ریاست جمهوری اسلامی ایران
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

مجموعه خلاصه مقالات
نخستین همایش ملی
نقشه راه تامین مواد اولیه و توسعه
صنایع چوب و کاغذ کشور در افق ۱۴۰۴

کانون هماهنگی دانش و صنعت چوب و کاغذ

تولید صنعتی کود آلی گرانوله از پسماند سلولزی در صنایع چوب وکاغذ مازندران الگوئی مناسب برای استفاده بهینه اقتصادی و زیست‌محیطی از ضایعات جامد کارخانجات خمیروکاغذ

[*]قاسم اسدپوراتوئی[۱]، مجتبی گلی[۲] و حجتا... اکبری[۳]

[۱]استادیار گروه چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی‌ساری، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]مدیر تضمین کیفیت کارخانه صنایع چوب وکاغذ مازندران

[*]asadpur2002@yahoo.com

کد مقاله: ۱۰۰۵۰

چکیده

شرکت صنایع چوب وکاغذ مازندران بزرگترین تولیدکننده کاغذ از چوب در کشورمی‌باشد. در طی فرایند تبدیل چوب به خمیر وکاغذ، بخشی از ذرات چوب و الیاف سلولزی وارد سیستم تصفیه پساب کارخانه شده که این ضایعات سلولزی به همراه برخی مواد معدنی، به‌صورت لجن خشک از واحد تصفیه پساب جدا شده و در گودال های اطراف کارخانه مدفون می‌شوند. با توجه به افزایش حجم این ضایعات سلولزی مدفون شده و دارا بودن پتانسیل تبدیل به کود آلی، از سال ۱۳۸۹ کارخانه تولید کود الی گرانوله گوگرد دار تاسیس گردید. ایجاد این کارخانه فوائد اقتصادی و زیست محیطی مطلوبی در منطقه داشته و مانع از آلودگی آب‌های زیرزمینی شده است. کودهای گرانوله گوگردی با ضد عفونی نمودن تدریجی خاک به سلامت محیط‌زیست کمک شایانی نموده و مصرف سموم شیمیایی را کاهش می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: پساب، پسماند سلولزی، کود آلی، محیط‌زیست، خمیر کاغذ

مقدمه

فقدان و کمبود مواد آلی در زمینه‌های کشاورزی از یک طرف و قلیایی بودن آنها از طرف دیگر موجب شده است که میزان تولیدات کشاورزی کاهش یابد. مواد آلی را یکی از مهمترین عوامل حاصلخیزی خاک می‌توان شمرد. که با بهبود خواص بیولوژیکی خاک بدست می‌آید(سبب بهبود ساختمان فیزیکی خاک، هدایت هیدرولیکی خاک، نفوذ آب در خاک، تقویت فعالیت میکروبیولوژی خاک و افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند(مازوراک و همکاران، ۱۹۹۵؛ رابرتسون و اریکسون ،۱۹۷۸؛ گوپتا و همکاران، ۱۹۷۷؛ مارتنز و فرانکن برگ، ۱۹۹۲). خاصیت قلیایی خاک را می‌توان را نیز با اسیدزدایی توسط موادی نظیر گوگرد می‌توان برطرف کرد. که این اقدامی مهم در جهت اصلاح خاک می‌باشد. چرا که در غیر این صورت جذب عناصر ریز مغذی، بطور قابل توجهی کاهش می‌یابد، با استفاده از مواد آلی به همراه گوگرد، فعالیت بیولوژیکی خاک تقویت شده، اکسیداسیون گوگرد صورت گرفته و عوامل مساعد حاکم می‌شوند.

افزودن پس ماندهای صنعتی آلی و محصولات جانبی زمین‌های کشاورزی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. این امر از یک سو به دلیل افزایش انرژی مورد نیاز برای تولید کودهای شیمیایی و از سوی دیکر به علت کاهش هزینه‌های کارخانه و افزایش مشکلات زیست محیطی در نتیجه دفن بقایای آلی می‌باشد.

