم؛ لذا .. يضاف إلى المخلوط كلوريد البوتاسيوم بمعدل ٣٠٠ جم/م٣ (Boodley & Sheldrake ١٩٧٣).

ويوجد مخلوط ثالث لجامعة كورنلّ يستعمل فى زراعة النباتات الورقية، ويدخل فى

تركيبه كل من البيت موس بنسبة ٥٠٪، والفيرميكيوليت بنسبة ٢٥٪، والبرليت بنسبة ٢٥٪ ويضاف إلى هذا المخلوط كميات الأسمدة والمركبات الأخرى لكل متر مكعب من الخلطة كما يلى (عن Boodley & Sheldrake ١٩٧٣).

المادة	الكمية المضافة / متر مكعب من خلطة الزراعة
حجر جيرى	٤,٨ كجم
سوبر فوسفات كالسيوم	١,٢ كجم
نترات كالسيوم	٠,٦ كجم
عناصر صغرى	٤٣ جم
كبريتات حديد	١٦ جم
سماد ١٠-١٠-١٠	١,٥ كجم
مادة مبللة	٦٤ جم

مخلوط معهد جون إنز

يتكون مخلوط معهد جون إنز John Innes أساسًا من التربة الطميية، والبيت موس، والرمل، وتضاف إليه الأسمدة والحجر الجيرى لرفع الـ pH، كما هو مبين فى جدول (٧-٥).

جدول (٧-٥): مخلوط معهد جون إنز **John Innes**.

المكون	الأجزاء بالحجم	
	لإنتاج الشتلات	لنمو النباتات
تربة طميية	٢	٧
بيت موس	١	٣
رمل	١	٢
	كجم / م^3	
حجر جيرى مطحون	١	١
سوبر فوسفات (٢٠٪ P_2O_5)	٢	—
سماد ٥-١٠-٥	—	٧,٥

مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا

تعتمد مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا فى تكوينها على التربة، والبيت، والبرليت بنسب متفاوتة، كما هو مبين فى جدول (٧-٦).

جدول (٧-٦): مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا.

المخلوط	نوع التربة المستخدمة	الأجزاء بالحجم من		
		التربة	البيت	البرليت Perlite
أ	طمبية طينية Clay Loam	١	٢	٢
ب	طمبية طينية رملة Sandy Clay Loam	١	١	١
جـ	طمبية رملية Sandy Loam	٢	٢	صفر

ويضاف إلى هذه المكونات ٧,٥-١٠,٥ كجم من الحجر الجيرى، و ١٠,٥-١٣,٠ كجم من السوبر فوسفات (٢٠٪) لكل متر مكعب من المخلوط (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

مخاليط جامعة كاليفورنيا

تستخدم جامعة كاليفورنيا خمسة مخاليط للزراعة يطلق عليها سم U.C. Mixes أساسها الرمل والبيت موس، كما هو مبين فى جدول (٧-٧).

وتضاف إلى كل مخلوط كمية معينة من الأسمدة والمواد التى تحسن من خواص المخلوط، كما هو موضح بالتفصيل فى جدول (٧-٨) (Matkin & Chandler ١٩٥٧).

جدول (٧-٧): مكونات مخاليط جامعة كاليفورنيا.

المخلوط	النسبة المئوية للرمل الناعم	النسبة المئوية للبيت موس
أ	١٠٠	صفر
ب	٧٥	٢٥
جـ	٥٠	٥٠
د	٢٥	٧٥
هـ	صفر	١٠٠

جدول (٧-٨): كميات الأسمدة والمركبات الداخلة فى تركيب مخاليط جامعة كاليفورنيا.

المخلوط	المكونات [أ] (٪بالحجم) رمل : بيت موس		الوزن (بالجرام/ سم٣) وهو مشبع بالرطوبة	وهو مجفف فى الفرن	الحد الأقصى للمحتوى الرطوبى (٪ بالحجم)	الأسمدة اللازمة مع إمكانية التخزين (الكمية/م٣)
أ	١٠٠	صفر	١,٨٧	١,٤٢	٤٣	٢٢٧ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٠,٧ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,١ كجم جبس
ب	٧٥	٢٥	١,٦٨	١,٢٢	٤٦	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٠ كجم حجر جيرى دولوميتى ٠,٦ كجم كربونات الكالسيوم ٠,٦ كجم جبس
جـ	٥٠	٥٠	١,٥٠	١,٠١	٤٨	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٣,٤ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,١ كجم كربونات كالسيوم
د	٢٥	٧٥	١,٠٦	٠,٥٤	٥١	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ٠,٩ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٣ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,٨ كجم نترات كالسيوم
هـ	صفر	١٠٠	٠,٦٩	٠,١١	٥٩	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ٠,٥ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات

تابع جدول (٧–٨).

