

شرکت شیمی کاران سبز طوبی



شرکت دانش بنیان، واحد فنی مهندسی و مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی در زمینه کودهای شیمیایی با شماره ثبت : ۱۸۳۶

بنام خدا

متعادل سازی عناصر غذایی با همدیگر (وحدت ترکیب):

به غیر از مباحثی همچون تنوع کودی بر اساس جدول نیاز گیاهان به عناصر غذایی و ضرائب جذب و میزان هدررفت کودهای رایج و مرسوم، مطلب مهم دیگری که الان می خواهیم به آن بپردازیم درصدهای تعادلی عناصر غذایی با همدیگر است. مطابق اصولی همچون قانون حداقل لی پیگ (Liebig's law of the minimum) و قانون حداکثر (تحمل) شلفورد (Shelford's tolerance law) و ... رعایت نسبت های عناصر غذایی و توجه به درصدهای تعادلی این عناصر در تغذیه گیاهی بسیار مهم است. برای ساده سازی فرض می شود تنها کود ازته، اوره Urea باشد و تنها کود فسفره، منوآمونیم فسفات MAP و تنها منبع پتاسیم هم کود سولفات پتاسیم SOP، تنها کود کلسیمی، نترات کلسیم CaN، تنها کود منیزی، سولفات منیزیم MgS و تنها کود ریز مغذی هم سولفات فرو FeS باشد و از ازت حاصل از سایر منابع بجز اوره هم صرف نظر می کنیم. برای مصارف متعارف و عادی داریم:

در نظر گرفتن ضرائب جذب برای مصارف متعارف و عادی																	
کیلوگرم کودهای شیمیایی				کیلوگرم محتوای عناصر				ضرائب جذب (درصد)		کیلوگرم محتوای عناصر				کیلوگرم کودهای شیمیایی			
۲۵۰	۲۴۰	۱۴۵	کودهای ازته	Urea	۶۷.۶۶۷	N	۳۵	۲۳.۶۸۳	N	P205	۸.۶۴۳	۱۴.۰۰۰	۵۰.۷۵۰	۷۶.۹۸	۷۹.۱۰		
		۷۰	کودهای فسفره	MAP	۴۳.۲۱۷	P205	۲۰	۰.۶۴۳	۱۴.۰۰۰	۵۰.۷۵۰	۷۶.۹۸						
		۲۵	کودهای پتاسه	SOP	۱۳.۵۰۶	K2O	۴۵	۰.۰۷۸	۱۱.۲۵۰	۷۶.۹۸							
	۱۰	۶.۵	کودهای کلسیمی	CaN	۱.۵۴۲	CaO	۱۵	۰.۲۳۱	۰.۹۷۵	۲.۱۳							
		۳	کودهای منیزیمی	MgS	۰.۴۸۸	MgO	۲۵	۰.۱۲۲	۰.۷۵۰	۲.۱۳							
		۰.۵	کودهای ریزمغذی	FeS	۰.۱۰۰	Fe	۸۰	۰.۰۸۰	۰.۴۰۰	۲.۱۳							

لازم به ذکر است که در وضعیت کنونی و در حدوداً ۹۵-۹۰ درصد از کشاورزی کشور، مصرف کودهای شیمیایی بصورت غیر تدریجی می باشد که همین باعث افزایش ۱۰ درصدی هدررفت کودها می شود. برای مصارف تدریجی و متعدد هم داریم:

شرکت شیمی کاران سبز طوبی



شرکت دانش بنیان، واحد فنی مهندسی و مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی در زمینه کودهای شیمیایی با شماره ثبت : ۱۸۳۶

