

蚓粪中的植物激素及其对绿豆插条不定根发生的促进作用

胡 佩, 刘德辉, 胡 锋*, 沈其荣

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

摘要:利用高效液相色谱证实了环毛蚓(*Pheretima* sp.) 蚓粪中至少存在两种植物激素(IAA 和 GA_3), 蚓粪中 IAA 和 GA_3 的含量分别可达 13.9 mg/kg 和 49.9 mg/kg, 为原土的 13.6 和 8.2 倍。采用包括蚓粪提取液、原土提取液、Haogland 营养液、蒸馏水、IAA、 GA_3 等在内的 11 种供试液进行绿豆插条不定根发生的生物试验, 结果表明: 在相同条件下, 蚓粪提取液处理的绿豆插条比其它处理提早 3 天出现不定根。统计证明, 与原土提取液、Haogland 营养液、蒸馏水等处理相比, 蚓粪提取液处理可显著提高绿豆插条不定根的数量、长度和生物量。蚓粪提取液对不定根发生数量的诱导效应与 85~170 μ mol/L 的 IAA 溶液相当, 但从不定根根长和根生物量来看, 蚓粪提取液的效果优于 IAA。

关键词: 蚓粪; 植物激素; 绿豆插条; 不定根; 促进作用

Plant Hormones in Earthworm Casts and Their Promotion on Adventitious Root Formation of Mung Bean Cutting

HU Pei, LIU De-Hui, HU Feng*, SHEN Qi-Rong (College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(8): 1211~1214.

Abstract: Using a high performance liquid chromatography, two kinds of plant hormones (IAA and GA_3) were identified from earthworm (*Pheretima* sp.) casts. Concentrations of the IAA and the GA_3 in the earthworm casts were 13.9 mg/kg and 44.9 mg/kg, respectively, approximately 13.6 and 7.4 times higher than that in the surrounding soils. Bioassay of mung bean cutting was carried out with 11 different test liquids, including cast extract (1 : 2, w/v), parent soil extract (1 : 2, w/v), Haogland nutrient solution, distilled water, solutions with IAA or GA_3 , and etc. Results of the bioassay indicated that initiation of the adventitious roots induced by the cast extract was ahead of three days in comparison with those induced by other solutions. Statistical test demonstrated that the numbers, length and fresh weight of the adventitious roots treated by the cast extract increased significantly, in contrast with those treated by extracts from the parent soil, Haogland nutrient solution and distilled water. Effect of the cast extract on the adventitious root numbers was equivalent to 85~170 μ mol/L IAA-induced activity, while it was more effective for root elongation and biomass accumulation than IAA.

Key words: earthworm casts; plant hormone; mung bean cutting; adventitious root; promotion effect

文章编号: 1000-0933(2002)08-1211-04 中图分类号: S154 文献标识码: A

蚯蚓是一种重要的土壤生物资源, 在物质循环和土壤肥力保持中起着积极的作用^[1~3], 蚯蚓的粪便排泄物(简称蚓粪)也富含多种养分, 所以蚯蚓及蚓粪都已经用于土壤的改良培肥和作物增产, 其中蚓粪作为一种优质有机肥在生产上的应用更为普遍^[2,4,5]。过去一般把蚓粪对作物的增产效果归因于蚓粪中 N、P、K

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49871046); 国家自然科学基金重点资助项目(39830220)

* 通讯作者 Aauthor for corresponding. E-mail: fenghu@njau.edu.cn

收稿日期: 2002-07-24 日期: 2001-08-30

作者简介: 胡佩(1965~), 男, 四川乐山人, 硕士, 讲师。E-mail: dr.hupei@163.com

等养分的作用^[2,4],而对于蚓粪中的生物活性物质及其功能少有关注^[6]。近年来,Muscolo 和 Nardi 等对蚓粪中的腐殖质类活性物质及其对植物生长的影响进行了研究^[7~9],但关于植物外源激素方面的报道鲜见。本文旨在利用高效液相色谱法证实蚓粪中植物激素的存在,并用蚓粪提取液进行生物实验,探讨蚓粪中的植物激素对供试作物不定根发生与发育的影响,为进一步揭示蚯蚓的生理生态功能和蚓粪的开发利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 蚓粪、原土来源与激素含量测定

