Archive of SID

استفاده از کودهای نیتروژنه کند رها و بازدارانده های نیتریفیکاسیون برای مدیریت بهتر نیتروژن در تولید سبزیجات

نرگس قاسمی سیانی: دانشجوی دکتری دانشگاه شهرکرد
حمیدرضا رحمانی: عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

خلاصه

نیتروژن مهم ترین عنصر غذایی محدود کننده عملکرد در بسیاری قسمت های جهان می باشد. این عنصر به عنوان کود در بین سایر کودهای اصلی بیشترین مقدار استفاده، راحت‌ترین تلفات و گران ترین قیمت را دارد. نیتروژن افزوده شده به خاک به هر فرمی براحتی از طریق یکسری فرایندهای بیولوژیکی و شیمیایی تغییر شکل می دهد که در نهایت از طریق فرایند نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می شود. در طی این تغییر شکل فرم نیتروژن، این عنصر مستعد تلف شدن خواهد بود که باعث کاهش کارایی استفاده نیتروژن و پیامدهای سوء محیطی می شود. بنابر این نیتروژن بیشترین مهارت های مدیریتی را برای تولید موفق و اقتصادی و حفظ محیط زیست می طلبد. اقدامات آموزشی، فشارهای اجتماعی و تهدیدات قانونی کشاورزان را به سمت پذیرش بهترین روش های مدیریتی (BMPS) برای کمک به حفظ محیط زیست سوق می دهد. استفاده از بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون وکودهای نیتروژن کند رها از جمله تکنیک های خوب مدیریت نیتروژن برای تولید سبزیجات می‌باشند. اگر الگوی رها سازی عناصر کود با نیاز گیاه مطابقت داشته باشد، جذب نیتروژن کاراتر خواهد شد. مضافاً، اگر کودهای کند رها قبل از کاشت استفاده شوند، هزینه های تولید و نیاز به کاربردهای چندگانه کود نیتروژن محلول می تواند کم شود. کودهای مصنوعی کند رها به دو گروه کلی تقسیم بندی می شوند: آن‌هایی که فراورده واکنش شیمیایی هستند (مثل اوره-فرمالدئید)، و آن‌هایی که پوشش گوگردی، واکسی و رزینی در اطراف کود دارند. در بیشتر تحقیقات تولید سبزیجات، منابع در دسترس بر استفاده از اوره با پوشش گوگرد و اوره-فرمالدئید تمرکز یافته است، زیرا این کودها به مدت ۴۰ سال در بازار وجود داشته اند. تحقیقات جدیدتر کودهای با پوشش رزینی را ارزیابی کرده‌اند. در بیشتر بررسی ها استفاده از کودهای کند رها عملکرد را کاهش نداده، اما به ندرت عملکرد گیاه نسبت به وقتی که کود نیتروژن بصورت تقسیطی استفاده می‌شد افزایش یافته است. بر اساس بررسی های انجام شده فواید کاربرد کودهای کند رها مربوط به کاهش خطرات زیست محیطی و صرفه جویی در هزینه های تولید خواهد بود.

واژگان کلیدی: ، بازدارنده نیترات، سبزیجات، کود کند رها، نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از زمان نه چندان دور، محققان کشاورزی و کشاورزان در رابطه با چرخش نیتروژن مواد آلی خاک، افزودن کود آلی به خاک، نیتروژن استخراجی از رسوبات زمین و تثبیت نیتروژن توسط لگوم ها مسئله داشتند. تکنولوژی پیشرفته تولید کودهای مصنوعی مثل فرایند هابر، باعث به دست آوردن میزان بسیار زیادی منبع نیتروژن برای تولیدات کشاورزی گردید. این فرایند به دلیل مصرف بسیار زیاد سوخت فسیلی هزینه های زیادی را در بر می گرفت. علاوه بر آن در ارتباط با آلایندگی نیتروژن در آب و اتمسفر نیز نگرانی هایی وجود دارد (فری، ۲۰۰۵).

