یافته‌های تحقیقاتی در بهبود
تولیدات گیاهان زراعی
جلد اول، شماره دوم، سال ۱۳۹٤
http://raicp.areo.ir

تأثیر سیلیس و نیتروژن بر بلاست، سوختگی غلاف، کرم ساقه‌خوار و عملکرد برنج

الهیار فلاح[1*]، ترانه اسکو[2]، وحید خسروی[2]، مهدی رستمی درونکلایی[2]

[1]استادیار موسسه تحقیقات برنج کشور (شعبه مازندران)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

[2]اعضای هیأت‌علمی موسسه تحقیقات برنج کشور (شعبه مازندران)،
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۱۲/۱۸

چکیده

برای مطالعه تأثیر میزان مصرف سیلیس و نیتروژن بر بلاست، سوختگی غلاف، کرم ساقه‌خوار و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی، آزمایشی به صورت گلدانی و در قالب طرح کامل تصادفی فاکتوریل با سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) با سه سطح کودی نیتروژن (۶۹، ۹۲ و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح کود سیلیس (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) اجرا شد. منبع کود سیلیس به صورت گرانول و حاوی ۹/۷۲ درصد سیلیس بود. هیچ سمپاشی بر علیه بیماری‌ها و آفات برنج صورت نگرفت. بر پایه نتایج، میزان سیلیس برگ با مصرف کود سیلیس افزایش اما با مصرف کود نتیروژن کاهش یافت. همچنین با افزایش مصرف سیلیس، درصد خوشه‌های سفید، لکه‌های بلاست و طول لکه‌های سوختگی غلاف نسبت به تیمار شاهد (مصرف نکردن سیلیس) به‌ترتیب ۱۳/۸، ۶/۷ و ۱۳/۴ درصد کاسته شد. از سوی دیگر با افزایش مصرف نیتروژن، میزان خوشه‌های سفید و طول لکه‌های سوختگی غلاف به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس درهکتار، عملکرد شلتوک نسبت به تیمار شاهد ۱۴درصد افزایش نشان داد. همچنین مصرف ۵۰۰ کیلوگرم کود سیلیس همراه با ۹۲ کیلوگرم نیتروژن موجب کاهش هفت تا ۱۳ درصدی شیوع آفت و بیماری‌ها و متعاقبا افزایش ۱۴ درصدی عملکرد گیاه برنج شد.

واژه‌های کلیدی: آفت، بیماری، خوشه سفیدی، کود، طارم هاشمی.

*نویسنده مسئول: a.fallah@areo.ir

مقدمه

آلودگی خاک و آب با مصرف سموم شیمیایی در مزارع باعث ایجاد مشکلات اساسی برای محیط زیست، سلامتی انسان‌ها و سایر گونه‌های گیاهی می‌گردد. این مشکلات را می‌توان با کاهش مصرف سموم و استفاده از فنون و روش‌های جایگزین کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها برطرف و یا کاهش داد. بر پایه آمارهای موجود، بیشترین میزان سموم مصرفی مربوط به استان‌های شمالی کشور به‌دلیل نوع محصولات کشت شده به‌ویژه برنج و نیز اقلیم مرطوب آن است که موجب آلودگی هر چه بیشتر محیط زیست و منابع آب و خاک این مناطق شده است (فلاح، ۱۳۹۱). برخلاف دیگر گیاهان، ریشه‌های برنج سیلیسیم را خیلی سریع‌تر از دیگر مواد غذایی جذب می‌کند سیلیسیم به صورت سیلیکات‌های بی‌شکل (اوپال، ژل سیلیکا، یافیتولیت‌ها) در گیاهان عالی در همه قسمت‌های گیاه از جمله در دیواره سلولی، فضاهای بین سلولی، ریشه‌ها، برگ‌ها و اندام‌های تولید مثلی رسوب می‌کند (مارشنر، ۱۹۹۵). دیواره سلول‌های بشره با لایه‌ای محکم از سیلیسیم آغشته می‌شوند و در برابر آلودگی‌های قارچی موانعی موثر می‌شوند. سیلیسیم باعث افزایش مقاومت برنج در برابر بیماری‌های قارچی مانند سوختگی برگ یا سنبله، لکه قهوه‌ای، سفیدک پودری، آلودگی بلاست و آفاتی مانند ساقه خوار و زنجیرک می‌شود (ساوانت و همکاران، ۱۹۹۷). با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیسیم شدت بی رنگ شدن دانه‌ها به ۱۷/۵ کاهش یافت و وزن دانه‌ها ۲۰٪ افزایش یافت.

