Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۹، شماره ۲، شهریور ۱۳۸۲

تأثیر آزولا در کمپوست کردن پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج *

Effect of Azolla in Composting of Tree Bark, Tea Wastes and Rice Hull

محمدنقی پاداشت دهکائی، احمد خلیقی،عبدالکریم کاشی و روح‌انگیز نادری

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۷۹/۲/۳

چکیده

پاداشت دهکائی، م. ن.، خلیقی، ا.، کاشی، ع.، و نادری، ر. ۱۳۸۲. تأثیر آزولا در کمپوست کردن پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج. نهال و بذر ۱۹: ۲۲۵-۲۰۹.

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر آزولا در کمپوست کردن پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج و مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مخلوط‌ها و مواد آلی به کار برده شده با استاندارد بسترهای کشت گیاهان زینتی در گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) اجراء گردید. ابتدا سرخس آزولا به نسبت‌های حجمی ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج مخلوط شد و سپس کمپوست شدند. مخلوط‌ها در حین کمپوست شدن پس از ٤٥ و ۹۰ روز جهت تعیین رسیدگی نمونه‌برداری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل ترکیب چهار سطح آزولا با پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج بود. یک تیمار نیز به ۱۰۰ درصد آزولا اختصاص داده شد. پنج ماه پس از کمپوست کردن، نمونه‌برداری مجدد انجام شد و ۱۳ تیمار مورد بررسی با مخلوط شاهد حاوی ۵۰٪ پیت و ۵۰٪ پرلیت مقایسه شد. در این زمان تمامی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که آزولا تأثیر معنی‌داری در کمپوست کردن پوست برنج ندارد ولی آزولا در نسبت‌های ۵۰٪ و ۷۵٪ اثر معنی‌داری در کمپوست کردن پوست درخت و ضایعات چای داشت. کمپوست آزولا از نظر عناصر غذایی غنی بود و کمپوست پوست درخت و مخلوط‌های آن با آزولا بهترین خصوصیات را برای بسترهای کشت گیاهان زینتی دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: آزولا، کمپوست، شاخص جوانه‌زنی، ظرفیت تبادل کاتیونی، رسیدگی.

مقدمه

آزولا یک نوع سرخس آبزی است که مصرف آن به عنوان کود سبز در مزارع برنج مورد توجه می‌باشد. در آب راکد که نیتروژن قابل دسترس کم است این گیاه در رقابت با دیگر گیاهان شناور برتر است و برای تثبیت نیتروژن با یک نوع جلبک آبی- سبز به نام

* قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول.

www.SID.ir

Archive of SID

آنابنا آزولا (*Anabaena azolla*) زندگی همزیستی دارد و می‌تواند سالانه در حدود ٤٥٠ کیلوگرم نیتروژن هوا را در هکتار تثبیت کند (Lumpkin, 1987; Qi-Xiao *et al.*, 1987). جهت استفاده از ضایعات آلی به عنوان بسترهای کشت لازم است عملیات کمپوست کردن در آن‌ها انجام شود. جهت کمپوست کردن می توان از فعال‌کننده‌های مختلف از جمله گیاهان آبزی و شناور تازه استفاده کرد. (Anonymous, 1987). یکی از آن‌ها استفاده از مواد آلی تازه و با نسبت $\frac{C}{N}$ پایین است و آزولا دارای این ویژگی می‌باشد.

بر اساس تحقیقات انجام شده مقدار نیتروژن و کربن در آزولا در ماه‌های مختلف سال به ترتیب بین ۵/۱-۳/۲ ٪ و ٥٤/١-٤٥/١ ٪ تغییر می‌کند (Scharpenseel and Knuth, 1987). مقدار آهن در آزولا ۰/۹ درصد گزارش شده است (Aldima *et al.*, 1987). کاربردهای متنوعی برای آزولا پیشنهاد شده است از جمله می‌توان از آن جهت تهیه کمپوست غنی، کنترل علف‌های هرز، جذب فلزات سنگین از محیط‌های آلوده، کاهش نسبت $\frac{C}{N}$ در استخر پارک‌ها، تغذیه احشام، طیور و ماهی، مهار کردن زاد و ولد و تکثیر پشه‌ها و استفاده در رژیم غذایی انسان را نام برد. ظاهراً تبدیل آزولا به کمپوست سریعاً انجام می‌شود با این وجود تحقیقات انجام شده روی کمپوست آزولا در مراحل ابتدایی است و مطالعات پایه‌ای در مورد این فرآیند مورد نیاز است (Scharpenseel and Kunth, 1987). کلارت و لوز (Clarete and Loez, 1987) اثر آزولا و کود حیوانی را بر تجزیه و پوسیدگی ضایعات کشاورزی نظیر ضایعات برنج، ذرت، لوبیا و کاکائو به منظور دستیابی به روشی سریع برای تولید کود آلی مورد بررسی قرار دادند. فرآیند کمپوست کردن ٦٢ روز به طول انجامید ولی در مقایسه با روش‌های دیگر سرعت عملیات کمپوست کردن معنی‌دار نبود.

وردونک و همکاران (Verdonck *et al.*, 1985) اثر ضایعات تنباکو را به عنوان منبع نیترون‌دار و فعال‌کننده در کمپوست کردن پوست درخت مورد آزمون قرار داده و نتیجه گرفتند که بهترین کمپوست مخلوطی است که حاوی ۱۰٪ ضایعات تنباکو و ۹۰٪ پوست درخت می‌باشد.

رسیدگی کمپوست (Maturity) به ویژه برای محصولات باغبانی حائز اهمیت است (Lampkin, 1990). ترکیبات سمی تولید شده در طول فرآیند کمپوست کردن ممکن است پس از کشت اثر منفی روی گیاه داشته باشد (Harada and Inoko, 1980a؛ Harada *et al.*, 1993). باکاربرد زیست‌آزمایی (Bioassay) و کشت گیاه یا بذر می‌توان وجود یا فقدان این ترکیبات را مشخص کرد (Roe *et al.*, 1997).

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص‌شده است که نسبت $\frac{C}{N}$ کمپوست با پیشرفت فرآیند تخمیر کاهش می‌یابد، لیکن تنها اندازه‌گیری نسبت $\frac{C}{N}$ کمپوست برای ارزیابی درجه رسیدگی کافی نیست، چون در بسیاری از موارد مقادیر قابل توجهی از مواد نیتروژنی برای تسریع تخمیر به مادهٔ در حال کمپوست اضافه می‌شود (Harada and Inoko, 1980 a,b). با اندازه‌گیری درجه حرارت در طول دورهٔ کمپوست کردن می‌توان فعالیت میکروارگانیسم‌ها را ارزیابی کرد.

