

به نام خدا

اهمیت خاک، کشت گلخانه ای و هیدروپونیک

مؤلفان :

علی اصغر معیری
نسیمه خاندوزی گناره
مهدی احمدی افشار

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir



سرشناسه : معیری ، علی اصغر ، ۱۳۵۲
عنوان و نام پدیدآورندگان : اهمیت خاک، کشت گلخانه ای و هیدروپونیک/ مولفان علی اصغر معیری ، نسیمه خاندوزی
گناره ، مهدی احمدی افشار
مشخصات نشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری : ۱۷۲ ص.
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۱۸۳-۰
شناسه افزوده: خاندوزی گناره ، نسیمه ، ۱۳۶۳
شناسه افزوده: احمدی افشار ، مهدی ، ۱۳۷۱
شناسه افزوده: نیسی، آسیه ، ۱۳۶۴
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : اهمیت خاک - کشت گلخانه ای - هیدروپونیک
رده بندی کنگره : ۹۸۳ TP
رده بندی دیویی : ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی : ۸۸۳۷۶۱۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : اهمیت خاک، کشت گلخانه ای و هیدروپونیک
مولفان : علی اصغر معیری - نسیمه خاندوزی گناره - مهدی احمدی افشار
ناشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: محدثه فرهمند
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۵
چاپ : زبرجد
قیمت : ۲۹۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان :
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۱۸۳-۰
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



فهرست

تعیین ویژگی های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک.....	۹
فعالیت اسیدی خاک.....	۹
افزودن آهک به خاک.....	۱۰
مواد آلی.....	۱۱
نمک های محلول.....	۱۲
آزمایش خاک: تفسیر نتایج و ارائه ی راه حل.....	۱۳
روابط و درجه بندی آزمایشهای خاک.....	۱۳
اصول و اهداف آزمون محیطی.....	۱۷
ردیابی عناصر سمی احتمالی.....	۱۸
آزمایش اثر عناصر غذایی بر کیفیت خاک.....	۲۱
آزمون خاک به منظور تعیین حدود فسفر بالاتر از حد بحرانی.....	۲۱
آزمون بافت گیاهی.....	۲۴
علائم ظاهری کمبود عناصر.....	۲۵
ارزیابی محتوای عناصر غذایی گیاه در مزرعه.....	۲۶
آنالیز گیاهان.....	۲۸
تفسیر نتایج آنالیز بافت گیاهی.....	۲۸
ارزیابی حاصلخیزی خاک.....	۳۰
سنجش از راه دور.....	۳۰
روش استفاده از تکنیک های ارزیابی حاصلخیزی خاک.....	۳۱
تفاوت های کشت در درون و بیرون گلخانه.....	۳۳
حوزه عمل فناوری گلخانه.....	۳۴

۳۴.....	تحلیل فنی و کاربردی
۳۵.....	سازه و تجهیزات
۳۷.....	نتایج بدست آمده از برخی تحقیقات گلخانه
۳۸.....	انواع تولیدات گیاهی
۴۰.....	در صورت اقدام برای کشت گلخانه ای چه مواردی را باید مد نظر قرار داد
۴۰.....	مکان یابی و موقعیت یابی
۴۱.....	عوامل موثر دیگر در انتخاب محل احداث گلخانه
۴۲.....	نقشه احداث گلخانه
۴۳.....	ساختارهای افزایش و محیط کشت
۴۳.....	انواع پوشش های گلخانه ای
۴۵.....	انواع گلخانه های شیشه ای هلندی
۴۹.....	ساختمان گلخانه
۵۰.....	بادشکن گلخانه
۵۱.....	خاک گلخانه
۵۱.....	محاسبه نیاز کودی
۵۲.....	تغذیه مناسب برگ ها
۵۲.....	آنالیز عناصر کود
۵۳.....	کلات عناصر ریز مغذی
۵۳.....	اثر دما بر میزان جذب مواد غذایی خاک
۵۴.....	اجزای محیط رشد گلخانه
۵۶.....	بذرهای هیبرید، فواید و مضرات
۵۷.....	واریته های گلخانه ای

