علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال ششم شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲

کاربرد کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی در ایران: چالش‌ها و راهکارها

هوشنگ خسروی [1*]

۱- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

** نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول:* hkhosravi@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۲/۰۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

چکیده:

سیب‌زمینی یکی از محصولات کشاورزی مهم در سبد غذایی مردم ایران است. برای رشد گیاه سیب‌زمینی، مقادیر زیادی کودهای شیمیایی مصرف می‌شود که باعث بروز مشکلاتی برای انسان و محیط زیست می‌شود. یافتن روش‌های جایگزین مبتنی بر حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان برای تغذیه این محصول مفید و پرمصرف، اهمیت زیادی دارد. کاربرد کودهای زیستی می‌تواند یک گزینه مناسب در این مورد باشد مشروط بر این‌که همه مؤلفه‌های پژوهش، تولید و مصرف براساس یک برنامه منسجم و مبتنی بر پایه علمی و اصولی فراهم شود. پژوهش‌های اندک و پراکنده‌ای در مورد استفاده از کودهای زیستی در سیب‌زمینی انجام شده است. در همین پژوهش‌های محدود، از طیفی از ریزجانداران مختلف همراه با ارقام مختلف سیب‌زمینی و در شرایط مناطق مختلف با مدیریت‌های متفاوت زراعی استفاده شده است. بنابراین نتایج آن‌ها قابل جمع‌بندی نبوده و تاکنون یک کود زیستی مناسب با تأیید مراکز علمی ـ پژوهشی معتبر برای سیب‌زمینی در کشور ارائه نشده است. در مجموع به نظر می‌رسد که ترکیبی از کودهای زیستی با کودهای شیمیایی و یا آلی، مؤثرتر از هر کدام به‌تنهایی باشد. برای این منظور، پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های هدفمند و متمرکزی بر پایه تغذیه تلفیقی صورت گیرد و معیار اثربخشی آن‌ها نیز عملکرد کمی و کیفی غده سیب‌زمینی در مزارع بهره‌برداران باشد.

