

## 木醋液对龙芽楸木茎段水培抑菌效果的研究

申健<sup>1</sup>, 刘德江<sup>1</sup>, 李淑贤<sup>2</sup>, 丛慧颖<sup>1</sup>, 田立娟<sup>1</sup>

(1. 佳木斯大学生命科学学院, 黑龙江佳木斯 154007; 2. 佳木斯大学药学院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** 为了控制龙芽楸木茎段水培中污染问题, 采用不同稀释倍数木醋液进行培养。通过抑菌圈和细菌、真菌数量检测研究木醋液的抑菌效果。通过嫩芽生长和营养成分含量测定筛选出较适宜木醋液浓度。结果表明, 木醋液在抑制细菌和真菌方面具有一定的作用, 且随着木醋液稀释倍数的增大抑菌作用逐渐降低。木醋原液处理细菌抑菌圈直径为 28.05 mm, 真菌抑菌圈直径为 17.62 mm。木醋液各处理细菌和真菌增长速度减缓, 低于对照增长速度。稀释 30 倍处理, 嫩芽生长及营养成分含量表现较好。嫩芽长度为 15.9 cm, 鲜重为 27.58 g, 叶绿素含量为 0.436 mg/g, 蛋白质含量为 8.9 g/kg, 可溶性总糖含量为 23.86 g/kg, 维生素 C 含量为 187.3 mg/kg。生产实践中, 综合考虑抑菌活性及嫩芽生长等情况, 可以选择稀释 30 倍木醋液, 10 d 更换一次培养液进行培养。

**关键词** 木醋; 龙芽楸木; 水培; 抑菌作用; 嫩芽生长

**中图分类号** S647 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)15-0051-04

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.15.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Antibacterial Effect of Wood Vinegar on Stem Hydroponics of *Aralia elata* (Miq) Seem

SHEN Jian<sup>1</sup>, LIU De-jiang<sup>1</sup>, LI Shu-xian<sup>2</sup> et al (1. Life Sciences College, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Pharmacy College, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** In order to control the contamination of stem in the hydroponics, different dilution ratios of wood vinegar were used for culture. The antibacterial effect of wood vinegar was studied by measuring inhibitory zone diameter and the number of bacteria and fungi. The optimum wood vinegar concentration was determined by the growth of buds and the content of nutrients. The results showed that wood vinegar had certain inhibitory effect on bacteria and fungi, and the inhibitory effect gradually decreased with the increase of dilution ratio of wood vinegar. The inhibitory zone diameter of bacteria of wood vinegar was 28.05 mm, and that of fungi was 17.62 mm. The growth rate of bacteria and fungi in wood vinegar was slower than that in control. The growth and nutrient content of the buds were better under 30 times dilution. The length of the buds was 15.9 cm, the fresh weight was 27.58 g, the chlorophyll content was 0.436 mg/g, the protein content was 8.9 g/kg, the soluble total sugar content was 23.86 g/kg, and the vitamin C content was 187.3 mg/kg. In production practice, considering the antibacterial activity and the growth of buds, the wood vinegar solution can be diluted 30 times and replaced with a culture medium for 10 days.

**Key words** Wood vinegar; *Aralia elata* (Miq) Seem; Hydroponics; Antibacterial effect; Growth of buds

龙芽楸木(*Aralia elata* (Miq.) Seem.)又名辽东楸木、刺嫩芽、刺老芽等,是五加科楸木属落叶小乔木或灌木,其嫩芽为东北地区特产山野菜<sup>[1]</sup>。龙芽楸木在我国多分布于黑龙江、吉林、辽宁、北京、河北等地,朝鲜、俄罗斯和日本也有少量分布<sup>[2]</sup>。龙芽楸木是一种药食两用植物,其嫩芽营养丰富,含蛋白质、粗纤维、脂肪、糖类、维生素、微量元素等多种营养物质<sup>[3]</sup>。龙芽楸木药用保健价值极高,具有抗癌、活血化瘀、补气安神、利尿消肿等功效,可以用来治疗风湿性关节炎、糖尿病、慢性胃炎、肝炎及心肌缺血等疾病<sup>[4]</sup>。