در شمال ایران پوست برنج به مقادیر قابل توجهی در کارخانه‌های برنج‌کوبی تولید می‌شود و به صورت مخلوط با محیط‌های کشت دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده به ویژه برای گیاهانی که به هوای بیشتری در محیط کشت خود نیاز دارند مناسب است (Hirig, 1992). در سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۶۲ مقدار تولید ضایعات چای در کارخانه‌های تولید چای سیاه در شمال کشور بین ۱۰-٤ هزار تن در نوسان بوده است، که پس از مدت‌ها نگهداری در فضای آزاد پوسیده شده و به صورت تجربی کم و بیش در محیط‌های کشت گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. هم‌اکنون در کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) سالانه حدود ۱۱ هزار تن پوست درختان پهن برگ تولید می‌شود که هیچگونه کاربردی ندارد (آمار از طرف اداره کل چای شمال و کارخانه چوکا اعلام شده است).

در تحقیق حاضر تأثیر آزولا در کمپوست کردن پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج و نحوهٔ کمپوست کردن این مواد به صورت خالص مطالعه شد. با توجه به حجم انبوه تولید این مواد در شمال کشور استفاده کاربردی آن‌ها منوط به آگاهی از ویژگی‌های آن‌ها و همچنین روش مناسب کمپوست کردن این مواد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ابتدا پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج به نسبت‌های حجمی صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ با آزولا مخلوط شدند. پوست درخت مورد استفاده مخلوطی از پوست درختان پهن برگ نظیر صنوبر، ممرز،راش و بلوط تشکیل شده بود. آزولا از سطح آب تالاب انزلی به صورت تازه جمع‌آوری گردید. دوازده تیمار آزمایش از ترکیب نسبت‌های حجمی ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آزولا با پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج به دست آمد. تیمار سیزدهم مصرف خالص آزولا بود. برای انجام مقایسه‌های آماری از طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. در تیمارهایی که پوست درخت، ضایعات چای و پوست برنج به صورت خالص مورد استفاده قرار گرفتند، ٦ کیلوگرم اوره (۲/۷ کیلوگرم نیتروژن خالص) افزوده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تکرارهای آزمایش، نمونه‌برداری تصادفی ٤ نمونه از هر جعبه بود. هر مخلوط پس از مرطوب کردن (حدود ٦٠٪ رطوبت) در یک جعبه یک مترمکعبی چوبی منفذدار ریخته شد و جهت اکسیژن‌دهی بهتر در داخل آن لوله پلی‌اتیلن سوراخ‌دار جاگذاری شد (شکل ۱). مخلوط‌ها هر ماه یک بار زیر و رو شدند و هفته‌ای دو بار دمای مخلوط‌های در حال کمپوست شدن اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی زمان رسیدگی کمپوست، در دو زمان ٤٥ و ۹۰ روز پس از شروع کمپوست کردن از جعبه‌ها نمونه‌برداری شد. هدایت الکتریکی (EC)، pH، درصد کربن آلی و نیتروژن کل، نسبت C/N، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و شاخص جوانه‌زنی در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. هدایت الکتریکی و pH از عصاره حاصل از یک قسمت نمونه کمپوست و ۱۰ قسمت آب مقطر (به صورت وزن به وزن) پس از ۲ ساعت به هم زدن با شیکر اندازه‌گیری شد (Chen *et al.*, 1988) و کربن آلی به روش والکلی- بلاک سرد (Allison, 1965) و نیتروژن کل به روش کجلدال و ظرفیت تبادل کاتیونی از روش هارادا و اینوکو (Harad and Inoko, 1980 a؛ Harada *et al.*, 1993) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیی شاخص جوانه‌زنی از عصاره آبی به دست آمده برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی pH استفاده گردید و از بذر شلغم (*Brassica rapa*) با استفاده از رابطه زیر درصد شاخص جوانه‌زنی به دست آمد (Burger, 1997).

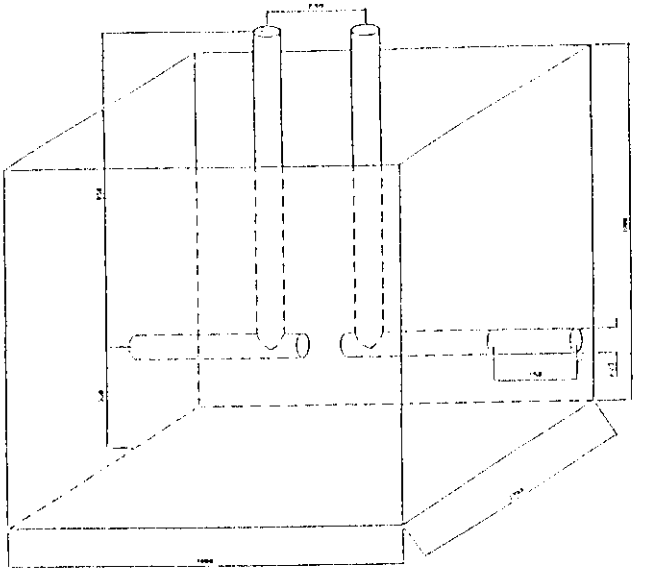
$$\text{شاخص جوانه‌زنی ٪ (GI\%)} = \frac{\text{درصد جوانه‌زنی در کمپوست}}{\text{درصد جوانه‌زنی در آب مقطر}} \times \frac{\text{میانگین طول ریشه‌چه در کمپوست}}{\text{میانگین طول ریشه‌چه در آب مقطر}} \times ۱۰۰$$

به هم زدن مخلوط‌ها پس از ۹۰ روز قطع گردید و از نفوذ هرگونه نزولات جوی به داخل کمپوست جلوگیری به عمل آمد. پنج ماه پس از شروع کمپوست کردن، مجدداً نمونه‌برداری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد و علاوه بر هدایت الکتریکی و pH خصوصیات شیمیایی نمونه شامل فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، کلسیم، روی، منگنز و آهن نیز اندازه‌گیری شد. نمونه با روش خاکستر خشک (Dry ash) به صورت محلول در آورده شد و فسفر با روش رنگ‌سنجی و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری و بقیه عناصر توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. خصوصیات فیزیکی شامل جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، درصد خلل و فرج کل، درصد حجم آب، درصد حجم هوا، درصد ذرات جامد، درصد وزنی ظرفیت نگهداری آب، درصد خاکستر و درصد ماده آلی با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از روش‌های ارائه شده توسط انجمن بین‌المللی علوم باغبانی (International Society for Horticultural Science)، چن و همکاران (Chen *et al.*, 1988) و وردونک و گابریل (Verdonck and Gabriels, 1992) اندازه‌گیری شدند. در این مرحله ۱۳ مخلوط کمپوستی حاصل با یک ترکیب شاهد شامل ۵۰٪ پیت و ۵۰٪ پرلیت مقایسه شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون دانکن استفاده شد.



