



استفاده از کودهای زیستی، راهکاری برای افزایش کمی و کیفی تولید علوفه یونجه

علیرضا توسلی*

* استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

*. نویسنده مسئول: ar.tavasolee@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۸

چکیده

توسلی، ع. ۱۴۰۰. استفاده از کودهای زیستی، راهکاری برای افزایش کمی و کیفی تولید علوفه یونجه. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۲ (۲): ۹۶-۹۱.

یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط زیست و پایداری تولید در نظام‌های کشاورزی، استفاده از کودهای زیستی است. کود زیستی (بیولوژیک) تراکم زیادی از یک یا چند نوع ارگانیزم مفید خاکزی و یا مواد متابولیک این موجودات است که همراه با یک ماده نگهدارنده و صرفاً به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، تولید و عرضه می‌شود. ارزش کود زیستی به دلیل سه خاصیت مهم تغذیه‌ای و شیمیایی (از نظر میکروارگانیزم خاک) و خواص فیزیکی و بهبود خواص بیولوژیک محیط اطراف ریشه گیاه است. یونجه با ارزش‌ترین گیاه خانواده لگوم‌ها است که مصرف آن نسبت به سایر علوفه‌های سبز کاشته شده، متداول‌تر است. این گیاه می‌تواند در شرایط مناسب در اثر هم‌زیستی با باکتری سینوریزوبیوم ملیلوتی، مقدار قابل ملاحظه‌ای از نیتروژن مولکولی هوا را تثبیت نموده و صرف نیازهای خود کند. ترشح ترکیبات شیره سلولی از ریشه به درون خاک و باقیماندن اندام‌های ریشه و غده‌های باکتری در خاک، موجب تقویت حاصلخیزی خاک می‌شود، همچنین باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه که در محیط ریزوسفر ریشه رشد و تکثیر می‌یابند، با مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم و از جمله فراهم نمودن نیتروژن در خاک در طول دوره رشد گیاه، می‌توانند نقش مهمی در عملکرد کمی و کیفی محصول داشته باشند. بنابراین؛ گنجاندن مصرف کودهای زیستی شامل باکتری هم‌زیست یونجه و همچنین باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه در برنامه تغذیه علوفه یونجه، می‌تواند ضمن افزایش عملکرد به بهبود کیفی علوفه تولیدشده، کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، یونجه، تغذیه گیاهی، تثبیت نیتروژن، میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی

مقدمه

گیاه چندساله یونجه (*Medicago sativa* L.) یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهان علوفه‌ای است که بشر آن را به‌عنوان یک گیاه داشتن پروتئین، مواد معدنی، ویتامین و سایر مواد و ارزش غذایی بالا، به تجدید مواد آلی خاک، اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک و بهبود حاصلخیزی آن کمک می‌کند. کشت یونجه در بین کشاورزان کشورهای در حال توسعه با رشد جمعیتی بالا که توانایی تأمین کودهای شیمیایی را ندارند، بسیار رایج بوده و این گیاه جزو گیاهان بسیار مفید در دوره تناوب زراعی می‌باشد. در برخی از مناطق کشور ما نیز که فصل رویش طولانی است، این گیاه می‌تواند تا ۲۵ تن در هکتار علوفه خشک تولید نماید (۷). گیاه یونجه در شرایط آب و هوایی گوناگون، به شرط آن که در طول دوره رشد، میانگین درجه حرارت روزانه از پنج درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد، کشت می‌شود. تعداد چین یونجه در مناطق گرمسیر، به مراتب بیشتر از مناطق سردسیر است؛ به‌طور مثال در جلگه خوزستان حدود ۱۰ تا ۱۵ چین، در نواحی معتدل مانند کرج، چهار تا پنج چین و در نواحی سردسیر مانند تبریز، دو تا سه چین است (۲).