龙芽楸木的嫩芽可以通过春季采摘和冬季茎段反季节生产 2 种途径获得。由于近年来野生资源逐渐减少,已经无法满足人们的需求,因此,越来越多的农户开始进行人工栽培。在东北地区,人工栽培一般在 5 月采摘自然生长的嫩芽,11—12 月采用茎段水培技术,实行反季节生产。在反季节水培生产中,茎段分泌出的物质极易引起水的污染,使水中滋生大量微生物,时间稍长会散发出酸臭的气味,影响嫩芽的生长与品质。为了控制污染,一般 3 d 就需要更换清水,增大了工作量与生产成本。水培中微生物的控制成为龙芽楸木茎段水培成功的关键因素。

木醋液是生物质原料在热化学转化过程中得到的一种重要产物,其主要成分是水,其余为酸类、酚类、醛类、醇类、酮类和酯类等有机物质,组成成分十分复杂<sup>[5-7]</sup>。通过长期的试验,众多学者已经证明木醋液对多种细菌和真菌均具有良好的抑菌效果,认为酚类化合物和有机酸可能是木醋液中主要的抑菌物质,尤其是有机酸作用更强<sup>[8-11]</sup>。木醋液经过静置或蒸馏处理除去大部分焦油后,对土壤和人畜无毒无害,是天然的环境友好物质<sup>[12]</sup>。Hagner 等<sup>[13]</sup>也证明了木醋液对植物及环境的友好性。笔者将木醋液应用在龙芽楸木茎段水培中,通过对微生物污染的控制效果及嫩芽生长情况等的研究,探讨木醋液在龙芽楸木茎段水培中作为抑菌剂使用的可能性。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试木醋液为硬杂木的木醋液,由黑龙江省带岭林业科学研究所提供。龙芽楸木茎段取自佳木斯大学实验田种植 3 年的龙芽楸木植株。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 木醋液浓度设置。**设置不同木醋液稀释倍数,处理 A 为原液,处理 B 为 10 倍,处理 C 为 30 倍,处理 D 为 50 倍。

**1.2.2 龙芽楸木茎段采集与处理。**11 月中旬,截取健壮、外皮完好、顶芽饱满的枝条。挑选茎段粗细约 1.2 cm 的枝条剪成 40 cm 长,保湿备用。试验前用 90 mg/kg 赤霉素浸泡 24 h,然后 20 根捆绑成一捆,放入不同处理中以待萌发

**基金项目** 黑龙江省教育厅基础科研项目(2016-KYYWF-0576);佳木斯大学博士基金项目(22Zb201512)。

**作者简介** 申健(1979—),女,吉林辉南人,副教授,博士,从事经济植物栽培生理研究。

**收稿日期** 2020-12-03

新芽<sup>[14]</sup>。

**1.2.3 木醋液平板抑菌效果检测。**采用滤纸片法和琼脂平板扩散法进行抑菌活性试验<sup>[15]</sup>。取龙芽楸木茎段培养5 d的清水处理组的水样作为供试菌液。取100 μL的菌悬液加到平板上,无菌操作均匀涂布。将直径6 mm的无菌滤纸片置于不同处理木醋液中浸泡30 min,以无菌水(CK<sub>1</sub>)和5%次氯酸钠(CK<sub>2</sub>)作为2组对照。在每个培养皿的培养基上等距离放3片滤纸片,每个处理重复3次。放入37℃恒温箱中培养24 h,测量抑菌圈的直径。

培养基采用NA培养基和PDA培养基<sup>[16]</sup>。NA培养基用于培养细菌,配方:蛋白胨10 g,牛肉膏3 g,葡萄糖10 g,酵母粉1 g,琼脂20 g,蒸馏水1 000 mL,pH 7.0~7.2。PDA培养基用于培养真菌,配方:去皮马铃薯200 g,葡萄糖20 g,琼脂20 g,蒸馏水1 000 mL。PDA培养基倒平板前每个培养皿中加入25%乳酸1滴。