۵۷.....	کنترل کننده های رشد گلخانه ای
۵۸.....	شرایط محیطی گلخانه
۶۲.....	گاز کربنیک در گلخانه ها
۶۲.....	رطوبت نسبی گلخانه
۶۳.....	اهمیت آبیاری در سیستم گلخانه ای
۶۵.....	روند آبیاری در فصل رشد گیاه
۶۵.....	سیستم های آبیاری
۶۵.....	انواع آبیاری گلخانه ها
۷۴.....	سیستم گرمایشی گلخانه
۷۵.....	دمنده های حرارتی
۷۸.....	جلوگیری از خسارت آفات گلخانه
۸۰.....	اقدامات بهداشتی
۸۱.....	آفات و بیماری های گیاهی در گلخانه
۸۳.....	تحلیل اقتصادی
۸۴.....	اهمیت اقتصادی تولید محصولات گلخانه ای
۸۵.....	کاربرد سیستم های اتوماتیک و کاهش نیروی کار
۸۶.....	هزینه های آبیاری، سیستم گرمایش و سیستم سرمایش
۸۸.....	قیمت وسایل اندازه گیری :
۸۹.....	طرح توجیهی تولید گلپای شاخه بریده رز از ارقام خارجی به روش هیدروپونیک:
۱۰۱.....	چگونه می توان در فروش محصول خود موفق بود
۱۰۲.....	آنچه که باید در تحقیقات بازاریابی، به آن پرداخته شود
۱۰۳.....	عرضه محصولات برای فروش

۱۰۳.....	مراحل دربرگیرنده یک نمونه تحقیق و بررسی در وضعیت بازار
۱۰۴.....	پیشنهادهای و راهکارهای.....
۱۰۶.....	هیدروپونیک.....
۱۰۸.....	اهداف کشت هیدروپونیک.....
۱۰۹.....	معایب هیدروپونیک.....
۱۰۹.....	نگرشی بر صنعت هیدروپونیک.....
۱۱۰.....	عملی بودن هیدروپونیک.....
۱۱۰.....	چگونگی فرایند رشد در گیاهان.....
۱۱۳.....	رشد قسمت های تولید مثل.....
۱۱۳.....	طبقه بندی سیستم های هیدروپونیک.....
۱۱۷.....	انواع سیستم های محیط آبکشی.....
۱۱۸.....	روش فیلم تغذیه ای (NFT).....
۱۱۹.....	مدیریت محلول غذایی.....
۱۲۱.....	محیط کشت آلی بدون خاک.....
۱۲۱.....	انواع بستر و روشهای کشت هیدروپونیک.....
۱۲۲.....	کاشت در پشم سنگ.....
۱۲۳.....	مشخصات پشم سنگ.....
۱۲۴.....	موارد کاربرد قالب های پشم سنگ.....
۱۲۵.....	کاربردهای پشم سنگ فله ای.....
۱۲۵.....	مشکلات پشم سنگ.....
۱۲۵.....	طراحی و اجرای سیستم کاشت در پشم سنگ.....
۱۲۶.....	استفاده از پشم سنگ به منظور ازدیاد گیاهان.....

۱۲۶.....	قطعات مربع شکل پشم سنگ استرالیایی مخصوص تکثیر
۱۲۷.....	اندازه و ابعاد صفحات و قطعات پشم سنگ
۱۲۸.....	کاربرد پشم سنگ در ریز ازدیادی قلمه‌ها، به روش کشت بافت
۱۲۸.....	توصیه‌های کاربردی برای ازدیاد گیاهان
۱۳۰.....	کنترل آفت
۱۳۰.....	روشهای ضدعفونی
۱۳۱.....	مدیریت تلفیقی آفت
۱۳۱.....	روشهای پیشگیری
۱۳۲.....	آماده سازی محلول های غذایی
۱۳۳.....	نحوه محاسبه مقادیر عناصر شیمیایی در یک محلول غذایی
۱۳۷.....	تهیه یک محلول غذایی
۱۳۸.....	رقیق سازی محلول‌های پایه
۱۴۱.....	زندگی گیاه در خاک و سیستم هیدروپونیک
۱۴۱.....	مواد آلی در هیدروپونیک
۱۴۲.....	تعیین مکان بخش‌های مختلف یک مزرعه هیدروپونیک
۱۴۳.....	چگونه در محیط آبکشتی نشانه‌های کمبود غذایی ایجاد کنیم
۱۴۵.....	نیازهای رشد
۱۴۷.....	آزمایش‌های مربوط به ایجاد کمبود عناصر غذایی
۱۴۹.....	عکس برداری و ثبت آنها
۱۴۹.....	بررسی رشد گیاه
۱۵۰.....	روش‌های تشخیص مشکل
۱۵۰.....	تجزیه‌ی آب

