سرکه چوب، محلولی ارگانیک موثر بر عملکرد کمی و کیفی برنج

شهرام محمودسلطانی[۱*]، مریم شکوری[۲]، محمدتقی کربلایی آقاملکی[۳]، علی اکبر عبادی[۱]، مریم خشکدامن[۴]

۱- دانشیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

۲- کارشناس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

۳- استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، آمل، ایران

۴- محقق، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: shmsoltani@gmail.com

چکیده

سرکه چوب، از سرد شدن دود آتش حاصل از فرایند سوختن بقایای گیاهی تولید شده که به‌عنوان ماده¬ی آلی با خصوصیات منحصر به‌فرد می¬تواند به‌عنوان بخشی از مواد اصلاح¬کننده خاک و کود آلی در تولید پایدار برنج استفاده شود. وجود ترکیباتی نظیر متانول و فرفورال در سرکه چوب عامل موثر در افزایش صفات رشدی گیاه است؛ این ترکیبات مانند هورمون عمل نموده و موجب تحریک ریشه‌دهی و طویل‌شدن ریشه گیاه می¬شوند. از طرفی، در گیاهان تیمار شده با سرکه چوب، تعادل ترکیبات گیاهی همچون تنظیم‌کننده‌های رشد تغییر کرده به‌طوری‌که میزان رشد گیاه تحت تأثیر قرار می¬گیرد. نتایج بررسی¬های مزرعه¬ای تأثیر مصرف این محصول به‌صورت محلول‌پاشی در زمان حداکثر پنجه‌زنی و آغاز پرشدن دانه با غلظت ۵ در هزار و کودآبیاری به‌میزان ۵۰ تا ۱۰۰ لیتر در هکتار نشان داد که مصرف آبی (کودآبیاری) سرکه چوب سبب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد دانه شد و همچنین محلول‌پاشی دو مرحله¬ای در زمان حداکثر پنجه‌زنی و رسیدن دانه سبب افزایش ۹/۸ درصدی صفت زیست‌توده برنج رقم هاشمی شد. مصرف ۱۰۰ لیتر در هکتار از این محلول به‌همراه محلول¬پاشی با محلول ۵ در هزار حاوی سرکه چوب در مقایسه با عدم مصرف (شاهد) سبب افزایش ۲۷ درصدی محتوای کلسیم، ۲۴ درصدی محتوای منیزیم و ۱۸ درصدی محتوای روی دانه شده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد مصرف کودآبیاری (۱۰۰ لیتر در هکتار) و محلول¬پاشی محلول سرکه چوب در دو مرحله مهم رشد (حداکثر پنجه‌زنی و آغاز پرشدن دانه) می¬تواند علاوه بر افزایش عملکرد به بهبود کیفیت دانه برنج رقم هاشمی در اراضی شالیزاری نیز بیانجامد.

واژگان کلیدی: ارقام محلی برنج، کودهای ارگانیک

بیان مساله

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از غذاهای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان و تامین‌کننده ۲۱ درصد از انرژی و ۱۵ درصد از پروتئین مورد نیاز جمعیت‌های انسانی در سطح جهان است که برای تغذیه به آن وابسته هستند. براساس برآوردهای سازمان خواروبار جهانی (فائو)، برای تغذیه‌ی جمعیت در حال افزایش جهان، تا سال ۲۰۵۰ نیاز است تا میزان شلتوک تولیدی به‌طور متوسط تا ۴۰ درصد افزایش یابد تا منبع مطمئن غذایی برای ساکنان کشورهای برنج‌خیز جهان تأمین شود (فائو، ۲۰۱۸). با این حال چشم‌اندازی برای افزایش موثر سطح اراضی شالیزاری متصور نبوده و افزایش در واحد سطح تولید برنج تنها چشم‌اندازی است که توانایی غلبه بر بحران کمبود مواد غذایی پایدار برای بشر را دارد. در این راستا توجه جدی و علمی به عرضه مناسب و متعادل عناصر پرمصرف و کم‌مصرف و یا مواد اصلاحی که بر قابلیت دسترسی این عناصر موثر باشد، بسیار ضروری است. از طرف دیگر، توجه به نیاز کشور به افزایش تولید محصولات کشاورزی متناسب با رشد جمعیت (براساس برنامه‌های توسعه‌ای کشورها طی سال‌های اخیر) سبب افزایش مصرف سموم و کودهای شیمیایی شده است. مصرف کنترل

نشده سموم و کودهای شیمیایی در مزارع، موجب عدم تعادل تغذیه‌ای، ناپایداری حاصلخیزی خاک، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، ورود سموم و عناصر سنگین به زنجیره غذایی انسان و دام شده است (کشاورز و حسینی، ۱۴۰۰).