**1.2.4 木醋液在龙芽楸木茎段水培中抑菌效果检测。**将龙芽楸木茎段置于不同木醋液处理中培养,以自来水作为对照,每个处理重复3次。培养温度设置为(20±2)℃,以普通荧光灯作为光源,光照时间设定为8 h。试验过程中,调查茎段污染时间和嫩芽萌发时间,以培养水发出异常气味的时间作为污染时间,以50%枝条发芽记为萌发时间。水培第5、10、15天采用稀释平板法分别测定水中细菌和真菌数量。第15天测量后所有处理更换同处理新鲜培养液继续培养至30 d,然后每个处理随机取5根枝条,用直尺测量嫩芽长度,用电子天平测量嫩芽鲜重,用研磨法测定叶绿素含量,用考马斯亮蓝G250法测定可溶性蛋白含量,用蒽酮-硫酸比色法测定可溶性总糖含量,用紫外分光光度快速测定法测定维生素C含量<sup>[17-18]</sup>。

**1.3 数据分析** 采用Excel 2007计算数据,用SPSS 16.0软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理木醋液平板抑菌效果** 将供试菌液分别涂布于NA培养基和PDA培养基的平板上。将浸泡不同处理木醋液的滤纸片放在培养皿上,培养24 h后测量抑菌圈直径,结果见表1。

表1 不同处理抑菌圈直径

Table 1 Inhibitory zone diameter of different treatments mm

处理 Treatment	NA	PDA
A	28.05±3.11 a	17.62±2.06 b
B	23.27±2.88 b	14.37±1.84 c
C	17.25±2.20 c	10.22±1.56 d
D	7.58±1.54 d	7.89±1.36 e
CK <sub>1</sub>	0.00±0.00 e	0.00±0.00 f
CK <sub>2</sub>	27.12±3.21 a	20.07±2.56 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

由表1可知,NA培养基和PDA培养基上的抑菌圈直径,各处理间存在显著差异。在NA培养基上,处理A与5%

次氯酸钠对照处理间差异不显著,二者显著高于其他处理,处理A、B、C、D间差异显著。处理A抑菌圈直径最大,达28.05 mm。在PDA培养基上,5%次氯酸钠对照处理显著高于其他处理,处理A、B、C、D间差异显著。对照CK<sub>2</sub>抑菌圈直径最大,达20.07 mm。木醋原液处理抑菌圈直径次之,为17.62 mm。

木醋液各处理抑菌圈直径均显著高于无菌水对照处理,说明木醋液在抑制细菌和真菌生长方面具有一定的作用,且随着木醋液稀释倍数的增大抑菌作用逐渐降低。木醋液在抑制细菌方面,原液作用效果与5%次氯酸钠效果相近,其他木醋液处理作用效果低于5%次氯酸钠。在抑制真菌方面,木醋液各处理作用效果低于5%次氯酸钠。

**2.2 不同处理木醋液对茎段水培污染时间和萌发时间的影响** 将龙芽楸木茎段置于不同处理木醋液中培养,调查茎段污染时间及嫩芽萌发时间,结果见表2。

表2 不同处理茎段污染时间及嫩芽萌发时间

Table 2 Contamination time and bud germination time of different treatments d

处理 Treatment	污染时间 Pollution time	萌芽时间 Germination time
A	—	10
B	—	8
C	12	6
D	9	6
CK	5	8

注:“—”表示无污染现象

Note: “—” meant no pollution phenomenon

由表2可知,不同处理茎段污染时间和萌芽时间与对照相比发生了变化。随着木醋液稀释倍数的减小,茎段污染时间延长,茎段污染时间由对照处理的5 d延长至处理C的12 d,而处理A和B在15 d内未出现污染现象。茎段萌芽时间处理B与对照相同,均为8 d。处理C和D萌芽时间缩短,为6 d,而处理A萌芽时间延长,为10 d。由此可见,木醋液在龙芽楸木茎段水培中起到了抑菌作用。在试验时间范围内,各处理均比对照延长了污染时间。在茎段萌芽时间上,木醋原液处理使萌芽时间延长,而稀释30倍和50倍处理使萌芽时间缩短,这可能是由于木醋液的某些组分浓度不同,对芽的萌发产生了抑制或促进作用。