شکل ۱ـ جعبه چوبی و لوله‌های هوادهی جهت کمپوست کردن مواد آلی (اندازه‌ها بر حسب میلی‌متر)

Fig. 1. Wooden box and air tubes for composting of organic materials (milimeter basis)

نتایج

جدول ۱ مشخصات شیمیایی و فیزیکی مواد آلی کمپوست نشده را در مقایسه با مواد آلی کمپوست شده نشان می‌دهد.

نمونه‌برداری پس از چهل و پنج روز کمپوست کردن نشان داد که افزایش آزولا به پوست برنج و پوست درخت باعث افزایش هدایت الکتریکی، در ضایعات چای باعث کاهش آن و افزایش قابل توجه pH و در پوست درخت باعث افزایش جزئی pH شده است.

همچنین افزایش آزولا به پوست برنج و پوست درخت باعث افزایش درصد نیتروژن و ظرفیت تبادلی کاتیونی گردیده بود در حالی که باعث کاهش این دو ویژگی در ضایعات چای شده بود و در این تحقیق، شاخص جوانه‌زنی در پوست برنج، ضایعات چای و پوست درخت خالص که تنها اوره به آن‌ها اضافه شده بود کمتر از حد مطلوب بود. اثر افزایش آزولا در کاهش میزان نسبت کربن به نیتروژن (C/N) در پوست برنج و پوست درخت کاملاً مشهود بود

www.SID.ir

Archive of SID

ولی در ضایعات چای این نسبت بـه مقـدار کـم افزایش یافته بود (جدول ۲).

ارزیابی خصوصیات کمپوست‌ها پس از نـود روز نشان داد که افزایش یا کاهش میزان هدایت الکتریکی و pH بـر اثـر افزایـش آزولا بـه مـواد آلی مختلف همانند نمونه‌های چهل و پنـج روزه کم و بیش وجود دارد. از طرفی پـس از ۹۰ روز با افزودن آزولا به پوست برنج و پوست درخـت افزایش درصد نیتروژن و ظرفیت تبادل کـاتیونی مشاهده می‌گردیـد. ظرفیـت تبـادل کـاتیونی در پوسـت برنـج نمونـه‌های ۹۰ روزه نسـبت بـه ٤٥ روزه افزایـش یـافت. در حـالی کـه در پوسـت

جدول ۱ـ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد آلی کمپوست نشده

Table 1. Physical and chemieal properties of the uncomposted organic matters

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical characters		آزولا Azolla	پوست درخت Tree bark	ضایعات چای Tea wastes	پوست برنج Rice hull
Bulk density (g/cm^{-3})	جرم مخصوص ظاهری	0.055	0.16	0.07	0.09
Particle density (g/cm^{-3})	جرم مخصوص حقیقی	1.69	1.53	1.53	1.63
Total porosity (%)	خلل و فرج کل	96.76	89.04	95.24	94.19
Water volume (%)	حجم آب	38.63	35.35	23.57	16.27
Air volume (%)	حجم هوا	58.13	53.69	71.67	77.92
Solids (%)	ذرات جامد	3.24	10.96	4.77	5.81
Water holding capacity (%)	ظرفیت نگهداری آب	707.80	210.10	324.10	171.30
Ash (%)	خاکستر	25.75	5.00	4.50	18.50
Organic matter (%)	ماده آلی	74.25	95.00	95.50	81.50
EC (1:10) (dS/m)	هدایت الکتریکی	5.47	0.59	3.70	1.00
pH (H_2O)		7.40	7.50	5.40	7.40
Organic carbon (%)	کربن آلی	38.80	50.90	52.70	43.00
Total Nitrogen (%)	نیتروژن کل	2.80	0.58	2.50	0.37
C/N ratio	نسبت کربن به نیتروژن	13.90	87.80	21.10	116.20
CEC (meq/100g)	ظرفیت تبادل کاتیونی	76.50	48.60	54.10	20.40
Phosphorus (%)	فسفر	0.51	0.06	0.29	0.01
Sodium (%)	سدیم	0.47	0.49	0.50	0.47
Potassium (%)	پتاسیم	2.36	1.35	2.43	0.13
Magnesium (%)	منیزیم	0.24	0.14	0.17	0.04
Calcium (%)	کلسیم	0.56	3.76	0.78	0.66
Zinc (mg/kg)	روی	32.30	7.65	9.73	——
Manganes (mg/kg)	منگنز	2479.00	129.50	1593.30	23.90
Iron (mg/kg)	آهن	4334.00	1003.40	279.80	89.00

Values are means of four determinations.

میانگین حاصل از چهار اندازه‌گیری.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ مقایسه میانگین شاخص‌های رسیدگی کمپوست‌ها پس از ٤٥ روز

