

添加烟草废弃物对堆肥腐熟度及抑制线虫作用的影响

陈飞 杜龙龙 常瑞雪 李彦明* 姜平雄

(中国农业大学 资源与环境学院,北京 100193)

摘要 以鸡粪和小麦秸秆为堆肥原料,在 C/N 为 25 与含水率为 60% 的条件下采用静态好氧堆肥工艺,研究了不添加烟草废弃物(CK)和在初始期(A)、高温期(B)、一次发酵完成(C)和陈化腐熟后(D)添加 1.5% (干重质量比)烟草废弃物对堆体发酵温度、总碳(TC)、发芽率指数(GI)和根结线虫校正死亡率的影响。结果表明:添加烟草废弃物会降低堆肥发酵过程的温度,影响微生物对有机物料的分解,不利于堆肥物料的快速腐熟。CK 处理的 GI 值在 19 d 时已超过腐熟度标准 80% 的要求,而添加烟草的处理 A、B 和 C 的 GI 值在 19 d 时仍低于 80%;在处理 45 d 时处理 CK、A、B、C 和 D 的 GI 值分别为 102.6%、95.6%、85.8%、83.4% 和 70.4%;这表明烟草废弃物对植物生长具有一定的抑制作用。烟草废弃物和处理 C 与 D 堆肥产品浸出液的线虫校正致死率都达到了 100%;而处理 CK、A 和 B 堆肥产品浸出液的线虫校正致死率依次为 44.4%、28.2% 和 70.0%;这表明烟草废弃物经过发酵的时间越长,对线虫的抑制效果就越差;在堆肥一次发酵完成后添加烟草废弃物,不但可避免其对堆肥进程和植物生长的不利影响,而且经过陈化腐熟后仍能保持对根结线虫的抑制作用。

关键词 烟草废弃物;堆肥腐熟度;根结线虫;抑线作用

中图分类号 S 414.4; X 705; S 476.15

文章编号 1007-4333(2014)06-0102-05

文献标志码 A

Effect of tobacco waste addition on maturity and nematodes suppression during composting

CHEN Fei, DU Long-long, CHANG Rui-xue, LI Yan-ming*, KANG Pyong-ung

(College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract This study was concerned the effects of five different compost mixtures on pile temperature, total carbon (TOC), germination index (GI) and nematodes corrected mortality (NCM). The initial C/N ratios and moisture contents for all treatments were 25 and 60% respectively, during static aerobic composting with chicken manure and wheat straw. The treatments included no tobacco waste (CK), 1.5% tobacco waste (dry weight ratio) added at the initial stage (A), high temperature stage (B), first compost finished stage (C) and end of compost stage (D). The results showed that adding tobacco waste reduced the pile temperature, restrained the decomposition of the organic material for microorganism, and was not conducive to compost material decomposed rapidly. After 19 days, GI of treatment CK was more than 80% of the standard of compost maturity, while GI values of treatment A, B and C were lower than 80%. After 45 days, GI values of treatment CK, A, B, C and D were 102.6%, 95.6%, 85.8%, 83.4% and 70.4% respectively. The tobacco waste showed certain inhibitory effect on plant growth. The mixture extraction of treatment C and D after 45 day, similar with tobacco waste, caused 100% mortalities of nematodes, while NCMs of mixture extraction of treatment CK, A and B were 44.4%, 28.2% and 70.0%. The nematodes suppression effect decreased with composting days. Adding tobacco waste at the first compost finished stage could not only reduce the adverse effect on composting process and plant growth, but also maintained the preferable suppression effecting for root-knot nematode.

Key words tobacco waste; compost maturity; nematodes; nematodes suppression

收稿日期: 2014-01-26

基金项目: “十二五”科技支撑计划项目(2012BAD14B01); 公益性行业(农业)科研专项(201303079)