نیتریفیکاسیون اصطلاح کلی برای اکسید شدن نیتروژن احیایی (NH_3) به NO_2^- و NO_3^- از طریق مسیرهای هتروتروفیک و اتوتروفیک می باشد. نیتریفیکاسیون اتوتروفیک نیتروز اکسید و نیتریک اکسید تولید می کند که از گازهای گلخانه ای می باشند. نیتروز اکسید در جذب گرما از دی اکسید کربن موثرتر است، و نیتریک اکسید ازن استراتوسفری را تخریب می کند (کوین و فری، ۲۰۰۵). به هر حال بیشترین نگرانی در رابطه با نیتریفیکاسیون تولید نیترات می باشد که براحتی در معرض آبشویی و دنیتریفیکاسیون قرار می گیرد. نیترات به عنوان آلاینده هم برای آبهای سطحی و هم آبهای زیرزمینی مشکل ساز است. بازدارندگی نیتریفیکاسیون می تواند تلفات ناشی از آبشویی و دنیتریفیکاسیون را کند می کند و پیامدهای اکولوژیکی استفاده از کودهای نیتروژنه و دامی را کاهش می دهد.

بازدارنده های نیتریفیکاسیون از طریق تداخل در فعالیت گروهی از باکتریها به نام *Nitrosomonas* که آمونیاک را به نیتروز (NO_2^-) تبدیل می کند فرایند نیتریفیکاسیون را کند می کنند و بنابراین به شکل مؤثری تشکیل نیترات را کاهش می دهند. قابلیت دسترسی نیتروژن تغییر نمی کند، اما فرم آمونیوم ثابت است و نیتروژن آمونیومی به تلفات آبشویی و دنیتریفیکاسیون حساس است. بنابراین، کودهای نیتروژن آمونیاکی به عنوان "کودهای با کارایی بالا" نامیده می شوند. این اصطلاح توسط انجمن ادارات کنترل غذای آمریکا (AAPFCO) برای توصیف کوهای آمونیاکی همراه با کودهای کند رها بکار برده شد.

چند ماده شیمیایی دارای امتیاز بازدارندگی نیتریفیکاسیون در جدول ۱ ارائه شده است، اما تعداد کمی از آن ها از نظر اقتصادی و اکولوژیکی مؤثر هستند. تا سال ۲۰۰۰ تنها دو بازدارنده، نیتراپیرین و دیسیاندامید (DCD)، به شکل موفقی به عنوان بازدارنده نیتریفیکاسیون وارد بازار تجاری شده بودند. نیتراپیرین با کودهای آمونیاکی، مثل آمونیاک بی آب، اوره، محلول نیترات آمونیوم-اوره (UAN) نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم، و کودهای دامی استفاده می شود (فری، ۲۰۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. بعضی از بازدارنده های نیتریفیکاسیون

نام ماده شیمیایی	نام	بازدارندگی تا
۲-کلرو-۶-(تری کلرو متیل)	نیترا	۸۲
۴-آمینو-۱،۲،۴-۶-تریازول-HCl	AT	۷۸
۲،۴-دی آمینو-۶-تری کلرو متیل	DC	۵۳
تیو اوره	TU	۴۱
۱-مرکاپتو-۱،۲،۴-تریازول	MT	۳۲
۲-آمینو-۴-کلرو-۶-متیل	A	۳۱

BASF در آلمان یک بازدارنده جدید به نام ۳ و ۴ دی متیل پیروزول فسفات (DMPP) را در سال ۲۰۰۰ توسعه داد. این ماده بسیار مؤثر است و به دلیل اینکه براحتی با کودهای گرانوله مخلوط می شود استفاده از آن آسان است و هیچ دلیلی برای نگرانی محیطی ندارد. آزمایشات تاثیر مفید این ماده بر عملکرد، کیفیت و کارایی اقتصادی را به اثبات رسانده‌اند. این بازدارنده در چند کشور اروپایی با موفقیت به ثبت رسیده و وارد بازار شده است (زرولا و همکاران، ۲۰۰۱).