در نظر گرفتن ضرائب جذب برای مصارف تدریجی و متعدد														
کیلوگرم کودهای شیمیائی				کیلوگرم محتوای عناصر		ضرائب جذب (درصد)		کیلوگرم محتوای عناصر		کیلوگرم کودهای شیمیائی				
۲۵۰	۲۴۰	۱۴۵	کودهای ازته	Urea	۶۷.۶۶۷	N	۴۵	۳۰.۴۵۰	N	۱۲.۹۶۵	P2O5	۲۱.۰۰۰	۱۰۱.۶۳	۱۰۴.۷۵
		۷۰	کودهای فسفره	MAP	۴۳.۲۱۷	P2O5	۳۰	۱۲.۹۶۵	P2O5	۷.۴۲۸	K2O	۱۳.۷۵۰		
		۲۵	کودهای پتاسه	SOP	۱۳.۵۰۶	K2O	۵۵	۰.۳۸۶	CaO	۰.۱۷۱	MgO	۰.۴۵۰		
	۱۰	۶.۵	کودهای کلسیمی	CaN	۱.۵۴۲	CaO	۲۵	۰.۳۸۶	CaO	۰.۱۷۱	MgO	۱.۶۲۵	۳.۱۳	
		۳	کودهای منیزی	MgS	۰.۴۸۸	MgO	۳۵	۰.۱۷۱	MgO	۰.۰۹۰	Fe	۱.۰۵۰		
		۰.۵	کودهای ریزمغذی	FeS	۰.۱۰۰	Fe	۹۰	۰.۰۹۰	Fe	۰.۰۴۵۰	سولفات فرو	۰.۴۵۰		
نرمال سازی بر اساس عنصر محدود کننده (منیزیم)														
کیلوگرم کودهای شیمیائی				کیلوگرم محتوای عناصر		متوسط عناصر غذایی		درصد عناصر به متوسط		نرمال سازی بر اساس منیزیم		کیلوگرم کودهای شیمیائی		
۱۰۴.۷۵	۱۰۱.۶۳	۶۵.۲۵۰	کودهای ازته	Urea	۳۰.۴۵۰	N	۹۰.۴۱	۳۳.۶۷۸	N	۰.۴۹۷	N	۱.۰۶۴	۲.۴۳	۴.۳۰
		۲۱.۰۰۰	کودهای فسفره	MAP	۱۲.۹۶۵	P2O5	۴۲.۱۷	۳۰.۷۴۵	P2O5	۰.۲۳۲	P2O5	۰.۳۷۵		
		۱۳.۷۵۰	کودهای پتاسه	SOP	۷.۴۲۸	K2O	۹۷.۸۵	۷.۵۹۱	K2O	۰.۵۳۸	K2O	۰.۹۹۵		
	۳.۱۳	۱.۴۲۵	کودهای کلسیمی	CaN	۰.۳۸۶	CaO	۳۴.۶۸	۱.۱۱۸	CaO	۰.۱۸۹	CaO	۰.۷۹۸	۱.۸۷	
		۱.۰۵۰	کودهای منیزی	MgS	۰.۱۷۱	MgO	۳۱.۰۸	۰.۵۴۹	MgO	۰.۱۷۱	MgO	۱.۰۵۰		
		۰.۴۵۰	کودهای ریزمغذی	FeS	۰.۰۹۰	Fe	۰.۷۰	۱۲.۸۶	Fe	۰.۰۰۴	Fe	۰.۰۲		
معادل کود کامل طوبی (لیتر)														
۷.۱۰														

همانطور که مشاهده می شود در الگوی فعلی مصرف کودی کشور از **۲۵۰ کیلوگرم** سرانه مصرف کودی در حالت مصرف عادی و متداول فقط **۳/۰۷ کیلوگرم** و در حالت مصرف تدریجی و متعدد هم تنها **۴/۳۰ کیلوگرم** از انواع کودهای شیمیایی رایج و مرسوم قابلیت جذب را دارند.

