

桑黄菌糠水提液叶面喷施对小青菜生长的影响

金裕华¹, 林先贵^{2*}, 王一明², 张焕朝¹

(1 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏南京 210037; 2 中国科学院南京土壤研究所土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 中国科学院土壤环境与污染修复重点实验室, 南京土壤研究所-香港浸会大学土壤与环境联合开放实验室, 江苏南京 210008)

摘要: 采用温室盆栽法, 研究桑黄菌糠水提液叶面喷施对小青菜生长的影响。结果表明, 低浓度的提取液 S2 叶面喷施促进小青菜的生长, 光合作用增强, 小青菜品质提高, 产量比清水对照提高 7.8%; 高浓度的水提液 S0 喷施小青菜, 对其生长不利。低浓度的水提液 S2 与 NPK 营养液混合喷施效果最好, 产量比清水对照提高 26.3%, 达极显著水平。

关键词: 小青菜; 菌糠水提液; 叶面喷施; 光合速率

中图分类号: S634.3; S144

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2010)06-1551-04

Effects of spraying aquatic extraction substance from residue of *P. baumii* on *Brassica rapa* L.

JIN Yu-hua¹, LIN Xian-gui^{2*}, WANG Yi-ming², ZHANG Huan-chao¹

(1 College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037, China;

2 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil, Chinese Academy of Sciences/Key Laboratory of Soil Environment and Pollution Remediation, Chinese Academy of Science/Joint Open Laboratory of Soil and Environment, Institute of Soil and Hongkong Baptist University, Nanjing, Jiangsu 210008, China)

Abstract: A pot culture experiment was carried out to study effects of spraying aquatic extraction substance from residue (AESR) of *P. baumii* on *Brassica rapa* L. The results showed that the spraying of the AESR with low concentration could promote the growth, increased plant biomass and quality, and enhance photosynthesis of *Brassica rapa* L. Compared to the controls, the plant biomass increased by 7.8%. But spraying with high concentration decreased the plant growth. When the AESR mixed with leaf fertilizer at low concentration, the effects was the best and increased the plant biomass by 26.3% compared to control.

Key words: *Brassica rapa* L.; aquatic extraction substance from residue of *P. baumii*; foliar spraying; photosynthetic rate

近年来,随着我国食用菌生产的快速发展,越来越多的秸秆、杂木屑等农业废弃物用于食用菌栽培,每年因此产生的数百万吨栽培废料,即菌糠^[1]。研究表明,菌糠营养丰富,N、P、K 含量甚至高于草炭;菌糠含有食用菌的代谢产物,包括糖类、有机酸类、酶和生物活性物质、数量庞大的微生物群落以及残留的菌丝体^[2-5]。目前,关于菌糠作为肥料对植物生长影响的报道不少^[6-10],但是菌糠水提液叶面喷施对植物生长的影响研究较少。为此,采用盆栽方

法研究了桑黄菌糠水提液叶面喷施对小青菜生长的影响,为菌糠的再利用寻找新的途径,同时也为研究开发新型安全高效叶面肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于中科院南京土壤研究所温室中进行。供试土壤采自中科院鹰潭红壤站花生地。土壤基本理化性质: 有机质 11.5 g/kg、全 N 0.5 g/kg、速效钾

收稿日期: 2009-10-30 接受日期: 2010-05-19

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD10B05, 2006BAD10B09); 江苏省科技攻关项目(BE2007337)资助。

作者简介: 金裕华(1982—),女,江苏盐城人,博士研究生,主要从事土壤学及植物营养与肥料方向研究。E-mail: evaking@gmail.com

* 通讯作者 Tel: 025-86881589, E-mail: xglin@issas.ac.cn

138.2 mg/kg、有效 P 111.1 mg/kg。pH 开始为 4.36, 试验时加 1% 的碳酸氢钙调节至 6.0。供试小青菜为南京矮脚黄 (*Brassica rapa* L.), 购自南京岗子村种子中心。供试菌糠为当年栽培桑黄菌 (*Phellinus baumii*) 的菌糠, 主要成分为桑枝木屑、米糠。NPK 营养液为自行配置, 其中 N 含量为 2.9%, P_2O_5 含量 1.0%, K_2O 含量 1.1%。

