

壳聚糖的木酢液对黄瓜生长与产量及品质的影响

李玉奇¹, 奥岩松²

(1. 襄樊学院 化学工程与食品科学学院 湖北 襄樊 441053; 2. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

摘要: 试验分别选用木酢和乙酸溶解壳聚糖处理温室土壤, 研究对黄瓜生长、产量及品质的影响, 并进行了效益分析。结果表明: 与对照相比, 木酢和乙酸溶解壳聚糖处理温室土壤均能促进温室黄瓜的生长, 提高其产量, 改善其品质; 黄瓜产量随着木酢液中壳聚糖浓度的增加有显著的提高, 而随着乙酸溶解壳聚糖处理浓度的增加, 黄瓜产量没有明显的变化; 木酢溶解壳聚糖处理土壤对黄瓜的影响与乙酸溶解壳聚糖处理土壤对黄瓜的影响之间差异不明显; 使用木酢作壳聚糖的溶剂效益要好于乙酸。

关键词: 壳聚糖; 木酢; 乙酸; 黄瓜; 生长; 产量; 品质; 效益分析

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)01-0016-04

壳聚糖(Chitosan, 简写 CTS), 分子式为 $(C_6H_{11}NO_4)_n$, 是一种高分子多聚糖, 是甲壳素脱去部分乙酰基的氨基多糖。壳聚糖是一种无副作用的天然螯合剂, 不溶于水, 溶于稀酸的螯合剂, 在许多研究及生产实践中, 通常用乙酸、草酸等作溶剂来溶解壳聚糖后应用于农业生产^[1]。罗兵等^[2]用适宜的壳聚糖乙酸溶液浸种和喷叶处理均能显著提高黄瓜的产量和品质。宋士清等^[3]对盐胁迫下的黄瓜幼苗用壳聚糖乙酸溶液进行处理发现, 壳聚糖乙酸溶液显著提高黄瓜的抗性。孙巧峰等^[4]用羧甲基壳聚糖的水溶液对黄瓜进行灌根处理, 结果发现适宜浓度的羧甲基壳聚糖于生长期黄瓜灌根, 能明显提高黄瓜叶片的光合速率、叶绿素含量和根系活力, 增加植株干物质的积累, 显著提高植株的株高、叶片数和叶面积, 显著增加黄瓜的产量, 改善其果实的品质。

在实际生产中, 乙酸和草酸成分单一, 而且成本较高, 木酢液是木材干馏或烧制木炭过程中木材热解成分的冷凝回收液, 呈酸性, 成分复杂, 主要是有机酸、酚类、酮类、醇类和脂类物质组成, 其中以醋酸为主要成分。用木酢替代乙酸或草酸不仅能降低成本, 而且还能使废物进行循环利用。该试验在田间状况下比较研究壳聚

糖的木酢和乙酸溶液施于设施土壤对黄瓜生长、产量及品质的影响, 以期在设施栽培中的应用提供应用依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在上海崇明现代农业园区内的塑料大棚中进行(30 m×70 m)。表层土壤(0~15 cm)的理化性质为: 沙粒 22.5%, 粉粒 36.3%, 粘粒 41.2%, pH 7.88, 电导率 0.87 mS/cm, 总碳 1.57%, 总氮 0.41%。黄瓜品种“春秋王”, 购自上海农科院; 壳聚糖购自浙江金壳有限公司; 1%的乙酸溶液用纯乙酸配制; 木酢已被纯化。