واژه‌های کلیدی: *نیتروژن، مایه تلقیح، کود بیولوژیک، محرک رشد، بذرمال*

بیان مساله

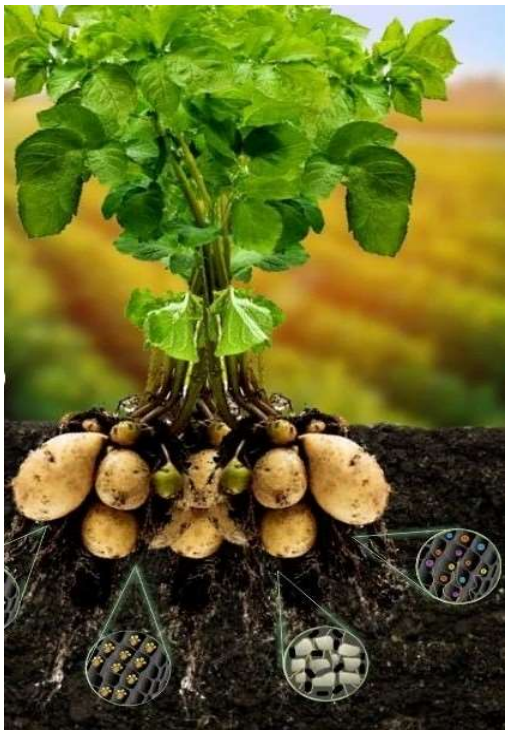
سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) بعد از گندم و برنج، سومین محصول کشاورزی پرمصرف و مورد استفاده در جهان است. سیب‌زمینی تأمین‌کننده کربوهیدرات، ویتامین‌های مورد نیاز بدن از جمله: C، B_6، K و عناصر پتاسیم، مس، منگنز، فیبر و آنتی‌اکسیدان‌ها است. بیش از نصف محصول سیب‌زمینی تولیدی دنیا به تغذیه دام، حدود ۳۵ درصد به‌صورت سیب‌زمینی خوراکی و حدود ۱۰ درصد برای تأمین بذر مصرف می‌شود. سیب‌زمینی یکی از محصولات مهم در بحث امنیت غذایی در ایران است که سطح زیر کشت آن ۱۳۱ هزار هکتار، مقدار تولید آن ٤/۷ میلیون تن و عملکرد آن ۳۵/۸ تن در هکتار است. استان‌های همدان، اردبیل، جنوب استان کرمان و فارس بیش‌ترین سطح زیرکشت سیب‌زمینی را دارند. گیاه سیب‌زمینی از نظر تغذیه‌ای، یک محصول پرنیاز به عناصر غذایی است. تمام نیاز تغذیه‌ای سیب‌زمینی به عناصر معدنی را می‌توان از طریق کودهای شیمیایی تأمین کرد اما استفاده مداوم از مقادیر زیاد این کودها، اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجا و نامتعادل از آن‌ها زیان‌بار است. بنابراین ارائه راهکارهای مبتنی بر کشاورزی پایدار و ارگانیک در کشت سیب‌زمینی اهمیت زیادی از نظر تغذیه سالم انسان، دام و محیط زیست دارد. پژوهش‌ها در یک قرن اخیر نشان داده است که استفاده از قابلیت ریزجانداران مفید خاک در کشاورزی می‌تواند در این مورد امیدوارکننده باشد. کودهای زیستی، ترکیبات حاوی ریزجانداران مفیدی هستند و از طریق استفاده بر روی بذر، نشاء، سطح ریشه، غده و یا در خاک، موجب تحریک و افزایش رشد گیاه می‌شوند. در برخی کشورها از کودهای زیستی برای افزایش رشد گیاهان مختلف از جمله: سیب‌زمینی استفاده می‌شود. در ایران نیز پژوهش‌های مختلفی در مورد اثر کودهای زیستی بر رشد سیب‌زمینی انجام شده است. در این مقاله پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، نقاط قوت و ضعف، پیشنهادها و چشم‌انداز کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی بررسی می‌شود و در نهایت، توصیه‌های ترویجی و جمع‌بندی نهایی ارائه خواهد شد.

معرفی دستاورد و راهکارها

کودهای زیستی و جنبه‌های فنی کاربرد در کشاورزی و قابلیت آن‌ها در رشد سیب‌زمینی

کود زیستی یا کود بیولوژیکی عبارت است از ترکیبی حاوی تعداد مناسبی از یک یا چند ریزجاندار که می‌تواند بخشی از نیازهای غذایی گیاه به یک و یا چند عنصر را تأمین کند یا موجب افزایش مقاومت گیاه به انواع تنش‌ها (مانند: خشکی و شوری) شود و یا به‌عنوان محرک رشد عمل کند. برآیند این عوامل منجر به افزایش رشد و عملکرد کمی و یا کیفی محصول می‌شود. کودهای زیستی به حالت‌های جامد، مایع یا نیمه‌جامد و به اشکال دانه‌ای، پودری و ژله‌ای تهیه می‌شوند. این کودها به‌صورت‌های بذرمال، برگ‌پاشی، آغشته کردن نشاء یا قلمه و یا مصرف به‌صورت خاکی و کودآبیاری در گلخانه، خزانه، مزرعه و یا باغ مورد استفاده قرار می‌گیرند. ریزجانداران موجود در کود زیستی ممکن است در خاک ریزوسفری، روی سطح ریشه و یا در داخل ریشه و حتی در ساقه و برگ گیاه به حالت اندوفیت ایجاد کلنی کنند (شکل ۱). با توجه به این‌که سیب‌زمینی یک گیاه پرنیاز به کودهای شیمیایی است، بنابراین مصرف بی‌رویه و نامتعادل این کودها دارای مخاطرات زیست‌محیطی فراوانی بوده و موجب تولید محصول ناسالم می‌شود. امروزه توجه به کشاورزی ارگانیک و تولید و مصرف محصولات سالم رو به گسترش است. بنابراین توسعه دانش کاربرد فرآورده‌های آلی و زیستی در کشت سیب‌زمینی دارای اهمیت است. یکی از مهم‌ترین نقش‌های این کودها، افزایش حلالیت و قابلیت دسترسی عناصر غذایی خاک برای گیاه است. این موضوع به‌ویژه برای بیش‌تر خاک‌های کشور که آهکی هستند و pH بالایی دارند، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. چرا که تحت این شرایط، بسیاری از عناصر غذایی از جمله: فسفر و عناصر کم‌مصرف مانند آهن به‌صورت نامحلول و غیرقابل دسترس هستند. توانایی حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول، یکی از توانمندی‌های ریزجانداران مفید خاک است که می‌تواند در تأمین فسفر برای سیب‌زمینی امیدوارکننده باشد. از دیگر مزایای این ریز موجودات، توانایی تولید سیدروفور (کلات طبیعی آهن) و افزایش قابلیت جذب آهن است. اکسیداسیون زیستی گوگرد به‌وسیله باکتری‌های گروه تیوباسیلوس و کاهش pH خاک و درنتیجه آن افزایش قابلیت جذب عناصر هم دارای اهمیت است. توان تأمین پتاسیم از طریق آزادسازی این عنصر از لایه‌های رس به‌وسیله باکتری‌های سیلیکاتی هم یک قابلیت در این مورد