**2.3 不同处理木醋液对细菌和真菌数量的影响** 龙芽楸木茎段水培中,每隔5 d测量水中细菌和真菌的数量,结果见表3。由表3可知,龙芽楸木茎段水培中细菌和真菌的数量,不同处理间差异显著。对照处理3次检测数值均显著高于其他处理,这说明木醋液对龙芽楸木培养液中细菌和真菌的抑制作用明显。且随着木醋液稀释倍数的增大,细菌和真菌数量逐渐增多。木醋原液抑菌效果最好,培养15 d细菌数量为 $6.76\times 10^3$  CFU/mL,真菌数量为80.22 CFU/mL,均低于对照培养5 d的数量。对照处理随着培养时间的延长,细菌和真菌的数量呈几何级数增长。而木醋液各处理细菌和真菌增长速度减缓,低于对照增长速度。

表 3 不同处理细菌和真菌数量

Table 3 Number of bacteria and fungi under different treatments

CFU/mL

处理 Treatment	细菌数量 Number of bacteria			真菌数量 Number of fungi		
	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d
A	$(1.25 \pm 0.18) \times 10^2$ e	$(2.26 \pm 0.37) \times 10^3$ e	$(6.76 \pm 0.58) \times 10^3$ e	$9.56 \pm 1.22$ e	$20.33 \pm 1.75$ e	$80.22 \pm 2.66$ e
B	$(1.92 \pm 0.31) \times 10^2$ d	$(3.87 \pm 0.68) \times 10^3$ d	$(8.36 \pm 0.89) \times 10^3$ d	$13.70 \pm 1.68$ d	$29.16 \pm 2.56$ d	$95.64 \pm 3.05$ d
C	$(2.88 \pm 0.62) \times 10^2$ c	$(5.23 \pm 0.79) \times 10^3$ c	$(1.89 \pm 0.32) \times 10^4$ c	$25.37 \pm 1.89$ c	$75.67 \pm 2.92$ c	$(1.13 \pm 0.25) \times 10^2$ c
D	$(7.73 \pm 1.07) \times 10^2$ b	$(1.37 \pm 0.25) \times 10^4$ b	$(1.50 \pm 0.25) \times 10^5$ b	$(1.05 \pm 0.23) \times 10^2$ b	$(4.35 \pm 0.51) \times 10^2$ b	$(1.38 \pm 0.33) \times 10^3$ b
CK	$(1.56 \pm 0.22) \times 10^4$ a	$(5.72 \pm 0.53) \times 10^6$ a	$(3.67 \pm 0.42) \times 10^8$ a	$(3.37 \pm 0.38) \times 10^2$ a	$(5.54 \pm 0.42) \times 10^3$ a	$(3.33 \pm 0.36) \times 10^4$ a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

**2.4 不同处理木醋液对茎段嫩芽生长的影响** 龙芽楸木茎段培养 30 d 后, 测量嫩芽长度、鲜重及叶绿素含量, 结果见表 4。由表 4 可知, 由于清水对照处理污染现象严重, 导致萌发出的嫩芽逐渐死亡。木醋液 4 个处理间嫩芽长度和鲜重存在显著差异。处理 C 芽长和鲜重最大, 分别为 15.9 cm 和 27.58 g, 显著高于其他处理。叶绿素含量处理 A、B、C 间差异不显著, 显著高于处理 D。处理 B 叶绿素含量最高, 为 0.451 mg/g。由此可见, 不同浓度木醋液对嫩芽生长产生了不同的影响, 处理 C 总体表现较好。

表 4 不同处理嫩芽生长情况

Table 4 Growth of buds under different treatments

处理 Treatment	嫩芽长度 Bud length cm	嫩芽鲜重 Fresh weight of buds/g	叶绿素含量 Chlorophyll content mg/g
A	$10.3 \pm 0.31$ c	$18.56 \pm 0.88$ c	$0.428 \pm 0.024$ a
B	$13.5 \pm 0.45$ b	$22.67 \pm 1.08$ b	$0.451 \pm 0.032$ a
C	$15.9 \pm 0.50$ a	$27.58 \pm 1.36$ a	$0.436 \pm 0.022$ a
D	$8.3 \pm 0.24$ d	$10.50 \pm 0.62$ d	$0.286 \pm 0.024$ b
CK	—	—	—

注: “—”表示嫩芽死亡, 无测量结果。同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )Note: “—” meant the bud was dead, and there was no measurement result. Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

