

腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨树形的影响

高亮¹王宏²

1 潍坊加潍生物科技有限公司 潍坊 261041

2 黑龙江省积乐农业科技发展有限公司 哈尔滨 150221

摘要: 以北海道黄杨为研究对象,共设置3个处理,考察了腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨株高、主干周长、侧枝及树形的影响。结果表明,与CK相比,施用腐植酸秸秆发酵液的北海道黄杨株高、主干周长显著增加,植株侧枝长度显著增长、数量明显增多,尤其是植株中部的长侧枝增加明显;树形美观,造景效果好,一级品占比达90%。腐植酸秸秆发酵液是农作物秸秆资源化高效利用的一类产物,既可直接应用,也可用作水溶肥料的原料。因此,在农业、林业生产中具有一定的推广价值。

关键词: 腐植酸; 秸秆发酵; 北海道黄杨; 树形

中图分类号: TQ444.6, Q949.754.7

文章编号: 1671-9212(2024)03-0048-03

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.03.008

Effects of Humic Acid Straw Fermentation Liquid on Tree Shape of

Euonymus Japonicus 'Beihaidao'

Gao Liang¹, Wang Hong²

1 Weifang Kitesway Biological Technology Co. Ltd., Weifang, 261041

2 Heilongjiang Province Jiele Agriculture Technology Development Co. Ltd., Harbin, 150221

Abstract: The effects of humic acid straw fermentation liquid on plant height, trunk circumference, lateral branches and plant shape of *Euonymus japonicus* 'Beihaidao' were investigated by three treatments. The results showed that, compared with CK, the height and trunk circumference of *Euonymus japonicus* 'Beihaidao' treated with humic acid straw fermentation liquid increased significantly, the length and number of lateral branches of the plant had significantly increased, especially in the plant, there was a significant increase in long lateral branches. Tree shape was attractive, and landscaping was very effective. Proportion of one-level products was 90%. Humic acid straw fermentation liquid is a kind of resource utilization of crop straw, and it can be directly applied or used as a raw material for water-soluble fertilizers. Therefore, it has certain promotion value in agriculture and forestry production.

Key words: humic acid; straw fermentation; *Euonymus japonicus* 'Beihaidao'; tree shape

北海道黄杨(*Euonymus japonicus* 'Beihaidao')具有极强的耐寒特性,能耐-23.9℃低温,是我国华北地区抗寒性最好的常绿阔叶乔木^[1]。北海道黄杨通常采用扦插育苗,也可通过组织培养培育无毒苗,其生长速度快、消耗养分多,苗木繁育过程中需要投入大量的肥料和植物激素^[2, 3]。腐植酸含

有多种活性官能团,具有植物生长调节剂的效应,能使植物呼吸旺盛,促进植物细胞分裂,加速植物生长点分化,促进植物根系发育^[4]。目前,腐植酸、腐植酸肥料在果树^[5, 6]、桉树^[7, 8]等应用较多,但在北海道黄杨上的应用研究少见报道。本研究将黑龙江省五常市丰富的水稻秸秆,经绿色工艺提

[收稿日期] 2023-08-14

[作者简介] 高亮,男,1968年生,研究员,主要从事腐植酸和酵素相关研究与推广应用工作, E-mail: gao8252315@163.com。



取完纸浆后,添加矿物源黄棕腐植酸钾(HA>50%, $K_2O \geq 8\%$)10%~12%,再利用微生物酵素益生菌进行液体发酵,制备成腐植酸秸秆发酵液。该发酵液富含大量活性有益微生物、腐植酸、黄腐酸以及氨基酸等可溶性小分子有机物,用于北海道黄杨生产,旨在促进生长、提高苗木等级和价格。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2023年4月5日—8月10日在山东省潍坊市青州市花卉苗木基地进行。