المكونات(أ)	الوزن (بالجرام/ سم٣)		الحد الأقصى	
(٪ بالحجم)	وهو مشبع	وهو مجفف	للمحتوى الرطوبى	الأسمدة اللازمة مع إمكانية
المخلوط رمل : بيت موس	بالرطوبة	فى الفرن	(٪ بالحجم)	التخزين (الكمية/م٣)
				١,١ كجم حجر جيرى دولوميتى
				٢,٣ كجم كربونات كالسيوم

(أ) يجب أن يتكون الرمل من حبيبات يتراوح قطرها بين ٠,٥ و ٠,٠٥ مم، وألا تتجاوز نسبة السلت والطين به ١٥٪، وألا تزيد نسبة الرمل الخشن به على ١٢٪–١٥٪. أما البيت فيجب أن يكون ناعمًا وخاليًا من الفطريات ومسببات الأمراض الأخرى.

مخلوط كنزلى

يستخدم مخلوط كنزلى Kinsealy peat mix فى أيرلندا، كما استخدم بنجاح فى مصر. وأساسه البيت موس الذى تضاف إليه الأسمدة، والحجر الجيرى الدولوميتى بالكميات الموضحة فى جدول (٧–٩). ويمكن استبدال العناصر الدقيقة المبينة فى الجدول بنحو ٠,٤ كجم فرتز العناصر الدقيقة Fritted trace elements لكل متر مكعب من البيت (Kinsealy Research Center ١٩٨٠).

مخلوط معهد أبحاث الصوبات

تحضر مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات فى بريطانيا — وأساسها البيت والرمل — كما هو مبين فى جدول (٧–١٠).

مخاليط مستعملة محلياً

تستخدم فى مصر — غالبًا — بيئة لإنتاج الشتلات تتكون من البيت موس والفيرميكيوليت بنسب متساوية يخلطا معًا فوق شريحة من البلاستيك مع فرك البيت جيدًا، ويستمر الخلط والتقليب حتى يصبح متجانسًا، ويلى ذلك نثر الأسمدة الكيميائية كل على حدة فى صورة محلول أو معلق، ثم ترش الخلطة بالماء ويعاد تقليبها. وتعد رطوبة الخلطة جيدة إذا ابتلت

اليد عند القبض على حفنة منها مع عدم انسياب الماء منها بين الأصابع إلا بصعوبة. يلى ذلك تغطية الخلطة بشريحة بلاستيكية لمدة يوم واحد قبل تقليبها مرة أخرى ثم استعمالها.

جدول (٧-٩): المركبات التى تضاف إلى البيت فى مخلوط كترلى..

المادة	الكمية لكل ١م³ من البيت موس (بالكجم)
كربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم (الحجر الجيرى الدولوميتى)	٩,٠
كبريتات البوتاسيوم	١,٤
السوبر فوسفات	١,٤
نترات الكالسيوم والأمونيوم	٠,٧
يوريا فورمالدهيد Ureaformaldehyde	٠,٧
	(بالجرام)
البوراكس	١١,٨
كبريتات النحاس	٢١,٢
كبريتات الحديدوز	٣٥,٤
الحديد المخلبى	٣٥,٤
كبريتات المنجنيز	١٤,٢
كبريتات الزنك	١٤,٢
موليبدات الصوديوم	٢,٤

جدول (٧-١٠): مكونات مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات فى بريطانيا.

