



اثر کاربرد توام کود گاوی و سوپرفسفات تریپل بر بهره‌دهی سیستم زراعی و بیلان فسفر خاک طی دو سال کشت تناوبی گندم-ذرت

علوفه ای

فرهاد مشیری^{۱*}، عبدالحسین ضیائیان^۲، مجید فروهر^۳، منوچهر کلهر^۴، مریم سبطی^۵ و حمید ملاحسینی^۶

^۱ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲ دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران

^۳ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

^۴ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

^۵ محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۶ استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

کمبود فسفر در اکثر خاکهای ایران، انتخاب راهکارهای مناسب برای تضمین تولید پایدار در کنار ارتقای سطح فسفر خاک را ضروری نموده است. بدین منظور آزمایشی در دو سال (۱۳۹۱-۱۳۹۳) در شش ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی کشور با کشت مداوم گندم و ذرت علوفه ای در کرت های ثابت انجام شد. اثر هفت تیمار عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده در طرح آزمایشی بصورت بلوک‌های نواری در سه تکرار بر میزان تولید سیستم زراعی و بیلان فسفر خاک مورد آزمون قرار گرفت. کاربرد سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده (۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به طور میانگین با ۳۲ درصد افزایش در بهره‌دهی سیستم زراعی همراه بود. کاربرد کود گاوی سبب کاهش ۲۵ درصدی مصرف کود شیمیایی گردید. بهره-دهی سیستم زراعی با کاربرد توام ۷۵ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کود گاوی نسبت به شاهد ۳۳ درصد افزایش یافت. بیلان فسفر خاک در اثر کاربرد سوپرفسفات تریپل در تمام سطوح منفی بود. در حالی که کاهش مصرف کود شیمیایی به میزان ۲۵ درصد همراه با مصرف کود گاوی، بیلان فسفر را با میانگین ۱۱۶ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. نتایج نشان داد کاربرد توام کود گاوی و سوپرفسفات تریپل نه تنها با پایداری تولید در سیستم زراعی گندم-ذرت علوفه ای همراه است بلکه با افزایش بیلان فسفر به تجمع فسفر خاک و افزایش حاصلخیزی خاک منجر خواهد شد.

کلمات کلیدی: بهره‌دهی سیستم زراعی، بودجه بندی فسفر خاک، مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، آزمایش کرت ثابت

مقدمه

میزان فسفر قابل استفاده در ۷۰/۲ درصد از خاکهای زراعی کشور کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم و در محدوده خیلی کم تا متوسط می-باشد. از این رو افزودن فسفر به خاک ضروری است (بلالی و همکاران، ۱۳۹۳).. به‌منظور رفع کمبود فسفر در کشور، معمولاً از کودهای شیمیایی وارداتی استفاده می‌شود. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه یکی دیگر از روشهای آزمون شده برای تامین فسفر مورد نیاز گیاه است. در این روش با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی منطقه از ظرفیت بومی خاک و کلیه مواد در دسترس، اعم از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی در تامین فسفر استفاده می‌شود (Vanlauwe و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات گذشته اثر مثبت کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی را در تامین فسفر مورد نیاز محصولات نشان می‌دهد. میرزاشاهی (۱۳۸۶) گزارش داد که با مصرف ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی می‌توان تا ۲۵ درصد از مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در زراعت ذرت کاست. Opala و همکاران (۲۰۱۱) با جایگزینی ۶۷ و ۳۳ درصد از ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر مورد نیاز کشت ذرت با کودهای آلی بیان داشتند که کاربرد توام کود آلی و سوپر فسفات تریپل نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی برتری دارد. Otinga و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که عملکرد ذرت در اثر کاربرد توام کود آلی و کود سوپر فسفات تریپل به‌گونه‌ای که بتواند ۲۶ کیلوگرم فسفر در هر هکتار به خاک اضافه کند به میزان چشمگیری بیشتر از اثر مصرف همین مقدار فسفر با مصرف سوپر فسفات تریپل به تنهایی می‌باشد. بیشترین کارایی زراعی از کاربرد فسفر با جایگزینی ۷۵ درصد از کود سوپر فسفات تریپل با کود آلی به دست آمد. از طرف دیگر در مدیریت بهینه کودی علاوه بر تولید بالا در یک سیستم زراعی می‌بایست سایر شاخص های کارکردی سیستم از جمله تعادل در بیلان عناصر غذایی خاک

تضمین شود (Bruulsema و همکاران، ۲۰۰۸). در صورت کشت مداوم و عدم کاربرد فسفر در خاک به میزان مناسب بیلان منفی فسفر، کاهش حاصلخیزی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد محصول محتمل است. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر بخشی کاربرد توام کود آلی و شیمیایی در تامین فسفر مورد نیاز و تعادل بخشی به بیلان فسفر خاک در یک سیستم زراعی فشرده انجام شد.