میزان مصرف سالیانه چوب شامل چوب زراعی و باغی و واردات آن‌ها در کشور در حدود ۵ میلیون مترمکعب بوده که ۲۵ درصد آن در فرایند تولید به ضایعات تبدیل شده که می¬تواند به چرخه سودآوری اقتصادی بازگردانده شود. چوب قدیمی¬ترین ماده ساختمانی و همچنین منبع تولید آتش توسط بشر است. برخلاف مواد فسیلی، چوب یک منبع تجدیدپذیر است و می¬تواند نیاز بشر را به انرژی در یک توسعه پایدار برای همیشه برطرف کند. طبق آماری که توسط سازمان خواروبار جهانی (فائو، ۲۰۱۵) منتشر شده است؛ بیش از نیمی از چوب¬های بهره¬برداری شده در دنیا (۵۱ درصد) به‌عنوان سوخت مصرف می¬شوند و در سال ۲۰۱۵ میزان تولید زغال چوب به ۵۲ میلیون تن رسیده است که در یک دوره ۵ ساله، افزایش ۷ درصدی داشته است. با توجه به نیاز روزافزون بازار مصرف، امروزه دیگر تولید تجاری زغال چوب با روش¬های سنتی جوابگو نیست. از طرف دیگر با توجه به مسائل زیست‌محیطی نیز اغلب شرکت¬های تولید زغال به‌دنبال تجاری¬سازی و استفاده از روش¬های مدرن هستند. یکی از معایب روش¬های سنتی، آزاد شدن مقدار زیادی دود در فضای اطراف محل تولید می‌باشد، که از لحاظ محیط زیستی مشکلات زیادی دارد. در روش مدرن تولید زغال، چوب¬ها را در محیطی در بسته و به دور از هوا حرارت¬دهی می‌کنند و گازهای متصاعد شده از چوب نیز متراکم شده و در مخزن مخصوصی ریخته می¬شوند. به این محصول جانبی کارخانه‌های تولید زغال در اصطلاح، سرکه چوب یا دود مایع گفته می‌شود که در محافل علمی اسید پیرولیگنئوس نیز نامیده می‌شود (براون و دیگران، ۲۰۰۳).

از طرف دیگر، ایده بازگشت به طبیعت، تغییرات جهانی اقتصاد کود، معضلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و لزوم توجه به حفظ منابع تجدیدناپذیر و همچنین افزایش عملکرد پایدار و تمایل فزاینده مردم به مصرف محصولات سالم، سبب توجه جدی به سازوکارهای تولید در اکوسیستم‌های زراعی شده است. این درحالی است که غنی‌سازی جیره غذایی با عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در بسیاری از روش‌های تولید محصولات اساسی ازجمله برنج، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این بین استفاده از ظرفیت گسترده تکنولوژی‌های جدید بر پایه ارگانیک نظیر تولید سرکه چوب و مصرف آن از طریق کودآبیاری و تغذیه برگی گیاه برنج، روشی مناسب و در راستای اصول صحیح کشاورزی پایدار است که می‌تواند زمینه‌ساز طراحی و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی بسیاری با هدف تعدیل و کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی، افزایش عملکرد در واحد سطح برنج و غنی‌سازی دانه برنج قرار گیرد. بنابراین نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌تواند سهم بسزایی در درک بهتر تأثیر این نهاده‌ها بر عملکرد برنج، مصرف متعادل کود و سموم شیمیایی و افزایش کیفیت تغذیه‌ای دانه و کاه برنج داشته باشد. بااین‌حال، این ماده آلی به‌هیچ‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی نخواهد شد و تنها به‌صورت همراه در کنار کاربرد کودهای شیمیایی می‌تواند مصرف شود.