1 号蚓粪与 1 号原土采自南京农业大学资环学院土壤生态学实验室的盆钵试验,供试土壤为红壤;2 号蚓粪与 2 号原土采自南京农业大学校园草地,供试土壤为黄棕壤。两种蚓粪均系环毛蚓(*Pheretima* sp.)排泄物。样品中激素的测定采用高效液相色谱法,具体方法见有关文献^[10]。

1.2 供试培养液的准备

蚓粪和原土提取液的制备程序 分别称取上述蚓粪或原土样品 25.0g 于高型烧杯中,加入 80%的丙酮水溶液 50ml,超声提取 30min,过滤,滤液收集于蒸发皿中;在 60℃水浴上将溶剂全部蒸发掉后,再加入 60℃的蒸馏水 50ml 于蒸发皿中,充分溶解,共得到 4 种供试溶液。其中 1 号蚓粪提取液的 IAA 和 GA₃ 浓度分别为 40μmol/L 和 65μmol/L,2 号蚓粪提取液 IAA 和 GA₃ 浓度为 40μmol/L 和 80μmol/L。

同时配制 Haogland 营养液、1/2 浓度的 Haogland 营养液、72μmol/L 的 GA₃、85μmol/L 的 IAA 和 170μmol/L 的 IAA 溶液以及 72μmol/L GA₃+85μmol/L IAA 混合液。另外一种对照供试液为蒸馏水。

1.2 植物发根试验^[11,12]

首先选粒度均一的绿豆种子水浸催芽,之后将种子均匀撒入装有蛭石的塑料箱中,上面再盖上一层蛭石,并调节好水分;待绿豆苗长成 10cm 左右,去掉两片子叶,从下胚轴 3cm 处剪断获得插条;每 10 根插条捆成一束,每 3 束插条一起放入盛有供试溶液的塑料杯中;插条浸泡 24h 后,将供试液全部倒掉,换成去离子水继续培养;7d 后测定不定根的数量、长度和生物量。共计 11 个处理(11 种培养液),每个处理设置 3 个重复。

2 结果与讨论

2.1 蚓粪中的激素含量

高效液相色谱检测结果(表 1)显示,在 2 种供试原土中仅含有微量的植物激素 IAA 和 GA₃,而 2 种蚓粪中的 IAA 和 GA₃ 含量很高,平均达 13.9mg/kg 和 49.9mg/kg,分别为原土的 13.6 和 8.2 倍,证明蚓粪除了养分丰富外,还具有丰富的激素类生物活性物质。

关于蚓粪中激素的来源或形成问题尚无定论。IAA、GA₃ 普遍存在于高等植物体内,但含量甚微;土壤中许多微生物也可产生 IAA、GA₃ 等激素物质^[13,14],但含量也很低(表 1)。所以,不可能用蚯蚓摄取的食物(包括土壤和植物残体)解释蚓粪中如此高量激素的来源。这些激素可能主要应归因于蚯蚓与微生物的相互作用,一是由蚯蚓肠道内特有微生物所产生的,包括某些合成激素的前体物质经蚯蚓消化道内的酶催化而形成的;二是蚯蚓排出的粪团富含各类营养物质,有助于微生物代谢活动,进一步促进激素的产生。蚯蚓的产激素作用与机理问题值得深入研究。