第一作者: 陈飞, 硕士研究生, E-mail: 452536206@qq.com

通讯作者: 李彦明, 副教授, 主要从事废弃物处理与资源化利用研究, E-mail: liym@cau.edu.cn

根结线虫是一种分布最广、危害最重的植物寄生性土传病原体^[1-2],可危害蔬菜、经济作物、粮食作物以及观赏植物等 3 000 多种植物。根结线虫危害已成为严重威胁世界农林生产安全的重要问题^[3],据 FAO 资料显示,全世界每年由于根结线虫危害对农产品造成的损失超过已 1 000 亿美元,在中国仅对各种蔬菜的危害损失就达 30 亿美元以上^[4]。根结线虫的危害在我国日益严重,发病田常年减产 15%~20%,严重时达到 70% 以上,甚至绝产^[5]。根结线虫的防治大致可分为物理方法、化学方法、生物方法以及将这些方法联合起来的综合防治策略^[6]。目前世界范围内对根结线虫的防治,主要以化学药剂毒杀为主,长期使用势必导致线虫对农药产生抗性,更加难以除治^[7]。轮作和抗线虫品种等农艺措施防治方法虽起到了一定作用,但均有其局限性^[8]。据研究资料显示,堆肥的浸提液对根结线虫的数量有很好的抑制效果^[9-10],另外,自然界有 70

多科 200 多种植物及其残体含有抑杀线虫的活性物质,可用做防治植物根结线虫的有机物料,烟草就属于这类植物^[11]。据统计,我国仅云南省每年就产生 60 多万 t 的烟草废弃物,亟待后续开发和资源化利用^[12]。目前还鲜见关于利用烟草废弃物的堆肥化处理以及抗线虫的报道,因此,本研究拟通过添加烟草废弃物研究其对堆肥腐熟度的影响,以及不同腐熟度堆肥对根结线虫的抑杀效果,以期获得关键的堆肥工艺参数,为烟草废弃物的资源化利用提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 材料

堆肥试验的主要原料为新鲜鸡粪和小麦秸秆(由北京市小汤山特菜大观园提供),烟草废弃物为卷烟厂下脚料和烟草秸秆粉碎后的混合物(由云南云叶化肥股份有限公司提供)。供试主要原料的理化特性如表 1 所示。

表 1 供试材料的化学特性

Table 1 Chemical properties of materials in the experiment

原料 Raw materials	$w(\text{总氮})/\%$ Total N	$w(\text{总碳})/\%$ Total C	$w(\text{水分})/\%$ Moisture	C/N
新鲜鸡粪	0.98	10.11	23.3	10.3
秸秆	0.70	46.00	18.2	65.7
烟草废弃物	1.44	45.50	12.1	31.6

1.2 方法

堆肥发酵试验在北京市小汤山特菜大观园进行,采用条垛式静态好氧堆肥工艺,堆肥的原料为新鲜鸡粪和小麦秸秆,按照起始含水率 60% 与 C/N25 调配混合物料,共设置 5 个试验处理,对照为不添加烟草废弃物处理(CK),其他处理在 CK 的基础上,在堆肥的初始期(A)、高温期(B)、一次发酵完成(C)和陈化腐熟后(D)添加 1.5% (干重质量比)烟草废弃物,每个处理的堆肥原料混匀后堆成底部长 2.5 m,宽 1.5 m,顶部长 2 m,宽 1 m,堆高 1 m 的条垛,堆肥发酵周期设定为 45 d,前 9 d 每天翻堆 1 次,从第 9 天起每 2 天翻堆 1 次,从第 19 天之后仅在取样之前翻堆。在第 0、9、19 和 45 天以多点采样的方式采集样品。并将样品分成 2 份,一份鲜样储存于 4 °C 冰箱中待用,另一份在室温下风干、粉碎后待用。

供试的根结线虫为温室盆栽番茄上单卵块扩增的南方根结线虫。在培养皿底部铺一层湿润滤纸,挑取番茄根中新鲜的卵块置于滤纸上,将培养皿放入 26 °C 培养箱中,每天收集孵化出的 2 龄幼虫(J2),于 4 °C 冰箱保存备用。

生物急性毒性试验用的样品浸提液制备:称取 4.00 g 样品(干重,以直接用烟草废弃物浸出液造成根节线虫的校正死亡率为 100% 时的质量)于振荡瓶中,各加入 100 mL 纯水,在室温下 200 r/min 水平震荡 24 h 后,用滤纸过滤提取液,3 000 r/min 离心 10 min 后,再吸取上清液,上清液存贮在塑料瓶中 4 °C 冷藏保存,备用。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 堆肥好氧发酵进程指标

