

文章编号 1674-7054(2018)02-0219-06

桉树皮对小白菜种子发芽的影响

李思远¹, 余雪标¹, 陈候鑫², 王睿¹, 王牌¹, 童思远¹, 林承博¹

(1. 海南大学 热带农林学院, 海口 570228; 2. 海南枫木实验林场, 海南 屯昌 571627)

摘 要 桉树皮作为一种常见有机废弃物, 在作为基质使用时需进行无害化处理。种子发芽实验作为高等植物毒理实验的典型方法之一, 可以科学合理地反应桉树皮在利用时的无害化状况。本试验选择不同桉树皮处理(水处理、碱处理桉树皮和自然腐熟桉树皮)作为小白菜种子发芽基质, 研究各桉树皮处理对小白菜种子发芽的影响。结果表明: 水处理、碱处理的桉树皮基质抑制小白菜种子发芽, 自然腐熟桉树皮对小白菜种子发芽无抑制作用, 发芽率、发芽势与土壤处理无显著差异, 发芽指数 >80%, 幼苗的株高、根长、鲜质量分别较土壤处理提高了 26.9%、26.57%、89.36%。相关性分析表明, 种子发芽主要受全氮、碱解氮、速效钾、C/N 影响。研究结果说明自然腐熟桉树皮可以开发利用。

关键词 桉树皮; 小白菜; 种子发芽; 幼苗生长

中图分类号 S141.4; S723.9

文献标志码 A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.2018.02.015

桉树是我国重要的速生人工林树种, 适应能力强, 生长周期短。据中国林学会桉树专业委员会统计, 截至 2015 年, 我国桉树种植面积为 450 万 hm^2 , 年产木材 3 000 万 m^3 ^[1], 以桉树树皮率为 11.8% 计算^[2], 桉树皮产量达 354 万 m^3 。当前, 我国在开发利用桉树时, 均需去除桉树皮^[3], 期间产生了大量的桉树皮废弃物, 而桉树皮的常规处理办法为就地抛弃、焚烧或填埋, 既造成巨大的资源浪费, 又严重污染环境^[4]。有机废弃物中有机质含量高, 营养丰富, 通透性好, 作为栽培基质可以促进作物的生长^[5]。利用桉树皮生产栽培基质是解决桉树皮资源浪费、减少环境污染的有效途径。相关研究表明, 有机废弃物中可能含有某些有机、无机物质^[6-7], 使其在实际应用中存在一定风险。桉树皮作为一种常见有机废弃物, 在作为基质使用时需进行无害化处理, 种子发芽实验作为高等植物毒理实验的典型方法之一^[8], 可以科学合理地反应桉树皮在利用时的无害化状况。本试验选择不同桉树皮处理作为小白菜种子发芽基质, 研究各桉树皮处理对小白菜种子发芽的影响, 为桉树皮资源化利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试种子为小白菜种子, 购自海口市种子门市。树皮选取新鲜桉树皮及自然状态下腐熟的桉树皮, 采自儋州市东城镇一木材加工厂; 土壤为海南常见砖红壤, 采自屯昌县枫木镇。试验共设 6 个处理, 分别为: T1, 自来水浸泡新鲜桉树皮 10 d; T2, 自来水浸泡新鲜桉树皮 30 d; T3, 8% 石灰水浸泡新鲜桉树皮 5 d; T4, 8% 石灰水浸泡新鲜桉树皮 15 d; T5, 自然腐熟桉树皮; CK, 砖红壤土。各处理基本理化性质见表 1。

1.2 实验方法 将不同处理后的桉树皮风干、粉碎, 过 1 mm 筛网, 存入样品袋中备用; 筛弃虫蚀等劣质小白菜种子, 50 °C 温水浸泡小白菜种子 30 min, 再用 1% 高锰酸钾溶液消毒, 取出后用自来水冲洗干净, 最后用纯水冲洗 3 次, 吸干备用; 选取直径为 12 cm、深 5 cm 的塑料钵作为发芽容器, 将处理好的桉树皮

收稿日期 2017-12-15 修回日期 2018-03-09

作者简介 李思远(1992-), 男, 海南大学热带农林学院 2015 级林业专业硕士, E-mail: syi992@163.com

通信作者 余雪标(1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向: 森林培育和林业, E-mail: yuxuebiao@163.com