1.2 试验方法

试验共设 1 个对照和 6 个处理, 均施于土壤表层, 即: 对照(CK); 施含 3%壳聚糖的木酢液 1 t/hm² (W1); 施含 6%壳聚糖的木酢液 1 t/hm² (W2); 施含 12%壳聚糖的木酢液 1 t/hm² (W3); 施含 3%壳聚糖的乙酸溶液 1 t/hm² (A1); 施含 6%壳聚糖的乙酸溶液 1 t/hm² (A2); 施含 12%壳聚糖的乙酸溶液 1 t/hm² (A3)。4 次重复, 共 28 个小区, 每个小区 45 m², 试验采取完全随机区组排列。为了减少边际效应, 小区之间留 1.2 m 的缓冲区。同时尿素按 225 kg/hm² (46% N) 施入所有小区。2008 年 9 月 10 日, 将培养 15 d 且生长均一的黄瓜幼苗按 45 000 株/hm² 定植。在黄瓜生长期间采用沟灌保持田间持水 70%~80%。在该试验进行以前, 温室土壤已连续种植过 2 季黄瓜。图 1 为黄瓜生长期间温室中平均气温、10 cm 深地温和平均相对湿度。在黄瓜结果初期(2008 年 10 月 13 日), 对黄瓜进行取样测定总生物

第一作者简介: 李玉奇(1975-), 男, 博士, 现主要从事生物科学的教学与研究工作。E-mail: liyuqi03@yahoo.com.cn

通讯作者: 奥岩松(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 现主要从事园艺学教学与科研工作。

基金项目: 上海市科技攻关计划资助项目(07DZ19604); 上海市重点学科“蔬菜学”资助项目(B209)。

收稿日期: 2010-10-25

量、蔓长、茎粗、叶面积指数和叶片数。黄瓜的产量采用累加法测定。

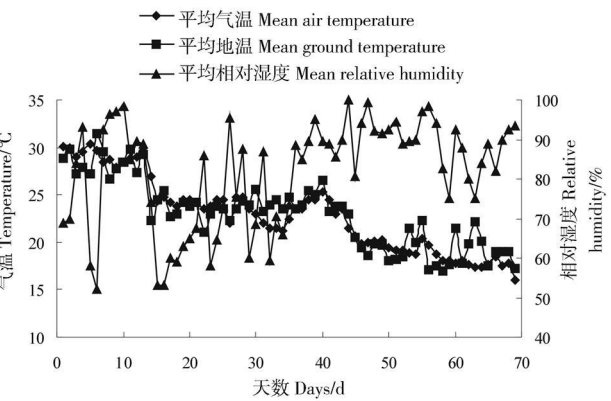


图1 在温室黄瓜生长期间平均气温、10 cm 深地温和相对湿度的变化

Fig.1 Changes of mean air temperature, ground temperature (10 cm depth of soil) and relative humidity in the greenhouse during the period of cucumber growth

1.3 指标测定与方法

在黄瓜盛果期(2008 年 11 月 1 日),对每个小区中的黄瓜果实进行取样,并且被分成 2 份,1 份用于分析果

实中硝酸盐、VC、可溶性糖和可溶蛋白含量;1 份在 65 ℃ 下烘干、研磨,过 975 μm 筛用于黄瓜中的元素分析。黄瓜中硝酸盐含量用紫外分光光度法测定;VC 含量用 2,4-二硝基苯肼比色法测定;可溶性糖用蒽酮比色法测定;可溶性蛋白用考马斯亮蓝法测定^[5]。总氮直接用元素分析仪测定(Vario EL III; Elementar Analysensystem GmbH, Germany)。P、K、Ca、Mg、Na、Mn、Cu 和 Zn 通过硝酸高氯酸消煮后用 ICP 测定(Iris Advantage 1000; Thermo Electron Corp., USA)。

1.4 数据分析

所有数据均用 SAS 6.2 软件进行方差分析,并在 0.05 水平上进行邓肯氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对黄瓜生长的影响

由表 1 可知,不管是木酢溶解壳聚糖还是乙酸溶解壳聚糖处理温室土壤均能显著促进黄瓜的生长。与对照相比,各处理均显著提高了黄瓜的总生物量、蔓长和叶面积指数($P<0.05$),而对黄瓜的根冠比和茎粗没有显著的影响。与对照相比,W2、A2 和 A3 处理显著增加了黄瓜叶片数($P<0.05$)。