供试肥料:腐植酸秸秆发酵液,黑龙江省秸乐农业科技发展有限公司生产,有效活菌总数 $\geq 3.5 \times 10^8$ cfu/mL、腐植酸 ≥ 80 g/L、黄腐酸 ≥ 40 g/L、氮+磷+钾(10-10-14) ≥ 34 g/L、pH 5.8;苗木专用肥,市售产品,氨基酸3%、氮+磷+钾 $\geq 5\%$ 、铜+锌+硼 $\geq 3\%$ 、pH 6.8。

供试作物:黄杨,品种为“北海道”。试验用北海道黄杨是利用嫩枝扦插苗栽植后处于旺盛生长期的小苗,苗高18~20 cm,株距15 cm,行距25 cm。

1.2 试验设计

2023年4月5日,对试验地块进行土样采集,检测土壤的基础地力。土壤为砂壤土,土壤有机质13.4 g/kg、碱解氮45.7 mg/kg、有效磷24.4 mg/kg、速效钾137.8 mg/kg、pH 7.1。

本试验设3个处理。处理1:每667 m²每次冲施腐植酸秸秆发酵液10 L,共3次(5月10日第1次,5月29日第2次,6月18日第3次),

施肥间隔期为20天,下同。处理2:每667 m²每次施用苗木专用肥10 kg。空白对照(CK):灌溉等量清水(自来水)。

小区面积为7.5 m²(5 m×1.5 m),每小区保证扦插树苗200株。随机区组排列,重复3次。试验肥料稀释后,每个小区施肥稀释水量为20 kg,均匀喷洒于北海道黄杨的根部。其他管理措施保持一致。

1.3 田间调查和北海道黄杨处理

田间调查于8月5日进行,每小区随机取20株,测定株高、基部离地5 cm处主干周长;统计植株中部枝条数量,测量其枝条长度;统计全株短枝数;对树形进行评判。

1.4 数据处理

采用Microsoft Excel软件进行数据统计,采用SPSS 11.5软件进行数据分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨株高的影响

由表1可以看出,与处理1和CK相比,施用腐植酸秸秆发酵液后北海道黄杨的株高显著提高,处理1平均株高114.6 cm,比处理2高13.3 cm,增加13.1%;比CK高26.1 cm,增加29.5%。

2.2 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨主干周长的影响

由表2可以看出,与处理1和CK相比,施用腐植酸秸秆发酵液后北海道黄杨的主干显著变粗,处理1平均主干周长3.5 cm,比处理2高0.5 cm,增加16.7%;比CK高1.2 cm,增加52.2%。

表1 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨株高的影响

Tab.1 Effects of humic acid straw fermentation liquid on height of *Euonymus japonicus* 'Beihaidao'

处理	株高 (cm)				比CK增加		比处理2增加	
	I	II	III	平均	cm	%	cm	%
处理1	108.9	113.4	121.6	114.6a	26.1	29.5	13.3	13.1
处理2	96.6	103.7	103.5	101.3b	12.8	14.5	—	—
CK	89.5	92.4	83.6	88.5c	—	—	—	—

注:同列数据中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

表 2 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨主干周长的影响

Tab.2 Effects of humic acid straw fermentation liquid on trunk circumference of *Euonymus japonicus* 'Beihaidao'

处理	主干周长 (cm)				比 CK 增加		比处理 2 增加	
	I	II	III	平均	cm	%	cm	%
处理 1	3.5	3.4	3.6	3.5a	1.2	52.2	0.5	16.7
处理 2	2.9	3.1	3.0	3.0b	0.7	30.4	—	—
CK	2.3	2.3	2.4	2.3c	—	—	—	—

2.3 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨侧枝及树形的影响

对于观赏植物来说, 树形好、等级高的苗木价格高。对于北海道黄杨来说, 植株侧枝越多, 尤其是主干中部的长侧枝越多越好。由表 3 可以看出, 与处理 1 和 CK 相比, 施用腐植酸秸秆发酵液后北海道黄杨植株中部的长侧枝平均长度 (35.4 cm)