مواد و روش‌ها

پروژه در مناطق مختلف زراعی-زیستگاهی ایران (Agroecological zones) با خصوصیات اقلیمی سرد تا گرم و خشک تا نیمه مرطوب و در ۶ ایستگاه تحقیقاتی کرج (البرز)، طرق (خراسان رضوی)، زرقان (فارس)، سراب چنگایی (لرستان)، عراقی محله (گلستان) و گلپایگان (اصفهان) اجرا گردید. آزمایش به صورت بلوک خرد شده (نواری) در سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۳-۱۳۹۱) و با هفت تیمار اجرا شد. تیمارها شامل عدم مصرف فسفر (T1)، کاربرد ۱۰۰ (T2)، ۷۵ (T3) و ۵۰ (T4) درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰ (T5)، ۷۵ (T6) و ۵۰ (T7) درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بود. کود گاوی یکبار و تنها در شروع آزمایش مصرف گردید. خاک‌های مزارع انتخابی آهکی، با کربن آلی خیلی کم تا متوسط، دچار کمبود فسفر و با بافت لوم تا رسی سیلتی بود (جدول ۱). کود سوپرفسفات تریپل توصیه شده برای ایستگاه‌های تحقیقاتی مذکور به ترتیب ۱۵۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. مقدار فسفر در کود گاوی مصرفی در مناطق اجرای پروژه بین ۰/۳ تا ۱/۱ درصد متغیر بود (جدول ۲). در هر کشت، کود اوره به مقدار توصیه شده در سه تقسیط و کود سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک مصرف گردید. گندم و ذرت در کرت‌های ثابت به ابعاد ۳۰ متر مربع کشت گردید. در پایان هر کشت، نمونه‌های گیاهی از فواصل هر سه متر مربع از هر کرت برداشت شد. وزن دانه در گندم و وزن علوفه در ذرت علوفه ای اندازه گیری شد. غلظت فسفر در دانه و کاه گندم و علوفه ذرت اندازه گیری گردید. مقدار برداشت فسفر از حاصلضرب تولید محصول در غلظت فسفر به دست آمد. بهره‌دهی کل سیستم زراعی از طریق مجموع ارزش اقتصادی تولید محصول در هر بار کشت گندم و ذرت و تبدیل آن به ازای هر تن گندم تولیدی محاسبه شد (Thind و همکاران، ۲۰۱۹). بودجه بندی فسفر با محاسبه کل مقدار فسفر (P) ورودی از هر دو منبع کود گاوی و سوپرفسفات تریپل و کل فسفر خروجی (کل فسفر برداشت شده توسط محصولات) انجام شد. بیلان فسفر با تفاضل مقدار ورودی از خروجی فسفر در کل سیستم زراعی محاسبه شد (Roy و همکاران، ۲۰۰۳).

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در مزارع محل اجرای آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقاتی

ایستگاه تحقیقاتی	pH	EC	کربن آلی		کربنات کلسیم معادل		فسفر قابل استفاد	پتاسیم قابل استفاد	رس	سیلت شن		بافت
			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹						
کرج	۸/۰	۱/۴	۶/۰	۷۵	۷/۳	۲۸۹	۲۸	۳۵۳	۳۶۰	لوم		
							۷					
طرق	۸/۰	۱/۸	۴/۶	۱۹۴	۶	۱۱۳	۲۲	۴۸۰	۳۰	لوم		
زرقان	۸/۰	۱/۳	۵/۹	۴۴۳	۸/۵	۲۴۲	۴۲	۴۶۰	۱۲	رس سیلتی		
سراب چنگایی	۷/۹	۰/۴۵	۱/۰	۴۰۰	۵	۴۲۰	۳۵	۴۶۰	۱۹	رس سیلتی		
			۱۰									
عراقی محله	۷/۶	۱/۷	۱/۰	۲۳۰	۵/۴	۴۸۲	۲۸	۵۶۰	۱۶۰	لوم رسی سیلتی		
			۱۵									
گلپایگان	۷/۶	۱/۷	۳/۲	۲۸۹	۱۰/۸	۱۵۹	۱۲	۴۰۰	۴۸	لوم		