菌糠水提液制作方法为: 将菌糠掰碎晾干后, 用粉碎机粉碎, 称取 10 g 菌糠于 500 mL 三角瓶中, 加 250 mL 蒸馏水, 100℃ 水浴 4 h 后, 过滤, 定容到 250 mL 作为原液。

试验设置 8 个处理: CK(蒸馏水)、Y(3% NPK 营养液稀释液)、S0(原液)、S1(原液 20 倍稀释液)、S2(原液 50 倍稀释液)、S0Y(原液 + 3% NPK 营养液稀释液)、S1Y(原液 20 倍稀释液 + 3% NPK 营养液稀释液)、S2Y(原液 50 倍稀释液 + 3% NPK 营养液稀释液), 每处理 4 次重复, 随机排列。试验用塑料盆, 每盆装土 1 kg, 每盆最终定苗 5 颗。试验时间为 2007 年 9 月 30 日至 2007 年 11 月 19 日。从幼苗长至 4 片真叶时开始叶面喷施, 每次每盆喷 5 mL, 每周喷 2 次, 连续喷 3 周, 50 d 后采收、取样分析。

1.2 调查测定项目与方法

土壤理化性质用常规方法^[11]测定。可溶性糖含量用硫酸苯酚法^[12]; 叶绿素含量用乙醇法^[12];

硝酸盐含量用水杨酸硝化法^[12]; Vc 含量用 2, 6-二氯酚靛酚滴定法^[13]; 光合速率采用 Li6400 光合仪^[14]测定。

试验数据采用 Excel 2003 制图并进行相关性分析, SPSS10.0 进行多重比较 (Duncan 检验, $P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 菌糠水提液对小青菜产量的影响

表 1 可见, 不同浓度的菌糠提取液对小青菜的株高和叶宽都有促进作用。但产量方面, 低浓度菌糠提取液叶面喷施可提高小青菜的产量, 高浓度菌糠提取液叶面喷施反而降低了小青菜的产量; 其中处理 S0(原液)产量比对照低 9.2%, 而处理 S2(原液 50 倍稀释液)产量比对照增加 7.8%。

表 1 还看出, 菌糠水提液与 NPK 营养液配合喷施比单独喷施菌糠水提液效果好。原液 50 倍稀释液与 NPK 营养液混合喷施 (S2Y) 产量最高, 较对照增产 26.3%, 优于单独使用菌糠水提液 (较对照增产 7.8%) 或 NPK 营养液 (比对照增产 17.5%)。而 S0Y 和 S1Y 处理, 虽然产量分别较对照增产 15.1% 和 16.8%, 但低于单独施用 NPK 营养液。说明一定浓度的菌糠提取液中添加适量的 NPK 营养液叶面喷施可以明显促进植物的生长。

表 1 各喷施处理对青菜生长状况及产量的影响

Table 1 The effect of different treatments on the cabbage growth

处理 Treatment	叶宽 Leaf width		株高 Plant height		产量 Yield		
	(cm)	(±%)	(cm)	(±%)	(g/plant)	(g/plot)	(±%)
CK	4.83 a		14.42 b		4.72 bcd	23.61 bcd	
S0	4.97 a	2.9	15.32 ab	6.2	4.29 d	21.44 d	-9.2
S1	5.05 a	4.6	15.47 ab	7.3	4.63 cd	23.14 d	-2.0
S2	5.07 a	5.0	15.12 ab	4.9	5.09 bcd	25.45 bcd	7.8
S0Y	5.11 a	5.8	15.98 a	10.8	5.44 abc	27.18 abc	15.1
S1Y	5.38 a	11.4	15.64 a	8.5	5.52 ab	27.58 ab	16.8
S2Y	5.41 a	12.0	16.26 a	12.8	5.96 a	29.82 a	26.3
Y	5.42 a	12.2	16.28 a	12.9	5.55 ab	27.73 ab	17.5

注 (Note): 同列数据后不同字母表示处理间达 5% 显著水平 Values followed by different letters in a column are significant at 5% level among treatments.