برای آسان شدن و جلوگیری از پیچیدگی می توان به شکل ساده تر شده زیر و طی دو مرحله عمل نمود. فرض می کنیم مصرف کودها بصورت معمولی و متعارف انجام می شود. در مرحله اول به کودهای ماکروی اولیه می پردازیم. با نرمال سازی و یا متعادل سازی مقدماتی (تنظیم درصدهای تعادلی عناصر غذایی) بر اساس مقدار کمترین عنصر غذایی که محدود

۲۴۰ کیلوگرم کودهای شیمیایی ماکروی اولیه مرسوم با روش مصرف معمولی

N= ۶۷/۷ Kg

P₂O₅= ۴۳/۲ Kg

K₂O= ۱۳/۵ Kg

۷۶ کیلوگرم کودهای شیمیایی با در نظر گرفتن ضرائب جذب و درصدهای هدررفت

N= ۲۳/۷ Kg

P₂O₅= ۸/۶ Kg

K₂O= ۶/۱ Kg

۲۷/۵۳ کیلوگرم کودهای شیمیایی با احتساب متعادل سازی مقدماتی کودهای ماکروی اولیه بر اساس عنصر پتاسیم

N= ۵/۶ Kg

P₂O₅= ۲/۶ Kg

K₂O= ۶/۱ Kg

شرکت شیمی کاران سبز طوبی



شرکت دانش بنیان، واحد فنی مهندسی و مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی در زمینه کودهای شیمیایی با شماره ثبت : ۱۸۳۶

کننده و گلوگاه این تناسب می باشد، مشخص می شود که در نهایت از ۲۴۰ کیلوگرم کودهای ماکروی اولیه مرسوم و رایج، فقط حدوداً مقدار ۵/۶ کیلوگرم نیتروژن به فرم N و فقط مقدار ۲/۶ کیلوگرم فسفر به فرم P_2O_5 و فقط حدوداً ۶/۱ کیلوگرم پتاسیم به فرم K_2O و ...، در اختیار گیاه می تواند قرار بگیرد:

در نظر گرفتن ضرائب جذب برای مصارف متعارف و عادی											
کیلوگرم کودهای شیمیایی			کیلوگرم محتوای عناصر			ضرائب جذب (درصد)			کیلوگرم محتوای عناصر		
۲۴۰	۱۴۵	۷۰	کودهای ازته	Urea	۶۷.۶۶۷	N	۳۵	۳۳.۶۸۳	N	۳۳.۶۸۳	۵۰.۷۵۰
			کودهای فسفره	MAP	۴۳.۲۱۷	P_2O_5	۲۰	۸.۶۴۳	P_2O_5	۸.۶۴۳	۱۴.۰۰۰
	۲۵		کودهای پتاسه	SOP	۱۳.۵۰۶	K_2O	۴۵	۶.۰۷۸	K_2O	۶.۰۷۸	۱۱.۲۵۰
نرمال سازی بر اساس عنصر محدود کننده (پتاسیم)											
کیلوگرم کودهای شیمیایی			کیلوگرم محتوای عناصر			متوسط عناصر غذایی			درصد عناصر به متوسط		
۷۶.۰۰	۵۰.۷۵۰	۱۴.۰۰۰	کودهای ازته	Urea	۳۳.۶۸۳	N	۹۰.۴۱	۲۶.۱۹۴	N	۵.۶۱۶	۱۳.۰۳۴
			کودهای فسفره	MAP	۸.۶۴۳	P_2O_5	۶۲.۱۷	۲۰.۴۹۷	P_2O_5	۲.۶۱۹	۴.۲۴۲
	۱۱.۲۵۰		کودهای پتاسه	SOP	۶.۰۷۸	K_2O	۹۷.۸۵	۶.۲۱۱	K_2O	۶.۰۷۸	۱۱.۲۵۰

مشاهده می شود که با در نظر گرفتن ضرائب جذب عناصر غذایی برای کودهای ماکروی اولیه فی الواقع و از محل مصرف ۲۴۰ کیلوگرم، فقط مقدار ۷۶ کیلوگرم و با متعادل سازی مقدماتی بر اساس پتاسیم هم از این مقدار فقط ۲۷/۵ کیلوگرم از کودهای پرمصرف اولیه، قابلیت و پتانسیل جذب و مصرف توسط گیاهان را دارند:

کودهای ماکروی اولیه						
وضعیت تغذیه گیاهی با اصلاحات انجام شده				وضعیت فعلی تغذیه گیاهی		
مقدار واقعی عناصر غذایی موجود در کودهای مرسوم		نرمال سازی مقدماتی بر اساس پتاسیم		با در نظر گرفتن ضرائب جذب		مقدار ظاهری عناصر غذایی موجود در کودهای مرسوم
کودهای ازته	۱۲ کیلوگرم	۵/۶ کیلوگرم N	۲۳/۷ کیلوگرم N	۶۷/۷ کیلوگرم N	کودهای ازته	۱۴۵ کیلوگرم
کودهای فسفره	۴/۲ کیلوگرم	۲/۶ کیلوگرم P_2O_5	۸/۶ کیلوگرم P_2O_5	۴۳/۲ کیلوگرم P_2O_5	کودهای فسفره	۷۰ کیلوگرم
کودهای پتاسیمی	۱۱/۳ کیلوگرم	۶/۱ کیلوگرم K_2O	۶/۱ کیلوگرم K_2O	۱۳/۵ کیلوگرم K_2O	کودهای پتاسیمی	۲۵ کیلوگرم
۲۷/۵ کیلوگرم کودهای ماکروی اولیه				۲۴۰ کیلوگرم کودهای ماکروی اولیه		

منطق و استدلال هائی که در اینجا برای عناصر ماکروی اولیه بکار بردیم را برای عناصر ماکروی ثانویه و حتی ریزمغذی ها هم می توانیم استفاده کنیم که می توان اینچنین آنها را تقسیم بندی و فهرست کرد:

الف) ضرائب جذب عناصر غذایی و مقدار هدررفت کودها بصورت انفرادی و نه ترکیبی

ب) تنوع کودی بر اساس: - جدول نیاز گیاهان به عناصر غذایی و - درصدهای تعادلی عناصر غذایی (متعادل سازی های مقدماتی و تکمیلی)

شرکت شیمی کاران سبز طوبی



شرکت دانش بنیان، واحد فنی مهندسی و مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی در زمینه کودهای شیمیایی با شماره ثبت : ۱۸۳۶

در نظر گرفتن ضرائب جذب برای مصارف متعارف و عادی											
کیلوگرم کودهای شیمیایی			کیلوگرم محتوای عناصر			ضرائب جذب (درصد)			کیلوگرم محتوای عناصر		
۱۰	۶.۵	کودهای کلسیمی	CaN	۱.۵۴۲	CaO	۱۵			۰.۳۳۱	CaO	کودهای کلسیمی
	۳	کودهای منیزی	MgS	۰.۴۸۸	MgO	۲۵			۰.۱۲۲	MgO	کودهای منیزی
	۰.۵	کودهای ریزمغذی	FeS	۰.۱۰۰	Fe	۸۰			۰.۰۸۰	Fe	کودهای ریزمغذی
نرمال سازی بر اساس عنصر محدود کننده (منیزیم)											
کیلوگرم کودهای شیمیایی			کیلوگرم محتوای عناصر			متوسط عناصر غذائی			نرمال سازی بر اساس منیزیم		
۰.۸۴	۰.۴۹۶	کودهای کلسیمی	CaN	۰.۳۳۱	CaO	۳۴.۴۸	۰.۶۷۱		۰.۱۳۵	CaN	۰.۲۹۰
	۰.۱۹۸	کودهای منیزی	MgS	۰.۱۲۲	MgO	۳۱.۰۸	۰.۳۹۲		۰.۱۲۲	MgO	۰.۱۹۸
	۰.۱۴۸	کودهای ریزمغذی	FeS	۰.۰۸۰	Fe	۰.۷۰	۱۱.۴۲۹		۰.۰۵۳	FeS	۰.۰۰۵