显著增加, 比处理 2 长 6.7 cm, 增加 23.3%; 比 CK 长 14.8 cm, 增加 71.8%; 长侧枝数量与处理 2 无显著差异, 较 CK 显著增加。北海道黄杨全株短侧枝平均长度最长 (13.5 cm)、数量最多 (10.4 条), 均与处理 2 无显著差异, 较 CK 显著增加。从树形看, 处理 1 呈纺锤圆柱形, 树形最佳, 一级品占比达 90%。

表 3 腐植酸秸秆发酵液对北海道黄杨侧枝、树形及一等品占比的影响

Tab.3 Effects of humic acid straw fermentation liquid on lateral branch, tree shape and proportion of one-level products of *Euonymus japonicus* 'Beihaidao'

处理	植株中部的长侧枝		全株短侧枝		树形	一级品* 占比 (%)
	数量 (条)	平均长度 (cm)	数量 (条)	平均长度 (cm)		
处理 1	3.2a	35.4a	10.4a	13.5a	纺锤圆柱形	90
处理 2	3.1a	28.7b	9.5a	12.8a	纺锤形	70
CK	1.8b	20.6c	7.3b	10.8b	纺锤形	30

注: * 一级品标准为: 树体呈纺锤圆柱形, 株高 ≥ 1 m; 主干挺直, 主干周长 ≥ 3.5 cm; 侧枝抽生 3 枝以上, 长度 ≥ 10 cm; 枝叶完整, 株形美观。

3 结论与讨论

施用腐植酸秸秆发酵液后北海道黄杨的株高、主干周长显著增加, 植株侧枝的长度、数量均有不同程度增长, 尤其是植株中部的长侧枝平均长度显著增加, 树形美观, 适合用于多种园林造景配树, 一级品占比达 90%, 售价高, 经济效益好。

在北海道黄杨的生长过程中, 所有组织器官都需要营养, 营养的分配是不平衡的。北海道黄杨具有明显的顶端优势, 主干枝条在生长早期发育快, 消耗养分多, 但在生长后期随着生长速度变慢, 养分被大量积累下来, 这些积累下来的有机养分也被大量输出到其他组织器官, 对外传输的范围很广,

加上根系吸收养分以及中短侧枝的辅助作用, 有助于保持和强化北海道黄杨的顶端优势, 表现为主干明显高大。但过强的顶端优势削弱了侧枝对养分的竞争, 加剧了主枝和弱枝对养分的竞争矛盾, 从而抑制了侧枝的生长, 造成“光杆”现象, 影响树形, 这在栽植密度大的苗木生产中表现尤其突出。而植物适应环境的一种独特方式是在种子胚后发育过程中侧生长点干细胞不断形成侧枝^[9], 只有足够数量和长度的侧枝才能优化树形, 提高北海道黄杨的观赏性。

腐植酸能促进植物生长^[10], 尤其是刺激根系发育^[4], 这对于以扦插繁育的观赏植物不定根的发生十分有利。腐植酸还能改良土壤 (下转第 62 页)



在 K0HA2 处理中, Zn 的含量分别为 10.43 (增加 23.7%) 和 32.2 mg/kg (增加 15.0%)。在 K2HA0 处理中, 它们分别为 8.0 (下降 5.3%) 和 27.6 mg/kg (下降 1.4%)。在 K1HA2 处理中, 秸秆和籽粒 Zn 含量最高, 分别为 12.57 和 32.6 mg/kg。与 K0HA0 对照相比, 分别增长了 49.1% 和 16.4% (图 5)。

施用 HA 和 K 对秸秆和籽粒中 Cu 和 Mn 的含量没有影响 (表 4)。然而, 在没有 K 的小区上增加 HA 施用量会导致秸秆和籽粒 Mn 的含量增加。在含 K 不含 HA 的小区中, 秸秆和籽粒 Mn 含量下降, 但这种增加和减少在统计上不显著。不施 K 的小区秸秆和籽粒 Cu 含量随 HA 施用量的增加先升高后降低。尽管在不施用 HA 的小区, 随着 K 施用量的增加, 秸秆和籽粒 Cu 含量有所增加, 但这些增加并不具有统计学意义 (图 5)。