صنایع چوب وکاغذ مازندران، بزرگترین تولیدکننده کاغذ از چوب در کشور می‌باشد که سالانه حدود ۱۹۰/۰۰۰ انواع محصولات کاغذی روزنامه، چاپ و تحریر و فلوتینگ را در بازارهای داخلی وخارجی عرضه می‌نماید. از آنجا که برای تولید این مقدار کاغذ سالیانه نیاز به مصرف حدود ۴۰۰/۰۰۰ تن چوب می‌باشد، در فرایندهای تبدیل و نگهداری چوب در محوطه نگهداری چوب، تبدیل چوب به خرده چوب، و نیز فرایندهای تهیه خمیرکاغذ و تولید کاغذ، در مجموع حدود ۲۰ درصد چوبهای وارده به کارخانه (معادل ۸۰ هزار تن) به صورت ضایعات سلولزی درآمد ه که بخش زیادی از این ضایعات وارد سیستم تصفیه پساب کارخانه شده درنهایت به صورت لجن آلی در محوطه کارخانه دفن می‌گردد.

لجن‌های آبگیری‌شده سلولزی (با درصدخشکی ۳۰٪) در محوطه باز و در گودال‌های طبیعی اطراف کارخانه دفن می‌شوند . با توجه به شروع تولید کاغذ از سال ۱۳۷۶ در کارخانه صنایع چوب وکاغذ مازندران، سالیانه حجم زیادی از این لجن‌های سلولزی درمحوطه‌های مذکور انباشت شده که علاوه برعوارض و تبعات زیست محیطی، هزینه‌های زیادی را به شرکت در جهت جمع‌آوری و نگهداری این ضایعات تحمیل نموده است. از آنجا که این ضایعات سلولزی برای تولید کودهای آلی بسیار مناسب می‌باشند با مطالعات فنی و اقتصادی به عمل آمده، طرح تولید کود آلی گرانوله گوگرددار در کارخانه صنایع چوب وکاغذ مازندران بررسی و پس از تصویب پروژه به مرحله اجرایی درآمده وکارخانه تولید کود آلی گرانوله گوگرددار در سال ۱۳۸۹ فعالیت تولیدی خود را شروع نموده است دراین مقاله اهمیت زیست محیطی و نیز اقتصادی تبدیل لجن های سلولزی شده به کود آلی مورد بحث وبررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، اطلاعات سالیانه مربوط به مقدار مصرف چوب، مقدار کاغذ و مقدار لجن تولید شده از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸ کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران جمع آوری شده و بر مبنای این اطلاعات حجم حدودی پسماند سلولزی ونیز حجم لجن دفن شده در محوطه کارخانه محاسبه گردیده است. همچنین فرایند تولید کود آلی گرانوله گوگردی در شرکت صنایع چوب وکاغذ مازندران و اهمیت زیست محیطی و اقتصادی آن مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

منابع ایجاد کننده پسماندهای سلولزی در کارخانجات صنا یع خمیر وکاغذ عبارتند از :

۱. قطعات چوبی کوچک شکسته شده در نتیجه جابجایی و انتقال چوب در محوطه نگهداری چوب (یارد کارخانه)
۲. خاک اره های ناشی از برش طولی و عرضی تنه درختان طویل و قطور
۳. ضایعات ناشی از پوست کنی[1] تنه‌های درختان در مرحله پوست کنی
۴. ضایعات ناشی از تبدیل چوب به خرده چوب[2] در دستگاه خرد کن[3]
۵. ضایعات ناشی از الک کردن[4] خرده چوب‌ها
۶.ضایعات ناشی از انتقال خرده چوب‌ها به واحد خمیر سازی
۷. ضایعات ناشی ازفرایند شستشوی خرده چوب‌ها در واحد خمیر سازی
۸. ضایعات ناشی ا ز شستشوی خمیر و نیز خروج از مخازن نگهداری خمیر در واحد خمیرسازی
۹. ضایعات ناشی ا زخروج الیاف آب سفید[5] ماشین کاغذ

1- Debarking
2- Chips
3 . Chipper
4 . Screening
5 . Whitewater

۱۰. ضایعات ناشی ا زتبدیل خمیر های خشک به خمیر قابل استفاده در ماشین کاغذ

ضایعات سلولزی ردیف های ۱تا ۵ معمولا به صورت خشک بوده وبه عنوان ماده اولیه به سایر صنایع چو بی نظیر تخته خرده چوب فروخته می شوند .ضایعات سلولزی ردیف های ۶ تا ۱۰ معمولا در سیستم پساب کارخانه وارد شده که در واحد تصفیه پساب با روش های مکانیکی وته نشینی این ضایعات سلولزی جمع آوری وپس از آبگیری به صورت لجن خشک (بادرصد خشکی ۳۰٪) درآمده و با کامیون در گودالهای اطراف کارخانه دفن می‌گردند.