پوسیدگی ساقه (*Agnaporthe salvinii*)، برگ سوختگی و زنگ‌ها، کاملاً با مصرف سیلیس خنثی و بر طرف می‌شوند. تحقیقات انجام شده در ایران در زمینه نقش سیلیسیم در افزایش استحکام گیاهانی مانند برنج، نیشکر و گندم در برابر بیماری‌ها و آفات اندک است (کیپینگ و مایر، ۲۰۰۰). آزمایشی توسط حق پرست و عزیزی در سال‌های ۵۹-۱۳۵۸ برای بررسی تأثیر سیلیکات سدیم بر قابلیت جذب فسفر و مشاهده اثر جنبی آن بر روی مقاومت گیاه برنج (رقم بینام) در مقابل کرم ساقه خوار انجام شد که بر پایه نتایج آن مقدار طول گیاه و جذب فسفر افزایش یافت و در تیمار ۱۵۰۰کیلوگرم سیلیکات سدیم در هکتار، عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد پنج برابر افزایش و همچنین در سال اول آزمایش تعداد کرم ساقه‌خوار در هر متر مربع ۸۰ درصد و در آزمایش سال دوم حدود ۹۳ درصد کاهش یافت (حق پرست و عزیزی، ۱۳۶۳). صائب و همکاران (۱۳۸۰) با مقایسه مقاومت برخی ژنوتیپ‌های برنج استان گیلان نسبت به کرم ساقه خوار نواری برنج و بررسی نقش سیلیس در ایجاد مقاومت، همبستگی منفی ضعیفی بین مقدار سیلیس موجود در ساقه و میزان خوشه‌های سفید شده مشاهده کردند. پاداشت دهکایی (۱۳۸۷) با بررسی تأثیر نیتروژن و سیلیس بر بیماری بلاست برنج دریافت که مصرف نیتروژن باعث افزایش بیماری بلاست و میزان محصول می‌شود، اما مصرف سیلیس تاثیری در کاهش بیماری بلاست و افزایش محصول ندارد. خسروی و همکاران (۱۳۸۵) نتیجه گرفتند بین میانگین تعداد