المكونات	مخلوط إنتاج الشتلات	مخلوط نمو النباتات
	الأجزاء بالحجم	
البيت موس	١	٣
الرمل	١	صفر
	الكميات لكل متر مكعب	
مسحوق الحجر الجيرى	٣,٢٥ كجم	٢,٥ كجم
الحجر الجيرى الدولوميتى	—	٢,٥ كجم
سوبر فوسفات (٢٠٪)	٧٥٠ جم	١,٦ كجم
نترات بوتاسيوم	٣٧٠ جم	٨٠٠ جم
نترات أمونيوم	—	٣٧٠ جم
فرتز العناصر الدقيقة Fritted Trace elements	—	٣٧٠ جم

وتحتاج الخلطة كميات الأسمدة التالية لكل شيكارة من البيت موس المستخدم:

السماد	الخيار والكنتالوب	الطماطم والفلفل
سوبر فوسفات أحادى (جم)	٣٠٠	٤٠٠
سلفات البوتاسيوم (جم)	١٠٠	١٥٠
نترات أمونيوم (جم)	١٥٠	٢٥٠
سماد ورقى غنى بالحديد والزنك والمنجنيز	٥٠ مل أو ٥٠ جم	٧٥ مل أو ٧٥ جم
سلفات مغنسيوم (جم)	١٥	٢٥
بودرة بلاط (كجم)	٤	٤

ويضاف إلى كمية الخلطة السابقة أحد المبيدات الفطرية المناسبة؛ مثل: مونسرين كومبى بمعدل ٢٥ جم، أو مونسرين بمعدل ١٠٠ جم، أو بنليت بمعدل ١٠٠ جم، أو التوبسن إم بمعدل ٥٠ جم. وقد يمكن استبدال جميع الأسمدة السابق بيانها فى الخلطة بكيلو جرام واحد من سماد مركب يحتوى على جميع العناصر، وذى تحليل مرتفع؛ كأن يكون: ١٩-١٩-١٩-٢ مغ + عناصر صغرى.

وقد لا تُخَصَّب خلطة الزراعة بالأسمدة التى أسلفنا بيانها (وإن استمرت إضافة المطهر الفطرى وبودرة البلاط) ويتم بدلاً من ذلك تسميد البادرات رشًّا ٢-٣ مرات أسبوعيًّا فى المراحل الأولى من نموها باستعمال سماد مركب ١٩ - ١٩ - ١٩ - عناصر صغرى بمعدل جرام واحد/لتر، ثم يستخدم فى الرشتين الأخيرتين سماد مركب ٤ - ٤ - ٤٠ - عناصر صغرى للمساعدة فى زيادة سمك ساق الشتلات.

إضافة الكمبوست إلى بيئة البيت والفيرميكيوليت

وجد أن استبدال جزء من البيت فى بيئة مخلوط البيت مع الفيرميكيوليت بكمبوست سبلة الماشية أفاد كثيرًا فى تحسين نمو بادرات الخس والكرنب فى المشتل، حيث كان طول الشتلات ووزنها ومحتوى أوراقها من الكلوروفيل أفضل، واستمر التأثير فى الحقل بعد الشتل، مع توفيره حماية للنباتات من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* التى تؤدى إلى موت نسبة من النباتات. وقد ترتب

على ذلك زيادة فى المحصول مقارنة بمحصول الشتلات المنتجة فى بيئة البيت والفيرميكيوليت فقط، إلاّ أن ذلك التأثير على المحصول لم يظهر فى الأرض غير الملوثة بالفطر (Raviv وآخرون ١٩٩٨).

خلطات تجارية أساسها قلف الأشجار

تقوم بعض الشركات بتحضير مخاليط للزراعة يكون أساسها قلف الأشجار والبيت موس، ويضاف إليهما عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم بتركيزات مختلفة لاستعمالها فى الأغراض المختلفة.

ومن بين المخاليط التجارية المستعملة المخلوط Tropic Terra-T (إنتاج شركة Agrotropical Industries القبرصية)، الذى يتكون من القلف والبيت، ويحتوى على العناصر الكبرى بالتركيزات التالية (بالملليجرام/لتر من المخلوط): النيتروجين ٢٩٠، والفوسفور ٤٥٠، والبوتاسيوم ٣٩٠، هذا بالإضافة إلى العناصر الدقيقة.

الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط الزراعة

يوضح جدول (٧–١١) الصفات الفيزيائية لبعض المواد الأساسية التى تدخل فى عمل مخاليط الزراعة ومواصفات بعض هذه المخاليط، كما يوضح جدول (٧–١٢) الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط التربة التى تتكون من التربة والبرليت والبيت بنسب متفاوتة (Hanan وآخرون ١٩٧٨).

مراجع فى أوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة

للإطلاع على تفاصيل إنتاج شتلات الخضر فى أوعية متنوعة .. يراجع Vavrina (٢٠٠٢).

وللإطلاع على الخصائص الكيميائية لبيئات الزراعة .. يراجع Argo (١٩٩٨).