2.2 菌糠水提液对青菜品质的影响

蔬菜的品质指标包括维生素、糖分、硝酸盐以及蛋白质和矿质元素含量等因子。其中以 Vc 最为重要, 因为人体不能自身合成, 需要从蔬菜和水果中摄

取。可溶性糖含量是影响蔬菜口感的主要因素之一, 并对蔬菜采后储存、运输中的营养品质也有重要的影响^[15]。另外, 硝酸盐含量是衡量蔬菜品质的一项重要指标, 蔬菜中累积的 $NO_3^- - N$ 对人体的健康有害。

表 2 可知,叶面喷施桑黄菌糖水提液可以提高小青菜菜叶中的 Vc 含量,其中 S2 处理的效果最佳,明显优于 S0 处理;菌糖水提液与 NPK 营养液联合喷施可以促进 Vc 含量的增加,S0Y 处理叶片 Vc 含量达到 5.8 mg/kg, FW, 优于 S0 和 Y 处理,但 S1Y 和 S2Y 处理叶片 Vc 含量分别低于 S1 和 S2 处理,但高于 Y 处理,推测 NPK 营养液的某些成分可能会掩盖桑黄菌糖水提液对菜叶 Vc 含量的促进作用。

菌糠提取液叶面喷施可以降低小青菜叶中硝酸盐含量,且浓度高的 S0 处理效果最佳;NPK 营养液喷施小青菜会增加菜叶中硝酸盐含量,与对照相比差异显著。这与 NPK 营养液中含有大量 N 素营养有关,这也是大多数普通营养型叶面肥的缺点所在;

表 2 各喷施处理对青菜品质的影响
Table 2 The effect of different treatments on cabbage quality

处理 Treatment	Vc (mg/kg, FW)	硝酸盐 Nitrate (mg/g, FW)	可溶性糖 Soluble sugar (mg/g, FW)
CK	3.4 c	0.96 bc	10.13 ab
S0	4.4 bcd	0.60 c	12.12 a
S1	5.4 ab	0.72 c	10.40 ab
S2	5.6 a	0.81 bc	10.37 ab
S0Y	5.8 a	0.71 bc	11.76 ab
S1Y	4.8 abc	1.07 bc	10.32 ab
S2Y	3.9 cd	1.18 b	10.09 b
Y	3.9 cd	1.94 a	11.29 ab

注(Note): 同列数据后不同字母表示处理间达 5% 显著水平
Values followed by different letters in a column are significant at 5% level among treatments.

但桑黄菌糖水提液与 NPK 营养液联合使用可以掩盖营养液这种“负”作用,大幅度降低菜叶中硝酸盐含量,而且水提液浓度越高效果越好。

桑黄菌糖水提液叶面喷施小青菜对菜叶可溶性糖含量影响不大,单独喷施 NPK 营养液或与桑黄菌糖水提液混合喷施对菜叶可溶性糖含量的影响也不明显,但存在水提液浓度越高效果越好的趋势。

综上,桑黄菌糖水提液叶面喷施小青菜可以提高菜叶 Vc 含量,降低菜叶硝酸盐含量,对可溶性糖含量影响不明显,与 NPK 营养液混合喷施效果更好,桑黄菌糖水提液叶面喷施有利于提高小青菜的食用品质。

2.3 对光合速率、气孔导度和蒸腾速率的影响

光合作用是物质生产的基础,光合作用增强就意味着物质产量增加^[16]。表 3 可知,桑黄菌糖水提液叶面喷施小青菜可以提高菜叶中叶绿素含量,S2 处理的效果最好,叶绿素含量为 1.24 mg/g,与对照 CK 相比差异显著,S0 和 S1 处理的效果稍差;NPK 营养液喷施处理菜叶的叶绿素含量比对照 CK 高;菌糖水提液和 NPK 营养液联合喷施与单一使用菌糖水提液或 NPK 营养液差异不显著。