سلول‌های سیلیسی شده برگ و درصد آلودگی مزارع برنج به بلاست گردن همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد. فلاح (۱۳۹۱) بیان داشت مصرف اوره باعث افزایش بیماری سوختگی غلاف و مصرف سیلیس باعث کاهش آن شد. با توجه به موارد یاد شده و اهمیت بررسی عوامل کاهنده عملکرد در زراعت برنج، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر میزان کود نیتروژن و سیلیس بر شیوع بیماری بلاست، سوختگی غلاف، کرم ساقه خوار و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش برای مطالعه تأثیر سیلیس و نیتروژن بر میزان شیوع بیماری بلاست، سوختگی غلاف، خوشه سفید و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی به‌صورت گلدانی و در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۸۸ و ۸۹ در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) اجرا شد. سه سطح کودی نیتروژن (۹۲، ۶۹ و ۱۱۵کیلوگرم در هکتار) همراه با سه سطح کود سیلیس (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت فاکتوریل تعیین گردید که منبع کود سیلیس به صورت گرانول و حاوی ۷۲/۹ درصد سیلیس بود. هرگلدان حاوی ۸ کیلوگرم خاک شالیزار با بافت خاک سیلتی لوم بود و سه تک بوته نشا برنج رقم طارم هاشمی در هر گلدان نشاکاری شد. تیمار کودی بر اساس سطح گلدان که معادل سه صدم مترمربع بود، انجام گرفت و گلدان‌ها در فضای مزرعه قرار گرفتند. آبیاری با دست انجام گرفت و همواره پای بوته ۳ سانتی‌متر آب بود. هیچ سمپاشی بر علیه بیماری‌ها و آفات برنج صورت نگرفت. میزان شیوع بیماری بلاست در مرحله گلدهی بر پایه استاندارد بین‌المللی ایری اندازه‌گیری و برای ارزیابی خسارت ساقه‌خوار، آماربرداری با شمارش خوشه‌های سفید یک هفته قبل از برداشت در هر گلدان انجام و بدین ترتیب درصد خوشه‌های سفید تعیین شد. بیماری سوختگی غلاف نیز در مرحله گلدهی اندازه‌گیری (IRRI, 1997) و هنگام رسیدن فیزیولوژیکی، عملکرد کپه تعیین شد. داده‌ها در با نرم‌افزار SAS تجزیه مرکب و میانگین آنها به روش دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول ۱ نشان داد که تأثیر سیلیس بر میزان درصد خوشه سفید شده و سوختگی غلاف در سطح پنج درصد و میزان سیلیس برگ در سطح یک درصد معنی‌دار است. همچنین تأثیر نیتروژن بر درصد خوشه سفید شده، میزان سیلیس برگ و عملکرد در سطح یک درصد معنی‌دار بوده اما بر درصد لکه‌های بلاست و طول سوختگی غلاف معنی‌دار نمی‌باشد. اثر متقابل

سیلیس و نیتروژن بر درصد خوشه سفید و لکه‌های بلاست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار اما بر میزان سیلیس برگ، طول لکه سوختگی غلاف و عملکرد معنی‌دار نیست. اثر سال و اثرات متقابل آن بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سیلیس و نیتروژن بر درصد خوشه سفید، لکه های بلاست و سوختگی غلاف، میزان سیلیس برگ و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		خوشه سفید شده	طول لکه‌های سوختگی غلاف	لکه‌های بلاست	میزان سیلیس برگ	عملکرد شلتوک
سال	۱	۰/۷۹۲^{ns}	۰/۲۷۳^{ns}	۲۷/۷۲^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱/۰۲^{ns}
خطای تکرار در سال	۴	۰/۸۹۷	۰/۰۹۴	۲۱/۲۸	۰/۰۱۳	۱
سیلیس	۲	۴/۰۵۷*	۱/۴۸^{ns}	۲۵۱/۰۹*	۲/۵۶**	۵۰۴/۳**
نیتروژن	۲	۵/۸۸**	۰/۲۰۸^{ns}	۲۷/۶^{ns}	۰/۴۹**	۴۳/۸۵^{ns}
سیلیس × نیتروژن	۴	۴/۴۳**	۳/۳۷۷^{ns}	۵۹۰/۳۲**	۰/۰۲ ^{ns}	۱۱۶/۴*
سال × سیلیس	۲	۰/۰۵۳^{ns}	۱/۴۹۱^{ns}	۲۱۱/۹^{ns}	۰/۱۵۴ **	۰/۲۸^{ns}
سال × نیتروژن	۲	۰/۱۶۸^{ns}	۰/۱۹۵^{ns}	۳۱/۷۷^{ns}	۰/۰۷۴^{ns}	۰/۳۱^{ns}
سال × سیلیس × نیتروژن	۴	۰/۲۶۵^{ns}	۰/۵۰۵^{ns}	۸۳/۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}
خطای کل	۳۲	۰/۸۷۷	۰/۴۲۹^{ns}	۷۲/۰۷۸	۰/۰۲۸	۳۹/۳۷
ضریب تغییرات		۱۴/۶۲	۹/۷۸	۱۸/۸۷	۸/۹	۱۷/۴۲