表 1 各处理的基本理化性质
Tabl. 1 Main soil properties of different treatments

理化性质 Physico- chemical properties	T1	T2	T3	T4	T5	CK
容重 Bulk density/(g·cm ⁻³)	0.27	0.26	0.3	0.41	0.43	1.23
总孔隙度 Total porosity/%	78.18	85.84	80.22	76.69	71.34	40.83
气水比 Ratio of air to water	1.35	0.96	1.29	1.69	1.42	0.58
全氮 Total N/(g·kg ⁻¹)	4.43	4.43	4.25	3.3	7.52	0.51
全磷 Total P/(g·kg ⁻¹)	0.8	0.87	1.46	1.31	2.27	0.31
全钾 Total k/(g·kg ⁻¹)	2.02	1.82	2.36	2.43	2.25	3.06
碱解氮 Available N/(mg·kg ⁻¹)	172.33	175.43	152.3	108.7	263.43	73.77
速效磷 Available P/(mg·kg ⁻¹)	195.9	267.95	608.97	677.07	565.54	56.24
速效钾 Available K/(mg·kg ⁻¹)	1 291.91	1 185.01	1 189.61	1 082.71	630.52	30.88
全碳 Total C/(g·kg ⁻¹)	321.15	309.43	292.18	262.97	265.11	3.16
有机质 Organic matter/(g·kg ⁻¹)	503.73	453.36	553.66	533.46	457.05	5.44
pH	5.96	5.4	7.07	7.72	6.56	7.89
EC/(mS·cm ⁻¹)	0.91	0.81	1.09	1.23	1.11	0.021
C/N	65.89	59.49	75.58	94.06	35.25	6.20

基质铺入,厚约 3 cm,并将基质润湿,播下种子,再覆盖约 0.5 cm 厚的基质,将培养钵置于恒温培养箱中进行发芽实验,培养温度 25 ℃,湿度控制在(60± 2)%。每个培养钵中放入 50 粒小白菜种子,每个处理设置 3 个重复。每隔 24 h 记录发芽情况,计算发芽率、发芽势和发芽指数,计算公式^[9-10]如下:

发芽率 = 全部正常发芽数 / 播种总数 × 100% ;

发芽势 = 种子发芽达到最高峰时的发芽数 / 播种总数 × 100% ;

发芽指数 GI=(处理平均发芽率 × 处理平均根长)/(对照平均发芽率 × 对照平均根长) × 100%。

在发芽结束后,各处理随机采收 30 棵幼苗,使用游标卡尺测定株高、根长,使用电子天平称量整株幼苗鲜质量,将新鲜幼苗用 80 ℃烘箱烘干至恒重,使用电子天平称取干质量。

1.3 数据处理方法 对各处理的发芽数据及生长数据的差异采用 One-Way ANOVA 进行方差分析,并用 Duncan 法进行多重比较,用 Pearson 法进行相关性分析。不同字母代表差异显著性($P < 0.05$),用 SPSS21.0 进行统计分析,用 GraphPad Prism 6.0 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同桉树皮处理对小白菜种子发芽率的影响 不同桉树皮处理中小白菜发芽率有一定差异(图 1),小白菜发芽率中 T5 处理与 CK 均在 90%以上,T2,T3 处理次之,分别为 63.33%、36.00%,T1,T4 处理介于 20.67%~23.33%,T1,T4 处理间无显著差异($P > 0.05$)。与 CK 相比,腐熟桉树皮处理(T5)对小白菜种子发芽率无显著影响,水处理(T1,T2)、碱处理(T3,T4)中小白菜种子发芽率受到了不同程度的抑制作用。

2.2 不同桉树皮处理对小白菜种子发芽势的影响 发芽势指日种子发芽数达到最高峰时的发芽率,表征种子活力,发芽势越高,说明种子活力高,出苗整齐健壮。实验结果(图 2)表明,小白菜发芽势中 T5 处理与 CK 的较高,分别为 77.33%、83.33%,T2 处理次之,为 56.67%,T1,T3,T4 处理的小白菜发芽势介于 20.67%~32.00%,T1,T3,T4 处理间无显著差异($P > 0.05$)。与 CK 相比,腐熟桉树皮处理(T5)对小白菜种子发芽势无显著影响,水处理(T1,T2)、碱处理(T3,T4)中小白菜种子发芽势受到了明显抑制。