کودهای کند رها به ۳ دسته تقسیم شوند. اولین گروه، کودهای آلی از جمله بقایای گیاهی، کودهای دامی، یا دیگر بقایای آلی می باشند. این مقاله مروری استفاده از منابع طبیعی نیتروژن را بررسی نمی کند، بلکه بر فراورده های کند رها که به دلیل فرایند خاص مصنوعی تولید آن عناصر را به کندی آزاد می کنند توجه دارد (گورتال، ۲۰۰۹)

دومین دسته کودهای کند رها شامل فراورده هایی هستند که از اوره فرموله می شوند و باعث کاهش سرعت آزسازی اوره به محلول خاک می شود و دارای سه فراورده اصلی هستند: اوره-فرمالدئید (UF)، ایزوبوتیلدون دی‌اوره (IBDU) و تریازینون.

سومین دسته کودهای کند رها دارای پوشش فیزیکی گوگرد، واکس یا رزین پلاستیکی یا ترکیبی از این مواد می باشند. مواد پوششی قدیمی مثل گوگرد ۴۰ سال پیش توسعه داده شدند (لونت، ۱۹۶۸). در حالی که تکنولوژی پوششی جدید شامل رزین و پلیمرها در دهه‌های اخیر توسعه داده شده اند (شاویو، ۱۹۹۹). آزادسازی نیتروژن از فراورده های پوششی به رطوبت خاک، دمای خاک، فعالیت میکروبی، ضخامت پوشش، اندازه منافذ پوشش، یا مخلوطی از بعضی از این متغیرها بستگی دارد.

کودهای نیتروژن کود رها و بازدارنده های نیتریفیکاسیون با ویژگی های مثبتی مثل آزادسازی ثابت نیتروژن در طی زمان، و کاهش آبشویی نیترات همراه است (سیمون و هاتچینسون، ۲۰۰۵؛

www.SID.ir

Archive of SID

فری، ۲۰۰۵) از ویژگی های منفی این کودها نیتروژن قیمت بالاتر آن‌ها و عدم ایجاد پاسخ رشدی بهتر در گیاهان می باشد. به هر حال امتیازات کودهای کند رها و بازدانده های نیتریفیکاسیون برای افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن در طی فصل رشد و کاهش مشکلات زیست محیطی باعث شده که محققان این کودها را بر روی سبزیجات نیز آزمایش کنند. دراین مقاله تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از این کودها را در تولید سبزیجات مورد بحث قرار می‌دهیم.

مروری بر تحقیقات انجام گرفته

دیسیاندیامید (DCD)

دیسیاندیامید نیز یک ماده آلی محلول در آب است که هم به عنوان یک منبع کند رها نیتروژن و هم بازدارنده نیتریفیکاسیون می باشد که دارای ۶۵٪ نیتروژن می باشد. دیسیاندیامید در اروپا استفاده می‌شود و در ایالات متحده به عنوان بازدارنده نیتریفیکاسیون مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گرفت (فری، ۲۰۰۵). آزمایشات مزرعه ای با دیسیانامید به عنوان بازدارنده نیتریفیکاسیون بطور گسترده در چند مزرعه در سراسر ایالت متحده و بر روی سبزیجات بررسی شد (فری و همکاران، ۱۹۸۹). نسبت بالای آمونیوم به نیترات خاک پس از کاربرد کودهای آمونیاکی همراه با دیسانامید نشان داد که DCD به طور مؤثری از نیتریفیکاسیون به مدت چند هفته ممانعت کرد. اما بازدارندگی نیترات باعث تغییر عملکرد گیاه نگردید و افزایش عملکرد ناشی از مصرف DCD تنها در مقادیر کم کود مشاهده شد. این مشاهدات نشان می داد که جلوگیری از تلفات نیتروژن در مواقعی که میزان نیتروژن عامل محدود کننده است اثر مثبت قابل توجهی بر عمکرد گیاهان خواهد داشت.