۱۵۱.....	تجزیه‌ی محلول غذایی
۱۵۲.....	تجزیه‌ی عناصر محیط رشد
۱۵۴.....	تجزیه‌ی گیاه
۱۵۷.....	تجزیه‌ی بافت
۱۵۸.....	وسایل تجزیه
۱۵۹.....	منابع

تعیین ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک

در دسترس بودن عناصر ضروری و غیر ضروری برای گیاهان، پتانسیل گیاهان برای سمی شدن و یا مشکلات محیطی در اثر زهکشی، فرسایش، رواناب و عمل تبخیر به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بستگی دارد. برخی از این ویژگی‌ها به صورت روتین در آزمایشگاه‌های خاکشناسی قابل اندازه‌گیری هستند؛ اما برخی دیگر بر اساس نمونه خاک انتخاب شده قابل اندازه‌گیری می‌باشند. برخی از ویژگی‌ها به سختی قابل اندازه‌گیری هستند و ممکن است بر اساس سایر ویژگی‌های خاک استنتاج شوند و یا براساس اطلاعات موجود در USDA-NRCS ارزیابی شوند. با توجه به اینکه تمرکز این کتاب بر ارزیابی حاصلخیزی خاک است، تنها ویژگی‌هایی از خاک که به رشد گیاهان مربوط می‌شود مورد بحث قرار می‌گیرد (pH خاک، نیاز به آهک، مواد آلی و نمک‌های محلول).

فعالیت اسیدی خاک

pH خاک شاخصی از فعالیت یون هیدروژن در محلول خاک است که در تعادل با هیدروژن موجود در کلوئیدهای خاک (رس، مواد آلی، اکسیدها) می‌باشد (ون لیروپ، ۱۹۹۰). در واقع pH تعیین کننده‌ی درجه‌ی اسیدی بودن یا قلیایی بودن خاک است و معمولاً توسط یک pH سنج دیجیتالی که مجهز به الکتروود شیشه‌ای می‌باشد، صورت می‌گیرد. pH خاک یکی از پر استفاده‌ترین اطلاعات در مورد ارزیابی حاصلخیزی و مدیریت خاک است زیرا دیتاهایی را در مورد حلالیت و در نتیجه توانایی ایجاد سمیت در گیاه توسط برخی از عناصر و فعالیت نسبی زیستی گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاک ارائه می‌کند. حلالیت بیشتر عناصر میکرو و چندین عنصر غیر ضروری دیگر برای جذب شدن توسط گیاه، به شدت به pH وابسته است زیرا حلالیت فاز جامد که در واقع همین عناصر غیر ضروری می‌باشند، به pH خاک وابسته است. برای بیشتر عناصر، با اسیدی‌تر شدن خاک، حلالیت افزایش می‌یابد البته فسفر استثنا است که در pH ۵/۵ تا ۷/۵ بیشتر در دسترس می‌باشد و کلسیم و مولیبدن در pH بیشتر از ۷ بیشتر در دسترس می‌باشند. سایر مراحل که برای حفظ عناصر مغذی و عناصر غیر ضروری صورت می‌گیرد نیاز به pH های متنوعی دارد. عدم حاصلخیزی خاک‌ها عمدتاً در pH کمتر از ۵/۵ دیده می‌شود و علت آن افزایش حلالیت و سمیت آلومینیوم و منگنز و کاهش در دسترس بودن کلسیم، منیزیم، مولیبدن و فسفر برای گیاه می‌باشد. نیتروژن در خاک‌های با پی اچ اسیدی بالا در دسترس می‌باشد زیرا فعالیت باکتری‌هایی که نیتروژن خاک را مینرالیزه می‌کنند در خاک‌های اسیدی کم بوده و بیشتر در خاک‌های خنثی و تا حدودی اسیدی فعال هستند. عدم حاصلخیزی خاک به علت الکالینی بودن خاک‌های آهکی و لومی

و در اثر کاهش فراهمی تعدادی از عناصر میکرو مانند فسفر، بر، مس، آهن، منگنز و روی می باشد که در اثر کاهش حلالیت و یا جذب بیشتر که در pH بالا اتفاق می افتد، صورت می گیرد.