سالانه حدود ۷۰۰۰–۶۰۰۰ متر مکعب سرکه چوب در جهان تولید و مصرف می‌شود. سرکه چوب، ماده حاصل از سردشدن دود آتش، به‌عنوان ماده‌ای کاملاً آلی می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای بخشی از مواد شیمیایی مورد استفاده در صنعت کشاورزی معرفی شود. سرکه چوب از فرایند سوختن بقایای گیاهان به‌دست می‌آید. در تولید سرکه چوب، بسیاری از مواد خام مانند زغال سنگ، چوب، پسماندهای محصولات جنگلی و پسماندهای محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (براون و دیگران، ۲۰۰۳). سرکه چوب به‌عنوان یک ماده‌آلی، علاوه بر کاربردهای مبارزه با قارچ‌ها و حشرات، در افزایش عملکرد گیاهان نیز نقش بسزایی دارد. در زمان سوختن بقایای گیاهی، دود حاصله از طریق لوله‌ای جمع‌آوری شده و به بیرون انتقال می‌یابد و پس از سرد شدن به فاز مایع تبدیل می‌شود. فرایند تولید سرکه چوب یک فرایند گرماگیر است و در اوایل شروع این

فرایند به انرژی خارجی نیاز است. اما پس از آغاز فرایند، همانند یک فرایند گرمازا رفتار می‌کند (لئونگ، ۲۰۱۱). سرکه چوب از مواد مختلفی تشکیل شده است که عبارتند از: الکل (متانول، بوتانول و ...)، اسیدها (استیک، فرمیک، والریک و پروپرونیک)، مواد خنثی (فرمالدئید، استون، فورفورال و والرولاکتون)، فنل‌ها (سیرینگول، کرسول، فنل) و مواد پایه (آمونیاک، متیل آمین، پیریدین).