2.2 蚓粪提取物对绿豆不定根发生的影响

由表 2 可见,绿豆不定根的发生情况在各处理中呈现出较大分异。其中蚓粪提取液处理有明显的促根效果(参见图 1),*t* 检验表明,该处理中绿豆不定根的数量、长度和生物量显著高于原土提取液、Haogland 营养液和蒸馏水对照。蚓粪提取液处理插条不定根数量与 85μmol/L IAA、170μmol/L IAA 处理无显著差异,但不定根根长和根生物量高于 IAA 处理,说明蚓粪提取液对不定根发生的诱导作用与 85~

表 1 蚓粪与原土中 IAA 和 GA₃ 的含量(mg/kg,风干样)
Table 1 The concentration of IAA and GA₃ in earthworm casts and in the parent soils (mg/kg)

激素种类 Type of hormone	1 号蚓粪 Cast No. 1	1 号原土 Parent soil No. 1	2 号蚓粪 Cast No. 2	2 号原土 Parent soil No. 2
IAA	13.90	1.06	13.88	0.98
GA ₃	44.55	6.35	55.28	5.86

170 μ mol/L 的 IAA 溶液相当,而对根的伸长及生物量积累的促进效果优于 IAA。

从表 2 还可以看出,描述不定根的 3 个参数在 Haogland 营养液(原液或 1/2 浓度)和蒸馏水处理间并无显著差异,说明无机养分对绿豆插条不定根的发生和发育无促进作用。换言之,蚓粪的促根效应主要不是养分在起作用。

此外,在试验中还观察到,用蚓粪提取液处理的插条不仅发根多,而且发根快,不定根出现时间一般比其它处理提早 3d。

表 2 不同培养液处理对绿豆不定根发生的影响

处理 Treatment	每株插条平均根数 Average numbers per cutting	每株插条平均根长 (mm) Average length per cutting	60 株插条根生物量 (g) Fresh weight of sixty cuttings
1 号蚓粪提取液 Extract of cast No. 1	5.21	39	0.66
1 号原土提取液 Extract of parent soil No. 1	3.72	12	0.26
2 号蚓粪提取液 Extract of cast No. 2	5.29	37	0.59
2 号原土提取液 Extract of parent soil No. 2	4.16	14	0.27
Haogland 营养液($\times 1$) Haogland Nutrient Solution	3.82	17	0.27
Haogland 营养液($\times 1/2$)Haogland Nutrient Solution	3.96	20	0.33
72 μ mol/L GA ₃	0	0	0
85 μ mol/L IAA	5.44	29	0.59
170 μ mol/L IAA	6.02	24	0.33
72 μ mol/L GA ₃ +85 μ mol/L IAA	4.08	17	0.27
蒸馏水 Distilled water	3.71	14	0.26

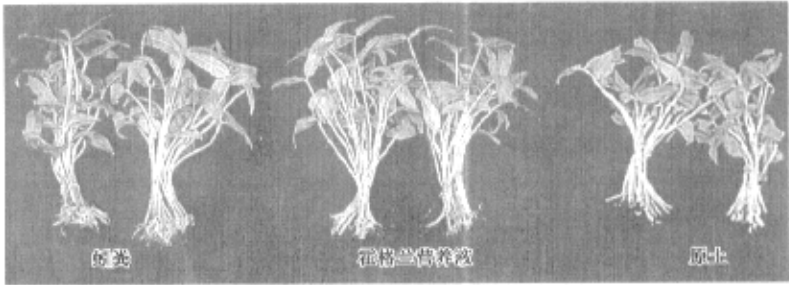


图 1 蚓粪提取液对绿豆插条不定根的促进效果

Fig. 1 The promotion of cast extract on the rooting of mung bean cutting

(Left: + cast extract; Middle: + Haogland Nutrient Solution; Right: +soil extract)