افزودن آهک به خاک

pH خاک معیاری برای تعیین واکنش شیمیایی خاک و فراهم آوردن شرایط کلی لازم برای رشد گیاه است. با این حال pH خاک اطلاعاتی در مورد میزان موادی که برای اصلاح اسیدی یا قلیایی بودن خاک باید افزوده شود را در اختیار ما قرار نمی دهد. برای تعیین کردن میزان آهک مورد نیاز باید ظرفیت بافری خاک (توانایی خاک در تحمل تغییرات pH) مورد بررسی قرار گیرد. برای افزایش pH خاک های اسیدی از سطح غیر قابل قبول به مقدار مورد نظر به مقداری سنگ آهک یا سایر مواد مشابه نیاز است. نیاز به اسیدی شدن همانند نیاز به سنگ آهک است و به میزان مواد اسیدی کننده (معمولا گوگرد ملکولی یا سولفات آمونیوم) برای افزایش pH به مقدار مورد نظر لازم است. میزان نیاز خاک به آهک را می توان با تعدادی از روش ها بدست آورد. اما معمول ترین آنها تعادل بافری برای تعیین pH بافری می باشد.

یکی از روش های تعیین خاصیت بافری خاک افزودن یک محلول شیمیایی دارای pH بالا (۷/۵) تا ۸) به نمونه ی خاک است. پس از آن باید خاک و محلول بافری به تعادل برسند سپس pH سوسپانسیون خاک اندازه گیری شود. افزایش در pH بافر که در اثر واکنش اسیدیته ی خاک با محلول شیمیایی بافری اتفاق می افتد، شاخصی برای مقدار اسیدی بودن خاک است که باید با افزودن آهک تا سطح pH مورد نظر اصلاح شود. درجه بندی خاک بین pH بافر اندازه گیری شده و تغییرات در pH خاک در حین افزودن آهک برای انجام آزمایش بافر ضروری است. مسائل مربوط به محیط زیست و سمیت نگران کننده ی کروم و پارا نیترو فنول، که بخشی از بافر SMP می باشد، است از این رو سیکورا (۲۰۰۶) تلاش کرد تا یک SMP تغییر یافته ای را پیشنهاد کند. مواد شیمیایی که به عنوان جایگزین برای کروم و پارانیتروفنول استفاده شد *thanesulfonic acid* (MES) *(N-morpholino) monohydrate* و ایمیدیزول بوده است و اینگونه یک بافر جدید با pH ۷/۷ ایجاد شد. طی یک پژوهش pH بافر خاک با نوع جدید بافر SMP با استفاده از ۲۲۵ نمونه ی خاک از کنتوکی و ۸۷ نمونه ی خاک از سایر نقاط ایالت متحده ، مقایسه شد. نتایج پژوهش نشان داد که هر دو روش ارتباط و پیوستگی زیادی ($r^2 > 0.97$) دارند. نگرانی های مشابه با اثر سمیت پارانیتروفنول در مورد بافر AE نیز وجود دارد. از این رو سیکورا و مور (۲۰۰۹) به یک بافر مور-سیکورا (MS) دست یافتند که شامل هیچ ماده ی خطرناکی نبوده و پیوستگی زیادی ($r^2 > 0.98$) هم با نتایج حاصل از بافر AE داشته است. این بافر به صورت موفقیت آمیزی به مدت چهار سال توسط دانشگاه کلمسون (کارولینای شمالی) مورد استفاده قرار گرفت و