در جدول ۱، مقدار مصرف چوب، تولید کاغذ و وزن لجن تولید و دفن شده در محوطه کارخانه صنایع چوب وکاغذ مازندران درطی سالهای ۱۳۷۶ (شروع بهره برداری) تا پایان سال ۱۳۸۸نشان داده شده است. لازم به ذکر است اطلاعات مربوط به وزن لجن‌های دفن شده از سال ۱۳۸۴به بعد کاملا دقیق وبراساس اندازه‌گیریهای واقعی بوده ولی مقدار لجن تولید شده از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴ به‌صورت محاسباتی بوده است (باتوجه به محاسبه نرخ تولید لجن به ازای هرتن کاغذ تولیدی باتوجه به اطلاعات واقعی تولید تقریبا به ازای هرتن تولید کاغذ، حدود ۷۰ کیلوگرم لجن تولیـــد می‌شود (۷درصد) با توجه به جدول ۱ مشخص می‌شود که در طی فعالیت سیزده ساله کارخانه صنایع چوب وکاغذ مازندران، حدود ۱۲۰ هزار تن لجن که بخش عمده آن شامل پسماندهای سلولزی می باشد در محوطه باز کارخانه دفن گردیده که علاوه بر اشغال فضای فیزیکی گسترده ، هزینه های زیادی را جهت جابجائی و ساماندهی لجن ها به به شرکت تحمیل نموده است.

با توجه به بررسی های کارشناسی به عمل آمده مشخص شد با افزودن مواد گوگرد و بنتونیت و با نسبت‌های مشخص می توان از لجن مدفون شده ،کود آلی گرانوله تولید نمود که پس از اخذ مشاور و پیمانکار در سال ۱۳۸۹ خط تولید کو آلی گرانوله درشرکت صنایع چوب وکاغذ مازندران افتتاح گردید.

کود حاصله محتوی ۲۰٪ گوگرد ۷۰٪ مواد آلی (لجن سلولزی) ۵٪ نبتونیت و ۵٪ مواد جاذب الرطوبه قوی بوده وهدف از تولید آن تامین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش حاصل خیز ی زمین می باشد که به صورت وگرا نوله قابل عرضه می‌باشد.

جدول ۱ – آمار مصرف چوب ، تولید کاغذ و لجن تولید شده از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸در صنایع چوب و کاغذ مازندران

سال	مقدار لجن تولید شده (Ton)	تولید کاغذ (Ton)	مصرف چوب (Ton)
۱۳۷۶	۱۴۱۷	۲۰۲۴۷	۳۴۵۲۴
۱۳۷۷	۴۶۶۳	۶۶۶۲۱	۱۱۲۸۴۶
۱۳۷۸	۶۹۰۲	۹۸۵۹۹	۱۶۹۹۷۹
۱۳۷۹	۸۸۶۸	۱۲۶۶۸۳	۲۱۸۲۲۵
۱۳۸۰	۱۰۷۸۷	۴۶۶۲۵۰	۲۶۳۰۴۸
۱۳۸۱	۸۷۵۶	۱۲۵۰۸۹	۲۱۲۶۹۸
۱۳۸۲	۹۷۲۷	۱۳۸۹۵۶	۲۷۵۹۶۳
۱۳۸۳	۱۰۵۱۲	۱۵۰۱۶۸	۲۸۸۶۵۷
۱۳۸۴	۱۲۰۵۲	۱۷۰۲۰۴	۳۴۷۰۱۵
۱۳۸۵	۱۱۵۱۵	۱۷۴۱۹۴	۳۴۷۵۹۴
۱۳۸۶	۱۱۱۶۱	۱۵۷۷۳۴	۳۰۱۷۹۸
۱۳۸۷	۱۲۸۲۹	۱۷۵۸۰۱	۳۲۰۱۲۳
۱۳۸۸	۱۰۶۶۲	۱۵۱۱۶۷	۲۵۶۰۱۳
جمع	۱۱۹۸۵۱	۱۷۰۹۵۶۳	۳۱۴۸۴۸۳