^{ns}، *، ** به‌ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

میزان سیلیس برگ: بر پایه نتایج مقایسه میانگین، با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار، میزان سیلیس برگ برنج به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (جدول ۲). آگاری و همکاران (۱۹۹۳) نیز دریافتند با مصرف سیلیس، غلظت این عنصر در بافت‌های گیاه برنج افزایش یافته است. میزان جذب سیلیس توسط گیاه برنج پنج برابر عنصر نیتروژن است. با افزایش مصرف نیتروژن میزان سیلیس برگ کاهش یافت (جدول ۳). دیرین (۱۹۹۷) دریافت که میزان نیتروژن بافت‌های مختلف گیاه با مصرف کود سیلیکاته کاهش یافته است. مصرف سیلیس باعث تعادل جذب نیتروژن در گیاه برنج شد (داتنف و رودیگز، ۲۰۰۵). نیتروژن باعث ترد شدن ساقه و افتادن برگ گیاه برنج می‌شود ولی سیلیس باعث زبری ساقه و عمود شدن برگ برنج شده و در نتیجه مصرف متعادل این دو عنصر ضروری است (فلاح، ۲۰۰۰).

جدول ۲- مقایسه اثر تیمار سیلیس بر میزان سیلیس برگ، درصد خوشه‌های سفید شده، درصد لکه‌های بلاست و طول لکه‌های سوختگی غلاف و عملکرد.

میزان سیلیس کیلوگرم در هکتار	میزان سیلیس برگ (گرم در کیلو گرم ماده خشک برگ)	درصد خوشه‌های سفید شده	درصد لکه‌های بلاست	طول لکه‌های سوختگی غلاف (سانتی‌متر)	عملکرد شلتوک (گرم در کپه)
۰	۶۲/۵^{b}	۶/۸۶^{a}	۷/۰۲^{a}	۴۹/۲^{a}	۳۰/۸۲^{b}
۲۵۰	۷۸/۶^{b}	۴۲/۶^{a}	۶/۵۵^{b}	۴۳/۰۴^{b}	۳۳/۴۶^{b}
۵۰۰	۱۱۹/۱^{a}	۵/۹۱^{b}	۶/۵^{b}	۶/۴۲^{b}	۴۱/۰۲^{a}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

درصد خوشه‌های سفید: برپایه نتایج مندرج در جدول ۲ با افزایش مصرف سیلیس، درصد خوشه‌های سفید شده نسبت به تیمار شاهد ۱۳/۸ درصد کاهش یافت. ساوانت و همکاران (۱۹۹۷) نیز بیان داشتند مصرف کودسیلیسی باعث افزایش تحمل به کرم ساقه خوار می‌شود. لیگنینی شدن و تجمع سیلیس در سلول‌های اپیدرمی مانع فیزیکی موثری در برابر نفوذ لاروها به ساقه برنج و تغذیه آن می‌شود و در نتیجه تحمل گیاه به آفت کرم ساقه خوار را افزایش می‌دهد (مارشنر، ۱۹۹۵). داده‌های جدول ۳ نیز نشان می‌دهد با افزایش مصرف نیتروژن، میزان خوشه‌های سفید شده به طور معنی‌داری افزایش یافته است به‌طوری که میزان افزایش در تیمار ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن نسبت به مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱۴/۳ درصد بود. بنابراین مصرف متعادل نیتروژن و سیلیس باعث کاهش خسارت کرم ساقه خوار در مزارع برنج خواهد شد.