مولفان اظهار داشتند که قبل از استفاده‌ی گسترده از آن در تمامی نقاط ایالت متحده بهتر است که پژوهش‌های دیگری در این مورد صورت بگیرد. یکی دیگر از تکنیک‌های تعیین میزان نیاز خاک به آهک شامل استخراج اسیدیته‌ی قابل تبادل یا Al^{3+} قابل تبادل از خاک با استفاده از محلول نمکی (e.g., ۲ M KCl) می‌باشد که به همراه تیتراسون مواد استخراج شده با یک متد استاندارد شده باید صورت گیرد. این یک روش سریع و ارزان است که برای خاک‌های به شدت اسیدی و آلومینیومی در مناطقی که دارای مقادیر اندکی سنگ آهک می‌باشد است. استفاده از مقدار مناسب از سنگ آهک برای خنثی کردن ۱/۵ تا ۲ برابر مقدار اسیدیته‌ی قابل تبادل اغلب برای از بین بردن برخی از محدودیت‌های حاصلخیزی ایجاد شده در خاک‌های اسیدی کافی است (برای مثال سمیت آلومینیوم). در نهایت لیو و همکاران (۲۰۰۵) موفقیت‌هایی را با روش تیتراسیون مستقیم برای تعیین مقدار آهک برای افزودن به خاک بر اساس pH اولیه که در $CaCl_2$ ۰.۰۱ مولار تعیین شد و خواندن مجدد pH پس از افزودن $Ca(OH)_2$ برای دستیابی به pH مورد نظر بدست آوردند.

مواد آلی

محتوای مواد آلی موجود در خاک برای میزان حاصلخیزی خاک اثر زیادی برجای می‌گذارد و بیشتر آزمایشگاه‌های آزمایش خاک میزان مواد آلی خاک را به عنوان یک بخش روتین از آزمایش خاک اندازه‌گیری می‌کنند (که شامل pH خاک، پی‌اچ بافر، مواد آلی، و آزمایش P, K, Ca, Mg قابل تبادل در خاک می‌باشد). مواد آلی خاک شامل مواد آلی غیر زنده در خاک مانند مواد غیر هوموسی (بافت تازه گیاهی، جانوران و بقایای میکروبی) و هموسی (آمورف‌های پایدار، دارای رنگ تیره و مواد آلی) هستند. علیرغم اینکه مواد آلی یک درصد کوچکی از کل خاک‌های سطحی می‌باشند (یک تا پنج درصد) و در سطوح پایینی خاک‌های زیرین به مقدار کمی وجود دارند (کمتر از ۵ درصد)، علل ضرورت تشخیص حاصلخیزی خاک عبارتند از:

الف: مواد مغذی خاک از جمله P, B, N و S را فراهم می‌کند که این کار از طریق تجزیه شدن مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها صورت می‌گیرد.

ب: به عنوان عامل کلات کننده برای حفظ عناصر میکرو کاتیونی به فرم قابل جذب برای گیاهان می‌باشد.

ج: آلومیلیوم را به صورت موثری کمپلکس می‌کند و موجب کاهش اثر سمیت آن در بیشتر خاک‌ها می‌شود.

د: قابلیت نگهداشت آب آن زیاد است و از این رو به کاهش اثر تنش آبی در خاک کمک می‌کند.

ه: در اغلب خاک‌ها یک منبع غالب برای CEC وابسته به pH است و بنابراین در ایجاد ظرفیت خاک برای نگهداری مواد مغذی خاک و مواد غیر ضروری مشارکت دارد.

و: یک منبع اساسی برای بافر کردن pH خاک است و از تغییرات غیر مناسب و شناخته شده در pH خاک طی تکامل جلوگیری می‌کند.

ز: به عنوان یک ماده برای گرد هم آوردن و سیمانی شدن ذرات کوچکتر خاک و در نتیجه بهبود ساختار خاک می‌باشد و موجب هوادهی بهتر و در نتیجه رشد و تکثیر بهتر ریشه خواهد شد.

