ساخت محلول غذایی با استفاده از آب آبیاری

در آزمایشگاه برای ساخت محلول غذایی از آب فاقد عناصر معدنی استفاده می‌شود لذا غلظت نمک در محلول غذایی به‌درستی ساخته می‌شود اما در عمل کشاورزان از آب آبیاری استفاده می‌کنند و با توجه به اینکه آبهای آبیاری حاوی مقدار متنوعی از عناصر معدنی می‌باشند باید هنگام ساخت محلول غذایی غلظت آنها در نظر گرفته شود لذا باید آنالیز شیمیایی آب صورت گیرد.

آنالیز شیمیایی آب شامل سه اندازه‌گیری می‌باشد.

۱- غلظت عناصر معدنی به میلی اکی والان در لیتر برای Ca Mg Na NO_3 SO_4

و اگر امکان داشته باشد برای عناصر میکرو به میلی‌گرم در لیتر H_2PO_4 Cl K

۲- **اسیدیته**: مقدار اسید نیتریک لازم است تا pH به ۵/۸ رسانیده شود زیرا اکثر آنها قلیایی هستند سپس مقدار اسید نیتریک باید محاسبه شود.

معمولا از اسید نیتریک برای کاهش pH استفاده می‌شود لذا میزان نیتراتی که وارد آب می‌کند باید حساب شود اگر از اسید فسفریک استفاده شود میزان یون نیتران و یا فسفات باید حساب شود.

مشکلاتی که آبها ممکن است داشته باشند:

۱- pH بالای ۷ است که به دلیل وجود میزان بالای بی‌کربنات‌ها که عموما همراه کلسیم هستند زیرا میزان کلسیم در این آبها معادل میزان آن در محلول‌های غذایی است شدن یون بی‌کربنات به وسیله اسید نیتریک تولید مقدار زیادی نیترات که تقریبا که معادل میزان کلسیم است می‌نماید در نتیجه هنگام ساخت یک محلول‌غذایی به وسیله آب می‌توان از دادن کل نیترات کلسیم خودداری کنیم.

۲- مشکل دیگر در خصوص شوری مربوط به کلرور سدیم است خیلی از آنها حاوی غلظت بالایی از نمک‌های معدنی بین ۵۰۰ میلی‌گرم تا یک گرم در لیتر بوده که بین این نمک‌های کلرورها و سدیم سهم مهمی دارند علاوه بر کلسیم، منیزیم و سولفات هم در غلظت‌های نزدیک به محلول غذایی وجود دارند این آب حاوی ۳/۵ میلی والان در لیتر سدیم و ۶/۶ میلی‌اکی والان در لیتر کلر می‌باشد دو یون مذکور برای گیاهان ضروری نمی‌باشد ولی با وجود این گیاهان آنها را با این غلظت‌های تحمل می‌کنند جهت استفاده از این نوع آبها در کشت هیدروپونیک باید احتیاجات زیر در نظر گرفته شوند.

به دلیل بالا رفتن غلظت یونها در این آبها سهم یونهای ضروری محدود می‌شود و مدام باید تغییرات غلظت این یونها در نظر باشد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که میزان کلرور سدیم بالای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر تقریبا ۷۰ میلی مول NaCl یا ۷ میلی اکی والان Na و ۷ میلی‌اکی والان Cl^- تولید کرده که جهت استفاده در ساخت محلول‌های غذایی مشکل زا است به‌عنوان شاخص می‌توان گفت که آبهایی با یک تا ۲ گرم نمک به‌عنوان آبهای شور در نظر گرفته می‌شود.

۳- مشکل دیگر مربوط به وجود آبهای حاوی نیترات‌ها می‌باشند اگر میزان نیترات آب بالا باشد سبب محدود کردن دادن نیترات کلسیم به محلول غذایی می‌شود.

حد نرمال NO_3 در آب حدود ۴۰ میلی‌گرم در لیتر است.