کودهای ماکروی ثانویه و ریزمغذی ها						
وضعیت تغذیه گیاهی با اصلاحات انجام شده				وضعیت فعلی تغذیه گیاهی		
مقدار واقعی عناصر غذائی موجود در کودهای مرسوم			نرمال سازی مقدماتی بر اساس منیزیم	با در نظر گرفتن ضرائب جذب و مقدار هدررفت	مقدار ظاهری عناصر غذائی موجود در کودهای مرسوم	
کودهای کلسیمی	۰/۲۹ کیلوگرم	۰/۱۴ کیلوگرم CaO	۰/۱۴ کیلوگرم CaO	۰/۲۳ کیلوگرم CaO	۱/۵ کیلوگرم CaO	۶/۵ کیلوگرم کودهای کلسیمی
کودهای منیزی	۰/۲ کیلوگرم	۰/۱۲ کیلوگرم MgO	۰/۱۲ کیلوگرم MgO	۰/۱۲ کیلوگرم MgO	۰/۴۹ کیلوگرم MgO	۳ کیلوگرم کودهای منیزی
کودهای میکروالمنت	۰/۰۰۵ کیلوگرم	۰/۰۰۳ کیلوگرم Fe	۰/۰۰۸ کیلوگرم Fe	۰/۰۰۸ کیلوگرم Fe	۰/۱ کیلوگرم Fe	۰/۵ کیلوگرم کودهای میکروالمنت
۰/۴۹ کیلوگرم کودهای ماکروی ثانویه بعلاوه ریزمغذی ها				۱۰ کیلوگرم کودهای ماکروی ثانویه بعلاوه ریزمغذی ها		

بنابراین مشاهده می شود با توجه به ضرائب جذب و متعادل سازی های مقدماتی، از ۲۴۰ کیلوگرم کودهای ماکروی اولیه فقط مقدار ۲۷/۵ کیلوگرم و از ۱۰ کیلوگرم کودهای ماکروی ثانویه و ریزمغذی ها هم فقط ۰/۴۹ کیلوگرم و در مجموع از ۲۵۰ کیلوگرم انواع کودهای شیمیائی رایج و مرسوم فقط ۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم و به ترتیب برای حالت مصارف عادی و تدریجی در دسترس گیاه قرار گرفته و امکان جذب خواهد داشت.

شاید گمان شود در اینجا می شود این ادعا را مطرح کرد که اگر چنانچه بجای ۲۵۰ کیلوگرم کودهای مرسوم، از ۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم از همین کودهای رایج و مرسوم استفاده کنیم، انتظار و توقع داشتن همان عملکرد قبلی (یعنی عملکرد متوسط کشوری به میزان ۷ تن در هکتار) نایستی دور از ذهن باشد.

البته نکته مهم دیگری که در اینجا وجود دارد نقش سایر منابع تامین کننده عناصر غذائی مثل خاک و کودهای دامی می باشد. در شرایط معمول مهمترین منبع تامین کننده عناصر غذائی و مخصوصاً در محدوده عملکردهای متوسط، خاک می باشد و بسته به کیفیت و ترکیب و در یک کلمه حاصلخیزی خاک، بطور معمول پنجاه تا هفتاد درصد از نیازهای غذایی گیاه از طریق خاک تامین می شود. کودهای شیمیائی می توانند در حدود ۱۰ تا ۵۰ درصد از نیاز غذایی گیاه را تامین کنند. کودهای دامی و آلی هم معمولاً ۱۰ تا بیست درصد از نیاز

گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز را تأمین می کنند. این یعنی خاک و کودهای آلی و دامی بسیاری از سوءتدبیرهای ما در استفاده غلط و اشتباه کودهای شیمیایی را جبران می کنند و اگر تحقیقات مفصل و دقیقی انجام شود خواهیم دید که در دراز مدت و فواصل زمانی حداقل سه تا پنج و حتی ده ساله، چگونه حاصلخیزی و کیفیت اراضی کشاورزی را در حال نابود کردن هستیم. اما علی ایحال برای رسیدن به یک مدل ریاضی و داشتن فهم و درک درست از تغذیه گیاهی، محاسبات فوق که گاهی اوقات انتزاعی هم می نماید، ادامه شده است.