Table 2. Mean comparison of maturity characteristics of compost after 45 days

ترکیبات کمپوست Compost mixes	EC (ds/m) 1:10	pH H_2O	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Nitrogen (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N Ratio	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (meq/100g)	شاخص جوانه‌زنی Germination Index
پوست برنج ٪۱۰۰							
100% Rice hull	1.17 d	7.5 ab	41.5 b	0.57 i	72.3 a	28.4 h	63.7 b
پوست برنج ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Rice hull + 75% Azolla	0.62 ef	6.5 cd	41.1 b	0.54 i	76.0 a	37.2 g	87.5 a
پوست برنج ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Rie hull + 50% Azolla	1.36 d	7.5 ab	37.3 c	0.78 hi	47.7 c	48.6 f	88.5 a
پوست برنج ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Rice hull + 75% Azolla	1.86 e	7.2 abc	32.6 d	1.03 gh	31.6 e	57.7 e	89.0 a
ضایعات چای ٪۱۰۰							
100% Tea wastes	3.32 b	7.9 a	48.0 a	5.04 a	9.5 g	121.5 b	21.2 d
ضایعات چای ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Tea wastes + 25% Azolla	3.37 b	5.6 ef	48.0 a	4.41 b	10.8 g	141.3 a	86.2 a
ضایعات چای ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Tea wastes + 50% Azolla	3.17 b	6.4 de	42.7 b	4.07 c	10.5 g	126.6 b	87.2 a
ضایعات چای ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Tea wastes + 75% Azolla	1.99 c	7.7 a	30.3 d	2.64 d	11.5 g	101.4 e	87.5 a
پوست درخت ٪۱۰۰							
100% Tree bark	1.19 d	6.7 cd	48.0 a	1.47 f	32.7 e	86.5 d	36.0 c
پوست درخت ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Tree bark + 25% Azolla	0.47 f	6.4 de	48.2 a	0.93 gh	51.9 b	87.8 d	87.0 a
پوست درخت ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Tree bark + 50% Azolla	1.03 de	6.4 de	43.5 b	1.15 g	37.9 d	90.7 d	87.5 a
پوست درخت ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Tree bark + 75% Azolla	1.29 d	6.8 bcd	41.5 b	1.59 f	26.1 f	105.4 c	87.2 a
آزولا ٪۱۰۰							
100% Azolla	6.28 a	5.4 f	23.9 e	2.17 e	11.1 g	89.2 d	87.7 a

میانگین‌های که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% according to Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ـ مقایسه میانگین شاخص‌های رسیدگی کمپوست‌ها پس از ۹۰ روز

Table 3. Mean comparison of mautrity characteristics of compost after 90 days

ترکیبات کمپوست Compost mixes	EC (ds/m) 1:10	PH H_2O	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Nitrogen (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N Ratio	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (meq/100g)	شاخص جوانه‌زنی Germination Index
پوست برنج ٪۱۰۰							
100% Rice hull	0.79 hi	7.6 abc	41.3 b	0.59 h	69.8 b	31.5 i	88.5 a
پوست برنج ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Rice hull + 75% Azolla	0.62 i	7.0 bcd	41.1 b	0.49 h	83.7 a	46.3 h	89.7 a
پوست برنج ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Rie hull + 50% Azolla	1.08 h	7.4 abc	37.3 c	0.75 gh	49.6 c	58.0 g	89.0 a
پوست برنج ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Rice hull + 75% Azolla	2.04 e	7.3 abc	32.6 d	1.04 gh	31.3 d	69.1 f	87.0 a
ضایعات چای ٪۱۰۰							
100% Tea wastes	3.94 b	7.9 ab	48.0 a	6.01 a	8.0 f	134.4 a	38.0 c
ضایعات چای ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Tea wastes + 25% Azolla	2.77 d	6.9 bcd	49.6 a	4.17 b	11.4 f	130.0 ab	87.7 a
ضایعات چای ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Tea wastes + 50% Azolla	2.32 c	6.9 cd	42.5 b	3.91 b	10.8 f	121.0 b	88.2 a
ضایعات چای ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Tea wastes + 75% Azolla	3.11 cd	7.1 bcd	30.2 e	2.56 c	11.8 f	84.4 de	79.7 a
پوست درخت ٪۱۰۰							
100% Tree bark	1.67 ef	8.2 a	47.6 a	2.18 d	21.9 e	87.1 cde	86.5 b
پوست درخت ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵							
75% Tree bark + 25% Azolla	0.59 i	6.9 cd	47.6 a	1.04 fg	46.1 c	81.2 de	87.5 a
پوست درخت ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰							
50% Tree bark + 50% Azolla	1.17 gh	7.4 abc	43.2 b	1.34 f	32.6 d	88.7 cd	88.2 a
پوست درخت ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵							
25% Tree bark + 75% Azolla	1.52 fg	7.3 abc	41.1 b	1.82 e	22.6 e	94.1 c	88.2 a
آزولا ٪۱۰۰							
100% Azolla	5.71 a	6.2 d	22.0 f	2.41 cd	9.2 f	77.3 ef	89.2 a

میانگین‌های که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% according to Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

درخت روند عکس مشاهده گردید. این امر در ضایعات چای نیز در نمونه‌های ۹۰ روزه نسبت به ٤٥ روزه محسوس بود، ولی در ضایعات چای خالص (۱۰۰٪ ضایعات چای) ظرفیت تبادل کاتیونی در نمونه‌های ٤٥ روزه بیشتر از ۹۰ روز بود. همچنین در نمونه‌های ۹۰ روزه درصد شاخص جوانه‌زنی ضایعات چای خالص کمتر از حد مطلوب بود (جدول ۳) ولی پنج ماه پس از کمپوست کردن درصد شاخص جوانه‌زنی به حد بهینه رسید (در جدول نیامده است).