نتایج و بحث

نتایج پژوهش نشان داد که کاربرد سوپرفسفات تریپل در سطح توصیه شده (بسته به مزرعه آزمایشی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) سبب افزایش معنی دار بهره‌دهی سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت علوفه ای در تمام ایستگاه های تحقیقاتی به جز ایستگاه زرگان گردید (جدول ۳). میزان افزایش تولید با مصرف سوپرفسفات تریپل از ۱۸/۵ درصد در ایستگاه عراقی محله تا ۵۱ درصد در ایستگاه طرق متغیر بود. کاهش کاربرد کود شیمیایی فسفری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده با کاهش اندک در میزان بهره‌دهی سیستم همراه بود. کاربرد نصف مقدار توصیه شده کود شیمیایی در اکثر موارد اختلاف معنی داری با شاهد (عدم مصرف کود فسفری) نداشت. دریاشناس و همکاران (۱۳۸۹) مصرف سالیانه فسفر در تناوب گندم-ذرت را برای دستیابی به عملکرد مطلوب ضروری دانستند.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کود گاوی مصرفی در محل های اجرا

ایستگاه تحقیقاتی	pH*	EC*	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر کل	پتاسیم کل	رطوبت	افت در ۴۰.۰°C	نیترات	آمونیم
		ds m ⁻¹	%	%	%	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
کرج	۹/۲	۶/۱	۳۳/۳	۱/۸	۰/۸	۱/۶	۱۶/۹	۶۵/۶	۲۳۷	۵۳۰
طرق	۸/۷	۲۵/۸	۳۸/۷	۲/۶	۰/۹۵	۱/۴	۹/۴	۷۰/۶	۱۶	۶۱۰
زرگان	۸/۰	۱۶/۲	۳۱/۶	۱/۵	۰/۳۰	۲/۴	۵/۵	۵۱/۴	۲۹۷	۵۰۰
سراب چنگایی	۸/۷	۲۳/۷	۳۴/۸	۲/۱	۰/۵۲	۴/۷	۳/۵	۵۳/۹	۱۲۴۶۳	۱۸۰
عراقی محله	۸/۵	۷/۴	۳۴/۹	۲/۳	۱/۱	۲/۲	۱۰/۶	۳۱/۴	۴۲۱۲	۱۴۰
گلپایگان	۸/۵	۷/۴	۳۴/۹	۲/۳	۱/۱	۲/۲	۱۰/۶	۶۱/۴	۴۲۱۲	۱۴۰

* اندازه گیری شده در عصاره ۱:۵

کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی سبب افزایش بهره‌دهی سیستم زراعی شد. به طور میانگین بیشترین اثر کاربرد توام کود آلی و شیمیایی نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی در ایستگاه طرق (۱۷ درصد) و سراب چنگایی (۱۴ درصد) و کمترین اثر در ایستگاه گلپایگان و کرج به ترتیب به میزان ۰/۳ و ۲/۰ درصد گزارش گردید. در شرایط کاربرد کود گاوی با کاهش مصرف کود سوپر فسفات تریپل تاثیر قابل ملاحظه ای بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی مشاهده نشد. در ایستگاه های طرق، زرگان و سراب چنگایی در شرایط کاربرد ۲۰ تن کود گاوی با کاهش مصرف کود شیمیایی تا ۲۵ درصد مقدار توصیه شده نه تنها کاهشی در بهره‌دهی سیستم زراعی حاصل نشد بلکه افزایش اندکی پنج درصدی نیز گزارش گردید. این اثر به میزان کمتری با کاهش ۵۰ درصدی کود شیمیایی در شرایط کاربرد کود آلی نیز مشاهده شد. در زرگان فارس بیشترین بهره‌دهی سیستم پس از دو سال کشت با مصرف کود گاوی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار (۵۰ درصد مقدار توصیه شده) به دست آمد. این اثر به میزان کمتر در ایستگاه طرق نیز مشاهده شد. در این آزمایش کود گاوی در سال اول آزمایش مصرف گردید و اثرات باقیمانده آن بر کاهش مصرف کود شیمیایی تا دو سال کشت تناوبی گندم-ذرت علوفه ای قابل اندازه گیری بود. میرزاشاهی (۱۳۸۶) اثر کاربرد توام کود حیوانی و کود شیمیایی بر کاهش مصرف کود شیمیایی را در کشت ذرت تا ۳ سال پس از مصرف کود آلی گزارش کرده است.