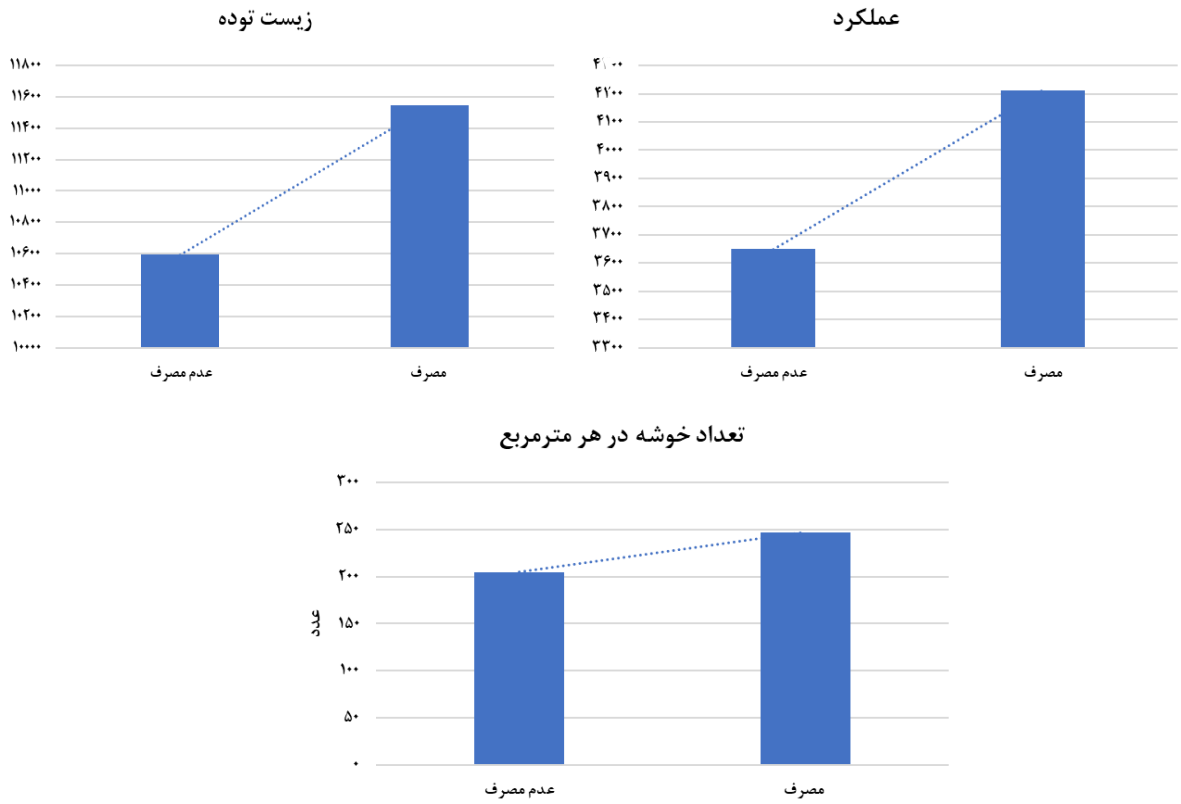
معرفی دستاورد

افزایش عملکرد کمی و کیفی برنج

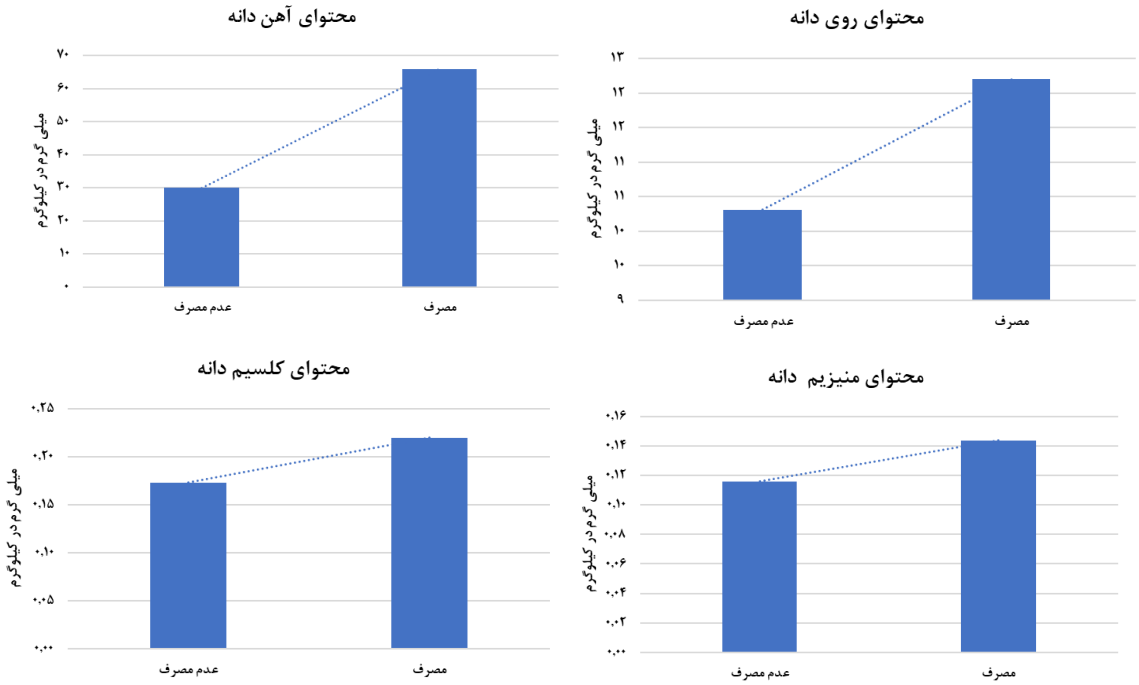
پاشش سرکه چوب روی بذر برنج سبب افزایش چشمگیر میزان جوانه‌زنی بذر (۹۹ درصد)، طول بخش هوایی گیاهچه (۳۵/۸ درصد)، طول ریشه (۱۸/۲ درصد) و وزن تر گیاه‌چه (۲۰ درصد) شده است. همچنین گیاه برنج تحت تیمار با سرکه چوب دارای بیشترین تعداد پنجه (۱۱)، تعداد خوشه‌چه (۱۲۲/۵) و بالاترین میزان عملکرد (۶/۱ تن) در مقایسه با عدم مصرف از خود نشان داده است (چوبان و دیگران، ۲۰۲۱). زمانی‌که این ماده ارگانیک به‌عنوان محرک رشد برای تولید برنج غرقابی به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت یک درصد استفاده شد، بلندترین ارتفاع گیاه (۹۳/۴۷ سانتی‌متر)، بیشترین تعداد پنجه بارور (۱۴/۵۴ عدد)، کمترین تعداد پنجه نابارور (۰/۸ عدد)، بلندترین طول خوشه (۲۴/۰۸ سانتی‌متر) و بلندترین برگ پرچم (۳۲/۴۲ سانتی‌متر) به‌دست آمد، همچنین مقدار عملکرد دانه برنج مورد آزمایش در کرت تیمار شده ۱/۷۶ تن بیشتر از کرت شاهد بود (روگلیو، ۲۰۱۸). کاربرد سرکه چوب نه‌تنها بر عملکرد کمی موثر است بلکه بر کیفیت خوراکی دانه نیز تاثیر بسزایی دارد. هرگاه از ترکیب ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد سرکه چوب در کشت برنج استفاده شد خصوصیاتی مانند مقدار آنتی‌اکسیدان، چربی، آمیلوز، ویتامین‌ها نسبت به شاهد افزایش چشمگیر داشت (یانگ و دیگران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، سرکه چوب حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف شامل پتاسیم، آهن، منگنز، فسفر، آلومینیوم، مس، کلسیم، روی و سدیم است. اکثر این عناصر در فعالیت‌های حیاتی گیاه و افزایش فتوسنتز نقش دارند. گیاهان در بین همه ریزمغذی‌ها بیشترین نیاز را به آهن دارند. آهن برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است. وجود هم‌زمان اسید استیک با کاتیون‌های کلسیم و آهن با تشکیل کمپلکس از رسوب آهن در خاک جلوگیری می‌کند. به‌طوری‌که با کاربرد سرکه چوب، مقدار pH کاهش و نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس، ظرفیت تبادل کاتیونی، مقدار کاتیون‌های تبادلی و اشباع افزایش می‌یابد که سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های غیرحاصلخیز می‌شود. انتظار می‌رود استفاده از سرکه چوب در کشاورزی، سبب تشکیل یک منبع کربن در خاک شده و از این طریق باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (یاماتو و دیگران، ۲۰۰۶).