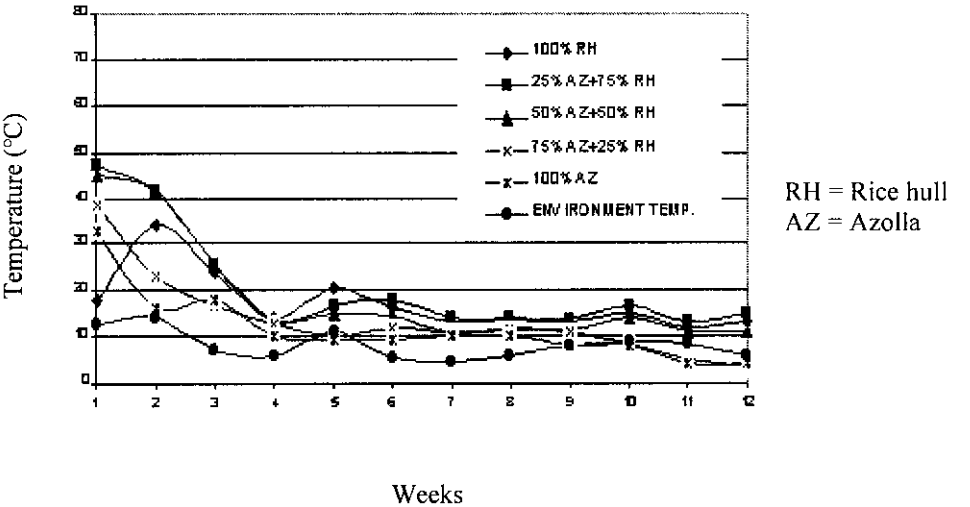
شکل‌های ۲، ۳ و ٤ دامنه تغییرات دمای کمپوست‌ها را تا دوازده هفتگی نشان می‌دهد. پنج ماه پس از شروع کمپوست‌سازی، نمونه‌برداری مجدد از کمپوست‌ها انجام شد (پس از ۹۰ روز هیچگونه بهم زدن و مرطوب کردن صورت نگرفت وتنها مخلوط‌ها از ریزش نزولات جوی محافظت گردید)، ضایعات چای به تنهایی یا همراه با آزولا و همچنین کمپوست آزولا و کمپوست حاوی ۲۵٪ پوست برنج و ۷۵٪ آزولا دارای میزان هدایت الکتریکی بالاتر از حد استاندارد بودند ولی در بقیه کمپوست‌ها، این شاخص پایین‌تر از حد استاندارد بود. در این بررسی مخلوط ۵۰٪ پیت و ۵۰٪ پرلیت دارای پایین‌ترین هدایت الکتریکی بود. بیشترین غلظت فسفر، سدیم، منگنز و آهن مربوط به کمپوست ۱۰۰٪ آزولا بود ولی بیشترین غلظت پتاسیم و منیزیم مربوط به کمپوست ضایعات چای خالص و مخلوط آن با آزولا بود. همچنین بیشترین غلظت کلسیم و روی مربوط به کمپوست پوست درخت و مخلوط آن با آزولا بود. بهر حال کمترین غلظت این عناصر مربوط به پوست برنج، مخلوط آن با آزولا و مخلوط پیت + پرلیت بود (جدول ٤). با افزایش آزولا به پوست برنج، ضایعات چای و پوست درخت، افزایش تدریجی در جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی مشاهده شد. همچنین درصد حجمی هوا در کمپوست‌ها با افزایش آزولا کاهش یافت و با افزایش آزولا ظرفیت نگهداری آب (درصد وزنی) در کمپوست‌های پوست برنج و پوست درخت افزایش یافت. در حالی که در کمپوست ضایعات چای این عوامل کاهش نشان می‌دادند (جدول ۵).

بحث

درصدهای حجمی مختلف آزولا و نتیروژن (به صورت کود اوره) نتوانست اثر قابل توجهی در کمپوست کردن پوست برنج داشته باشد اگرچه مخلوط کردن ۷۵٪ آزولا با ۲۵٪ پوست برنج باعث کمپوست شدن بهتر آن گردید و ظرفیت نگهداری آب تا حدودی افزایش یافت ولی به نظر می‌رسد که پایین بودن درصد شاخص جوانه‌زنی (GI) در ۱۰۰٪ پوست برنج و ۱۰۰٪ پوست درخت و ۱۰۰٪ ضایعات چای در نمونه‌های ٤٥ روزه به علت میزان بالای آمونیاک (NH_3) به سبب استفاده از کود اوره باشد (ابراهیم‌زاده، ۱۳٦۹). به هر حال میزان

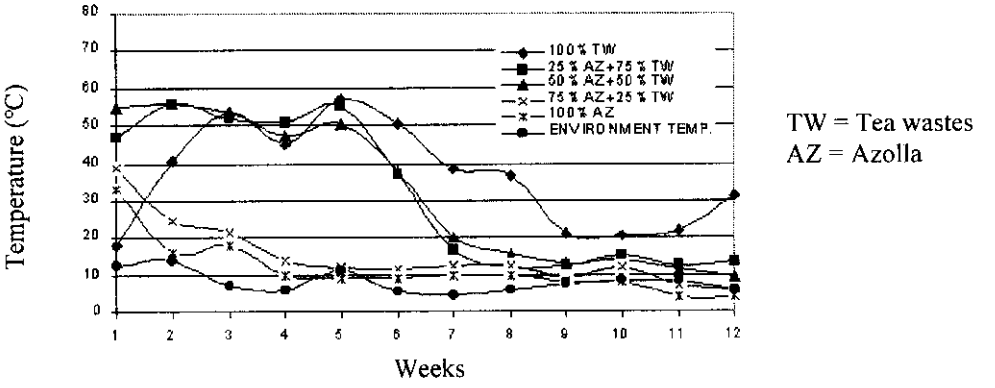
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ـ نوسانات دما در کمپوست پوست برنج و نسبت‌های مختلف حجمی مخلوط آن با آزولا

Fig. 2. Temperature fluctuations in rice hull compost and its various proportions (volume basis) with Azolla



شکل ۳ـ نوسانات دما در کمپوست ضایعات چای و نسبت‌های مختلف حجمی مخلوط آن با آزولا

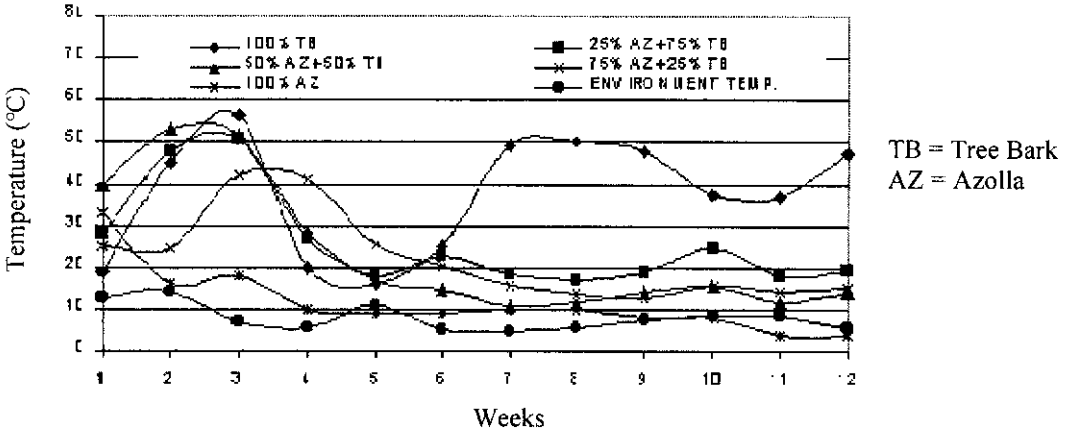
Fig. 3. Temperature fluctuations in tea wastes compost and its various proportions (volume basis) with Azolla