سطح زیرکشت یونجه در ایران حدود ۶۲۲ هزار هکتار، با تولید حدود شش میلیون تن علوفه است که نشانگر اهمیت تولید علوفه در کشور می‌باشد (۱). این محصول، با ارزش‌ترین گیاه خانواده لگوم‌ها است که مصرف آن نسبت به سایر علوفه‌های سبز کاشته شده، متداول‌تر است. یونجه دارای سیستم تثبیت بیولوژیک نیتروژن می‌باشد که در طی آن، نیتروژن اتمسفری در حضور آنزیم نیتروژناز، به آمونیوم تبدیل می‌شود. این آنزیم یک کاتالیزور زیستی است که در یک سری از میکروارگانیسم‌ها نظیر ریزوبیوم و ازتوباکترها یافت می‌شود. تثبیت نیتروژن به دو شکل، هم توسط میکروارگانیسم‌های آزاد خاکری و هم بوسیله میکروارگانیسم‌هایی که همزیستی سیمبیوتیک با گیاهان عالی دارند، انجام می‌شود. گیاه یونجه، نیتروژن اتمسفری را توسط یک ریزوبیوم اختصاصی به نام ملیوتی، تثبیت می‌کند؛ این باکتری انرژی خود را از طریق گیاه میزبان دریافت کرده و در گره‌های تشکیل‌شده بر روی ریشه به نام نودول زندگی می‌کند. گیاه نیز از نیتروژن تولید شده در گره‌ها برای مصرف سوخت و تولید شاخ و برگ استفاده می‌کند (شکل ۱). در مجموع، گیاه به ازای هر گرم نیتروژن تثبیت شده در ریزوبیوم، می‌تواند معادل ۱ الی ۲۰ گرم کربن از طریق فتوسنتز تثبیت کند و انرژی مازاد حاصل از این تثبیت می‌تواند، برای رشد و توسعه یونجه مفید باشد (۶).



شکل ۱- گره‌های ریزوبیومی روی ریشه گیاه یونجه

برگ یونجه مغذی‌ترین بخش گیاه است، بر این اساس نسبت برگ به ساقه، شاخص خوبی برای سنجش کیفیت این علوفه می‌باشد. در زمان برداشت، برگ‌های یونجه ۵۰ تا ۷۰ درصد پروتئین دارند. علوفه مرغوب، به رنگ سبز تیره، پُر برگ با بوی مطبوع، بدون کپک، خاک و علف هرز است. برای برداشت یونجه نخست علوفه را با موور بریده، آنرا ردیف می‌کنند. هنگامی که میزان رطوبت گیاه به ۱۰ تا ۱۵ درصد رسید، با استفاده از بویلر، آن را فشرده و بسته‌بندی می‌کنند. سیلوکردن یونجه یکی از روش‌های مناسب نگهداری این علوفه است که سبب افزایش کیفیت آن می‌شود. چون پروتئین نخستین ماده‌ای است که از دسترس خارج می‌شود، از این رو اگر فرآیند سیلوکردن به درستی انجام نشود، بخش زیادی از آن، از بین می‌رود. مقدار رطوبت توصیه شده برای علوفه یونجه به هنگام سیلوکردن ۶۰ تا ۷۰ درصد است. برای بدست آوردن سیلویی با کیفیت مطلوب بهتر است، اسیدهای معدنی رقیق مانند اسید سولفوریک، اسید کلریدریک یا ملاس رقیق‌شده به توده‌تر علوفه افزوده شود (۶).



شکل ۲- علوفه یونجه

اهمیت تغذیه گیاهی یونجه

در کاشت یونجه، حاصلخیزی خاک تأثیر به‌سزایی در عملکرد و کیفیت علوفه تولیدی دارد. از سوی دیگر، افزایش مصرف کود جهت جبران کمبود عناصر ضروری برای رشد یونجه، هزینه‌های تولید را بسیار افزایش می‌دهد. چون دوره رشد یونجه طولانی است و برداشت محصول بیشتر در مرحله جوانی می‌باشد، لذا برداشت چندین محصول یونجه در سال، موجب کم شدن مقدار مواد غذایی خاک و کاهش محصول در سال‌های بعدی می‌شود. این امر به‌ویژه، در مورد عناصری چون نیتروژن، پتاسیم و کلسیم بیشتر صادق است. به علاوه، کمبود عناصر غذایی در خاک، سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. همچنین به‌علت عدم تعادل عناصر غذایی در خاک، جذب بیش از حد برخی عناصر توسط یونجه سبب ایجاد مسمومیت در دام‌ها می‌شود. چون اختلالات متابولیکی با تعادل مواد معدنی در رژیم غذایی دام‌ها ارتباط دارد لذا بکارگیری توصیه‌های لازم جهت مصرف کودهای شیمیایی برای رفع عدم تعادلات، ضروری است. بدین ترتیب برای رسیدن به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول، مصرف بهینه کودهای شیمیایی با آگاهی از وضعیت عناصر غذایی در خاک و گیاه، الزامی است (۷).