درصد لکه‌های بلاست: بر پایه داده‌های مندرج در جدول ۲، با افزایش مصرف سیلیس، درصد لکه‌های بلاست نسبت به تیمار شاهد ۶/۷ درصد کاهش و به طور معنی‌داری کاهش یافته است. قاسمی لمراسکی (۱۳۸۹) نیز گزارش نموده مصرف ۱۰۰۰کیلوگرم کود سیلیکات معدن سیلیس باعث کاهش بیماری بلاست می‌شود. همچنین بر پایه گزارش سیبولد و همکاران (۲۰۰۴)، افزایش مصرف سیلیس باعث کاهش بلاست برگ و گردن در رقم‌های نیمه مقاوم و حساس می‌شود. ضمن این‌که باعث کاهش تعداد لکه‌های اسپورزایی در برگ برنج نیز شده است. مصرف سیلیس اندازه و ابعاد هر لکه اسپورزایی و نیز تعداد آن را در مناطق آلوده به بلاست به میزان ۴۵-۳۰ درصد کاهش داد.

طول لکه‌های سوختگی غلاف: نتایج بیان شده در جدول ۲ نشان می‌دهد با افزایش مصرف سیلیس، طول لکه‌های سوختگی غلاف به طور معنی‌دار و به میزان ۱۳/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد (مصرف نکردن سیلیس)، کاهش یافته است. سیبولد و همکاران در سال ۲۰۰۰ به این نتیجه رسیدند که کاربرد سیلیس مقاومت میزبان نسبت به بیماری بلاست و سوختگی برگ را افزایش داده و در نتیجه مصرف

کودهای سیلیکاته در خاک‌هایی که با کمبود سیلیس مواجه هستند، یک راهکار موثر در کنترل و مدیریت بیماری گیاه برنج می‌باشد. همچنین رودریگرز و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند مصرف سیلیکات کلسیم باعث کاهش میزان خسارت بیماری سوختگی غلاف گیاه برنج در برزیل شده است. جدول ۳ نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن طول لکه‌های سوختگی غلاف افزایش معنی‌داری یافت. میزان افزایش نسبت به تیمارمصرف نیتروژن ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، پنج درصد بود.

جدول ۳- مقایسه اثر تیمار نیتروژن بر میزان سیلیس برگ، درصد خوشه‌های سفید شده، درصد لکه‌های بلاست و طول لکه های سوختگی غلاف و عملکرد شلتوک.

صفات میزان نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	میزان سیلیس برگ (گرم در کیلو گرم ماده خشک برگ)	درصد خوشه‌های سفید شده	درصد لکه‌های بلاست	طول لکه‌های سوختگی غلاف (سانتی‌متر)	عملکرد شلتوک (گرم در کپه)
۶۹	۸۶/۵[a]	۶/۰۵[b]	۶/۵۷[a]	۴۳/۵۶[b]	۳۴/۴۵[b]
۹۲	۶۷/۶[b]	۶/۱۰[b]	۶/۷۲[a]	۴۵/۵۱[a]	۳۵/۲۹[a]
۱۱۵	۵۹/۵[b]	۷/۰۶[a]	۶/۷۷[a]	۴۵/۸۵[a]	۳۶/۵۷[a]

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

عملکرد شلتوک: نتایج مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که با مصرف سیلیس عملکرد برنج رقم هاشمی نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌دار و به میزان ۱۴ درصد افزایش یافت. گزارش فلاح (۲۰۰۰) نیز بیانگر افزایش ۱۰ درصدی عملکرد در آزمایش گلدانی با مصرف کود مایع حاوی ۲۷ درصد سیلیس است. همچنین داتنف و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند که افزایش عملکرد برنج متأثر از نقش سیلیس در رشد گیاه، بهبود فتوسنتز کانوپی و افزایش تحمل آن به بیماری قارچی می‌باشد.

توصیه ترویجی

بر پایه یافته‌های این پژوهش، مصرف متعادل ۵۰۰ کیلوگرم کود سیلیکاته همراه با ۹۲ کیلوگرم نیتروژن و عدم مصرف سموم شیمیایی افزون بر دستیابی به عملکرد مطلوب، باعث کاهش ۷ تا ۱۴ درصدی شیوع و خسارت آفت و بیماری‌های مهم برنج شد. ضمن این که میزان محصول برداشتی تا ۱۴درصد افزایش یافت.