این دستاورد حاصل کار پژوهشی و ترویجی در مزرعه کشاورزان شالیکار کشور بوده که بخشی از این نتایج در شکل‌های زیر نشان داده شده است (محمودسلطانی و دیگران، ۱۴۰۳). شکل یک نشان می‌دهد که مصرف هم‌زمان کودآبیاری سرکه چوب (۱۰۰ لیتر در هکتار) در مرحله اواسط پنجه‌زنی و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای سرکه چوب (۵ در هزار) در شروع آبستنی و آغاز رسیدن دانه، به افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه، ۲۰ درصدی زیست‌توده و ۲۳/۵ درصدی تعداد خوشه در هر مترمربع در رقم مورد بررسی هاشمی انجامیده است.

شکل دو نشان می دهد که مصرف هم‌زمان کودآبیاری سرکه چوب (۱۰۰ لیتر در هکتار) در مرحله اواسط پنجه‌زنی و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای سرکه چوب در شروع آبستنی و آغاز رسیدن دانه (۵ در هزار) به افزایش ۲۷ درصدی محتوای کلسیم دانه، دو برابری آهن دانه، ۱۸ درصدی روی دانه و ۲۴ درصدی منیزیم دانه در رقم مورد بررسی هاشمی انجامیده است. در شکل سه، تاثیر مصرف هم‌زمان کودآبیاری (۱۰۰ لیتر در هکتار) و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای (۵ در هزار) سرکه چوب روی خصوصیات کیفی دانه رقم برنج لنجان نشان داده شده است.



شکل ۱- تاثیر مصرف هم‌زمان کودآبیاری و محلول‌پاشی (۵ در هزار) سرکه چوب روی خصوصیات عملکردی رقم برنج هاشمی



شکل ۲- تاثیر مصرف توامان کود آبیاری (۱۰۰ لیتر در هکتار) و محلول پاشی دو مرحله‌ای (۵ در هزار) سرکه چوب روی خصوصیات کیفی دانه رقم برنج هاشمی

شکل ۳- تاثیر مصرف هم‌زمان کود آبیاری (۱۰۰ لیتر در هکتار) و محلول‌پاشی دو مرحله‌ای (۵ در هزار) سرکه چوب روی خصوصیات کیفی دانه رقم برنج لنجان (پنجه‌زنی، سمت راست و خوشه، سمت چپ) (اصلی)

توصیه‌های ترویجی

با توجه به اثرات مثبت محلول ارگانیک سرکه چوب در بهبود شرایط خاک و اثربخشی آن در افزایش عملکرد و ارتقای کیفیت دانه، مصرف آن در اراضی کشاورزان توصیه می‌شود. برای این منظور می‌توان از دو روش کود آبیاری و محلول‌پاشی استفاده نمود.