امیدواریم توانسته باشیم پاسخ این سوال را داده باشیم که اگر محاسبات فوق صحیح باشد و از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کودهای شیمیایی مصرفی فقط حدود ۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم بتواند جذب گیاه شود، چطور و در محصول نهائی و پس از پایان دوره رشد و بعد از برداشت، شاهد حضور مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی در اندام و محصول و ... گیاه هستیم؟ و انشاءالله توانسته باشیم مشخص کرده باشیم که این مقدار زیاد عناصر غذایی اگر از محل کودهای شیمیایی به ادعای مطالب فوق تأمین نشده اند پس از کجا در اختیار گیاه قرار گرفته است؟

به سرنوشت عناصر غذایی موجود در کودهای تک عنصری و یا چند عنصری حداقلی مرسوم، هنگام مصرف و بعد از رهائی و در نقطه جذب و کنار ریشه، توجه نمی شود که همین امر، فرموله و قاعده نمودن را از نظر ریاضی سخت و حتی غیرممکن می کند و پیش بینی ها بصورت غیر واقعی در می آید. **حفظ و عدم تغییر درصدهای تعادلی در نقطه مصرف و در کنار ریشه، نکته بسیار مهمی است که متأسفانه به آن توجه نمی شود.** به عبارت دیگر مطابق محاسبات و استدلال های فوق، اگر بتوانیم عکس العمل گیاهان در تغذیه گیاهی را فرموله و قاعده مند بر اساس قوانین ریاضی بکنیم و نتایج حاصل از تغییرات کودی را بتوانیم پیش بینی کنیم آنگاه آنچه مسلم و قطعی به نظر می رسد اینکه با رعایت مطالب مهمی همچون **تنوع کودی** و عنایت به درصد جذب و میزان هدررفت کودها و توجه به درصدهای تعادلی عناصر غذایی و سهم خاک و کودهای دامی در تغذیه گیاهی و تأثیر مصرف تدریجی، برای رسیدن به عملکرد ۹۰-۱۰۰ میلیون تن محصولات کشاورزی در سال، لازم نیست از ۳/۷ میلیون تن (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) کودهای شیمیایی استفاده کنیم و در مقابل و در بهینه ترین حالت تغذیه گیاهی (البته از نظر ریاضی) و فقط با مقدار ۶۵-۴۳ هزار تن در سال (۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار) می توان از روی محاسبات و منطق ریاضی به این عملکرد دست یافت که بایستی دید در عمل و تجربیات تکرارپذیر، فاصله و اختلاف محاسبات ریاضی تا واقعیت های میدانی که همان عکس العمل گیاه می باشد، چگونه است.

مجدداً تأکید می شود که انشاءالله در آینده نزدیک و در ادامه تحقیقات و پژوهش هایی که توسط این شرکت و سایر مجموعه های تحقیقاتی در اقصی نقاط کشور در حال انجام است، به فناوری و دانشی دست پیدا خواهد شد که به هدف آرمانی فوق نزدیک شده و با حدود ۱/۵٪ مقادیر فوق یعنی ۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم بجای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و با ۶۵-۴۳ هزار تن بجای ۳/۷ میلیون تن و با حدود ۳۵-۳۰ میلیون بجای ۲/۲ میلیارد دلار در سال، خواهیم توانست باذن الله به همین عملکرد ۹۰-۱۰۰ میلیون تن در سال به حول و قوه الهی دست یافت.

بنابراین فعلاً در مرحله ای هستیم که می خواهیم با مقدار ۴/۴-۲/۸۹ کیلوگرم از نظر محاسباتی بجای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، شاهد همان عملکرد باشیم. برای دستیابی به این هدف استراتژیک، بجز و به غیر از اصلاح تنوع کودی و در نظر گرفتن ضرایب جذب و سهم سایر منابع تأمین کننده عناصر غذایی بجز کودهای شیمیایی، بایستی درصدهای تعادلی عناصر غذایی که پس از نرمال سازی به آنها رسیده ایم، را از محل رها سازی تا نقطه جذب و در عمق خاک و کنار ریشه، ثابت نگه داشته و از تغییر پیدا کردن نسبت آنها جلوگیری کنیم. به عبارت دیگر **محلول نگه داشتن درصدهای تعادلی اصلاح یافته تا نقطه نهائی مصرف توسط گیاهان**، بزرگترین دغدغه ای است که برای اصلاح تغذیه گیاهی و رسیدن به هدف فوق وجود دارد.