表 1 不同处理对温室黄瓜生长的影响
Table 1 Effect of different treatments on the growth of cucumber in greenhouse

处理 Treatment	总生物量 Total biomass /g·株 ⁻¹	根冠比 Root/shoot	蔓长 Vine length /cm	茎粗 Stalk diameter /cm	叶面积指数 Leaf area index	叶片数 Leaf number /片·株 ⁻¹
CK	17.3d	0.018a	97d	0.80a	1.74e	16.7b
W1	30.5ab	0.018a	161abc	0.84a	3.58a	20.0ab
W2	29.1abc	0.021a	164ab	0.89a	3.19ab	22.7a
W3	24.8bc	0.022a	166a	0.87a	1.94de	21.7ab
A1	27.4bc	0.019a	154abc	0.82a	2.75bc	19.0ab
A2	35.4a	0.021a	143c	0.85a	2.50cd	23.0a
A3	22.1cd	0.021a	146bc	0.83a	2.38cd	22.7a

注:每列中字母相同者表示在 0.05 水平上差异不显著。下同。
Note: Values followed by the same letters in each column represented no differences at the 0.05 level. The same below.

2.2 不同处理对黄瓜根活力及光合特性的影响

由表 2 可看出,各处理均比对照提高了黄瓜的根活力,除了 A1 处理外,其它处理均达到了显著水平($P<0.05$)。各处理对黄瓜叶片中的色素含量(叶绿素和类胡萝卜素)影响不明显。W2、A1 和 A2 处理显著提高了黄

瓜的光合速率,分别比对照提高了 24.2%、22.1% 和 17.4%。总体上,木酢溶解壳聚糖处理对气孔导度的影响要高于乙酸溶解壳聚糖的处理。与对照相比,W1 和 A1 处理显著增加了黄瓜叶片的胞间 CO₂ 浓度($P<0.05$),而其它处理影响不明显。

表2 不同处理对黄瓜根活力及光合特性的影响

Table 2 Effects of different treatments on the root activity and photosynthetic characteristics of cucumber in greenhouse

处理 Treatment	根活力 Root activity / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	叶绿素 Chlorophyll / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	类胡萝卜素 Carotenoids / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	光合速率 Photosynthetic rate / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 Stomatal conductance / $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间 CO_2 浓度 Intercellular CO_2 concentration / $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$
CK	117c	2.62a	0.35ab	14.9c	0.58cd	295b
W1	160ab	2.67a	0.35b	14.1c	0.80ab	310a
W2	156ab	2.73a	0.33ab	18.5a	0.82a	293b
W3	165ab	2.74a	0.38a	14.1c	0.70abc	291b
A1	138bc	2.53a	0.33ab	18.2ab	0.69bcd	308a
A2	160ab	2.78a	0.37ab	17.5ab	0.60cd	300ab
A3	175a	2.59a	0.35ab	16.2bc	0.57d	297ab

2.3 不同处理对黄瓜品质的影响

壳聚糖的木酢液与壳聚糖的乙酸液处理温室土壤均能显著降低黄瓜中硝酸盐含量($P<0.05$)。由表3可知, W1、W2、W3、A1、A2和A3处理分别比对照降低硝酸盐含量50.3%、41.4%、29.2%、38.7%、57.6%和55.7%。与对照相比,各处理对温室黄瓜中可溶性糖含量没有显著的影响。中高剂量的木酢溶解壳聚糖处理(W2和W3)能显著提高黄瓜中可溶性蛋白的含量($P<0.05$),而乙酸溶解壳聚糖处理对黄瓜中可溶性蛋白含量没有显著的影响。各处理和对照相比均能提高黄瓜中VC的含量,并且无论是木酢溶解壳聚糖还是乙酸溶解壳聚糖,在中高剂量处理(W2、W3、A2和A3)黄瓜中VC含量均达到了显著水平($P<0.05$)。