پس با توجه به موارد فوق میزان عناصر مذکور در آب آبیاری مشخص می‌شود و اگر غلظت آن بالای ۰/۱ میلی اکی والان در لیتر باشد در نظر گرفته می‌شوند و در غیر این صورت از آن صرف‌نظر می‌شود این محاسبات فقط در مورد عناصر ماکرو صورت می‌گیرد. برای ساخت محلول‌های غذایی با آب آبیاری جدول با ۲ ورودی در نظر گرفته می‌شود در یک ستون عمودی و افقی آب آورده می‌شود و نتایج آنالیز آب به میلی اکی والان در لیتر آورده می‌شود.

telegram.me/nortthesis

یک ردیف افقی برای H^+ در نظر می‌گیریم که به‌صورت تلاقی با ستون عمودی No^{3-} میزان اسیدنیتریک به میلی اکی والان در لیتر ضروری جهت تصحیح pH را تشکیل می‌دهد برای پر کردن جدول مراحل زیر اعمال می‌شود:

۱- ابتدا به آوردن هدف که مرتبط با فرمول تئوری انتخاب شده برای کشت مورد نظرمان است می‌پردازیم.

۲- دوم مقدارهای نسبی ترکیب معدنی آب پس از آنالیز آن به میلی اکی والان در لیتر را می‌آوریم.

۳- میزان اسید نیتریک لازم آورده می‌شود.

۴- بوسیله اختلاف بین ستون هدف و آب اعدادهای تصحیحی جهت فرمولاسیون محلول غذایی به دست می‌آید:

جدول مربوط به ترکیب زیر تکمیل می‌شود.

(Mg , SO_4) (K و Ca با NO_3 و قسمت‌ها)

۵- ستون کل از جمع غلظت فرمولاسیون جدید (۴) و آب (۲) حاصل شده است و به این ترتیب امکان بررسی دقیق نزدیکی فرمول به‌دست آمده با هدف مورد نظر و انتخابی وجود دارد.

	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{-2}	آب	کل	هدف
K^+	۴	۴		۲	۵	۱
Ca^{+2}	۴			۲	۵	۱
Mg^{+2}			۴	۲	۵	۱
H^+	۳					
H_2O	۲	۲	۲			
کل	۵	۵	۵			
هدف	۱	۱	۱			

مشکلی که در تکمیل و پر کردن این‌گونه جداول وجود دارد این است که میزان کاتیون‌ها و آنیون‌های ضروری به ندرت در آبهای آبیاری به‌طور متعادل موجود است و به‌خاطر همین موضوع لازم است جهت دستیابی به یک فرمولاسیون هر چه نزدیک‌تر به ترکیب تئوری انتخاب شده سعی در تعدیل نماییم و این کار فقط به واسطه متخصصین قابل اجرا است که بتوانند اینگونه کارهای را خوب اداره و مفهومات و الزامات فیزیولوژی و شیمیایی نیز همزمان در نظر گرفته شود.

مثال ۱:

	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{-2}	آب	کل	هدف
K^+		۲		۰	۷	۷
Ca^{+2}				۳	۱۰	۱۰
Mg^{+2}			۲	۱	۳	۳
H^+	۲/۵					
H_2O	۰	۰	۱/۲			

telegram.me/hortithesis

	۳/۲	۲	۱۴/۵	کل
۲۰	۳	۲	۱۵	هدف

مثال ۲:

هدف	کل	آب	SO_4^{-2}	$H_2PO_4^-$	NO_3^-	
۷	۷	۰		۲	۵	K^+
۱۰	۸	۸			۰	Ca^{+2}
۳	۳/۸	۲/۸	۱			Mg^{+2}
					۷	H^+
			۱۰/۶	۰	۱/۲	H_2O
			۲/۶	۲	۱۳/۲	کل
			۳	۲	۱۵	هدف

این آب دارای کلسیم بالایی است. لذا از ترکیب نیترات کلسیم استفاده نمی‌شود.