由于腐植酸类物质具有疏水性和亲水性表面 (Chen 和 Schnitzer, 1978; Stevenson, 1994), 它们与细胞膜的磷脂结构相互作用, 并作为营养载体 (Selladurai 和 Purakayastha, 2016)。因此, 腐植酸类物质的这一特性与 Fe、Mn、Zn、Cu 等微

量元素和 N、P、S 等大量元素的吸收密切相关 (Pettit 2004; Chen, Magen 和 Clapp, 2001)。施用 HA 促进根系生长, 增加细胞膜通透性, 并提供更多的养分摄入 (Vaughan, 1974; Zientara, 1983)。由于 K 在植物代谢中的重要作用, 许多植物需要大量消耗 K。在对各种植物进行的研究中, 发现过量施用 K 对土壤的 NH_4^+ 、Ca 和 Mg 等大量元素呈拮抗关系。据报道, 过量 K 的施用也对元素 P、Zn、Mn、Cu 和 Fe 的摄入有抑制作用 (Daliparthi, Barker 和 Mondal, 1994; Hasanzadeh, Sepanlou 和 Bahmanyar, 2012)。

同时考虑 HA 和 K 施用对土壤性质、小麦产量和养分含量的影响, 认为它们共同施用会更有益。在这种情况下, 推荐用量为 40 kg HA/da 和 10 kg K/da。

致谢、披露声明和参考文献 (略)

译自: *Journal of Plant Nutrition*, 2019, 42 (20): 2757 ~ 2772。

(上接第 50 页)理化性状, 促进和保持土壤团粒结构, 有效提高化肥利用率, 让土壤养分产生更大的肥效。而腐植酸秸秆发酵液中不仅含有腐植酸、黄腐酸, 还含有大量益生菌和微生物代谢产物, 具有生物刺激素的效应。腐植酸秸秆发酵液是秸秆资源化高效利用的一类产品, 可以作为液体肥料直接用于水稻、玉米、大豆等粮食作物, 以及蔬菜、果树、烟草、茶叶等高效经济作物, 也可以用作水溶肥料的原料, 还可以作为土壤调理剂用于盐碱地生态改良, 在农业、林业生产中具有一定的推广应用价值。

参考文献

[1] 韩国忠. 北海道黄杨育苗与栽植技术 [J]. 山西水土保持科技, 2019 (1): 46 ~ 48.
 [2] 苏春燕. 北海道黄杨与胶州卫矛嫩枝扦插对比分析 [J]. 农业与技术, 2018, 38 (3): 57 ~ 59.
 [3] 刘书环, 师春平. 北海道黄杨在造林绿化中的应用及

管理 [J]. 河南农业, 2014 (5): 25.
 [4] 周丽平, 袁亮, 赵秉强, 等. 腐植酸的组成结构及其对作物根系调控的研究进展 [J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28 (2): 334 ~ 343.
 [5] 程冬冬, 唐亚福, 刘艳, 等. 活化腐植酸肥料对苹果幼树的生长和养分利用的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2022 (4): 83 ~ 90.
 [6] 廖映粉. 腐植酸磷铵对甜橙树体营养与土壤肥力效应的研究 [J]. 西南师范学院学报 (自然科学版), 1979 (1): 123 ~ 131.
 [7] 李璐. 腐植酸复合肥在桉树栽培中的应用 [J]. 现代园艺, 2013 (12): 52.
 [8] 张开悦. 桉树腐植酸 (HA) 专用肥施用试验研究 [J]. 现代农业科技, 2011 (13): 275 ~ 277.
 [9] 王兵, 赵会纳, 余婧, 等. 植物侧枝发育的调控研究进展 [J]. 生物技术通报, 2023, 39 (5): 14 ~ 22.
 [10] 陈玉玲, 曹敏. 腐植酸对植物生长的促进作用及影响因素 [J]. 腐植酸, 1999 (2): 40 ~ 41.