هدایت الکتریکی در پوست برنج کم بود و می‌توان از آن برای مخلوط با محیط‌های کشت دیگر جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی و به ویژه در گیاهانی که به هوای بیشتری در محیط کشت خود نیاز دارند استفاده نمود (Anonymous, 1987; Hirig, 1992). اگرچه نسبت کربن به نیتروژن (C/N) در ضایعات چای کمپوست نشده کم است ولی نمی‌تواند یک ویژگی مناسب در ارزیابی این ضایعات جهت مصرف به عنوان محیط کشت محسوب شود و در بعضی از مواد آلی تنها نسبت کربن به نیتروژن (C/N) برای ارزیابی درجه

www.SID.ir

Archive of SID

رسیدگی کمپوست شاخص مناسبی نیست (Harada and Inoko, 1980). در ضایعات چای خالص چه قبل از عملیات کمپوست کردن و چه پس از ٤٥ و ٩٠ روز درصد شاخص



شکل ٤ـ نوسانات دما در کمپوست پوست درخت و نسبت‌های مختلف حجمی مخلوط آن با آزولا

Fig. 4. Temperature fluctuations in tree bark compost and its various proportions (volume basis) with Azolla

جوانه‌زنی به عنوان آزمون بیولوژیک روش مناسبی برای تعیین زمان استفاده از ضایعات چای می‌باشد. در این تحقیق افزودن آزولا به ضایعات چای باعث تسریع در کاربرد این ماده آلی می‌شود و کمپوست ضایعات چای با آزولا زودتر از ضایعات چای خالص (تیمار شده با کود نیتروژن) قابل استفاده بود. در این تحقیق معلوم شد که کمپوست ضایعات چای خالص دیرتر از سایر مخلوط‌ها قابلیت کاربرد دارد و هدایت الکتریکی آن و یا مخلوط آن با آزولا از حد استاندارد بیشتر است. (Anonymous, 1996) ولی ظرفیت نگهداری آب آن‌ها خوب و دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی است و با پیت که ظرفیت تبادل کاتیونی آن حدود ١٤٢meq/100g است رقابت می‌کند. به نظر می‌رسد که تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی نیز شاخص مطلوبی برای ارزیابی رسیدگی کمپوست چای باشد که با روش هارادا و اینوکو و روش‌های دیگر قابل اندازه‌گیری است (Harada and Inoko, 1980 a,b؛ Anonymous, 1996) از پوست درختان پهن برگ تیمار شده با نیتروژن و یا مخلوط با آزولا (به جزء ترکیب ٧٥ درصد پوست درخت + ٢٥ درصد آزولا) نیز کمپوست مطلوبی به دست آمد و مشخص گردید که ٢٥٪ آزولا قادر نیست نسبت کربن به نیتروژن (C/N) این نوع مخلوط (تیمار شماره ١٠) را به پایین‌تر از حد استاندارد کاهش دهد و در آخرین نمونه‌برداری (پنج ماه) نسبت کربن به نیتروژن (C/N) این مخلوط حدود ٤٦ بود (٣٥ > استاندارد) آزولا در نسبت‌های ٥٠٪ و ٧٥٪ مخلوط با پوست درخت بهترین تأثیر را در

www.SID.ir

Archive of SID

کمپوست کردن پوست درخت داشته است به نحوی که مخلوط پوست درخت حاوی ۵۰٪ آزولا در ۹۰ روز و کمپوست پوست درخت حاوی ۷۵٪ آزولا در ۴۵ روز دارای نسبت کربن به نیتروژن (C/N) کمتر از استاندارد بود این مخلوط‌ها خصوصیات فیزیکی قابل قبول یا مطلوبی دارند که بسته به نیاز گیاه قابل استفاده‌اند و همچنین هدایت الکتریکی و pH، درصد نیتروژن، درصد ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) این مخلوط‌ها با استانداردهای موجود مطابقت دارند (Harada and Inoko, 1993؛ Anonymous, 1996). مخلوط درصدهای حجمی آزولا با مواد آلی مختلف باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این مواد شد تنها نقطه ضعف آن‌ها افزایش هدایت الکتریکی است که ویژگی نامطلوبی می‌باشد، کمپوست آزولای خالص نیز کمپوست مناسبی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطلوب است که می‌توان از آن در مخلوط با مواد دیگر استفاده نمود زیرا میزان هدایت الکتریکی آن بیشتر از حد استاندارد است. با توجه به این که این تحقیق در شرایط کاملاً کنترل شده و یا جلوگیری از نفوذ نزولات جوی صورت گرفته است، هدایت الکتریکی بالا است. در شرایط شمال کشور که نزولات جوی قابل توجه وجود دارد، می‌توان مخلوط‌ها را پس از کمپوست کردن به مدت حدود ۲ ماه (در صورت وجود بارش) در شرایط فضای آزاد نگهداری کرد و آنگاه مورد استفاده قرار داد دراین حالت مقدار هدایت الکتریکی بسیار کاهش خواهد یافت این آزمایش نیز با آزولای خالص انجام شد و نتایج رضایت‌بخشی حاصل شد ولی نتایج آن در جدول نیامده است.

با آگاهی به این که آزولا یک گیاه آبزی و ماده آلی تر و تازه می‌باشد و میزان آب و نیتروژن آن بالا و نسبت کربن به نیتروژن (C/N) کمی دارد می‌توان از آن برای کمپوست کردن مواد آلی با نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بالا استفاده نمود. همچنین به دلیل غنای مواد غذایی موجود در کمپوست ۱۰۰ درصد آزولا به نظر می‌رسد که بتوان از آن به عنوان منبع غذایی آلی در بسترهای کاشت و مخلوط‌های گلدانی استفاده نمود. ولی کاربرد آن به عنوان فعال‌کننده جهت کمپوست کردن مواد آلی نیاز به تحقیق بیشتر می‌باشد. آنچه مسلم است پوست درخت و ضایعات چای به میزان زیادی در کشور وجود دارد و کاربرد این ضایعات به صورت کمپوست شده کاملاً اقتصادی به نظر می‌رسد به ویژه این که از پوست درخت تا کنون به صورت کاربردی استفاده نشده است.