برای مثال ۱:

مقدار اسید HNO_3 53% جهت رسیدن به PH =۵/۸ برابر mL/m^2 است. برای محاسبه میلی اکی والان H و NO_3 به جدول ص۵۷ می‌رویم برای ۵۳/۵ درصد نوشته ۱۱/۲۴ میلی اکی والان No_3 دارد.

۱ml ۱۱/۲۴

۰/۲۲ $n=۲/۴۷\approx۲/۵^{Meq}/_{L}$

بعد از اینکه میزان اکی والان هر عنصر حاصل شد نوع نمکی که حاوی این عناصر است را انتخاب می‌کنیم و میزان گرم نمک در ۱ لیتر مورد نیاز برای تأمین این میزان اکی والان را حساب می‌کنیم بعد از آن وزن هر نمک را در حجم محلول‌غذایی که می‌خواهیم بسازیم را ضرب می‌کنیم حال آخرین مرحله یعنی این نمک‌ها را جهت به‌دست آوردن محلول‌غذایی آماده مصرف چگونه داخل کنیم که متدرهای مختلفی وجود دارد.

۱- ریختن مستقیم نمک‌ها

۲- ساخت محلول مادر

۱- ریختن مستقیم نمک‌ها

پس از محاسبه میزان نمک مورد نیاز به طور مستقیم نمک‌ها به ترتیب زیر به آب ریخته می‌شود

۱- اسید نیتریک ۲- نیترات۳- فسفات‌ها ۴- سولفات‌ها ۵-کم مصرف ها

این روش به‌ندرت استفاده می‌شود و در این حالت باید از مخازن بزرگ استفاده کرد تا بتوان یکباره حجم نهایی مورد نظر را تهیه کرد.

۲- محلول مادر

در مرحله اول محلول‌غذایی غلیظ‌تر معمولا ۲۰۰ برابر غلیظ‌تر ساخته می شود که محلول مادر خوانده می‌شود این روش محاسنی دارد شامل:

۱- حل شدن کامل هر نمک

telegram.me/hortithesis

۲- صرفه‌جویی در زمان و حجم انبار

در هر بار استفاده محلول مادر ۲۰۰ بار رقیق می‌شود یعنی ۵ میلی‌لیتر برداشت در یک لیتر حل کرده و استفاده می‌شود.

نکته قابل توجه این است که تهیه تنها یک محلول مادر امکان ندارد که حاوی تمام پرمصرف ها باشد چون با این غلظت یون‌های فسفات و سولفات با کلسیم تولید رسوب می کند و لذا دو تکنیک قابل استفاده است:

۱- از هر کدام از نمک‌ها یک محلول مادر تهیه و به‌تدریج و به‌ترتیب زیر وارد کنیم ابتدا اسید نیتریک که جهت تصحیح pH در صورت لزوم در نظر گرفته شده و بعد نیترات‌های پتاسیم و کلسیم، فسفات مونو پتاسیم و سولفات منیزیم و بالاخره پرمصرف ها و در آخر کلات آهن را اضافه می کنیم این روش در تحقیقات کاربرد دارد زیرا سبب سهولت محلول‌های غذایی با غلظت‌های مختلف می‌شود اما در کشاورزی از روش ۲ استفاده می‌شود:

۲- این روش تعداد محلول‌های مادر کمتر است و شامل A و B است که در آن کلسیم از سولفات‌ها و فسفات‌ها جدا می‌شود.