با وجود نقش‌های بسیار مهمی که مواد آلی خاک ایفا می‌کنند تنها اخیراً آزمایشگاه‌های آزمایش خاک اقدام به اندازه‌گیری و گزارش کردن مقدار مواد آلی موجود در خاک خاک نموده اند. روش‌های با پایداری طولانی و روش‌های قدیمی برای اندازه‌گیری مواد آلی خاک بر اساس اندازه‌گیری کربن آلی با اکسیداسیون مواد شیمیایی مرطوب با استفاده از دی کرومات به عنوان اکسید کننده می‌باشد. مواد آلی خاک سپس از طریق روابط تجربی بدست آمده بین مواد آلی و کربن آلی محاسبه می‌شود. استفاده از این روش بسیار وقت گیر است و معمولاً موجب ایجاد مقدار زیادی پسماند کروم می‌شود، با این وجود این روش به عنوان یک روش ابتدایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. بیشتر آزمایشگاه‌های آزمایش خاک امروزه مواد آلی خاک را با استفاده از "احتراق لوسون" (LOI) اندازه‌گیری می‌کنند که در این روش نمونه‌ی خاک در درمای بالا حدود ۳۰۰ الی ۴۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد برای چندین ساعت و یا به مدت یک شب در آون سوخته می‌شود. اینگونه استنباط می‌شود که میزان کاهش وزن در اثر سوختن مربوط به میزان ماده‌ی آلی می‌باشد. معمولاً یک رابطه‌ی تجربی بین LOI و برخی از اندازه‌گیری‌های مستقیم مواد آلی (مثال: روش اکسیداسیون دی کرومیک) برای محاسبه‌ی میزان مواد آلی تخمین زده مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش LOI برای روش‌های جدید آزمایش‌های خاک مناسب است و بر اساس تخمین مواد آلی موجود در خاک با آزمایش خاک باشد. پیشرفت‌های اخیر منجر به این شد که LOI به عنوان یک روش مناسب، منطقی و دقیق برای تخمین میزان مواد آلی خاک بکار رود.

نمک‌های محلول

شوری خاک به معنای حضور مقادیر اضافی مواد آلی غیر محلول در محلول خاک می‌باشد و یک مشکل جهانی است که حاصلخیزی خاک را به صورت مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد. خاک‌های دارای مقادیر بالای مواد محلول، که به صورت طبیعی شور هستند و یا در اثر نمک‌های موجود در کودها و یا آب آبیاری شور شده‌اند، می‌توانند به روش‌های مختلف اثرات منفی بر رشد گیاهان بر جای بگذارند. سمیت یونی می‌تواند در اثر غلظت‌های بالای سدیم، کلر و بر اتفاق بیافتد و

مستقیماً به گیاه آسیب وارد کند، خصوصاً در گیاهچه‌های جوان حاصل از بذر. خاک‌های شور موجب ایجاد خلل در گیاهان، بویژه دانه‌ال‌های جوان می‌شوند. خاک‌های شور همچنین روابط آبی گیاهان را از طریق کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک دچار اختلال می‌کند، بنابراین جذب آب از خاک توسط گیاهان با مشکل مواجه می‌شود و حتی ممکن است به حدی برسد که موجب آسیب به گیاه و یا مرگ گیاه شود. اندازه‌گیری نمک‌های محلول خاک یک کار تقریباً ساده است اما معمولاً به عنوان یک آزمایش خاک حتی در مناطق بیابانی که شوری یک پدیده معمولی است صورت می‌گیرد. آزمایش سریع میزان نمک‌های محلول خاک با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره‌ی آب/خاک در نسبت ۱:۲ یا ۱:۵ خاک/محلول صورت می‌گیرد. روش عصاره‌ی گل اشباع نیز وجود دارد که با اینکه وقت گیر است اما غلظت نمک‌های محلول را بهتر مشخص می‌کند. این روش بر اساس مخلوط خاک با آب دیونیزه در حد اشباع و عبور آن از صافی می‌باشد. پس از آن عصاره‌ی بدست آمده برای آزمایش هدایت الکتریکی استفاده می‌شود.

آزمایش خاک: تفسیر نتایج و ارائه‌ی راه حل

تفسیر نتایج یک فرآیند سیستماتیک است و در ابتدا به ارزیابی‌های آماری مربوط به بررسی پارامترهای آزمایش خاک در ارتباط با رشد و نمود گیاه بستگی دارد. توصیه‌ها بر اساس تفسیر آزمایش خاک، نباید کمی باشند اما شامل قضاوت افراد متخصص می‌باشد زیرا تشخیص تمامی فاکتورهایی که نمود گیاه را کنترل می‌کند، از روی یک آنالیز ساده‌ی نمونه‌ی خاک امکان پذیر نمی‌باشد. افرادی که در زمینه‌ی مدیریت مواد غذایی خاک فعالیت می‌کنند باید مراحل آزمایش خاک و تمامی موارد مورد نظر زمین شامل نوع خاک، نوع گیاهی که باید کشت شود، اقلیم، مدیریت گیاهان فاکتورهای اقتصادی یا محیطی که پیشنهاد یک راهکار در زمینه‌ی تغذیه را محدود می‌کند، در نظر گرفته شود.