1) 堆体温度。堆肥发酵期间,每天 10:00 和 15:00 点测定堆体上、中、下 3 层的温度,并取均值

进行处理,作出温度变化曲线。

2) 总有机碳(TOC)。采用重铬酸钾容量法测定^[13]。

3) 发芽率指数(GI)。采用新鲜堆肥样品,按照固液体积比 1:10 水平震荡浸提 2 h,过滤得到滤液。在培养皿内铺一张滤纸,均匀放入 10 粒饱满的小麦种子,加入 5.0 mL 上述滤液,以蒸馏水作空白对照,置入 25 °C 的恒温培养箱培养 48 h,然后统计发芽率并测定根长,每个样品 3 个重复,计算发芽率指数。

发芽率指数(GI) = 浸提液种子发芽率 × 处理根长 × 100% / (蒸馏水种子发芽率 × 空白根长)

1.3.2 线虫生物活性测定

将收集的二龄幼虫悬浮液配制成 440 条/mL,取 5 mL 于试管中。将待测定样品用蒸馏水按照固液比 1:10(干重质量比)震荡浸提 2 h,然后用高速离心机离心后取上清液 2 mL 加入试管,24 h 后在显微镜下计数线虫死亡数,计算校正死亡率^[14],判定方法为线虫呈僵直不动状态为死虫,线虫呈弯曲蠕动状态为活虫。同时将获得的不同浓度的烟草浸提液与配好的二龄幼虫悬浮液(440 条/mL)等体积(2 mL)加入试管,以去离子水+二龄幼虫悬浮液作空白,24 h 后镜检二龄幼虫死亡数,并计算校正死亡率。

校正死亡率 = (处理组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率)

2 结果与分析

2.1 不同处理对堆肥发酵腐熟过程影响

2.1.1 堆体温度变化

添加烟草废弃物对堆体温度的影响如图 1 所示(处理 D 为堆肥发酵结束后才添加烟草废弃物,故在此不讨论其对堆体温度的影响),在整个堆肥进程中,4 个处理的堆体温度均呈现了先升高后降低,最后逐渐接近环境温度的变化趋势。与 CK 相比,添加烟草废弃物导致处理 A 的堆体温度升温缓慢,在高温期一直低于 CK 的堆体温度,到第 23 天,温度减缓趋势小于 CK,出现短时间温度高于 CK,但自第 27 天开始,两者之间温差不明显。另外,处理 A 在高温期(>50 °C)只维持了 4 d,而 CK 的高温期持续了 11 d,最高温度为 62.5 °C。在第 9 天(高温期)添加烟草废弃物后,处理 B 温度上升趋势受到抑制,之后变化趋势与处理 A 相同,但是高温期过

后,其温度下降趋势较处理 A 平缓。而处理 C 在添加烟草废弃物前温度变化趋势与 CK 无异,添加烟草废弃物后,堆体温度出现短暂回升,这是因为一次发酵后,堆体内可利用碳源已被微生物分解,加入烟草后又增加了可生物分解的碳源,堆体又开始进行好氧堆肥发酵产热,随着发酵过程进行,少量的烟草废物被降解后,堆体也进入腐熟期,逐渐接近环境温度,与其他处理无明显差异。由此可以证明,在初始期和高温期添加烟草废弃物会抑制堆体的温度上升,同时降低堆体所能达到的最高温度并减少高温期维持时间,而高温阶段是好氧堆肥的关键阶段,大部分有机物在此过程中氧化分解,堆肥物料中几乎所有的致病微生物在此过程中被杀死而达到稳定化。所以,从添加烟草废弃物对堆体温度的影响角度来看,处理 C,即一次发酵完成时期添加烟草废弃物对堆肥的无害化作用影响更小。

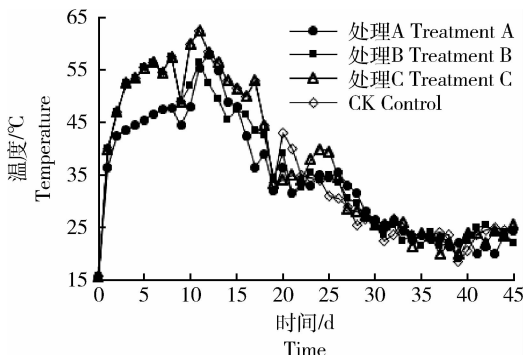


图 1 不同处理堆体温度随时间变化曲线

Fig. 1 Curves of temperature change with time

2.1.2 总碳(TC)变化

如图 2 所示(处理 D 为堆肥发酵结束后才添加烟草废弃物,故在此不讨论其对总碳含量变化影响),各处理在整个堆肥过程中总碳含量均逐渐降低,在前 9 d 微生物活动比较剧烈,物料中的有机组分被微生物分解的最快,随后逐渐减缓。在堆肥前期,添加了烟草废弃物的处理 A 比对照处理 CK 总碳下降要慢,说明微生物分解活动受到了抑制;处理 B 的总碳含量变化趋势与对照类似,但是在添加烟草废弃物后其总碳下降幅度也变慢了。处理 C 添加烟草废弃物后,直至堆肥结束,总碳几乎无变化规律。这表明在堆肥初始期和高温期添加烟草废弃物能抑制堆体内微生物的活性,并影响有机废弃物堆肥发酵腐熟进程。