۱- کودآبیاری: براساس نتایج بررسی‌های انجام شده پژوهشی و ترویجی، مقدار ۵۰ تا ۱۰۰ لیتر در هکتار آن می‌تواند به‌صورت کودآبیاری مصرف شود. بدین‌منظور کشاورزان می‌توانند از دو روش برای افزودن این ماده بهره ببرند. در روش اول کشاورزان هر ۵ لیتر سرکه چوب را با ۱۵ لیتر آب آبیاری مخلوط نموده و محلول به‌دست آمده را در اواسط پنجه‌زنی به‌طور مساوی و متعادل در سطح مزرعه پخش نمایند. در روش دوم این ماده را در هنگام آبیاری در هر ۱۵ دقیقه آبیاری نیم لیتر در ورودی کرت بریزند و اجازه دهند به‌همراه آب آبیاری در سطح کرت پخش شوند.

۲- محلول‌پاشی: کشاورزان می‌توانند ۱۰۰ سی‌سی از این محلول را در ۲۰ لیتر آب (معادل حجم سم‌پاش‌های پشتی موتوردار) ریخته و به‌خوبی مخلوط نموده و در مراحل شروع آبستنی و آغاز رسیدن دانه روی سطح مزرعه محلول‌پاشی نمایند (شکل ۴). این کار را بایستی تا اتمام محلول‌پاشی کل سطح مزرعه ادامه دهند. رعایت شرایط عمومی محلول‌پاشی الزامی است.

شکل ۴- محلول‌پاشی (۵ در هزار) دو مرحله‌ای سرکه چوب در شروع آبستنی (A) و آغاز رسیدن دانه (B) (اصلی)

فهرست منابع

کشاورز، پ. و حسینی، س.س. ۱۴۰۰. راهنمای جامع کودهای شیمیایی، آلی و زیستی (شناخت، تولید و کاربرد)، کتابنامه، شماره ۲۹ –K۴۰۰، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

محمودسلطانی، ش.، خشکدامن، م.، جمالی، س. و شکوری کتیگری، م. ۱۴۰۳. بررسی تاثیر محلول ارگانیک بر پایه سرکه چوب با نام تجاری Rock Rice Rich بر عملکرد کمی و کیفی برنج، بیمارهای قارچی و نماتد برنج. گزارش نهایی. انتشارت موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی رشت. ایران.

Brown, N.A.C., Van Staden, J., Daws, M.I. and Johnson, T., ۲۰۰۳. Patterns in the seed germination response to smoke in plants from the Cape Floristic Region, South Africa. South African Journal of Botany, ٦٩(٤), pp.٥١٤-٥٢٥.

Chuaboon, W., Ponghirantanachoke, N. and Athinuwat, D., ۲۰۲۱. New application strategies of wood vinegar for managing rice disease under farming production. International Journal of Advanced Technology & Science Research, ۲(۱), pp.٤٤-٥٣.

FAO. ۲۰۱۸. Rice market monitor. Vol. XVI, Trade and Markets Division. Rome.Italy

FAO. ۲۰۱٥. Wood Fuel Handbook. ISBN ۹۷۸-۹۲-٥-۱۰۸۷۲۸-۲. Rome. Italy.

Leong, S., ۲۰۱۱. The use of wood vinegar in reducing the dependence on agro-chemicals. Focus on form: Retrieved ۲۰۱۱, from http://www.agrowingculture.org/۲۰۱۱/۰٤/the-use-of-wood-vinegar-in-reducing-the-dependence-on-agrochemicals.

Rogelio, R.M., ۲۰۱۸. Alternative growth ehancers for rice production: Usefulness of wood vinegar (PA) in irrigated rice (PSB rc۱۸). Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, ۸(٤), pp.۸۲-۹۸.

Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I.F., Anshori, S. and Ogawa, M., ۲۰۰٦. Effects of the application of charred bark of Acacia Mangium on the yield of maize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. Soil science and plant nutrition, ٥۲(٤), pp.٤٨٩-٤٩٥.

Yang, J.F., Yang, C.H., Liang, M.T., Gao, Z.J., Wu, Y.W. and Chuang, L.Y., ۲۰۱٦. Chemical composition, antioxidant, and antibacterial activity of wood vinegar from Litchi chinensis. Molecules, ۲۱(۹), p.۱۱٥۰.