کارخانه تولید کننده کود آلی گرانوله گوگرددار با ظرفیت تولید ۹۹ هزار تن کود در سال (معادل ۳۰۰ تن در شبانه روز) بوده که کود حاصله قابل مصرف در کلیه اراضی کشاورزی و باغی می‌باشد.

مجری احداث کارخانه شرکت داخلی پالاتک صنعت آسیا و با نظارت و مشاوره شرکت سازه صنعت کاران بوده که پس از شروع قرارداد در مهر ۱۳۸۷ ،کارخانه مذکور در اردیبهشت ۱۳۸۹ افتتاح گردید.

فرایند و مراحل تولید کود آلی گرانوله گوگرددار به شرح ذیل می‌باشد :

۱- ورود و تخلیه مواد اولیه به سالن پذیرش
۲- تفکیک ذرات ریز و درشت با سرند مرتعش
۳- سالن تخمیر و هوادهی
۴- سالن تولید
۵- خشک کن اولیه
۶- آسیاب ها
۷- گرانولاتور
۸- خشک کن ثانویه
۹- تفکیک ذرات محصول نهایی با مرتعش
۱۰- دستگاه بسته بندی محصول

مزایای استفاده از کود آلی به شرح ذیل می باشد :

۱. این کود باعث تامین مواد آلی خاک و افزایش حاصلخیزی زمین می شود.گوگرد آلی با افزایش دادن قابلیت جذب عناصر غذایی پرمصرف و مواد ریز مغذی در خاک (با کاهش PH) به رشد بهتر گیاه کمک نموده و موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول می‌گردد.
۲. برای هر نوع گیاهی قابلیت استفاده دارد.
۳. باعث افزایش مقاومت گیاه به خشکی شده و با افزایش تهویه خاک، کاهش فرسایش خاک را موجب میشود.
۴. بعلت پاستوریزاسیون بیولوژیکی در گلخانه ها مشکل آلودگی ایجاد نمی کند.
۵. فاقد بذرعلف هرز و آلودگی میکروبی و انگلی است.
۶. قابلیت اصلاح خاک‌های قلیایی و آهکی با PH بالا
۷. افزایش عملکرد قابل ملاحضه در گیاهان بخصوص دانه‌های روغنی
۸. افزایش مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماریزا و قارچها
۹. سهولت در کود پاشی و طریقه مصرف
۱۰.تامین سولفات لازم برای گیاه
۱۱.افزایش مواد آلی و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک
۱۲.مرطوب نگه داشتن خاک
۱۳. مواد آلی موجود در کود گوگرد آلی موجبات فعال شدن میکروب های مفید خاک شده و عمل اکسیداسیون بیولوژیکی را درخاک تسهیل می‌نمایند .

۱۴.این کود با ضد عفونی نمودن تدریجی خاک به سلامت محیط زیست کمک شایانی نموده و مصرف سموم شیمیایی را کاهش می دهد و به راحتی توسط دستگاه کودپاش می توان آن را مورد استفاده قرار داد.
۱۵. با مصرف این کود خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک بهبود یافته و میزان عملکرد محصول ۳۰ تا ۶۰ درصد افزایش می یابد.
در حال حاضر قیمت فروش این محصول و تحویل در کارخانه هر کیلویی ۱۴۰۰ریال است و عمده خریداران آن کشاورزان و باغداران می باشند.