می‌باشد. ریزجانداران دارای ویژگی‌های محرک رشد شامل: تولیدکننده‌های هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکینین هستند که از طریق آن‌ها بر مورفولوژی ریشه اثر گذاشته و می‌توانند رشد گیاهان از جمله سیب‌زمینی را تحریک کنند. تعداد زیادی از باکتری‌های خاک می‌توانند قابلیت بررسی برای پژوهش و کاربرد کود زیستی در محصولات مختلف و از جمله سیب‌زمینی را داشته باشند که در جدول ۱، چند جنس و گونه مشهور ارائه شده است.



شکل ۱- ریزجانداران خاک و ریزوسفر سیب‌زمینی

جدول ۱- باکتری‌های مشهور مورد استفاده در کودهای زیستی و مناسب برای سیب‌زمینی

نام گونه	نام جنس	نام گونه	نام جنس
chroococcum	*Azotobacter*	*putida*	*Pseudomonas*
salinestris	*Azotobacter*	*fluorescence*	*Pseudomonas*
seropedicae	*Herbaspirillum*	*subtilis*	*Bacillus*
sp.	*Arthobacter*	*megaterium*	*Bacillus*
indica	*Beijerinckia*	*circulance*	*Bacillus*
gummosa	*Derxia*	*brasilense*	*Azospirillum*
agilis	*Azomonas*	*lipoferum*	*Azospirillum*

از مهم‌ترین کاربردهای باکتری‌های مفید خاک، تأمین نیتروژن زیستی مورد نیاز گیاهان است. در مورد سیب‌زمینی اهمیت این مسئله بیش‌تر است زیرا در اثر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی نیتروژنی مانند: اوره و نیترات آمونیوم، تجمع نیترات در غده سیب‌زمینی اتفاق خواهد افتاد. نیتروژن، یکی از پرنیازترین عناصر غذایی و مهم برای رشد گیاهان است و بیش از ۷۸ درصد ترکیب گازی هوای بالای یک مزرعه را نیتروژن مولکولی (N_2) تشکیل می‌دهد اما گیاهان نمی‌توانند برای نیاز تغذیه‌ای خود از N_2 استفاده کنند زیرا برای باز شدن پیوند سه‌گانه $N\equiv N$ به انرژی حرارتی و فشار بسیار زیادی نیاز است. عمل ترکیب نیتروژن با هیدروژن و تولید آمونیاک در صنعت انجام شده که پایه‌ای برای تولید انواع کودهای شیمیایی نیتروژنی است. این فرایند از نظر طبیعی فقط به‌وسیله انواع خاصی از ریزجانداران خاک به نام تثبیت‌کنندگان نیتروژن قابل