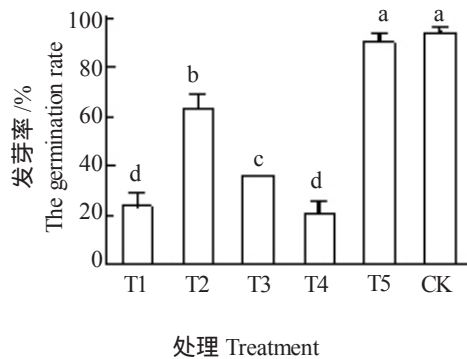


图 1 不同处理对小白菜发芽率的影响

Fig.1 Effect of different treatments on the germination rate of Pakchoi seeds

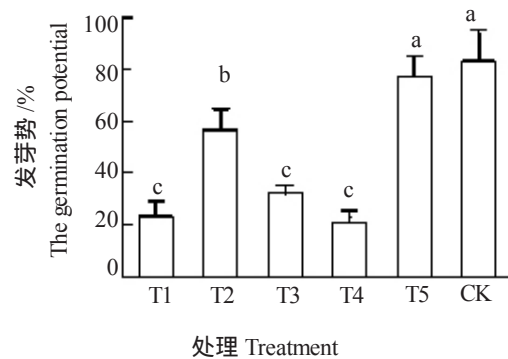


图 2 不同处理对小白菜发芽势的影响

Fig.2 Effect of different treatments on the germination potential of Pakchoi seeds

2.3 不同处理桉树皮对种子发芽指数的影响 发芽指数(Germination index, GI)常用来衡量种子发芽的能力和活力。不同处理桉树皮对种子发芽指数的影响结果(图 3)表明,T5 处理小白菜发芽指数最高,GI 为 121.21%;T2,T3 处理次之,GI 分别为 76.59%、43.97%;T1,T4 处理的小白菜发芽指数介于 22.06%~26.32%,T1,T4 处理间无显著差异($P>0.05$)。其中,水浸泡新鲜桉树皮 30 d 处理(T2)GI>50%,腐熟桉树皮处理(T5)GI>80%,T2 和 T5 两个处理对小白菜种子发芽的能力和活力影响较小。

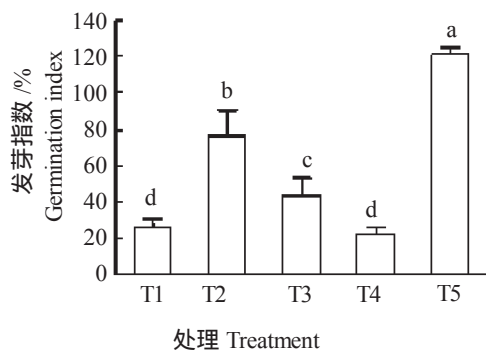


图 3 不同处理对小白菜发芽指数的影响

Fig.3 Effect of different treatments on the germination index of Pakchoi seeds

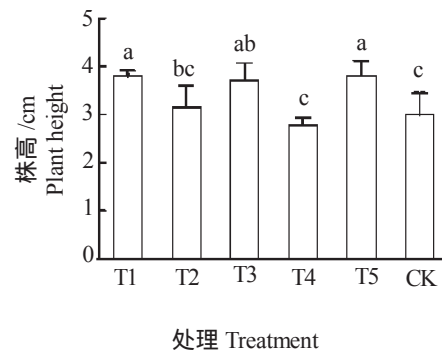


图 4 不同基质中小白菜的株高

Fig.4 Plant height of Pakchoi in different treatments

2.4 不同处理桉树皮对小白菜幼苗株高、根长的影响 不同桉树皮处理的小白菜株高结果(图 4)表明,与 CK 相比,T1,T3,T5 处理小白菜株高显著增高,较 CK 分别增高了 26.46%、23.63%、26.9%;T2,T4 处理与 CK 无显著性差异($P>0.05$)。不同桉树皮处理的小白菜幼苗根长结果(图 5)表明,与 CK 处理相比,T2,T5 处理的根长明显伸长,分别较对照增加了 12.7%、26.57%;T1,T3,T4 处理与 CK 无显著差异。与 CK 相比,腐熟桉树皮处理(T5)有助于促进小白菜幼苗株高的增高和根的伸长。