低浓度的菌糖水提液叶面喷施小青菜对小青菜的光合速率有促进作用,S2 处理净光合速率比对照提高了 14.3%,高浓度的菌糖水提液对青菜的光合速率反而有抑制作用;NPK 营养液对青菜光合作用的促进效果明显与对照 CK 差异显著;菌糖水提液与 NPK 营养液联合使用对光合效率的促进作用更加显著,光合效率最高可达 CO₂ 20.20 μmol/(m²·s),优于单独施用 NPK 营养液或菌糖水提液,说明在增加

表 3 各处理对光合作用的影响
Table 3 The effect of different treatments on cabbage photosynthesis

处理 Treatment	叶绿素 Chlorophyll content (mg/g)	净光合速率 Net photosynthetic rate [CO ₂ μmol/(m ² ·s)]	气孔导度 Stomatal conductance [H ₂ O mol/(m ² ·s)]	蒸腾速率 Transpiration rate [H ₂ O mmol/(m ² ·s)]
CK	0.94 c	16.17 bc	0.1590 b	3.5975 b
S0	1.08 b	14.66 c	0.1558 b	3.7425 b
S1	1.14 ab	16.95 abc	0.1625 b	3.7525 b
S2	1.24 a	18.48 ab	0.1790 ab	4.1950 ab
S0Y	1.19 ab	19.75 a	0.1783 ab	4.1225 ab
S1Y	1.13 ab	20.04 a	0.1813 ab	4.2125 ab
S2Y	1.14 ab	20.20 a	0.2050 a	4.6425 a
Y	1.20 ab	18.74 a	0.2025 a	4.5625 a

注(Note): 同列数据后不同字母表示处理间达 5% 显著水平 Values followed by different letters in a column are significant at 5% level among treatments.

作物净光合速率方面,桑黄菌糠水提液与 NPK 营养液可相互促进。

各处理的气孔导度和蒸腾速率也表现出类似净光合速率的规律。相关性分析表明,蒸腾速率与气孔导度呈显著正相关关系($r_{0.05} = 0.984$)。低浓度的菌糠水提液有利于青菜气孔的开放,蒸腾速率较高,高浓度的桑黄菌糠水提液,抑制气孔的开放,蒸腾速率较低;NPK 营养液喷施也有利于青菜气孔的开放和蒸腾速率的提高;低浓度的菌糠水提液与 NPK 营养液联合喷施气孔的开放程度和蒸腾速率最好,S2Y 处理气孔导度和蒸腾速率均为最高。

上述结果表明,在增加作物光合作用方面,桑黄菌糠水提液与 NPK 营养液可相互促进,S2Y 处理效果最佳,这也是 S2Y 处理产量最高的原因。

3 小结

试验表明,桑黄菌糠水提液叶面喷施小青菜,浓度适宜时,对青菜的生长具有一定的正面效应,本试验结果没有达到显著水平,可能与所选的菌糠水提液的浓度有关,有待进一步研究。另外,适宜浓度的菌糠水提液与 NPK 营养液混合喷施对小青菜生长的促进效果明显,与单独喷施 NPK 营养液处理比较既增加了产量也提高了小青菜的食用品质,这可能与两者所含促进植物生长的物质不同有关,且两者所含的促生长物质对植物生长的促进效应具有相互增效的作用。桑黄菌糠水提液配合 NPK 营养液叶面喷施对小青菜生长的显著促进作用为桑黄菌糠的再利用研究及叶面肥的安全增效研究提供了进一步的理论依据。

参考文献:

- [1] 马寿福,军花,刁治民,吴保锋. 食用菌菌糠营养价值及利用途径的研究[J]. 青海草业,2006,15(3): 36-40.
Ma S F, Jun H, Diao Z M, Wu B F. Study on nutritional value of the cultural residue of edible fungi and utilization way[J]. Qinghai Pratacul., 2006,15(3): 36-40.
- [2] 蒋冬花,郑重. 食用菌的代谢产物[J]. 生物学杂志,2000,17(4): 1-3.
Jiang D H, Zheng Z. The metabolins in edible fungi[J]. J. Biol., 2000, 17(4): 1-3.
- [3] 王德汉,项钱彬,陈广银. 蘑菇渣资源的生态高值化利用研究进展[J]. 有色冶金设计与研究,2007,28(2): 262-266.
Wang D H, Xiang Q B, Chen G Y. Research progress of ecological higher value application of spent mushroom compost[J]. Nonf. Met. Engin. Res., 2007, 28(2): 262-266.
- [4] 陈翠玲. 食用菌栽培废料养分含量分析[J]. 河南农业科学,2002,(4): 28-29.
Chen C L. Analysis on nutrient contents of cultivation waste of edible mushroom[J]. J. Henan Agric. Sci., 2002, (4): 28-29.
- [5] 焦镭,柴梦颖. 平菇下脚料的营养价值及综合利用[J]. 河南农业,2003,(7): 17.
Jiao L, Chai M Y. Nutritional value and comprehensive utilization of compost of pleurotus ostreatus[J]. J. Henan Agric., 2003, (7): 17.
- [6] 李晓强,郭世荣,卜崇兴,王旭. 菇渣复合基质在甜椒育苗上的使用效果研究[J]. 上海农业学报,2007,23(1): 48-51.
Li X Q, Guo S R, Bu C X, Wang X. Effects of compound substrata of mushroom residue on growth of sweet pepper seedlings[J]. Acta Agric. Shanghai, 2007, 23(1): 48-51.
- [7] 周飞. 菌糠在肥料上的利用[J]. 土壤肥料,1991,(3): 42-46.
Zhou F. The utilization as fertilizer of spent mushroom substrates[J]. Soils Fert., 1991, (3): 42-46.
- [8] 林斌. 菌糠、沼渣有机肥对脐橙产量和品质的影响[J]. 福建农业学报,2006,21(3): 293-295.
Lin B. Effecting of spent mushroom substrates (SMS) and biogas residue on improving navel orange production and its fruit quality[J]. Fujian J. Agric. Sci., 2006, 21(3): 293-295.
- [9] 赵丽珍,刘振钦. 香菇代谢产物对大豆增产作用研究[J]. 大豆科学,1996,15(1): 80-83.
Zhao L Z, Liu Z Q. Study of yield-increasing effect of metabolism production of *Lentinula edodes* on soybean[J]. Soyb. Sci., 1996, 15(1): 80-83.
- [10] 李俐俐,刘天学,古红梅. 平菇菌糠水提物对棉种萌发和幼苗生长的化感效应[J]. 安徽农业科学,2007,35(7): 1916-1917.
Li L L, Liu T X, Gu H M. Allelopathic effects of aquatic extraction substance from residue of pleurotus ostreatus on seed germination and seedling growth of cotton[J]. J. Anhui Agric. Sci., 2007, 35(7): 1916-1917.
- [11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社,1999.
Lu R K. Analyses method of soil and agricultural chemistry[M]. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 1999.
- [12] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社,2007.
Wang X K. Experiment principle and technology of plant physiological and biochemical[M]. Beijing: Higher Education Press, 2007.
- [13] 李锡香. 新鲜水果蔬菜品质及其分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社,1994. 194-196.
Li X X. Analytical methods of the quality of fresh fruit and vegetable[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1994. 194-196.
- [14] 陈辉,阮宏华,胡海波,叶镜中. 鹅掌楸光合性能的测定与分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(1): 72-74.
Chen H, Ruan H H, Hu H B, Ye J Z. A study on the photosynthetic characteristics of *Liriodendron chinense*[J]. J. Nanjing For. Univ. (Nat. Sci. Ed.), 2003, 27(1): 72-74.
- [15] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学指导[M]. 广州: 华南理工出版社,2002.
Chen J X, Wang X F. Guidance on plant physiology[M]. Guangzhou: South China University Technology Press, 2002.
- [16] 张衍华,毕建杰,王琦,等. 施肥对不同品种小麦光合速率及叶绿素含量的影响[J]. 山东农业科学,2007,(1): 77-78.
Zhang Y H, Bi J J, Wang Q et al. Effect of fertilization on the net photosynthesis rate and chlorophyll content of different wheat cultivars[J]. Shandong Agric. Sci., 2007, (1): 77-78.