انجام است. تثبیت زیستی نیتروژن در این موجودات از طریق تولید آنزیم نیتروژناز انجام می‌شود که در طی آن مولکول N_2 به NH_3 تبدیل می‌شود. ریزجاندارانی که توانائی تثبیت نیتروژن را دارند شامل: انواع باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها و جلبک‌های سبز ـ آبی می‌باشند که به‌صورت هم‌زیست و غیر هم‌زیست توانایی تثبیت نیتروژن را دارا هستند. تثبیت زیستی نیتروژن براساس وابستگی ریزجاندار به گیاه به سه گروه: آزادزی، همیاری و هم‌زیستی تقسیم‌بندی می‌شود:

۱- تثبیت نیتروژن از نوع هم‌زیستی که در آن ارتباط نزدیکی بین گیاه و ریزجاندار برقرار شده و اندام زیستی مشترک ایجاد می‌شود. هم‌زیستی باکتری ریزوبیوم و ریشه حبوبات، شناخته‌شده‌ترین ارتباط هم‌زیستی تثبیت نیتروژن است.

۲- تثبیت نیتروژن از نوع همیاری که در آن بین ریزجاندار و گیاه تماس فیزیکی برقرار شده ولی اندام زیستی مشترک با گیاه تشکیل نمی‌دهند. همیاری باکتری آزوسپیریلوم و ریشه غلات، مشهورترین نوع ارتباط همیاری است.

۳- تثبیت نیتروژن از نوع آزادزی که در آن ریزجاندار به‌صورت آزاد در خاک و بدون نیاز به حمایت گیاه خاصی قادر به تثبیت نیتروژن می‌باشد.

تاکنون ارتباط هم‌زیستی و یا همیاری تثبیت نیتروژن بین ریزجانداران و گیاه سیب‌زمینی به‌طور طبیعی مشاهده نشده است و ممکن است در آینده با استفاده از دانش بیوتکنولوژی، موفقیت‌هایی به‌دست آید. در مورد انواع آزادزی، تجمع آن‌ها در اطراف ریشه بسیاری از گیاهان از جمله: سیب‌زمینی امری طبیعی است. انواع آزادزی از نظر نیاز به منابع کربنی، خود به دو گروه هتروتروف مانند: ازتوباکتر، آزوموناس و بیجرینکیا و اتوتروف و جلبک‌های سبز- آبی (سیانوباکترها) تقسیم‌بندی می‌شوند. بر این اساس این گروه از ریزجانداران قابلیت استفاده از فناوری تولید کودهای زیستی محرک رشد با محوریت تأمین نیتروژن برای سیب‌زمینی را دارند.

نتایج برخی پژوهش‌های استفاده از کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی در ایران

در پژوهشی، کاربرد برخی کودهای زیستی در کاهش مصرف کودهای فسفاتی و بهبود عملکرد سیب‌زمینی در شرایط مزرعه‌ای در شهرستان سراب ارزیابی شد. در این پژوهش، کاربرد کودهای شیمیایی به‌جز کود فسفاتی و تلقیح بذرمال با باکتری‌های سودوموناس حل‌کننده فسفات، ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و مصرف کودآبیاری۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک با مصرف معمول کشاورز مقایسه شد. نتایج نشان داد که مصرف کودهای زیستی به روش بذرمال و اسید هیومیک باعث افزایش ۹۰ درصدی در عملکرد کل محصول شد. هم‌چنین مصرف کودهای زیستی باعث افزایش ۱۸ درصدی غلظت فسفر در برگ سیب‌زمینی شد (۹).

در پژوهش دیگری تأثیر کودهای زیستی بر کیفیت، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب‌زمینی فونتانه و سانته به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد بررسی شد. در این پژوهش از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، تثبیت‌کننده نیتروژن، حل‌کننده پتاسیم به‌همراه کود سوپرفسفات تریپل و اوره استفاده شد. کاربرد هم‌زمان باکتری‌ها موجب بیش‌ترین شاخص سطح برگ و افزایش قابل‌توجه تعداد غده در بوته در هر دو رقم شد. بیش‌ترین درصد ماده خشک، وزن مخصوص غده و درصد نشاسته در هر دو رقم در تیمار کاربرد هم‌زمان باکتری‌ها به‌همراه کودهای شیمیایی و کم‌ترین مقدار این ویژگی‌ها در تیمار شاهد حاصل شد. کم‌ترین مقدار قندهای احیاءکننده در رقم سانته در تیمار استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاصل شد (۷).