بهر حال برای به دست آوردن مخلوط‌های مناسب از این ضایعات برای پرورش گیاهان زینتی و سبزی‌ها و کشت و کار گلخانه‌ای نیاز به تحقیق بیشتر می‌باشد. به عنوان نتیجه می‌توان گفت که آزولا به نسبت ۵۰ و ۷۵٪ پوست

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤ـ مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی کمپوست‌ها پس از پنج ماه

Table 4. Mean comparison of chemical properties of composts after 5 months

ترکیبات کمپوست Compost mixes	EC (ds/m) 1:10	pH H_2O	فسفر Phosphrus (%)	سدیم Sodium (%)
پوست برنج ٪۱۰۰				
100% Rice hull	0.83 ef	7.9 a	0.04 f	0.28 ef
پوست برنج ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵				
75% Rice hull + 75% Azolla	0.53 ef	7.1 c	0.07 ef	0.18 g
پوست برنج ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰				
50% Rie hull + 50% Azolla	0.91 c	7.6 abc	0.09 e	0.33 def
پوست برنج ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵				
25% Rice hull + 75% Azolla	2.38 e	7.2 cd	0.20 d	0.50 bc
ضایعات چای ٪۱۰۰				
100% Tea wastes	3.96 b	7.3 bcd	0.35 b	0.24 fg
ضایعات چای ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵				
75% Tea wastes + 25% Azolla	3.80 b	6.9 d	0.37 b	0.37 de
ضایعات چای ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰				
50% Tea wastes + 50% Azolla	3.41 b	7.0 d	0.43 a	0.48 bc
ضایعات چای ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵				
25% Tea wastes + 75% Azolla	3.65 b	7.0 d	0.37 b	0.57 b
پوست درخت ٪۱۰۰				
100% Tree bark	1.67 d	7.8 a	0.09 e	0.28 ef
پوست درخت ٪۷۵ + آزولا ٪۲۵				
75% Tree bark + 25% Azolla	0.62 ef	7.7 ab	0.10 e	0.30 ef
پوست درخت ٪۵۰ + آزولا ٪۵۰				
50% Tree bark + 50% Azolla	1.20 df	7.8 a	0.21 d	0.51 b
پوست درخت ٪۲۵ + آزولا ٪۷۵				
25% Tree bark + 75% Azolla	1.66 d	8.0 a	0.31 c	0.55 b
آزولا ٪۱۰۰				
100% Azolla	6.60 a	6.4 e	0.43 a	0.81 a
پیت ٪۵۰ +پرلیت ٪۵۰				
50% Peat + 50% Perlite	0.23 f	4.3 f	0.04 f	0.41 cd

میانگین‌های که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% according to Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4. Continued

ادامه جدول ٤

ترکیبات کمپوست Compost mixes	پتاسیم Potassium (%)	منیزیم Magnesium (%)	کلسیم Calcium (%)	روی Zinc Mg/kg	منگنز Manganese Mg/kg	آهن Iron Mg/kg
پوست برنج ۱۰۰٪						
100% Rice hull	0.35 dc	0.05 g	0.16 fgh	5.57 e	49.15 h	54.65 g
پوست برنج ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪						
75% Rice hull + 75% Azolla	0.15 e	0.04 g	0.06 h	5.00 g	49.95 c	136.7 g
پوست برنج ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪						
50% Rie hull + 50% Azolla	0.31 de	0.10 g	0.11 gh	13.8 d	422.6 g	1012 fg
پوست برنج ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪						
25% Rice hull + 75% Azolla	0.51 cd	0.20 f	0.12 fgh	17.30 d	1250 e	2986 e
ضایعات چای ۱۰۰٪						
100% Tea wastes	1.25 a	0.28 bc	0.43 de	36.72 c	2308 c	796.5 fg
ضایعات چای ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪						
75% Tea wastes + 25% Azolla	1.19 a	0.27 bcde	0.33 ef	35.05 c	2309 c	1080 fg
ضایعات چای ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪						
50% Tea wastes + 50% Azolla	1.22 a	0.33 ab	0.28 efg	36.08 c	2361 e	2443 de
ضایعات چای ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪						
25% Tea wastes + 75% Azolla	1.17 a	0.38 a	0.13 fgh	41.90 c	2742 b	8364 b
پوست درخت ۱۰۰٪						
100% Tree bark	0.56 bcd	0.22 def	2.90 a	58.85 ab	260.5 g	2614 d
پوست درخت ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪						
75% Tree bark + 25% Azolla	0.56 bcd	0.21 ef	2.10 b	51.32 b	269.3 g	1395 ef
پوست درخت ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪						
50% Tree bark + 50% Azolla	0.98 abc	0.25 cdef	1.95 bc	54.05 ab	1024 f	3615 d
پوست درخت ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪						
25% Tree bark + 75% Azolla	1.00 abc	0.30 bc	1.83 c	61.68 a	1577 d	6127 c
آزولا ۱۰۰٪						
100% Azolla	0.87 abc	0.28 bcd	0.62 d	55.60 ab	3247 a	15150 a
پیت ۵۰٪ +پرلیت ۵۰٪						
50% Peat + 50% Perlite	1.09 ab	0.04 g	0.39 e	15.40 d	64.18 h	437.6 fg

میانگین‌های که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% according to Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

جدول ۵ـ مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی کمپوست‌ها پس از پنج ماه