جدول ۳- تاثیر کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی تناوب گندم -ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۳-۱۳۹۱ (تن در هکتار)*

تیمار [£]	کرج	طرق	زرگان	سراب چنگایی	عراقی محله	گلپایگان
T1	۱۹/۶c	۱۶/۷c	۲۴/۳d	۱۷/۳c	۲۰/۰c	۱۶/۶b

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

۲۳/۴a	۲۳/۷ab	۲۴/۶ab	۲۹/۳bcd	۲۵/۲ab	۲۴/۱ab	T2
۲۰/۰ab	۲۲/۹ab	۲۰/۸bc	۲۹/۹bcd	۲۲/۰abc	۲۳/۶abc	T3
۱۹/۵ab	۲۰/۸abc	۲۱/۳b	۲۷/۲cd	۱۸/۷bc	۲۳/۹ab	T4
۲۱/۸ab	۲۴/۶a	۲۷/۱a	۳۱/۲abc	۲۶/۳a	۲۶/۷a	T5
۲۱/۷ab	۲۴/۳a	۲۵/۶a	۳۱/۵ab	۲۶/۱a	۲۳/۱abc	T6
۱۹/۶ab	۲۲/۸ab	۲۳/۳ab	۳۲/۰a	۲۵/۰ab	۲۳/۳abc	T7

* بهره‌دهی سیستم زراعی بر حسب کل گندم تولیدی محاسبه شده است. تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

با کاربرد یکبار کود گاوی در شروع آزمایش مقدار ورود فسفر (P) به سیستم زراعی و خاک نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی افزایش قابل ملاحظه ای داشت. به طور میانگین مقدار فسفر ورودی در شرایط کاربرد کود گاوی به همراه سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده (بسته به مزرعه آزمایشی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) ۲/۴ برابر بیش از شرایط مصرف کود شیمیایی به تنهایی بود. بیشترین ورود فسفر در ایستگاه طرق و عراقی محله به ترتیب به میزان ۳۸۰ و ۳۳۰ کیلوگرم در هکتار به محاسبه گردید. این امر بیشتر ناشی از مقدار بالای فسفر در کود گاوی مصرفی در این ایستگاه ها می‌باشد (جدول ۴). با مصرف فسفر چه به صورت کود شیمیایی و چه به صورت توام با کود گاوی مقدار خروجی فسفر از سیستم زراعی (برداشت فسفر توسط محصول گندم و ذرت) افزایش یافت. به طور میانگین خروج فسفر با مصرف سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده ۳۳ درصد بیش از شاهد بود. کاربرد توام کود آلی و شیمیایی نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی خروج فسفر را افزایش داد. این افزایش در طرق به میزان ۲۴ درصد، در زرقان و عراقی محله و سراب چنگایی به میزان ۱۷ درصد مشاهده شد.

جدول ۴- بودجه بندی فسفر ورودی و خروجی سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۱-۱۳۹۳ (کیلوگرم در هکتار)

ایستگاه تحقیقاتی											
تیمار	کرج		طرق		زرقان		سراب چنگایی		عراقی محله		گلبایگان
	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی
T1	۰	۱۰۳	۰	۹۱	۱۳۲	۰	۵۷	۰	۱۸۰	۰	۶۷
T2	۱۲۰	۱۴۲	۱۲۰	۱۳۷	۱۶۰	۱۷۰	۱۳۰	۸۳	۱۱۰	۱۹۹	۱۰۴
T3	۹۰	۱۴۹	۹۰	۱۱۹	۱۲۰	۱۶۰	۹۸	۷۵	۸۳	۱۷۷	۸۷
T4	۶۰	۱۵۲	۶۰	۱۱۵	۸۰	۱۵۵	۶۵	۷۴	۵۵	۱۷۷	۸۵
T5	۲۸۰	۱۷۴	۳۸۰	۱۴۵	۲۲۰	۱۸۸	۲۳۴	۹۲	۳۳۰	۲۰۳	۹۵
T6	۲۵۰	۱۵۱	۳۴۰	۱۷۴	۱۸۰	۱۹۶	۲۰۲	۹۳	۳۰۳	۲۱۱	۸۹
T7	۲۲۰	۱۵۲	۳۰۰	۱۴۲	۱۴۰	۱۸۶	۱۶۹	۸۶	۲۷۵	۲۳۲	۹۰

تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

بیلان فسفر در تمام مزارع به جز سراب چنگایی با کاربرد کود شیمیایی فسفری منفی بود (جدول ۵).