در مطالعه‌ای، اثر یک نوع کود زیستی تجاری حاوی باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به‌صورت بذرمال و تیمار کود اوره بر عملکرد و شاخص‌های رشد سیب‌زمینی رقم مارفونا انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد غده (به‌میزان ٤٦٥٢٦ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته و میزان سبزینگی برگ مربوط به تیمار کود زیستی به‌همراه اوره بود (٤).

دسته‌بندی پژوهش‌های مرتبط با کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی در ایران

مروری بر منابع علمی نشان می‌دهد که در مورد اثر کودهای زیستی حاوی ریزجانداران مفید خاک بر رشد گیاه سیب‌زمینی در ایران پژوهش‌های کمی انجام شده است. با این

حال همین پژوهش‌های اندک از ابعاد مختلف قابل دسته‌بندی هستند که به جمع‌بندی و تحلیل نتایج پژوهش‌ها کمک خواهد کرد. در این پژوهش‌ها از نظر نوع رقم مورد آزمایش، بیش‌تر بر روی ارقام آگریا، مارفونا، ساوالان و کایزر کار شده است. نوع پژوهش‌های صورت‌گرفته به‌صورت‌های گلخانه‌ای و یا مزرعه‌ای بوده است. روش‌های مصرف کودهای زیستی در این پژوهش‌ها متنوع و شامل: بذرمال، غده‌مال، محلول‌پاشی و استفاده در آب آبیاری (کودآبیاری) بوده است. ریزجانداران مورد استفاده در بیش‌تر موارد شامل: باکتری‌های ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلوم بوده که در قالب انواع تجاری و غیرتجاری (نمونه پژوهشی) بوده‌اند. در بین باکتری‌های استفاده‌شده فقط ازتوباکتر توان تثبیت نیتروژن در شرایط آزادزی و در ریزوسفر سیب‌زمینی را دارد. نکته مهم این است که اگرچه جنس‌های باکتری‌های مورد استفاده (Genus) مشخص بوده است، با این حال نوع گونه (Species) و به‌ویژه نژادهای (Strain) آن‌ها با هم متفاوت است. نتایج پژوهش‌های مختلف حاکی از اثر مثبت یا بی‌اثر بودن استفاده از ریزجانداران مذکور بر شاخص‌هایی مانند: وزن خشک اندام هوایی یا ریشه، ارتفاع بوته و قطر ساقه، مقدار پرولین، محتوای نسبی آب برگ، میزان سبزینگی، مقدار کاروتنوئیدها، تعداد استولون در بوته، تعداد روز تا غده‌زایی، مقدار پروتئین غده و جذب عناصر غذایی است. در چند مورد، مهم‌ترین شاخص و هدف نهایی از کشت سیب‌زمینی یعنی عملکرد غده نیز گزارش شده است. در بیش‌تر موارد یادشده از مصرف هم‌زمان کودهای آلی، زیستی و شیمیایی (تغذیه تلفیقی) نتایج بهتری نسبت به مصرف کودهای زیستی به‌تنهایی حاصل شده است. در هر حال، پژوهش‌های انجام‌شده در قالب پایان‌نامه‌های دانشجویی یا پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده که به‌صورت مقالات علمی ـ پژوهشی و گزارش‌های نهایی منتشر شده‌اند. به‌علت پراکنده بودن پژوهش‌ها، استفاده از سویه‌های مختلف ریزجانداران و ارقام مختلف سیب‌زمینی، تفاوت در ترکیب خاک، آب آبیاری، اقلیم، روش‌های متفاوت مصرف کود زیستی و روش‌های مدیریت زراعی، جمع‌بندی نتایج پژوهش‌ها دشوار است. بنابراین توصیه یک کود زیستی با یک فرمولاسیون مشخص و ارائه روش و مقدار مصرف صحیح برای استفاده در کشت سیب‌زمینی برای کشور نیاز به پژوهش‌های تکمیلی و جامعی دارد.