منابع

۱. پاداشت دهکایی، ف. ۱۳۸۷. آثار نیتروژن و سیلیس روی بیماری بلاست برنج. مجله علوم کشاورزی ایران، ۴: ۷۴۲-۷۳۵.

۲. حق‌پرست، م. و عزیزی، پ. ۱۳۶۳. تأثیر سیلیکات سدیم بر قابلیت جذب فسفر و مشاهده اثر جانبی آن بر روی مقاومت گیاه برنج (بینام) در مقابل کرم ساقه‌خوار. گزارش طرح تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

۳. خسروی، و.، بهرامی، م.، ایزدیار، م. و نوری، م.ز. ۱۳۸۵. رابطه بین میزان سیلیس در برگ پرچم و درصد آلودگی بلاست گردن خوشه در ارقام مختلف برنج. هفدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران.

۴. قاسمی لمراسکی، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر مصرف مقادیر کود سیلیس و فسفر بر روی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شدت بیماری بلاست برنج رقم طارم محلی در استان مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت داشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر.

۵. فلاح، ا. ۱۳۹۱. بررسی کاربرد کود سیلیکاته بر روی میزان شیوع آفات و بیماری مهم برنج. انتشارات معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل). گزارش نهایی. ۲۶ صفحه

۶. صائب، ح.، نوری قنبلانی، ق. و رجبی، غ.۱۳۸۰. مقایسه مقاومت تعدادی از ژنوتیپ های برنج استان گیلان نسبت به کرم ساقه خوار برنج و نقش سیلیس در ایجاد مقاومت. مجله علوم کشاورزی، ۴: ۱۷- ۲۵

7. Agarie, S., Uchida, H., Agata, W., Kubota, F. and Kaufman, P.B. 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice plant (*Oryza sativa* L.). CPITA. 225-234, KSCS, Korea.
8. Datnoff, L.E., Deren, C.W. and Snyder, G.H. 1997. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. Crop Protection Journal. 16(6): 525-531.
9. Datnoff, L.E. and Rodrigues, F.A. 2005. The role of silicon in suppressing rice disease. American Phytopathological Society. 28pp.
10. Deren, C.W. 1997. Changes in nitrogen and phosphorus concentrations of silicon-fertilized rice grown on organic soil. J. Plant Nut. 20(6): 765-771.
11. Fallah, A. 2000. Effects of silicon and nitrogen on growth, lodging and spikelet filling in Rice (*Oryza sativa* L.). University of Philippines at Los Banos (UPLB). Ph.D. Dissertation .109p
12. IRRI. 1997. Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute (IRRI).
13. Keeping, M.G. and Meyer, J. H. 2000. Increased resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lep: Pyralidae) with calcium siliconte application. Proceeding South African sugar Technologist Association, pp. 74.
14. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. London, UK: Academic Press. Pp 889.
15. Rodrigues, F.A., Vale, F.X.R., Korndorfer, G.H., Prabhu, A.S., Datnoff, L.E., Oliveira, A.M.A. and Zambolim, L. 2003. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. Crop Protection Journal. 22: 23-29.
16. Seedbold, K.W., Datnoff, L.E., Correa-Victoria, F.J. and Kucharek, T.A. 2000. Rate and host resistance on blast, acald, and yield of upland rice. Plant Disease Journal. 84: 847-876.

17.Seebold, K.W., Datnoff, L.E., Correa-Victoria, F.J., Kucharek, T.A. and Snyder, G.H. 2004. Effects of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. Plant Disease Journal. 88: 253-258.
18.Savant, N.K., Snyder, G.H. and Datnoff, L.E. 1997. Silicon management and rice production. Advance Agronomy Journal. 58: 151–199.