表3 不同处理对温室黄瓜品质的影响

Table 3 Effects of different treatments on quality of cucumber in greenhouse

处理 Treatment	硝酸盐 Nitrate / $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	可溶性糖 Soluble sugar / $\%$	可溶性蛋白 Soluble protein / $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	VC Vitamin C / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
CK	4.83a	42a	0.36cd	27.3b
W1	2.40b	42a	0.43abc	31.1ab
W2	2.83b	48a	0.46a	34.8a
W3	3.42b	45a	0.45ab	34.4a
A1	2.96b	48a	0.38bcd	32.1ab
A2	2.05b	41a	0.41abc	35.7a
A3	2.14b	41a	0.33d	32.6a

2.4 黄瓜产量及效益分析

由表4可知,与对照相比,各处理均显著增加了温室黄瓜的产量($P<0.05$)。在试验中,随着木酢溶解壳聚糖处理剂量的增加黄瓜产量有增加的趋势,而乙酸溶解壳聚糖处理对黄瓜产量影响不明显。同样,随着木酢溶解

壳聚糖处理剂量的增加,利润增加值也呈增加的趋势。由于投入成本的增加和乙酸溶解壳聚糖处理对黄瓜产量影响不明显,因而随着乙酸溶解壳聚糖处理剂量的增加,利润增加值呈下降的趋势。

表4 不同处理对温室黄瓜产量的影响及效益分析

Table 4 Effects of different treatments on yield and benefit analysis of cucumber in greenhouse

处理 Treatment	投入 Input / $\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$	产量 Yield / $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$	产值 Output / $\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$	增加利润 Increased profit / $\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$
CK	-	38.8c	69840	-
W1	3000	54.7b	98460	25620
W2	6000	59.0ab	106200	30360
W3	12000	62.9a	113220	31380
A1	3000	57.7ab	103860	31020
A2	6000	57.2ab	102960	27120
A3	12000	58.6ab	105480	23640

3 结论与讨论

试验中壳聚糖的木酢液与壳聚糖的乙酸液处理温室土壤均能显著提高黄瓜的根活力,促进温室黄瓜的生长,提高光合速率,显著增加黄瓜的产量和品质,并且用壳聚糖的木酢液处理和乙酸液处理效果差别不大,这表明用木酢替代乙酸或草酸是可行的。

据研究,自然界中每年生成的甲壳素约100亿t,在所有天然聚合物,储量占第2位,仅次于纤维素,是一种丰富的自然资源^[6]。目前,研究发现壳聚糖在医学、生物工程、化工、食品、农业、环保等多个领域具有广阔的应用前景^[7]。在农业生产中,已应用于果蔬保鲜、种子包埋等方面,现已发现壳聚糖作为土壤改良剂施入土壤,一方面可有效地抑制土壤中病原菌的作用,诱导植物多种抗病性反应,促进植物生长;另一方面,可与土壤中的铅、铬等

重金属络合, 而且还能吸附溶液中的有害物质如酚类、有机胺类等有毒物质, 从而减少农作物对有毒物质的吸入量, 降低人及动物的间接摄入量, 起到了良好的环境及安全效益。为了使壳聚糖更好地分散到土壤中, 常将壳聚糖制成胶体溶液施入土壤, 充分利用壳聚糖良好的成膜性和表面多孔结构, 来改善土壤的理化性状^[7]。壳聚糖由于分子量大, 只溶于稀酸, 不溶于水, 这大大限制了其用途。