چالش‌های پژوهش و کاربرد کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی

مهم‌ترین چالش‌های مرتبط با پژوهش و کاربرد کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی به شرح زیر است:

۱- مؤثرترین جمعیت و تعداد باکتری در کودهای زیستی افزاینده رشد گیاه برای کلونیزه کردن سیب‌زمینی مشخص نیست.

۲- در پژوهش‌های مختلف از سویه‌های همانندی استفاده نشده است و بنابراین نتایج آن‌ها قابل جمع‌بندی نیست.

۳- بیش‌تر پژوهش‌های مزرعه‌ای به‌صورت تیمار ـ تکرار بوده و آزمایش‌ها در مزارع بهره‌برداران انجام نشده است.

٤- نوع و ارقام سیب‌زمینی و ترکیب خاک‌ها و آب‌وهوا (اقلیم) در بررسی‌های مختلف، متفاوت بوده است.

۵- در مدیریت زراعی مزارع مختلف از راهبردهای متفاوت استفاده شده است.

٦- در بیش‌تر خاک‌های زیرکشت سیب‌زمینی ایران مقدار ماده آلی کم بوده و این در حالی است که ریزجانداران مورد استفاده در کودهای زیستی به منابع کربنی برای رشد و فعالیت نیاز دارند (هتروتروف).

۷- کشاورزان آشنایی کمی با کودهای زیستی دارند و بین بخش پژوهش، تولید و ترویج این نوع کودها ارتباط کافی وجود ندارد.

چشم‌انداز مصرف کودهای زیستی

در سال‌های اخیر فرهنگ مصرف محصولات ارگانیک در بین مردم افزایش یافته است. در اسناد ملی نیز موضوع تغذیه سالم و مسائل زیست‌محیطی انعکاس داشته است. هم‌چنین توجه به حفاظت از محیط زیست و منابع خاک و آب در وسایل ارتباط جمعی و شبکه‌های اجتماعی بیش‌تر شده است. وجود مراکز آموزشی و پژوهشی و بخش خصوصی نیز زیرساخت‌های مناسبی برای پژوهش و تولید تجاری کودهای زیستی فراهم کرده است. با وجود موارد یادشده و در صورت انجام پژوهش‌های منسجم، پیوسته و هدفمند، افق روشنی برای کاربرد کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی قابل پیش‌بینی خواهد بود.

چه باید کرد؟

برای توسعه پژوهش و مصرف کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی، لازم است که پژوهش‌های مرتبط با این موضوع متمرکز شوند. بررسی فرمولاسیون‌های جدید و دست‌یابی به دانش فنی کودهای زیستی نوین مبتنی بر مؤلفه‌های زیستی، آلی و شیمیایی بایستی در برنامه‌های پژوهشی قرار گیرد. اهتمام در جهت افزایش کربن آلی خاک مزارع زیرکشت سیب‌زمینی و مصرف هم‌زمان کودهای زیستی و کودهای آلی، بررسی اثربخشی کودهای زیستی از طریق اجرای مزارع تحقیقی ـ ترویجی و مزارع کشاورزان، ایجاد نظام ارزش‌گذاری محصولات کشاورزی و از جمله: سیب‌زمینی براساس سلامت محصول و روش تغذیه ارگانیک از اقداماتی است که در این زمینه می‌تواند راهگشا باشد.