插条不定根的生根过程通常包括不定根的发生 (initiation) 和已形成的根的伸长和发育 (elongation and development) 两个阶段^[11]。表 2 中 170 μ mol/L IAA 处理插条的不定根数多于 85 μ mol/L IAA 处理,而前者不定根的长度和生物量却低于后者,说明 IAA 主要影响插条不定根生根过程的第一阶段。GA₃ 的主要作用是促进植物茎的伸长,但对不定根发生有明显的抑制作用^[15],这在 GA₃ 或 GA₃+IAA 处理中得到反映。非常有趣的是,尽管蚓粪提取液中 IAA 的浓度低于 85 μ mol/L,GA₃ 浓度高于 72 μ mol/L,但其表现出的激素效应远优于 72 μ mol/L GA₃+85 μ mol/L IAA 处理,既增加了不定根的数量,又促进不定根的伸长和发育,即对不定根生根过程的两个阶段均有较大的影响,这对植物生长十分有益。

上述结果意味着蚓粪中可能还存在除了 GA₃ 和 IAA 以外的其它植物激素或生物活性物质。蚓粪提取物的促根作用可能是多种生物活性物质综合作用的结果。至于蚓粪中活性物质的种类、数量及其协同作用究竟如何,需要作进一步研究。

参考文献

- [1] Edwards C A, Lofty J R. *Biology of Earthworms*. London: Chapman and Hall, 1977. 138~140.
- [2] Lee K E. *Earthworms; Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use*. Sydney: Academic Press, 1985.
- [3] Jiang J M(蒋剑敏). Earthworms and Soil Fertility. *Soils*(in Chinese)(土壤), 1985, **17**(4):169~176.
- [4] Cui Y Z(崔玉珍), Niu M F(牛明芬). The effect of earthworm cast on increasing soil fertility and on the yield and quality of strawberry. *Chinese Journal of Soil Science*(in Chinese)(土壤通报), 1998, **29**(4):156~157.
- [5] Yang Z J(杨珍基), Tan Z Y(谭正英). The fertilizer effects of earthworm casts. In: *The Culture and Use of Earthworms*(in Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 1999. 31~43.
- [6] Nielson R L. Presence of plant growth substances in earthworms demonstrated by paper chromatography and the Went pea test. *Nature*, 1965, **208**:1113~1114.
- [7] Muscolo A, Felici M, Concheri G, *et al*. Effect of earthworm humic substances on esterase and peroxidase activity during growth of leaf explants of *Nicotiana plumbaginifolia*. *Biology and Fertility of Soils*, 1993, **15**:127~131.
- [8] Muscolo A, Bovalo F, Gionfriddo F, *et al*. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry*, 1999, **31**:1303~1311.
- [9] Nardi S, Panuccio M R, Abenavoli M R, *et al*. Auxin-like effect of humic substances extracted from faeces of *Allolobophora caliginosa* and *A. rosea*. *Soil Biology and Biochemistry*, 1994, **26**:1341~1346.
- [10] Hu P(胡佩), Yang H(杨红), Liu D H(刘德辉), *et al*. Determination of plant growth hormones in earthworm casts by high performance liquid chromatography. *Chinese Journal of Analysis Laboratory*(in Chinese)(分析实验室), 2001, **20**(6):8~10.
- [11] Wiesman Z, Riov J, Epstein E. Characterization and rooting ability of indole-3-butyric acid conjugates formed during rooting of mung bean cuttings. *Plant Physiology*, 1989, **91**:1080~1084.
- [12] Wiesman Z, Grafi G, Azmon N, *et al*. Indo-3-acetic acid (IAA) and cytokini-like activity in municipal excess activated sewage sludge: effect on rooting of Mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilcz.) cuttings. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1994, **40**:117~124.
- [13] Arshad M, Frankenberger W T. Microbial production of plant hormones. *Plant and Soil*, 1993, **133**:1~8.
- [14] Frankenberger W T, Arshad M. *Phytohormones in Soils*. New York: Marcel Dekker, 1995.
- [15] Han D Y(韩德元). *The Principles and Application of Plant Growth Regulators*(in Chinese). Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1997. 139~141.