میزان حاصلخیزی خاک، از جمله عواملی است که در ارزش غذایی گیاه یونجه تأثیر می‌گذارد. خاک‌ها از نظر تأمین عناصر غذایی بسیار باهم متفاوت هستند. همچنین ویژگی‌های ژنتیکی و واکنش خاک از دیگر عواملی است که در توان تأمین عناصر غذایی خاک نقش دارند. واکنش مناسب برای رشد یونجه بین $6/6$ تا $7/5$ است که به بافت خاک، مقدار مواد آلی و دیگر ویژگی‌های شیمیایی خاک بستگی دارد. در خاک‌های اسیدی در اثر حضور مقادیر زیاد آهن، منگنز و آلومینیوم و کمبود برخی عناصر مانند فسفر، کلسیم، منیزیم و عناصر کم‌مصرفی مانند مولیبدن، مقدار محصول یونجه کم است. همچنین در خاک‌های با واکنش زیاد، به‌دلیل کاهش جذب برخی عناصر مانند آهن، منگنز، روی، عملکرد و کیفیت محصول تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اگرچه بیشتر خاک‌های تحت کشت این محصول در کشور آهکی است، اما گیاه یونجه از حساس‌ترین گیاهان خانواده علوفه نسبت به کلسیم است (۲).

کودهای زیستی و انواع آن

در اطراف ریشه گیاه و محیط ریزوسفر، جمعیت باکتری‌های ریزوبیوم، از توباکتر، آروسپریلیوم، سودوموناس، باسیلوس، تیوباسیلوس و غیره، بیشتر از سایر مناطق دور از ریشه گیاه می‌باشد؛ این باکتری‌ها با

مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم به رشد گیاه کمک می‌کنند. امروزه شاهد تولید و عرضه این ارگانیسم‌ها در قالب کودهای زیستی به‌دلیل نقش و کارکرد مثبت این گروه از باکتری‌ها در رشد گیاه، کنترل عوامل بیماری‌زا یا تعدیل اثرات مضر تنش‌های محیطی نظیر شوری، خشکی و غیره، هستیم. براین اساس، کودهای زیستی عبارت‌اند از جمعیتی از یک یا چند نوع از باکتری‌ها و یا به‌طور کلی جمعیتی از یک یا چند نوع از ارگانیسم‌های مفید خاکزی (مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها و غیره) که بر روی ماده حاملی قرار دارند و برای تأمین عناصر غذایی و کمک به رشد گیاهان در هنگام کاشت و یا در مراحل مختلف رشد گیاه، استفاده می‌شوند. این ارگانیسم‌ها برای اهداف خاصی از جمله: تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون فسفات، آهن، پتاسیم و... از ترکیبات نامحلول خاک، انتقال و کمک به جذب عناصر کم‌تحرک مثل فسفر و روی در خاک توسط گیاه، همچنین ترشح هورمون‌های تحریک‌کننده رشد که در نهایت موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شوند، استفاده می‌شوند (۵). میکروارگانیسم‌های یادشده، معمولاً در اطراف ریشه گیاه استقرار می‌یابند و در جذب عناصر غذایی به گیاه کمک می‌کنند. کودهای زیستی آلودگی کودهای شیمیایی را ندارند و باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش محصول و کاهش بیماری‌ها می‌شوند.

براساس نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده، کاربرد کود زیستی همراه با کودهای شیمیایی دیگر، باعث کاهش مصرف کود شیمیایی، حداقل تا مقدار ۳۰٪ می‌شود. ریزوسفر، منطقه باریکی از خاک اطراف ریشه‌های زنده گیاه است که به‌وسیله سیستم ریشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۸). این ناحیه، آمیخته‌ای از ذرات جامد خاک و جوامع فعال میکروبی است که در مقایسه با توده خاک غنی از عناصر غذایی (به‌دلیل تجمع ترشحات مختلف گیاهی همچون اسیدهای آمینه و قندها)، منبع غنی از انرژی و عناصر غذایی برای باکتری‌ها فراهم می‌کند. به باکتری‌های این منطقه از ریزوسفر، اصطلاحاً ریزوباکتر و به انواعی از آنها که موجب افزایش رشد گیاه و عملکرد محصولات مهم زراعی می‌شوند، ریزوباکترهای محرک رشد گیاه یا PGPR می‌گویند. این باکتری‌ها می‌توانند از طریق مکانیسم‌های مختلف، اثرات مثبتی را بر گیاهان اعمال نمایند و در توسعه کشاورزی پایدار و حفاظت از محیط‌زیست، نقش داشته باشند. جنس‌های *پسودوموناس*، *آگروباکتریوم*، *ازوتوباکتر*، *آروسپریلیوم* و *باسیلوس* از جمله باکتری‌های ریزوسفری هستند. مطالعات بسیاری در خصوص بررسی تأثیر PGPR بر رشد گیاهان زراعی انجام شده است؛ به‌طور کلی گزارش شده که باکتری‌های محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی گندم، کلزا و ذرت را

کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای حفظ ارزش کیفی خاک است؛ چرا که مصرف غیراصولی و بلندمدت کودهای شیمیایی، نتیجه‌ای جز کاهش تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، برهم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های محیط‌زیستی در پی نخواهد داشت. گرچه مصرف کودهای شیمیایی برای رفع کامل کمبود برخی از عناصر ضرورت دارد، ولی به هر حال بهتر است در حد مکمل کودهای زیستی مورد استفاده قرار گیرند (۲).

کیفیت یونجه به‌عنوان یک نشانگر مقایسه و ارزیابی، نقش بسیار مهمی در ارزش غذایی و اقتصادی محصول گیاهان علوفه ای دارد. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که رابطه مثبتی بین تجمع نیتروژن و میزان استفاده از کود فسفره وجود دارد؛ از این رو فسفر افزون بر نقش مهم در عملکرد کمی علوفه، می‌تواند با افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن بی‌باعث بیشتر شدن عملکرد کیفی علوفه شود. نتایج بررسی اثر کمبود فسفر بر چند گونه لگوم نشان داد که گونه‌ها در شرایط کمبود فسفر، ریشه‌های کوتاه‌تر و ضخیم‌تر با وزن ریشه کمتری، تولید کردند؛ از این رو با توجه به نقشی که ریشه این گیاهان به‌صورت هم‌زیستی با ریزوبیوم و میکوریزا در تثبیت نیتروژن، حاصلخیزی خاک و جذب دیگر عناصر دارند، مطالعه تأثیر کود فسفره به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار بر فعالیت هم‌زیستی گیاهان لگوم، اهمیت دارد. کودهای زیستی دارای باکتری حل‌کننده فسفات از گونه سودوموناس پوتیدا است که با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز، باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌شوند. با توجه به تغییرات شدید غلظت فسفر قابل جذب در ریزوسفر گیاه، استفاده از کودهای زیستی آزادکننده فسفر تا حدود زیادی می‌تواند مشکلات جذب این عنصر را تعدیل کنند و بر جذب دیگر عناصر در گیاهان به‌ویژه در گیاهان علوفه ای به‌عنوان یک معیار کیفی تأثیرگذار باشند (۵).

گیاه یونجه از نظر مقاومت به شوری در گروه گیاهان نیمه‌متحمل قرار دارد. در حال حاضر، تقویت زیستی بذر با به‌کارگیری باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، از جمله کارآمدترین روش‌های پرایمینگ بذر است و در حال جایگزینی تدریجی آن با کودهای شیمیایی می‌باشد. پرایمینگ بذر فناوری است که به‌واسطه آن، بذر پیش از قرار گرفتن در بستر خاک و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی بسیاری در بذر پیش تلقیح شده و گیاه حاصل از آن مانند: چگونگی جوانه‌زنی،

افزایش داده اند (۴).

استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه در شرایط شور نیز باعث افزایش عملکرد گندم شده است. طی تحقیقی که در آن از باکتری‌های محرک رشد گیاه با توان تولید آگروپلی ساکارید استفاده شده بود، عملکرد بیولوژیک گندم‌های تلقیح شده نسبت به گندم‌های تلقیح نشده، افزایش یافت (۹). از جمله فعالیت‌های مفید باکتری‌های ریزوبیومی که می‌توانند در تشدید رشد گیاهان مختلف مؤثر واقع شوند، می‌توان به توان تولیدی هورمون‌های محرک رشد گیاه به ویژه اکسین‌ها (IAA) و ترکیبات مشابه آن توسط سویه‌های مختلف ریزوبیوم، اشاره کرد؛ به علاوه اثرات مثبت تلقیح توأم از توپاکتر و ریزوبیوم بر گروه‌بندی سویا، ماش و شبدر معنی‌دار گزارش شده است.