روابط و درجه‌بندی آزمایش‌های خاک

تفسیر نتایج آزمایش خاک با ارتباط آزمایش خاک شروع می‌شود و به عنوان "فرآیندی برای تعیین وجود یا عدم وجود ارتباط بین جذب عنصر از طریق گیاه و میزان محصول و میزان عناصری که از طریق آزمایش خاک استخراج شده است" تعریف می‌شود (کورسی، ۱۹۸۷). برای اینکه یک آزمایش خاک که در آزمایشگاه، گلخانه، و مزرعه تحقیقاتی انجام شد با ارزش تلقی شود باید از نظر آماری با برخی از اندازه‌گیری‌های مربوط به نمود و رشد گیاه مرتبط باشد. یک روش استاندارد عبارت است از:

مرحله اول: بدست آوردن یک نمونه از خاک که نشان دهنده‌ی یک رنج از انواع خاک باشد

مرحله ی دوم: اندازه گیری میزان مواد مغذی ضروری (یا غیر ضروری) قابل استخراج از هر نوع خاک

مرحله ی سوم: رشد گیاه در این خاک ها در شرایط گلخانه ای که رطوبت، نور و شرایط جوی کمترین تنوع را دارد.

مرحله ی چهارم: اندازه گیری محصول گیاه و ترکیب عنصری آن.

پس از آن از روش های آماری برای بدست آوردن میزان همبستگی رگرسیونی و ارتباط بین میزان مواد موجود در خاک و پاسخ گیاه به آن استفاده می شود. تجزیه و تحلیل رگرسیون تعیین کننده ی این است که آیا تغییرات میزان محصول و یا ترکیب مواد مغذی با میزان عناصر مغذی جذب شده از خاک در ارتباط است یا خیر. اگر همبستگی زیادی وجود داشته باشد آنالیز رگرسیونی می تواند یک معادله برای پیش بینی میزان محصول یا ترکیب عنصری خام در هر سطحی از آزمایش خاک فراهم کند. در برخی از موارد، آنالیزهای چندگانه ی همبستگی و رگرسیون برای ایجاد یک معادله برای پیش بینی روابط بین نمود گیاه و بیش از یک ویژگی خاک (آزمایش pH خاک، مواد آلی و بافت خاک و غیره) مورد استفاده قرار می گیرند.

در صورتی نتایج یک آزمایش خاک که در یک گلخانه ی تحت کنترل صورت گرفت ارتباط معنی داری با نمود گیاه داشته باشد، سپس آزمایشهای مزرعه ای برای تعیین میزان دقت آزمایش در شرایط رشدی نرمال انجام می شود. برای اینکه این روش اعتبار بیشتری داشته باشد واحدهای آزمایشی خاک باید در موقعیت های دارای یک رنج از انواع خاک گسترده شوند و آزمایش خاک برای عنصر مورد نظر انجام گیرد. آزمایش باید در چندین سال تکرار شود و باید شامل مقادیر چندگانه از عنصر اندازه گیری شده باشد. آزمایش باید دست کم سه بار تکرار شود و علاوه بر اثر عناصر غذایی، اثر سایر متغیرهایی که بر رشد و نمود گیاه تاثیر گذار هستند باید تا حد ممکن کنترل شوند. برای مثال انجام آبیاری به منظور حداقل کردن تنش آبی، استفاده از آفتکش برای کاهش آسیب وارده به گیاه از طریق آفات، حشرات، مبارزه با رقابت علف هرز و استعمال کود و یا افزودن آهک برای اطمینان از اینکه سایر مواد مغذی موجب محدود شدن رشد گیاه نشوند. تحلیل رگرسیون مجدداً برای تعیین اینکه آیا از نظر آماری رابطه ای بین آزمایش خاک برای مواد مغذی و پاسخ گیاه جود دارد مورد استفاده قرار می گیرد. آزمایش های انجام شده در مزرعه معمولاً ضریب تاثیر کمتری نسبت به آزمایش های گلخانه ای دارد که علت آن شامل:

الف: به علت نیاز به زمان و هزینه، در موقعیت ای کوچکتری انجام می شود

ب: معمولاً تنوع های غیر قابل کنترل وجود دارد که بر روابط آزمایش های مربوط به خاک و نمود گیاه، به صورت غیر قابل پیش بینی تاثیر می گذارند.