**2.5 不同处理木醋液对茎段嫩芽营养成分含量的影响** 龙芽楸木茎段培养 30 d 后, 测量嫩芽可溶性蛋白、可溶性总糖和维生素 C 含量, 结果见表 5。

表 5 不同处理嫩芽营养成分含量

Table 5 Nutrients content of buds under different treatments

处理 Treatment	可溶性蛋白 Soluble protein g/kg	可溶性总糖 Total soluble sugar g/kg	维生素 C Vitamin C mg/kg
A	$6.5 \pm 0.5$ c	$20.53 \pm 1.15$ b	$180.5 \pm 8.2$ a
B	$7.7 \pm 0.5$ b	$23.54 \pm 1.32$ a	$185.4 \pm 7.9$ a
C	$8.9 \pm 0.7$ a	$23.86 \pm 1.51$ a	$187.3 \pm 8.5$ a
D	$4.6 \pm 0.3$ d	$16.67 \pm 1.07$ c	$182.0 \pm 7.7$ a
CK	—	—	—

注: “—”表示嫩芽死亡, 无测量结果。同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )Note: “—” meant the bud was dead, and there was no measurement result. Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

由于清水对照处理嫩芽死亡, 故没有测量营养成分含量。可溶性蛋白含量木醋液 4 个处理间差异显著。处理 C 含量最高, 为 8.9 g/kg, 显著高于其他处理。可溶性总糖含

量, 处理 B 和 C 间差异不显著, 显著高于处理 A 和 D。处理 C 可溶性总糖含量最高, 为 23.86 g/kg。维生素 C 含量, 木醋液 4 个处理间差异不显著。由此可见, 不同浓度木醋液对嫩芽的营养成分含量产生了不同的影响, 处理 B 和 C 表现较好。

### 3 结论与讨论

将不同稀释倍数木醋液进行平板抑菌和水培抑菌效果检测, 结果表明木醋液处理抑菌圈直径显著高于清水对照处理, 细菌和真菌数量显著低于对照处理。木醋液对细菌和真菌的抑制作用明显, 且随着木醋液稀释倍数的增大抑菌作用逐渐降低。高海霞等<sup>[19]</sup>研究表明杜仲叶林枝木木醋液具有广谱的抗菌活性, 是一种具有开发潜力的新型植物源抗菌剂。尉芹等<sup>[20]</sup>研究表明较高温度段的核桃壳木醋液具有很强的抑菌作用, 可作为天然抗菌素。虽然木醋液的生产原料不尽相同, 但木醋液的抑菌作用得到多人的研究证实。

木醋液的抑菌成分和作用机理目前尚未有定论。王海英等<sup>[21]</sup>认为木醋液具有抑菌作用是多种成分共同作用的结果, 抑菌活性成分初步确定为愈创木酚和苯酚。毛巧芝等<sup>[22]</sup>推测木醋液抑菌活性成分为酚类、乙酸和糠醛。许英梅等<sup>[23]</sup>认为木醋液的抑菌活性成分是有有机酸类和酚类物质, 以有机酸为主, 酚类为辅。关于木醋液抑菌成分虽然研究结果不一致, 但都趋向于是多种成分共同作用的结果。段晓玲等<sup>[15]</sup>研究表明木醋液使细菌细胞膜通透性增大, 物质外渗导致菌液电导率升高、可溶性糖及蛋白质含量增大。木醋液还抑制了细菌蛋白质的合成, 使细胞代谢紊乱, 最终使细胞死亡, 从而起到抑菌作用。关于抑菌作用机理及有效成分的分析有待今后进一步探讨。

不同稀释倍数木醋液对龙芽楸木茎段嫩芽生长及营养成分含量均产生了不同的影响。稀释 30 倍处理嫩芽生长较快, 营养成分含量较高。木醋液浓度过高会抑制嫩芽的生长, 过低又会降低抑菌作用。生产实践中, 综合考虑抑菌活性及嫩芽的生长等情况, 可以选择稀释 30 倍木醋液, 10 d 更换一次培养液进行培养。木醋液作为植物生长调节物质已被应用到多种植物的栽培中, 但木醋液的使用浓度均较低, 一般为稀释 100~300 倍<sup>[24-26]</sup>。该试验主要应用木醋液的抑菌作用, 所以选择的使用浓度较高。木醋液作为抑菌剂使用在龙芽楸木茎段水培中, 既可解决使用化学试剂带来的食品安全问题, 又可控制污染, 降低生产成本, 带来生态与经济双重效益。