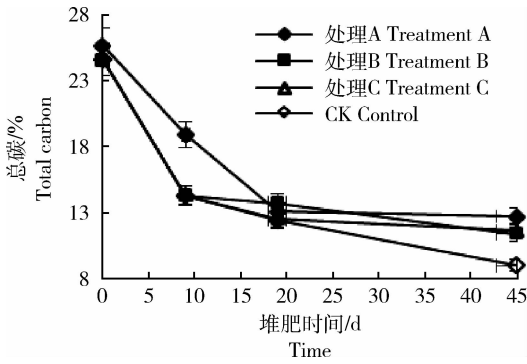


图 2 不同处理总碳随时间的变化 ($P=0.05$)

Fig. 2 Curves of organic matter content change with time

2.1.3 发芽率指数变化

一般认为,植物毒性是堆肥腐熟度状况最直观的表现^[15],植物在未腐熟的堆肥中生长会受到抑制,在腐熟的堆肥中生长会得到促进,因此利用种子发芽率指数及生长量参数去评价堆肥的腐熟度,可以很好的判断其对植物生长是否有抑制作用。当 $GI > 80$,即可确定堆肥没有植物毒性,堆肥已经腐熟。由图 3 可知(处理 D 为堆肥发酵结束后才添加烟草废弃物,故在此不讨论其对堆体发芽率指数的影响),所有处理的 GI 值随好氧发酵过程不断升高,其对植物的生长抑制作用逐渐减小,对照处理 CK 的 GI 值在第 19 天达到 82.3%,已经基本腐熟;而处理 A 和处理 B 在同时期 GI 值均低于对照 CK,处理 C 由于是刚添加进去的烟草废物还未经过发酵,可能是烟草中的生物碱等植物活性物质的释放,明显抑制了植物的生长,其发芽指数仅 60.1%;之后随着后期腐熟发酵的进行,处理 A、B 和处理 C 的 GI 值也逐渐达到了 80% 以上,但处理 B 和处理 C 最后的 GI 值均低于处理 A。由此可知添加烟草废

弃物后,发酵的时间越长,烟草废物对植物的毒害性越低。

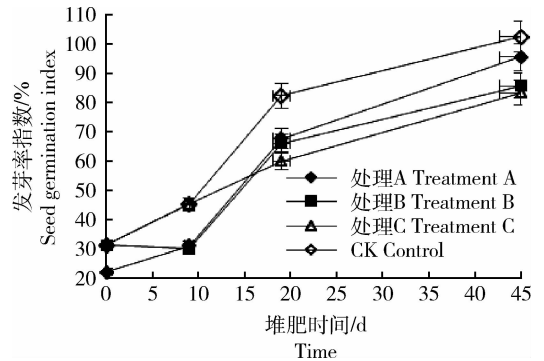


图 3 各处理发芽指数 (GI) 随时间的变化 ($P=0.05$)

Fig. 3 Curves of germination index change with time

2.2 不同处理对根结线虫的抑制作用

对不同处理的浸提液进行线虫生物活性测定,结果列于表 2 中。对照处理 CK 的浸提液对线虫的致死作用随着堆肥的发酵进程,表现出先升高后降低的趋势;与处理 CK 相比,处理 B、C 和 D 在腐熟完成时对根结线虫的抑杀效果更佳,处理 A 则低于 CK。且添加烟草废弃物之前,处理 B、C 和 D 对根结线虫的抑杀效果与对照 CK 相同。观察处理 A 和处理 B 可以发现,添加烟草废弃物后根结线虫的抑杀效果为 100%,但随着堆肥的发酵进程,表现出了逐渐降低的趋势,即其抑制效果逐渐减弱;但处理 C 的抑杀效果不再受发酵进程的影响。综上所述,添加烟草废弃物对根结线虫的抑杀作用明显,但在一次发酵完成前添加其抑杀效果会受发酵进程的影响,之后则不会。因此,选择添加时间应在一次发酵完成时或之后的时间里添加。