محلول ۱شامل:

- اسید نیتریک (تمام اسید نیتریک لازم جهت تصحیح pH آب آبیاری محلول دختر)
- فسفات مونوپتاسیم
- سولفات منیزیم
- پرمصرف ها به جز آهن

محلول ۲شامل:

- اسید نیتریک (اگر جهت تصحیح pH آب محلول مادر لازم باشد).
- نیترات پتاسیم نیترات کلسیم کلات آهن

در مخزن ۱ به هیچ‌وجه نباید کلسیم اضافه شود ولی بالعکس همان‌طوری که در بالا آمده است می‌توانیم تمام اسید نیتریک لازم جهت تصحیح pH محلول دختر را داخل کنیم در این حالت pH این محلول مادر می‌تواند بدون شکل به تعداد خیلی پایین حتی زیر ۲ برسد زیرا این روی ثبات یون‌ها اثری نخواهد داشت.

در مخزن ۲ (که pH آن در صورت لزوم به زیر ۵/۸ تصحیح شده است به هیچ‌وجه نباید سولفات‌ها و یا فسفات‌ها داخل شوند pH این محلول هیچ‌گونه مشکلی برای ثبات کلات‌های آهن ایجاد نخواهد کرد.

محلول‌های مادر ۱و ۲ مستقیما به وسیله یک پمپ (حجمی) و به‌ترتیب زیر وارد آب آبیاری خواهند . ابتدا محلول مادر ۲ یا اول اسید نیتریک بعد A) و سپس محلول مادر B. درجه رقت به میزان ۵ در هزار خواهد بود یعنی ۵ میلی‌متر از هر محلول مادر در یک لیتر محلول دختر حل می‌شود.

دادن عناصر کم مصرف

ویژگی به‌خصوص دادن عناصر کم مصرف حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ بار کمتر از پر مصرف ها می‌باشد که سبب چندین نتیجه می‌شود.

- در مخلوط عناصر کم مصرف به‌صورت نمک آنها به جز آهن، درون محلول‌های غذایی یون همراه آنها به دلیل مقدار کم و ناچیز قابل چشم‌پوشی است مثلا هنگامی که مس و منگنز و روی به‌صورت سولفات داده شوند مقدار سولفات وارده کمتر از ۱٪ است و قابل اغماض است و این مقدار کمتر از اشتباه هنگام وزن کردن و ترقیق محلول مادر در مورد سولفات منیزیم خواهد بود.

telegram.me/hortithesis

- با وجودیکه اکثر این عناصر درون محلول‌غذایی به فرم یون هستند اما عموما غلظت آنها به میلی‌گرم عنصر در لیتر (PPM) می‌باشد.
- تمام عناصر کم مصرف به جز آهن همزمان و از یک محلول مادر وارد محلول‌غذایی می‌شوند و با این غلظت کم ناسازگاری بین عناصر شیمیایی مربوطه وجود نخواهد داشت.

روش دادن عناصر کم مصرف

در اینجا نیز محلول مادر عموما ۱۰۰۰ بار غلیظ تر و شامل تمام عنصرهای کم مصرف به جز آهن تهیه می‌شود. البته محلول‌های آماده نیز موجود است که استفاده از آنها توصیه می‌شود چون باعث احتراز از توزین عناصر به تعداد خیلی کم که سبب اشتباه می‌شود می گردد چون اگر غلظت کم مصرف ها خوب کنترل نشود می‌تواند به سرعت سمی شوند.

پس درعمل برای تهیه محلول‌غذایی توسط کشاورز

۱- انتخاب فرمول سازگار به نوع کشت
۲- آنالیز ترکیبات معدنی آب آبیاری
۳- تطابق و سازگاری فرمول انتخاب شده با میزان عناصر معدنی موجود در آب آبیاری
۴- انتخاب نوع نمک‌های معدنی
۵- محاسبه میزان وزنی نمک‌ها جهت ساخت حجم مقصد مورد نظر از محلول‌غذایی و احتمالا اگر لازم است مقدار اسید لازم جهت تصحیح pH
۶- ساخت محلولهای مادر ۱ و ۲
۷- کنترل ترکیبات معدنی محلول مادر در محل خروج نازلها

telegram.me/horttnesis