جدول ۵- تاثیر کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی بر بیلان فسفر در سیستم زراعی تناوب گندم -ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۱-۱۳۹۳ (کیلوگرم در هکتار)

تیمار	ایستگاه تحقیقاتی / استان
-------	--------------------------

گلپایگان	عراقی محله	سراب چنگایی	زرقان	طرق	کرج	
-۶۷	-۱۸۰	-۵۷	-۱۳۲	-۹۱	-۱۰۳	T1
-۲۴	-۸۹	۴۷	-۱۰	-۱۷	-۲۲	T2
-۲۷	-۹۴	۲۳	-۴۰	-۳۰	-۵۹	T3
-۴۵	-۱۲۲	-۹	-۷۵	-۵۵	-۹۲	T4
۲۰۶	۱۲۷	۱۴۲	۳۲	۱۶۵	۱۰۶	T5
۱۹۱	۹۲	۱۰۹	-۱۶	۱۰۶	۹۹	T6
۱۷۰	۴۴	۸۳	-۴۶	۱۰۸	۶۸	T7

تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

بیان منفی فسفر با کاهش مصرف کود افزایش یافت. با کاهش مصرف سوپر فسفات تریپل تا ۵۰ درصد مقدار توصیه شده میزان تخلیه فسفر خاک در زرقان، کرج و طرق به ترتیب ۷/۵، ۴/۲ و ۳/۲ برابر افزایش یافت. کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی با افزایش بیان فسفر همراه بود. بیشترین بیان مثبت فسفر با کاربرد سوپر فسفات تریپل در شرایط مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار به دست آمد. بیان فسفر با مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده در شرایط کاربرد کود گاوی نسبت به مصرف کود شیمیایی توصیه شده به ترتیب در کرج، طرق، سراب چنگایی، عراقی محله و گلپایگان به میزان ۱۲۱، ۱۲۳، ۶۲، ۱۸۱ و ۲۱۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. زلفی باوریانی (۱۳۸۵) در تناوب ۴ ساله پیاز، کلزا، باقلا و اسفناج در خاکی با فسفر قابل استفاده ۶/۶ میلی گرم در کیلوگرم نشان داد با کاربرد سوپر فسفات تریپل به تنهایی مقدار فسفر قابل استفاده خاک تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد در حالی که با مصرف سوپرفسفات تریپل به همراه کاربرد سالیانه ۱۵ تن کود دامی مقدار فسفر قابل استفاده خاک در سطح ۶/۴ میلی گرم در کیلوگرم نگهداشته شد. توصیه مصرف کود در ایران بر اساس راهبرد سطح کفایت استوار است (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۱). در این راهبرد حداقل کود مصرف شده و نیاز غذایی گیاه ملاک تصمیم گیری است با این حال ممکن است انتخاب این راهبرد به افزایش و یا نگهداشت فسفر خاک منتهی نشود (Reetz, ۲۰۱۶).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف فسفر برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری در سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت ضروری است. کاربرد کود گاوی به همراه کود شیمیایی در تامین فسفر مورد نیاز موثر بوده و امکان کاهش تا ۲۵ درصد کود شیمیایی در صورت استفاده از کود آلی وجود دارد. اثر کود آلی در کاهش مصرف کود شیمیایی تا دو سال قابل دستیابی است. کاربرد کود فسفوری در سطح کفایت لزوماً با بیان مثبت فسفر همراه نیست. این امر می‌تواند در صورت ادامه کشت و کار به تخلیه فسفر خاک و کاهش سطح حاصلخیزی خاک منجر شود. در حالی که کاربرد توام کود آلی و شیمیایی علاوه بر تضمین تولید محصول در بهبود بیان فسفر خاک نیز موثر است. کاربرد توام کود آلی و شیمیایی به افزایش ذخیره فسفر خاک نیز کمک خواهد نمود. کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند راهکاری اقتصادی برای تحقق راهبرد انباشت و نگهداشت در توصیه های کودی و افزایش میزان فسفر خاک و تضمین پایداری حاصلخیزی خاک باشد.

منابع

بلالی، م. ر.، رضایی، ح.، و مشیری، ف. ۱۳۹۳. وضعیت حاصلخیزی خاک های کشور و ضرورت ارتقای توان ان برای خدمات رسانی به تولیدات کشاورزی. ص. ۴۸-۱۷. در کتاب: خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در راستای افزایش خود اتکالی محصولات زراعی راهبردی ۱۴۰۴-۱۳۹۳. جلد اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

دیراشناس، ع. م.، سلیم پور، س.، خوگر، ز.، رضایی، ح. و خادمی، ز. ۱۳۸۸. بررسی اثرات فسفر تازه و باقیمانده در تناوب زراعی گندم-ذرت. گزارش نهایی پروژه. نشریه شماره ۱۴۹۸. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.