تحقیقات توسلی و همکاران (۳)، نشان داد که تلقیح بذور یونجه با باکتری سینوریزوبیوم ملیلوتی و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه (سودوموناس و از توپاکتر)، موجب افزایش کمی و کیفی محصول یونجه می‌شود. نتایج تحقیق مزرعه ای به‌عمل آمده، به خوبی نشان داد که تلقیح با باکتری افزاینده رشد، موجب افزایش پارامترهای رشدی و همچنین عملکرد علوفه تر و خشک می‌شود. میزان عملکرد علوفه تر و خشک تولیدی به بیش از دو تن در علوفه خشک و چهار تن در علوفه تر رسید. پژوهشگران دیگر نیز نتایج مثبتی از تلقیح گیاهان مختلف با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، بدست آورده‌اند. انواع کودهای زیستی شامل: باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (BNF)، قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار (AMF)، میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات (PSM)، میکروارگانسیم‌های ریزوسفری افزاینده رشد گیاه (PGPR) و باکتری‌های تیوباسیلوس (TB) هستند (۳).

نقش و اهمیت کودهای زیستی در تولید علوفه

کودهای زیستی، توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به قابل دسترس برای گیاه را طی فرآیندهای زیستی دارند و باعث توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌شوند. این کودها، بر مبنای گزینش انواعی از موجودات مفید خاک تهیه می‌شوند که بالاترین کارایی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد گیاه و فراهم‌سازی عناصر غذایی به شکل قابل جذب دارند. کاربرد مایه مایه‌زنی تهیه شده با این انواع، ضمن وارد کردن جمعیت انبوهی از یک میکروارگانسیم فعال و مؤثر در حوزه فعالیت سیستم ریشه‌ای، توان گیاه را برای جذب بیش‌تر عناصر غذایی، افزایش می‌دهد (۴). استفاده از انواع کودهای زیستی، به‌ویژه در

استقرار اولیه گیاه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی، افزایش کمی و کیفی محصول شود.

باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه از طریق ساز و کارهای متفاوت، بر شاخص‌های گوناگون رشد تأثیر می‌گذارند. از جمله این سازوکارها می‌توان به تولید و ترشح تنظیم‌کننده‌های رشد مثل: اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها، تثبیت نیتروژن، توان حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول و دیگر عناصر غذایی و نیز کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی، اشاره کرد. بیشتر باکتری‌های محرک رشد گیاه که در تحقیقات سال‌های اخیر از آنها استفاده شده است، مربوط به جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، سودوموناس و ریزوبیوم می‌باشد. پیدایش سریع و یکنواخت گیاهچه‌ها در مزرعه، از جمله عوامل مؤثر در استقرار و حصول تراکم بوته مطلوب برای دستیابی به عملکرد کمی و کیفی بالقوه گیاهان زراعی است که به دنبال مصرف باکتری‌های محرک رشد گیاه، ایجاد می‌شود (۳).

جمع بندی

با توجه به وجود تنش‌های خشکی، شوری و آلودگی عناصر سنگین در برخی از اراضی زیر کشت یونجه در مناطق مختلف کشور و پژوهش‌هایی که برای بهبود تثبیت زیستی نیتروژن انجام شده، به این نتیجه می‌توان رسید که تلقیح بذور یونجه با باکتری سینوریزوبیوم مناسب می‌باشد و نیز استفاده از باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه می‌تواند موجب بهبود عملکرد کمی و کیفی علوفه تولیدی یونجه شود.

توصیه های ترویجی

* در هنگام مصرف کود زیستی، باید به تاریخ تولید و مدت زمان نگهداری کود که بر روی بسته آن درج شده است، توجه شود. مناسب‌ترین زمان مصرف کود در طول شش ماه اول از زمان تولید کود است. هنگام مصرف کود زیستی نیز باید به نحوه مصرف کود مذکور که بر روی بسته آن نوشته شده است، دقت شود. اشعه مستقیم آفتاب از بین برنده میکروارگانیسم‌های موجود در کود است؛ بنابراین هنگام تلقیح و کاربرد آن در مزرعه باید به این موضوع توجه شود. در هنگام مصرف مایه تلقیح‌های ریزوبیومی برای لگوم‌ها، فقط حدود ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌عنوان استارتر مصرف می‌شود.

و نیازی به مصرف بیشتر کود نیتروژن وجود ندارد.

* گیاه یونجه در صورت فراهم بودن شرایط مناسب، در اثر هم‌زیستی با باکتری‌های خانواده ریزوبیوم، می‌تواند نیاز خود به نیتروژن را تأمین کند، لذا باید از مصرف نیتروژن بجز در آغاز فصل رشد به‌عنوان شروع‌کننده (استارتر) خودداری شود. به‌علت امکان هم‌زیستی ریشه یونجه با باکتری‌های همزیست تثبیت‌کننده نیتروژن هوا، مصرف کودهای نیتروژنی بجز در خاک‌های دارای ماده آلی کم به هنگام کاشت و در خاک‌های با عملکرد زیاد یونجه و با دوره چندین ساله برداشت به‌صورت سرک، توصیه نمی‌شود.