اوره-فرمالدیئید:نام عمومی این کودها اوره فرم (UF) می‌باشد و حاوی ۳۰٪ نیتروژن است. اولین زمانی که این ترکیب به عنوان کود به فروش رسید ۱۹۵۵ بود. در مطالعاتی که از UF به عنوان کود کند رها استفاده گردیده عملکرد توت فرنگی مشابه با نیترات آمونیوم بوده است (آلبرتز و همکاران، ۱۹۹۱). زمانی که UF به میزان ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ کل نیتروژن مورد نیاز استفاده گردید، عملکرد گوجه فرنگی تحت تأثیر قرار نگرفت. اما عملکرد کل با افزایش درصد کود UF افزایش پیدا کرده بود (سیزینسکی و همکاران، ۱۹۹۹). فرض می‌شود به دلیل قیمت بالای گوجه فرنگی در اوایل فصل هزینه مازاد ناشی از مصرف UF با افزایش ارزش گوج فرنگی جبران شود. در کار تحقیقی دیگری کاربرد UF قبل از کاشت در مقایسه با کاربرد ۱۰۰٪ اوره تاثیری بر عملکرد یا کیفیت گوجه فرنگی ندارد (کویونن و هورواث، ۲۰۰۵).

ایزوبوتیلدون دی اوره (IBDU):

www.SID.ir

Archive of SID

مقالات تحقیقی که IBDU را به عنوان منبع نیتروژن ارزیابی کرده اند منابع دیگر کودی را نیز در آزمایشات خود بکار گرفته‌اند. در این بررسی‌ها IBDU به ندرت در مقایسه با اوره و دیگر تیمارهای نیتروژن باعث افزایش عملکرد شده است. و بهبود کیفیت میوه نیز با کاربرد IBDU در مقایسه با دیگر منابع نیتروزن مشاهده نشده است (لوکاسیو و فیسکل، ۱۹۷۹؛ آلبرتز و همکاران، ۱۹۹۱).

اوره با پوشش گوگردی (SCU):

اولین تحقیقی که استفاده از SCU را در تولید سبزیجات بررسی کرد در سال ۱۹۷۰ با کاربرد SCU در مقاسه با سایر منابع نیتروژن بود که بیشترین عملکرد خربزه با کاربرد نیترات آمونیوم به دست آمد. وقتی دو کود SCU با سرعت مختلف آزادسازی نیتروژن با تیمارهای ۱۰۰٪ قبل از کاشت مقایسه شدند، آزادسازی اولیه نیتروژن برای پیشبرد نمو میوه برای بالا بردن عملکرد میوه کافی نبود (ویلکوکس،۱۹۷۳). تحقیق دیگری پی برد که SCU قبل از کاشت عملکرد معادل تیمارهایی بود که کود نیتروژن محلول را بصورت تقسیطی دریافت کردند (براون و همکاران، ۱۹۸۹)، بخصوص در شرایطی که آبشویی نگران کننده بود (وادل و همکاران، ۲۰۰۰). به عنوان مثال، وقتی ۱ ماه پس از کاشت سیب زمینی SCU استفاده شد، عملکرد تیمارهای SCU معادل با عملکرد بدست آمده از تیمارهای اوره در دو سال از دوره سه ساله آزمایش بود و در یک سال عملکرد تیمارهای SCU بیستر از تیمارهای اوره بود که به دلیل بارندگی زیاد در آن سال و افزایش آبشویی نیترات در تیمارهای اوره که یکبار در طول فصل رشد استفاده می‌شدند بود در حالی‌که تقسیط کردن اوره در آن سال باعث عملکردی معادل با تیمارهای SCU گردید (لیگل و واش، ۱۹۷۶). در کار دیگری عملکرد هندوانه در یک فصل با بارندگی زیاد با کاربرد SCU افزایش یافت و در فصول دیگر عملکرد تیمار SCU معادل با تیمارهای تقسیط اوره بود (لوکاسیو و همکاران، ۱۹۷۸).