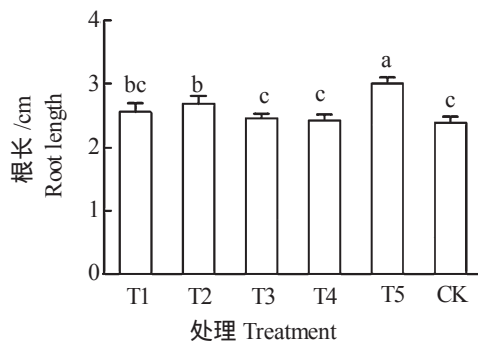


图 5 不同基质中小白菜的根长

Fig.5 Root length of Pakchoi in different treatments

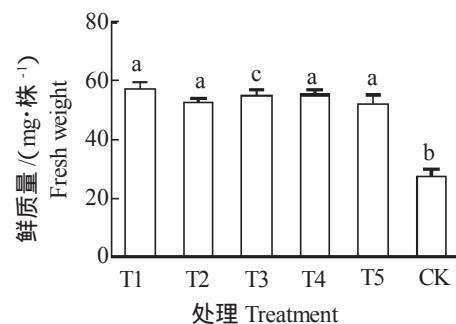


图 6 小白菜整株鲜质量

Fig.6 Fresh weight of a whole plant of Pakchoi

2.5 不同处理桉树皮对小白菜幼苗鲜质量的影响 不同处理幼苗鲜质量结果(图 6)表明,幼苗鲜质量在不同桉树皮处理间无显著性差异($P>0.05$),与 CK 相比,T1~T5 处理幼苗鲜质量均显著增加,较 CK 处理分别高出 107.77%、91.91%、98.96%、100.74%、89.36%。与 CK 相比,不同桉树皮处理作为发芽基质均有利于小白菜幼苗鲜质量的增加。

2.6 各处理桉树皮理化性质与种子发芽及生长指标的相关性分析 对不同桉树皮处理的理化性质与种子发芽指标、生长指标进行相关性分析,由表 2 可知,小白菜种子发芽率、发芽势、发芽指数与全氮、碱解氮成显著正相关($P<0.05$),根长与全氮、碱解氮成极显著正相关($P<0.01$);小白菜发芽率、发芽势、发芽指数、根长与速效钾成显著负相关($P<0.05$),与 C/N 成极显著负相关($P<0.01$)。

表 2 不同处理理化性质与小白菜种子发芽的相关性分析

Tab.2 Analysis of correlativity between the main properties of the treatments and the germination of Pakchoi seeds

理化性质 Physico-chemical properties	发芽率 Germination rate	发芽势 Germination potential	发芽指数 Germination index	根长 Root length	株高 Plant height	鲜质量 Fresh weight
容重 Bulk density	0.570	0.573	0.609	0.693	0.251	0.486
总孔隙度 Total porosity	-0.302	-0.291	-0.351	-0.435	-0.376	-0.125
气水比 Air-water ratio	-0.538	-0.551	-0.510	-0.480	-0.389	-0.237
全氮 Total N	0.867*	0.872*	0.893*	0.969**	0.704	0.506
全磷 Total P	0.537	0.513	0.560	0.439	0.276	-0.322
全钾 Total K	-0.250	-0.270	-0.207	-0.233	-0.109	-0.001
碱解氮 Available N	0.872*	0.879*	0.894*	0.973**	0.729	0.507
速效磷 Available P	-0.316	-0.342	-0.312	-0.486	-0.465	-0.613
速效钾 Available K	-0.837*	-0.840*	-0.866*	-0.913*	-0.483	-0.416
全碳 Total C	0.186	0.209	0.188	0.349	0.515	0.719
有机质 Organic matter	-0.403	-0.404	-0.360	-0.260	0.100	0.619
pH	-0.434	-0.451	-0.402	-0.437	-0.362	-0.103
EC	-0.374	-0.396	-0.351	-0.428	-0.383	-0.383
C/N	-0.923**	-0.926**	-0.930**	-0.949**	-0.731	-0.199

注:** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关,* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关

Note: ** indicates significant correlation at the 0.01 level (2-tailed), * indicates significant correlation at the 0.05 level (2-tailed)

3 讨论

利用桉树皮作为作物栽培基质已有研究^[11-13],但目前桉树皮的利用方式主要是在桉树皮中添加一定比例的生物菌剂进行堆置发酵腐熟,使桉树皮性能稳定后再利用,但是对桉树皮采用其他方式处理使其性能稳定的研究较少。有研究表明,桉树皮中主要成分为纤维素、木质素,由于木质素常与纤维素结合形成木质纤维素,限制了桉树皮在自然条件下的腐熟效果,同时桉树自身分泌物对多种微生物具有抑制作用,影响桉树皮的自然降解,碱处理可以使纤维素的形态结构发生改变,同时经碱处理后物料更易酶解^[14-17];也有研究认为,饱和水浸提有机基质可以使有机基质基本理化性状趋于稳定^[18],王吉庆等提出水浸泡是改良玉米秸秆基质理化性状的有效措施^[19]。通常基质为种子萌发和幼苗生长提供了必要的环境,其理化性质对作物生长有一定的影响,适宜作物生长的基质容重应在 $0.1\sim 0.8\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,总孔隙度在 54%~96%,气水比在 0.25~0.5,化学性质稳定,pH 接近中性,EC 值在 $0.5\sim 3\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$,C/N 比在 30 左右^[20-22]。笔者测定的不同桉树皮处理(水处理、自然腐熟和碱处理)的理化性质的结果表明,水处理、碱处理、腐熟处理桉树皮