میزان مصرف:

۱. در محصولات زراعی مختلف ۲-۱ تن در هکتار بشکل گرانول.
۲. درختان میوه بزرگ ۳-۲ کیلوگرم به ازای هر درخت بشکل گرانول.
۳. در نهالهای میوه ۳-۲ کیلوگرم به ازای هر درخت بشکل پودر.
۴. درختان غیر مثمر و درختچه ها ۳-۲ کیلوگرم به ازای هر درخت بشکل گرانول.
۴. فضای سبز ۵-۳ تن در هکتار بشکل پودر.
۵. گیاهان آپارتمانی ۱۰ – ۵ در صد حجم گلدان بشکل پودر.
۶. گیاهان گلخانه ای ۱۰۰ – ۵۰ کیلوگرم در یکصد متر مربع بشکل پودر.

روش مصرف:

- در محصولات زراعی حتی الامکان به صورت نواری مصرف گردد.
- در درختان میوه در سایه انداز درخت پخش سپس با خاک سطحی مخلوط گردد.
- در فضای سبز در سطح زمین بطور یکنواخت پخش گردد و سپس تا عمق ۱۰ سانتی متری با خاک سطحی مخلوط گردد.
- در گیاهان گلدانی ، بطور یکنواخت با تمامی خاک مخلوط گردد.
- در درختان پسته بصورت کانال کود مصرف گردد.

مواد تشکیل دهنده

مهم‌ترین ترکیبات موجود در کود کمپوست عبارتند از: ازت (N)، فسفر(P)، پتاسیم(K)، گوگرد(S)، منیزیم(Mg)، آهن(Fe)، روی(Zn)، منگنز(Mn)، بور(B)، مولیبدن(Mo) و ...

موارد مصرف

این کود در کلیه کاربردهای کشاورزی اعم از سبزی‌جات، صیفی‌جات، درختان مثمر و غیرمثمر، فضاهای سبز، چمن‌کاری، گل‌کاری، جنگل‌کاری، گل‌خانه‌ها، گل‌های تزئینی آپارتمانی، پرورش قارچ و ... قابل استفاده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

تبدیل ضایعات سلولزی کارخانه چوب وکاغذ مازندران به کود الی گرانوله علاوه بر سوددهی مناسب اقتصادی و ایجاد اشتغال مستقیم و غیر مستقیم، تاثیرات مثبت زیست محیطی بسیار زیادی دارد که می توان در جلوگیری از دفن و ماندگاری لجن های سلولزی در زمین و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیر زمینی اشاره نمود. همچنین با

افزودن مواد معدنی و گوگرد به این مواد آلی می‌توان نسیت به اصلاح ساختار خاک و تهیه محصولات بیشتر از زمین‌های کشاورزی و باغات اقدام نمود .

استفاده از کودهای آلی هیچ گونه عوارض زیست محیطی نداشته و همگام با طبیعت بوده و یکی از را هکارهای بهینه در جهت مصرف پسماند سلولزی می باشد.

منابع

۱- شیرانی، حسین و همکاران. ۱۳۸۸. اثر سیستم های خاک ورزی و کود آلی بر آب شویی بروموید تحت کشت ذرت. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک. جلد شانزدهم، شماره چهارم، صفحه ۱۴۰-۱۲۰.

۲- مدیریت انفورماتیک و اطلاعات صنایع چوب و کاغذ مازندران

۳- وب سایت شرکت کودآلی مازندران http:// www.farakod.com

۴- وب سایت سازمان بازیافت و تبدیل مواد. http://www.roomm.ir

5- Back land: Peter (1983), (Sulfur Suspensions) U.S: Patent 40372,872._

6- Bexton, Stewart (1982), (manufacture of urea sulfur- containing. Ifertilizer), U.S :Patent, 4, 330, 319 .

7- Blair .G.8 leffroy (1989), X sulfur fertilizer policy for lowland and upland cropping systems n Indonesia.

8- Kumar, K.C.J, Rosen and S.C. Gupta. 2002. Kinetics of nitrogen minrealization in soils amended with Sugar beet processing by-product. Commun. Soil sci. Plant Anal. 33: 3635-3651.

9- Goos, R.J. (1995) (the multi use Sue sulfur fertilizer fluid sournal spring 1995.

10- Stern, Shmuel, (1997) (process for the manufacture of sulfur- containing fertilizers), U.S:Patent, 5, 653.782.

11- Sawyer, John, (2001), (sulfur fertilizers application to corn and soybean), Lowa state university, Northwest Research Farm and Alleedemontration Farm