- زلفی باوریانی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات کود حیوانی بر قابلیت استفاده و بازیابی فسفر باقیمانده. گزارش نهایی پروژه، نشریه شماره ۱۲۹۱. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- طهرانی، م. م.، بلالی، م. ر.، مشیری، ف. و دریاشناس، ع. م. ۱۳۹۱. توصیه و برآورد کود در ایران: چالشها و راهکارها. مجله پژوهش های خاک، ۲۶، ۱۲۳-۱۴۴.
- میرزاشاهی، ک. ۱۳۸۶. تاثیر استفاده توام مواد آلی (کودحیوانی) و کودهای شیمیایی بر عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و مواد آلی خاک. گزارش نهایی پروژه، نشریه شماره ۱۵۴۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- Bruulsema, T., Chen, F., Garcia, F., Ivanova, S., Li, S., Nagendra Rao, T., and Witt, C. 2008. A global framework for best management practices for fertilizer use. IPNI concept paper No. 1. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Georgia, USA.
- Opala, P. A., Othieno, C. O., Okalebo, J. R., and Kisinyo, J. R. 2011. Effects of combining organic materials with inorganic phosphorus sources on maize yield and financial benefits in western Kenya. *Experimental Agriculture*, 46, 23-34.
- Otinga, A. N., Pypers, P., Okalebo, J. R., Njoroge, R., Emongole, M., Six, L., Vanlauwe, B., and Merckx, R. 2013. Partial substitution of phosphorus fertilizer by farmyard manure and its localized application increases agronomic efficiency and profitability of maize production. *Field Crops Research*, 140, 32-43.
- Reetz, H. F. 2016. Fertilizers and their efficient use. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France.
- Roy, R. N., Misra, R. V., Lesschen, J. P., and Smaling, E. M. 2003. Assessment of soil nutrient balance. Approaches and methodologies. FAO Bulletin No. 14. Rome, Italy.
- Thind, H. S., Sharma, S., Singh, Y., and Sidhu, H. S. 2019. Rice-wheat productivity and profitability with residue, tillage and green manure management. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 113, 113-125.
- Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N., and Merckx, R. 2002. Integrated plant nutrient management in sub-saharan Africa, from concept to practice. CAB International, Oxford, UK.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Integrated application of cow manure and triple superphosphate on crop system productivity and phosphorus balances in soil in two years rotation of wheat-silage corn

Moshiri^{*1}, F., Ziaeiian², A. H., Forouhar³, M., Kalhor⁴, M., Sebt⁵, M., Mollahoseini⁶, H.

¹ Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Associate Prof., Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zarghan, Iran

³ Scientific staff, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

⁴ Scientific staff, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran

⁵ Researcher instructor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

⁶ Assistant Prof., Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

Abstract

Phosphorus deficiency in most soils of Iran has necessitated the choice of suitable methods for ensuring sustainable production along with increasing soil phosphorus levels. For this purpose, an experiment was carried out in two years (2012-2014) in six agricultural research stations with continuous cropping of wheat and silage corn in permanent plots. The effect of seven treatments including a control, application of 100, 75 and 50% recommended rate of triple superphosphate (TSP) and application of 20t of cow manure with 100, 75 and 50% recommended rate of TSP on the productivity of crop system and soil P balances was tested in strip block design with three replications. The use of cow manure reduced the application of chemical fertilizer by 25%. On average, application of TSP at the recommended rate (100 to 200 kg/ha) increased the cropping system productivity by 32%. Integrated application of cow manure with 75% recommended rate of triple superphosphate enhanced the productivity of cropping systems by 33% in comparison to control. Soil P balance was negative at all levels of TSP. While the use of fertilizer at 75% recommended rate with cow manure increased soil P balance by 116 kg per hectare on average. The results showed that the integrated application of TSP with cow manure is associated not only with sustainable production of wheat-silage corn system but also by positive balanced of soil P that can be lead to accumulation of soil P and increasing soil fertility.

Keywords: Cropping system productivity, Soil phosphorus budgeting, integrated soil fertility management, permanent plot experiment

* Corresponding author, Email: fmoshiri@swri.ir