木酢液是一种木材炭化的副产物, 来源极为广泛, 特别是随着制炭工业的发展, 植物加工剩余物(如木屑、木材加工剩余物和采伐剩余物以及森林抚育采伐获得的枝丫和枝条等炭材、竹材、玉米核、蒿草、松塔、杂草、棕榈核等)也可以通过干馏得到木酢液。但是, 木酢液的性质会随其制法不同而有所差异, 因此有桦木木酢液、柞木木酢液、硬杂木锯屑木酢液、竹粗野、玉米核酢液、蒿草酢液、松塔酢液、杂草酢液、棕榈和酢液等。竹酢液还可以根据竹子种类不同分为很多种竹酢液^[8]。木酢液用途广泛, 一是可作为植物生长促进剂原料和防治病虫害, 目前在日本, 利用废弃木炭化制成木酢液, 每年生产 4×10^7 L, 其中一半用于农业生产上防治农作物病虫害和促进农作物生长; 二是可用于堆肥和消臭, 木酢液水剂可用于处理垃圾堆积场、下水、厕所、畜舍, 另外木酢液与有杀菌作用的药剂配合制成的油剂, 有除臭、杀菌作用, 木酢液在堆肥中有脱臭和促进堆肥腐熟; 三是可作为饲料添加剂, 日本曾试验在鸡饲料中加入 1% 炭粉和木酢液混合物, 结果鸡的死亡率下降, 产蛋率提高, 且蛋壳结实, 鲜度改善; 四是可作为食品添加剂—薰液, 薰液有薰香感和醋酸臭, 有

使鱼、肉脱臭、保鲜、防止油脂、VA 被氧化以及防腐、杀菌的作用。已有研究发现, 由于木酢液中不含有对农业生态环境有害的物质, 不会对农业生态环境产生负面影响。以低浓度木酢液进行土壤处理, 可以促进有益微生物形成优势种群, 抑制病原菌的活动能力, 防止土传病害的发生, 提高作物产量和品质^[9]。因此, 用木酢液做溶剂, 溶解壳聚糖制成液态土壤调理液, 不仅可降低成本, 减少环境污染, 而且可增加土壤的改良效果, 提高作物产量和品质。另外, 木酢液可防止作物病害、驱避虫害, 同时可降低农药残留, 对保护和改善农业生态环境是十分有益的。

参考文献

- [1] 马鹏鹏. 甲壳素及其衍生物在农业生产中的应用[J]. 植物生理学通讯, 2001, 10(5): 475-478.
- [2] 罗兵, 徐郎策, 孙海燕. 壳聚糖对黄瓜品质和产量的影响[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(1): 20-23.
- [3] 宋士清, 尚庆茂, 郭世荣, 等. 壳聚糖对黄瓜幼苗抗盐的协同生理作用研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(3): 435-441.
- [4] 孙巧峰, 于贤昌, 李建勇, 等. 羧甲基壳聚糖灌根对日光温室黄瓜生理特性和产量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005, 36(1): 42-46.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [6] 蒋挺大. 壳聚糖[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 83-90.
- [7] 陆建农. 壳聚糖在农业上应用的研究进展[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(2): 16-17.
- [8] 阎志豪, 杨建伟, 阎宏宇. 木酢液的提取和精制[J]. 农村实用工程技术, 2002(2): 12-14.
- [9] 姜庭荣. 木酢液在农业上的应用前景[J]. 天津农林科技, 2004(3): 15-18.

Effect of the Chitosan Solution of Wood Vinegar on Growth, Yield and Quality of Cucumber in Greenhouse

LI Yu-q¹, AO Yan-song²

(1. School of Chemical Engineering and Food Science, Xiangfan University, Xiangfan, Hubei 441053; 2. School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

Abstract: In this experiment, greenhouse soils were treated with chitosan solutions of wood vinegar and acetic acid, respectively. Changes of cucumber growth, yield and quality were investigated and benefit analysis was conducted. The results showed that chitosan solutions of wood vinegar and acetic acid could significantly improve cucumber growth, yield and quality compared to the control. In this study, cucumber yield increased with the increasing concentration of chitosan in wood vinegar solution, but did not significantly changed with the increasing concentration of chitosan in acetic acid. Chitosan solution of wood vinegar had not significant effect on cucumber growth, yield and quality compared with chitosan solution of acetic acid. Benefit analysis showed that wood vinegar was used as the solvent of chitosan more than acetic acid.

Key words: chitosan; wood vinegar; acetic acid; cucumber; growth; yield; quality; benefit analysis