اخیراً هزینه و زمان لازم برای انجام پژوهش های مزرعه ای و گلخانه ای منجر به این شد که اتکای بیشتری به روش های آزمایشگاهی برای ایجاد یک روش جدید برای آزمایش عصاره ی خاک وجود

داشته باشد. برای مثال، پژوهش‌های آزمایشگاهی متعددی آزمایش چندگانه‌ی عناصر Mehlich ۳ را با یک روش ابتدایی تر مقایسه کرد. تعداد زیادی از این پژوهش‌ها موجب گزارش ایجاد همبستگی زیادی بین عناصر استخراج شده توسط روش Mehlich ۳ و عناصر استخراج شده به روش $M NH_4OAc$ ۱, Bray P ۱, Mehlich ۱ و EDTA شده است که نشان می‌دهد که روش Mehlich ۳ می‌تواند به عنوان روشی قابل اعتماد برای اندازه‌گیری حاصلخیزی خاک باشد. با این وجود، تا زمانی که پژوهش‌های همبستگی بر پایه‌ی روش‌های آزمایشگاهی برای ارزیابی مقدماتی یک آزمایش خاک جدید مورد قبول است، نباید به عنوان تنها روش برای تعیین اعتبار آزمایش خاک مورد استفاده قرار گیرد. این یک پایه‌ی اساسی برای همبستگی آزمایش خاک می‌باشد که بر اساس آن باید مقدار عنصری که از طریق آزمایش خاک جدا می‌شود، با آن چیزی که از میزان محصول گیاه و یا ترکیب عنصری مورد انتظار است، همبستگی داشته باشد.

گام پسین برای گسترش آزمون خاک درجه‌بندی است. که به عنوان " تعیین دقیق درجه‌ی محدودیت برای رشد گیاه و یا احتمال پاسخ به استفاده از عناصر مغذی از طریق رشد در سطوح آزمایش خاک تعیین شده " تعریف می‌شود. هدف پژوهش و مطالعه بر روی درجه‌بندی، طبقه‌بندی کردن سطوح آزمایش خاک به عنوان احتمال پاسخ اقتصادی به استفاده از یک عنصر غذایی یا برای پتانسیل آنها در اثر گذاری بر طبیعت می‌باشد. طبقه بندی در روش‌های قدیمی آزمایش خاک به صورت خیلی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بوده است. اخیراً، اصطلاحات "بهینه" و "اضافی" برای توصیف محتوای عناصر موجود در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و در برخی از مناطق مانند نواحی شمالی آمریکا دو طبقه‌ی مختلف از طبقه بندی خاک را دارند که عبارتند از "پاسخ گیاه" و "اثر محیط" (بیگل، ۱۹۹۵). تیسدال و همکاران (۱۹۹۳) پیشنهاد کردند که احتمال سودآوری اقتصادی در اثر کوددهی با فسفر و پتاسیم برای خاک در صورتی که محتوای عنصر مورد نظر به ترتیب ۷۰-۹۵٪، ۴۰-۷۰٪، ۱۰-۴۰٪ و کمتر از ۱۰ درصد باشد به صورت "کم"، "متوسط" و "زیاد" و "خیلی زیاد" گزارش شده است. تعدادی از دستاوردهایی که برای طبقه‌بندی آزمون‌های خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت مختصر در مطلب زیر شرح داده شد.

راهکار طبقه بندی یک راهکار برای ایجاد یک رابطه‌ی ریاضی در سطح بین آزمایش خاک و پاسخ به افزودن عنصر غذایی می‌باشد که معمولاً یک ارتباط خطی وجود ندارد. به تبع از آن مدل‌های رگرسیونی منحنی (اکسپوننشال، کوآدراتیک، پلات کوآدراتیک) اغلب برای تشخیص نقطه‌ای که نمود گیاه در آن نقطه در حد بهینه استفاده می‌شود و سپس برای تعیین ارزش آزمایش خاک در ارتباط با عملکرد رضایت بخش که به عنوان حد بحرانی یا ارزش بحرانی تلقی می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های سهمی اغلب بر اساس درصد محصول یا محصول نسبی می‌باشد و تعیین کننده‌ی میزان محصولی است که بدون اعمال عناصر غذایی بدست می‌آید و با میزان