表 2 添加烟草废弃物的堆肥对根结线虫的抑杀效果

Table 2 Suppression effect on root-knot nematode by adding tobacco waste of compost %

堆肥时间 Time	处理 A Treatment A	处理 B Treatment B	处理 C Treatment C	处理 D Treatment D	CK
第 0 天	100.0 a	27.3 c	27.3 c	27.3 d	27.3 c
第 9 天	100.0 a	100.0 a	55.6 b	55.6 b	55.6 a
第 19 天	89.7 b	100.0 a	100.0 a	45.1 c	45.1 b
第 45 天	28.2 c	70.4 b	100.0 a	100.0 a	44.4 b

注: $P=0.05$ 。

3 结 论

1) 在鸡粪和秸秆联合好氧堆肥发酵处理过程中添加烟草废弃物, 将影响堆体温度的上升, 延长堆肥时间而且不利于堆肥的快速腐熟。

2) 未经发酵处理的烟草废弃物虽具有较强的抑杀线虫作用, 但是随着发酵过程的进行, 其对根结线虫的致死效应逐渐减弱, 腐熟堆肥中的烟草废弃物对根节线虫的致死效果基本消失, 甚至低于普通腐熟堆肥。因此要想充分利用烟草废弃物的抗线虫功能, 不宜对其进行完全腐熟的堆肥发酵处理。

3) 为避免烟草废弃物中某些植物活性物质对堆肥进程的影响, 添加烟草废弃物的最佳时期为堆肥一次发酵完成后, 此时添加烟草的堆肥经过腐熟发酵后, 对线虫的致死率仍能达到 100%, 且经过陈化腐熟后, 对植物生长毒害作用也达到了腐熟要求, 此时可以作为有机肥料直接施用, 这对于烟草废弃物在农业系统中的循环利用有着重要的作用。

参 考 文 献

- [1] Karssen G, Moeus M. Root-knot nematodes[C]// Perry N, Moens M. Plant Nematology. London: CAB International, 2006: 59-90
- [2] 曹志平, 周乐昕, 韩雪梅. 引入小麦秸秆抑制番茄根结线虫病[J]. 生态学报, 2010, 30(3): 765-773
- [3] 柯云, 潘沧桑. 几种植物提取液对根结线虫的抑杀作用[J]. 厦

门大学学报: 自然科学版, 2007, 46(5): 711-714

- [4] 段玉玺, 吴刚. 植物线虫病害防治[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002
- [5] 徐建华, 李红梅, 沈培垠, 等. 南方根结线虫群体间致病性变异的生物测定[J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(3): 33-36
- [6] 韩玉芹, 张伟. 温棚蔬菜根结线虫病发生原因及综合治理对策[J]. 现代农业科技, 2009(19): 183-185
- [7] 蔡秋锦, 罗婉珍, 陈长雄, 等. 植物性杀线剂的提取与毒杀效果[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(4): 291-293
- [8] Vargas-Ayala R, Rodriguez-Kabana R, Morgan-Jones G, et al. Shifts in soil microflora induced by velvetbean in cropping systems to control root-knot nematodes [J]. Biological Control, 2000, 17: 11-22
- [9] Oka Y, Yermiyahu U. Suppressive effects of composts against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato [J]. Nematology, 2002, 4(8): 891-898
- [10] 朱开建, 王博, 方文珍, 等. 堆肥浸提物和堆肥茶抑制爪哇根结线虫的盆栽试验[J]. 长江大学学报: 自科版, 2006, 3(1): 116-122
- [11] 杨秀娟, 何玉仙, 卢学松, 等. 若干植物粗提物对根结线虫幼虫的杀线虫活性测定[J]. 福建农业学报, 2005, 20(1): 19-22
- [12] 彭靖里, 马敏象, 吴绍情, 等. 论烟草废弃物的综合利用技术及其发展前景[J]. 中国资源综合利用, 2001(8): 18-20
- [13] Birch A N E, Robertson W M, Fellows L E. Plant products to control plant parasitic nematodes[J]. Pesticide Science, 1993, 39(2): 141-145
- [14] Mathur S P, Owen G, Diné H, et al. Determination of compost biomaturity I Literature review [J]. Biological Agriculture & Horticulture, 1993, 10(2): 65-85

责任编辑: 王燕华