的容重、总孔隙度、pH、EC 值均在合理范围内,有机质含量高,N、P、K 等营养成分含量丰富,但水处理、碱处理、自然腐熟处理的气水比过高,影响其通气供水能力。腐熟处理树皮的 C/N 比相对适合,水处理、碱处理树皮的 C/N 比过高,微生物对有机物进行分解,当 C/N 比高,微生物活动会消耗氮,影响作物生长环境的相对稳定^[23]。

高等植物种子发芽和根伸长是植物生长期最关键和敏感的时期^[24],分析不同桉树皮处理中小白菜种子发芽和根伸长的结果,发现只有自然腐熟桉树皮处理的发芽率、发芽势与对照差异不显著,根长显著高于对照;水处理、碱处理发芽率、发芽势均显著低于对照,只有水浸泡新鲜桉树皮 30 d 处理的根长高于对照。可能原因是腐熟桉树皮处理的 C/N 最小,有利于小白菜种子发芽。发芽指数的变化体现了堆肥毒性的发展趋势^[25],是评价腐熟度的指标之一^[26]。Zucconit 等认为,GI > 50% 时,堆肥对植物毒性已基本消除,当 GI > 80% 时,基质没有毒性^[27]。本研究中,自然腐熟桉树皮处理的发芽指数为 121.21%,大于 80%,并且与对照相比,腐熟桉树皮处理小白菜幼苗生长状况最优,其幼苗株高、根长、鲜质量较对照分别增加了 26.9%、26.57%、89.36%,可能原因是腐熟桉树皮毒性已消除,性质基本稳定,并且稳定后的桉树皮实质上是一种有机肥,较土壤相比,有机质含量高,营养元素全面,生物活性高,为作物生长提供了充足的养分^[28]。这与相关性分析中,发芽率、发芽势、发芽指数、根长与全氮、碱解氮成显著正相关,发芽率、发芽势、发芽指数与 C/N 成极显著负相关结果一致。

综上所述,水处理、碱处理后的桉树皮对种子发芽仍有抑制作用,其抑制机理还需要进一步研究。腐熟桉树皮对小白菜种子发芽无抑制作用,并且可以促进幼苗的生长,说明自然腐熟桉树皮毒性已消失,可以进一步开发利用。

参考文献:

- [1] 彭科峰. 2015 年桉树国际学术研讨会—我国桉树人工林年产木材超 3000 万立方米[N]. 中国科学报, 2015-10-26(4).
- [2] 胡汉志. 桉树皮物理性质的研究[C]// 国家林业局、广西壮族自治区人民政府、中国林学会. 第二届中国林业学术大会——S11 木材及生物质资源高效增值利用与木材安全论文集. 北京: 出版者: 不详, 2009: 5.
- [3] 孙蔡盛, 蒋家淡, 周敦强, 等. 桉树的开发利用[J]. 武夷科学, 2006, 22(1): 232-236.
- [4] 刘曼红. 林业“三剩物”的开发利用现状和前景概述[J]. 林业调查规划, 2010, 35(3): 62-63, 67.
- [5] 孙映波, 黄丽丽, 何慧中, 等. 桉树皮作铁皮石斛栽培基质的适应性研究[J]. 广东农业科学, 2014, 41(6): 80-84.
- [6] 王卫平, 汪开英, 薛智勇, 等. 不同微生物菌剂处理对猪粪堆肥中氨挥发的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 693-697.
- [7] 许耀照, 曾秀存, 王勤礼, 等. 有机生态型无土栽培基质浸提液对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2013, 1(2): 52-57.
- [8] 苏爱华, 林匡飞, 张卫, 等. 纳米 TiO₂ 对油菜种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(2): 316-320.
- [9] 刘斌, 彭绪亚, 吴桂菊, 等. 填埋场陈垃圾对黄瓜种子发芽的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(8): 2125-2130.
- [10] 汤江武, 朱利中. 不同堆肥条件对种子发芽指数影响的研究[J]. 浙江农业科学, 2008, 1(5): 583-586.
- [11] 李苏翼, 时连辉. 树皮与污泥堆肥混合基质的性质及其对黑麦草无土草坪的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2017, 48(1): 13-19.
- [12] 麻永红, 肖玉, 杨曾奖, 等. 不同基质对铁皮石斛苗期生长特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(7): 73-77.
- [13] 陈金峰, 黄丽丽, 何慧中, 等. 复合菌剂与氮源对桉树皮堆肥的理化性质与微生物学特性的影响[J]. 热带作物学报, 2015, 36(4): 724-730.
- [14] 何慧中, 孙映波, 刘可星, 等. 桉树皮木质素降解复合功能菌的构建及效果研究[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(3): 484-489.
- [15] 何耀松, 张继东. 桉树化学成分及药理作用研究进展[J]. 动物医学进展, 2007, 28(7): 98-101.
- [16] 郑明霞, 李来庆, 郑明月, 等. 碱处理对玉米秸秆纤维素结构的影响[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(6): 27-31.
- [17] 鲁杰, 石淑兰, 邢效功, 等. NaOH 预处理对植物纤维素酶解特性的影响[J]. 纤维素科学与技术, 2004, 12(4): 1-6.
- [18] AO Yansong, SUN Min, LI Yuqi. Effect of organic substrates on available elemental contents in nutrient solution [J]. Bioresource Technology, 2008, 99((11)): 5006-5010.
- [19] 王吉庆, 赵月平, 刘超杰. 水浸泡玉米秸基质对番茄育苗效果的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 276-281.
- [20] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [21] 连兆煌. 无土栽培原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

- [22] 李天林, 沈兵, 李红霞. 无土栽培中基质培选料的参考因素与发展趋势(综述)[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 1999, 3(3):250-258.
- [23] 李斗争, 张志国. 设施栽培基质研究进展[J]. 北方园艺, 2005(5):7-9.
- [24] Khan M A, Gulzar S. Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass [J]. Journal of Arid Environments, 2003, 53(3):387-394.
- [25] S. P. Mathur. Determination of compost biomaturity. 1. Literature review [J]. Biological Agriculture & Horticulture, 1993, 10(2): 65 - 85.
- [26] S.M. Tiquia. Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge[J]. Bioresource Technology, 1998, 65 (1/2): 43 - 49.
- [27] Zucconi F, Forte M, Monaco A D E, et al. Biological evaluation of compost maturity[J]. Biocycle, 1981, 22(4):27-29.
- [28] 刘斌, 彭绪亚, 吴桂菊, 等. 填埋场陈垃圾对黑麦草种子发芽的影响[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(4):691-696.

Effect of Eucalyptus Bark on the Germination of Pakchoi Seeds

LI Siyuan¹, YU Xuebiao¹, CHEN Houxin², WANG Rui¹, WANG Pai¹, TONG Siyuan¹, LIN Chengbo¹

(1. Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

2. Fengmu Experimental Forest Farm of Hainan Province. Tunchang, Hainan 571627, China)

Abstract : Eucalyptus bark is a common organic waste and should be treated when used as substrate. Seed germination experiment is one of the typical toxicological experiments for higher plants and can be used to test the toxicity of eucalyptus bark. In this context eucalyptus barks were treated with water, alkali or composting (naturally well composting) and were used as germination substrates to culture Pakchoi with the soil substrate as the control to observe the effect of the eucalyptus bark treatments on the germination of Pakchoi seeds. The results showed that the eucalyptus barks treated with water or alkali suppressed the seed germination of Pakchoi, whereas the naturally well-composted eucalyptus barks did not inhibit the seed germination of Pakchoi. The Pakchoi seeds cultured on the naturally well-composted barks were not significantly different in germination rate and germination potential from the control, and the Pakchoi had a seed germination index of >80%, and increased its plant height, root length, and fresh weight by 26.9%, 26.57% and 89.36%, respectively. The correlation analysis showed that the seed germination of Pakchoi was mainly affected by total nitrogen, available nitrogen, available potassium and C/N. This indicates that the naturally well-composted eucalyptus barks can be used for development and utilization.

Keywords : Eucalyptus bark; Pakchoi; seed germination; seedling growth

(责任编辑 叶 静)