Table 5. Mean comparison of physical properties of composts after 5 months

ترکیبات کمپوست Compost mixes	جرم مخصوص ظاهری Bulk Density (gcm^{-3})	جرم مخصوص حقیقی Particle Density (gcm^{-3})	خلل و فرج Total porosity (%)	حجم آب Water volume (%)	حجم هوا Air volume (%)	ذرات جامد Solids (%)	ظرفیت نگهداری آب Water holding capacity (% w:w)	درصد خاکستر Ash (% w.w)	ماده آلی Organic matter (% w:w)
پوست برنج ۱۰۰٪ 100% Rice hull	0.077 g	1.66 e	95.35 a	16.28 c	79.07 a	4.64 g	202.4 h	22.75 ef	77.25 cd
پوست برنج ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪ 75% Rice hull + 75% Azolla	0.081 g	1.66 e	95.13 a	18.29 c	76.84 a	4.86 g	226.1 gh	22.50 ef	77.50 cd
پوست برنج ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪ 50% Rie hull + 50% Azolla	0.081 g	1.70 de	95.22 a	19.47 c	75.75 a	4.78 g	238.7 fg	27.75 de	72.25 dc
پوست برنج ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪ 25% Rice hull + 75% Azolla	0.093 fg	1.79 c	94.79 a	24.21 c	70.60 a	5.21 g	258.8 f	38.00 c	62.00 f
ضایعات چای ۱۰۰٪ 100% Tea wastes	0.107 ef	1.54 g	93.06 a	47.60 b	45.46 b	6.94 f	444.4 b	7.00 h	93.00 a
ضایعات چای ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪ 75% Tea wastes + 25% Azolla	0.104 ef	1.54 g	93.27 a	48.88 b	44.39 b	6.73 f	469.2 a	7.00 h	93.00 a
ضایعات چای ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪ 50% Tea wastes + 50% Azolla	0.115 e	1.59 fg	92.74 a	47.67 b	43.07 b	7.26 ef	419.8 b	13.75 g	86.25 b
ضایعات چای ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪ 25% Tea wastes + 75% Azolla	0.140 cd	1.75 cd	92.00 a	50.17 b	41.83 b	7.75 def	357.8 cd	33.00 cd	67.00 ef
پوست درخت ۱۰۰٪ 100% Tree bark	0.143 cd	1.57 g	90.89 a	54.19 b	36.70 b	9.10 c	379.0 c	10.25 gh	89.75 ab
پوست درخت ۷۵٪ + آزولا ۲۵٪ 75% Tree bark + 25% Azolla	0.139 cd	1.55 g	91.05 a	47.90 b	43.14 b	8.95 cd	345.0 d	7.50 h	92.50 a
پوست درخت ۵۰٪ + آزولا ۵۰٪ 50% Tree bark + 50% Azolla	0.178 b	1.64 ef	89.16 a	67.47 a	21.69 c	10.84 b	375.0 cd	19.75 f	80.25 c
پوست درخت ۲۵٪ + آزولا ۷۵٪ 25% Tree bark + 75% Azolla	0.200 a	1.66 e	87.90 a	74.67 a	13.23 c	12.10 a	372.6 cd	22.75 ef	77.25 cd
آزولا ۱۰۰٪ 100% Azolla	0.159 bc	1.91 b	91.65 a	47.01 b	45.39 b	8.35 cde	290.5 e	49.25 b	50.75 g
پیت ۵۰٪ +پرلیت ۵۰٪ 50% Peat + 50% Perlite	0.133 d	2.02 a	93.21 a	46.90 b	46.31 b	6.78 f	341.9 d	59.50 a	40.50 h

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% according to Duncan's Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

درخت و ضایعات چای را به خوبی کمپوست می‌کند و کمپوست حاصل پس از حدود پنج ماه قابل استفاده می‌کند ولی روی پوست برنج تأثیر چشمگیری نداشته است. پوست درخت را می‌توان با کودهای نیتروژن نیز کمپوست کرد و مورد استفاده قرار داد. ضایعات چای را می‌توان حتی بدون افزودن نیتروژن کمپوست کرد و این به دلیل نسبت کربن به نیتروژن (C/N) کم این ماده آلی می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر مصباح بابالار معاونت پژوهشی وقت دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) و آقای مهندس عبدالرسول غفاری مسئول وقت بخش کامپیوتر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند و از خانم طاهره رادفر که زحمت تایپ مقاله را به عهده داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

ابراهیم‌زاده، ح. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران

References

Aldima, M. S., Mendoza, R., and Nageraja, K. S. 1987. Chemical analyses and studies of Azolla. International Rice Research Newsletter (IRRN) 12(5): 37-38.

Allison, I. E. 1965. Organic carbon. pp. 1367-1378. In: Black. C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensmiger, L. E., Clark, F. E., and Dinauer, R. C. (eds.) Methods of Soil Analyses. Part 2. American Inc. Madison, Wisconsin. USA.

Anonymous. 1987. Soil management: Compost production and use in tropical and subtropical environments. F. A. O. Soil Bulletin No. 56.

Anonymous. 1996. Australian Standard. Potting Mixes. As 3743.

Burger, D. W. 1997. Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. HortScience 32: 57-60.

Chen, Y., Inbar, Y., and Hadar, Y. 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science 145(4): 298-303.

Clarete, C. L., and Loez, C. J. 1989. Rapid technique of organic fertilizer production. R. and D. Philippines (Abstract) Volume 6-7: p.95.

www.SID.ir

Archive of SID

Harada, Y., Haga, K., Osada, T., and Koshino, M. 1993. Quality of compost production from animal wastes. Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ) 26: 238-246.

Harada, Y., and Inoko, A. 1980 a. The measurement of the cation-exchange capacity of composts for the estimation of the degree of maturity. Soil Science and Plant Nutrition 26: 127-134.

Harada, Y., and Inoko, A., 1980 b. Relationship between cation and degree of maturity of city refuse composts. Soil Science and Plant Nutrition 26: 353-362.

Hirig, R. 1992. The use of growing media-additives for the cultivation of pot azalea and container grown nursery plants. Horticultural Abstracts 62(2): 174.

Lampkin, N. 1990. Organic Farming. Farming Press Books. Ipswich, U. K.

Lumpkin, T. A. 1987. Environmental requirement for successful Azolla growth. Azolla Utilization (IRRI) 89-97.

Qi-Xiao, W., Li-Li, D., and Shu-Lian, S. 1987. Decompostition of Azolla in the field and availability of Azolla nitrogen to plants. Azolla utilization (IRRI): 241-254.

Roe, N. E., Stoffella, P. J., and Graetz, D. 1997. Composts from various municipal soild waste feedstocks affect vegetable crops. I. Emergence and seedling growth. Journal of American Society of Horticultural Sciences 122: 427-432.

Scharpenseel, H. W., and Knuth, K. 1987. Use and importance of Azolla-Anabaena in industrial countries. Azolla Utilization (IRRI): 153-167.

Verdonck, O., De Booket, M., Stradiot, P., and Penninck, R. 1985. The use of tree bark and tobacco waste in agriculture and horticulture. pp. 203-179. In: Gasser, J. K. R. (ed.) Composting of Agricultural and other Wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.

Verdonck, O., and Cabriels, R. 1992. I. Refernce method for the determination of physical properties of plant substracts. II. Reference method for the determination of chemical properties of plant substractes. Acta Horticulturae 302: 169-179.

آدرس نگارندگان:

محمدنقی پاداشت دهکائی- ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی، لاهیجان.

احمد خلیقی، عبدالکریم کاشی و روح‌انگیز نادری، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

www.SID.ir