توصیه ترویجی و نتیجه‌گیری

در جمع‌بندی این مقاله و به‌منظور توسعه پژوهش، تولید و مصرف کودهای زیستی در کشت سیب‌زمینی، توصیه‌های زیر به مدیران پژوهشی، پژوهشگران، اساتید، دانشجویان و سیب‌زمینی‌کاران قابل ارائه است:

۱- انجام پژوهش‌های متمرکز برای دست‌یابی به یک فرمولاسیون مناسب کودی مبتنی بر تغذیه تلفیقی (کودهای زیستی، آلی و شیمیایی)

۲- افزایش مواد آلی خاک مزارع زیرکشت سیب‌زمینی با توجه به نیاز ریزجانداران خاک به منبع کربن آلی

۳- اجرای آزمون‌های اثربخشی کودهای زیستی در مزارع کشاورزان

٤- قیمت‌گذاری و درجه‌بندی سیب‌زمینی‌های تولیدی براساس گواهی سلامت محصول (محصول ارگانیک) به‌منظور تشویق به کاهش مصرف کودهای شیمیایی

منابع مورد استفاده

۱- خاوازی، کاظم؛ احمد اخیانی؛ احمد بای‌بوردی و عبدالمحمد دریاشناس. ۱۳۸٦. بررسی جداسازی و شناسایی باکتری‌های سودوموناس فلورسنت محرک رشد گیاه (PGPR) و اثر آن‌ها در افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات سیب‌زمینی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۷۱۷/۸٦ مورخ ۲٦/۰۷/۸٦، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۰٤ صفحه.

۲- خسروی، هوشنگ. ۱٤۰۱. ازتوباکتر و نقش آن در خاک و رشد گیاهان. ناشر مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا. شماره ثبت ۳۱٤۰۱٤٦ مورخ ۱٤۰۱/۰۹/۰۹، ۱۷۷ صفحه.

۳- خسروی، هوشنگ. ۱۳۹۲. کودهای زیستی محرک رشد گیاه در ایران: نقاط قوت و ضعف. نشریه مدیریت اراضی، جلد ۱، شماره ۱، صفحه ۳۳ تا ٤٦.

٤- رستمی اجیرلو، اباسلط؛ غلامرضا محمدی؛ مراد شعبان؛ محمداقبال قبادی و عبداله نجفی. ۱۳۹۱، تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژن همراه با کود اوره بر برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم مارفونا. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد پنجم، شماره سوم، صفحه ۱۳۱ تا ۱٤٤.

۵- فرشادمهر، سیدامیر؛ سعید صادق‌زاده حمایتی و هوشنگ خسروی. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد منابع زیستی و شیمیایی نیتروژن در عملکرد کمی ـ کیفی سیب‌زمینی در منطقه جیرفت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت. ۱۱۱ صفحه.

٦- قبادی، مصطفی؛ شاهرخ جهانبین؛ رحیم مطلبی‌فرد و خسرو پرویزی. ۱۳۹۰. تأثیر کودهای زیستی فسفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه ۱۱۷ تا ۱۳۰.

۷- کافی، محمد، جعفر نباتی؛ آرمین اسکوئیان؛ احسان اسکوئیان و جواد شباهنگ. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر کودهای زیستی بر کیفیت، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب‌زمینی *(Solanum tuberosum)*، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد نهم، شماره دوم، صفحه ٦۵ تا ۸٤.

۸- مطلبی‌فرد، رحیم؛ رضا بیگ محمدی؛ علی شهنوازی؛ علیرضا توسلی و حسین دادمهر. ۱٤۰۱. مقایسه کاربرد کودهای زیستی در راستای کاهش مصرف کودهای فسفاته سیب‌زمینی با مدیریت زارع در مزرعه بهره‌بردار شهرستان سراب استان آذربایجان شرقی. مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، گزارش نهایی پروژه تحقیقی ـ ترویجی، شماره ثبت ٦۲۳۸۱ مورخ ۱٤۰۱/۰۸/۰٤.

۹- مطلبی‌فرد، رحیم؛ علی شهنوازی و علیرضا توسلی. ۱٤۰۱. ارزیابی کاربرد برخی مواد محرک رشد در کاهش مصرف کودهای فسفاته و بهبود عملکرد سیب‌زمینی. مجله علوم کاربردی سیب‌زمینی، سال پنجم، شماره ۱، صفحه ۷ تا ۱٤.

10- Campos, H. and Ortiz, O. 2020. The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. Springer Nature. p. 518.