به دلیل این‌که اصطلاح "SCU " محصولات مختلف با سرعت آزادسازی مختلفی را در بردارد، مقایسه کودهای کند رها نیتروژن مشکل می باشد. بنابر این اکثر مطالعات چند فرم مختلف از SCU را استفاده کرده‌اند. سرعت کم آزاداسازی ۱۱/۵٪ در ۷ روز، سرعت متوسط آزادسازی۲۹/۳- ۲۱/۵٪ و سرعت زیاد آزادسازی ۴۴-۳۵٪ می باشد(گورتال، ۲۰۰۹)

اوره با پوشش رزینی (RCU):

یک مطالعه‌ای که کود RCU را در سیستم های تولید فلفل ارزیابی کرد تأثیرات کمی بر عملکرد و کیفیت فلفل گذاشت (گورتال، ۲۰۰۰). کودهای RCU، SCU و نیترات آمونیوم تقسیطی در سیستم تولید فلفل با مالچ پلاستیکی بکار برده شدند که در یک سال از دوره ۳ ساله آزمایش، فلفل برداشت شده از تیمارهای SCU عملکرد قابل فروش کمتر نسبت به تیمارهای RCU یا

www.SID.ir

Archive of SID

آمونیوم نیترات داشت. در دو سال دیگر آزمایش، منبع نیتروژن بر عملکرد اقتصادی فلفل تاثیر نداشت. این نتیجه نشان داد که منابع نیتروژنی کند رها در صورت در دسترس نبودن سیستم تزریق کود محلول نیترات آمونیوم مؤثر می باشند.

نتیجه گیری

کودهای کند رها برای تولید سبزیجات ابتدائاً کود SCU بوده است. بعد ازآن کارهای تحقیقی با UF و به دنبال آن با IBDU انجام گرفته است و کارهای تحقیقی کمتری بر کودهای با تکنولوژی جدید پوشش فیزیکی مثل RCU انجام گرفته است.

بررسی‌ها اغلب کاربرد پیش کاشتی مواد کند رها و مقایسه آن ها با منابع نیتروژن محلول با کاربرد یکباره یا تقسیطی آن ها را ارزیابی کرده‌اند. در بیشتر مطالعات عملکرد کودهای کند رها به ندرت در مقایسه با مواد محلولی همچون اوره و نیترات آمونیوم افزایش می‌یافت. این نتیجه بخصوص زمانی که منابع محلول نیتروزن بصورت تقسیطی بکار می‌رفتند صحت داشت. بنابراین با این‌که استفاده از کودهای کند رها افزایش عملکرد را نشان نمی‌داد، آبشویی نیتروژن کاهش، کارایی استفاه از کود افزایش و هزینه های تولید بایستی کاهش نشان می‌داد. تحقیقاتی هم که ترکیب کودهای محلول و کودهای کند رها را آزمایش می‌کنند نیز ممکن است به تعیین نسبت دقیقی از نیتروژن محلول برای جذب توسط گیاه که همزمان تلفات آبشویی را به حداقل برساند کمک کند. به دلیل اینکه تحقیقات زیادی وجود دارند که نشان می‌هند کودهای کندرها تأثیر منفی بر عملکرد سبزیجات ندارند، تحقیقات باید در جهت کشف فواید زیست محیطی و اقتصادی استفاده از این کودها برای تولید سبزیجات ادامه پیدا کند.

منابع

Guretal, E.A. Slow-release Nitrogen Fertilizers in Vegetable Production, 2009. hertechnology 19 (1). P.16-19.

Frye, W. Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. 2005IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers Frankfurt, Germany, P. 8

Coyne, M.S. and Frye, W.W. 2005. Nitrogen in soils: The N cycle. Elsevier, Ltd.

Zerulla, W. Barth, T. Dressel, J. Erhardt, K. Horchler von Locquenghien, K. Pasda, G. Radle, M. and Wissemeier, A. 2001. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: An introduction. Biology and Fertility of Soils. 34:p. 79-84.

Shaviv, A. 1999. Preparation methods and release mechanisms of controlled release fertilizers: Agronomic efficiency and environmental significances. Proc. Intl. Fert. Soc. 431:p. 1–35.

Lunt, O.R. 1968. Modified sulfur coated granular urea for controlled nutrientrelease. 9th Intl. Congr. Soil Sci. Trans. 3: p. 377–383

www.SID.ir