* از کودهای زیستی محرک رشد گیاه و کودهای حل‌کننده فسفر موجود در بازار و مورد تأیید موسسه تحقیقات خاک و آب می‌توان در هنگام کاشت، پس از برداشت هر چین و یا در هر سال زراعت یونجه (یونجه‌های چند ساله) همراه با آب آبیاری و بر اساس توصیه موجود بر روی بسته کود در مزارع یونجه، استفاده نمود.

* افزون بر بالا بودن ارزش غذایی یونجه و نقش آن در تغذیه دام‌ها، کاشت آن به‌عنوان کود سبز در دوره‌های تناوب زراعی برای تقویت ویژگی‌های خاک ضروری است. کشت این نوع گیاهان در خاک‌های کشاورزی که در اثر کشت پیوسته جرم مخصوص ظاهری در آنها افزایش و نفوذپذیری‌شان کاهش یافته و فشرده شده‌اند، توصیه می‌شود.

* با توجه به طولانی بودن دوره رشد یونجه و برداشت چند چین محصول در سال، تجزیه شیمیایی خاک و گیاه برای شناخت و رفع کمبود عناصر غذایی و توصیه کودی ضروری است. مقدار مصرف کودهای شیمیایی در زراعت یونجه، بستگی به تناوب چین، آب و هوا و غذایی خاک، میزان محصول، مرحله رشد و تعداد چین، آب و هوا و مدیریت مصرف دیگر کودها دارد؛ از این رو، پیش از کشت، با انجام آزمون خاک باید وضعیت حاصلخیزی خاک از نظر درصد مواد آلی، فسفر و پتاسیم مشخص شود تا در صورت نیاز، کود لازم به خاک اضافه شود. مصرف فسفر بعد از کشت به‌صورت سرک به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود و پتاسیم را نیز در صورتی که بافت خاک سبک باشد، می‌توان بعد از کشت، به سطح خاک اضافه کرد.

منابع:

- ۱- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۸. وزارت جهاد کشاورزی.
- ۲- ایرانی پور، ر. ۱۳۹۹. دستورالعمل مدیریت تلفیقی تغذیه یونجه و کود دهی محصول یونجه. نشریه فنی ۶۰۳. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج. ۵۵ صفحه.
- ۳- توسلی، ع.، خاوازی، ک.، منیری فر، ح.، بشارتی، ح.، میرفخرایی، ن.، شمشیرپور، م. و زمانی، ص. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد و خصوصیات رشدی اکوتیپ‌های یونجه در شرایط شوری خاک با تلقیح سویه های مقاوم به شوری باکتری سینوریزوبیوم ملیوتی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۶۲ (۴): ۷۹-۶۳.
- ۴- خاوازی، ک.، اسدی رحمانی، ه. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (چاپ دوم با بازنگری بنیادی)، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات سنا، ۴۳۵ صفحه.
- ۵- ساریخانی، م. و امینی، ر. ۱۳۹۹. کودهای زیستی در کشاورزی پایدار: نگاهی به تحقیقات کودهای زیستی در ایران. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۰ (۱): ۳۶۵-۳۲۹.
- ۶- منیری فر، ح. احمدی عدلی، ر.، بابایی، ع.، بایوردی، ا.، توسلی، ع.، ضیایی، ع.، عابدی پریخان، م.، غلیزاده، خ.، محمدی پور، م. و میرفخرایی، ن. ۱۳۹۴. راهنمای یونجه (کاشت، داشت، برداشت). ویژه طرح بسیج همگام با کشاورز. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و سازمان بسیج مهندسين کشاورزی و منابع طبیعی و پژوهشکده خودکفایی و امنیت غذایی. ۲۳۸ صفحه.
- ۷- واعظی، ع. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد یونجه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی، نشریه فنی شماره ۱۵۸، ۱۷ صفحه.
- 8- Bais, H. P., Weir, T. L., Perry, L. G., Gilroy, S., & Vivanco, J. M. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 233-266.
- 9- Upadhyay, S. K., & Singh, D. P. (2015). Effect of salt-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria on wheat plants and soil health in a saline environment. *Plant Biology*, 17(1), 288-293.