## 参考文献

- [1] 谢永刚. 刺嫩芽(辽东槲木)温室反季节生产新技术[J]. 北方园艺, 2017(13): 204-205.
- [2] 满源. 辽东地区林下刺五加与辽东槲木可持续利用技术研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2019.
- [3] 张桂娟. 辽东槲木化学成分及其生物活性研究进展[J]. 黑龙江医药, 2014, 27(4): 798-801.
- [4] 齐明明, 李紫薇, 阎秀峰, 等. 龙牙槲木繁育技术与药理活性成分的研究进展[J]. 林业科学, 2015, 51(12): 96-102.
- [5] 卢辛成, 蒋剑春, 何静, 等. 不同萃取剂对木醋液活性组分的富集研究[J]. 林产化学与工业, 2020, 40(2): 76-82.
- [6] YATAGAI M, NISHIMOTO M, HORI K, et al. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues[J]. Journal of wood science, 2002, 48(4): 338-342.
- [7] MUN S P, KU C S. Pyrolysis GC-MS analysis of tars formed during the aging of wood and bamboo crude vinegars[J]. Journal of wood science, 2010, 56(1): 47-52.
- [8] 李占超. 木醋液的分离纯化及在食品和环境领域中的应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019.
- [9] LU B W, MATSUI T, MATSUSHITA Y, et al. Effect of pretreatment with acetic acid aqueous solution on carbonization of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) wood[J]. Chemistry and industry of forest products, 2003, 23(2): 33-36.
- [10] SAMANYA M, YAMAUCHI K E. Morphological demonstration of the stimulative effects of charcoal powder including wood vinegar compound solution on growth performance and intestinal villus histology in chickens [J]. Journal of poultry science, 2002, 39(1): 42-55.
- [11] 刘梦帆, 郝润琴, 郑晓伟, 等. 木醋液的抗氧化性和抑菌活性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(9): 15-21, 31.
- [12] 平安, 杨国亭, 于学军. 木醋液在农业上的应用研究进展[J]. 中国农

- 学通报, 2009, 25(19): 244-247.
- [13] HAGNER M, PENTTINEN O P, TIILIKKALA K, et al. The effects of biochar, wood vinegar and plants on glyphosate leaching and degradation [J]. European journal of soil biology, 2013, 58: 1-7.
- [14] 赵佳明, 徐彪, 刘炎, 等. 龙芽槲木反季节水培技术研究[J]. 现代农业科技, 2018(8): 77-78, 83.
- [15] 段晓玲, 王海英, 刘志明, 等. 农林废弃物干馏产物木醋液的抑菌活性[J]. 西南农业学报, 2016, 29(2): 425-429.
- [16] 许志刚. 普通植物病理学实验实习指导[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [17] 史树德, 孙亚卿, 魏磊. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011.
- [18] 郑京平. 水果、蔬菜中维生素C含量的测定——紫外分光光度快速测定方法探讨[J]. 光谱实验室, 2006, 23(4): 731-735.
- [19] 高海霞, 苏印泉, 张强, 等. 杜仲叶林枝木醋液化学成分及抑菌活性研究[J]. 西北植物学报, 2011, 31(10): 2106-2112.
- [20] 尉芹, 马希汉, 郑滔. 核桃壳木醋液的制取、成分分析及抑菌试验[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 276-279.
- [21] 王海英, 杨国亭, 任广英, 等. 精制蒙古栎和杂木醋液的抑菌活性成分分析[J]. 广东化工, 2012, 39(11): 14-15, 19.
- [22] 毛巧芝, 赵忠, 马希汉, 等. 苦杏仁木醋液抑菌活性和化学成分分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(2): 164-170.
- [23] 许英梅, 何德民, 高连连, 等. 小兴安岭松木醋液的生物活性及抑菌性能研究[J]. 大连民族大学学报, 2018, 20(3): 193-197.
- [24] 闫钰, 陆鑫达, 李恋卿, 等. 秸秆热裂解木醋液成分及其对辣椒生长及品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(5): 58-62.
- [25] 胡春花, 达布希拉图. 木醋液和炭醋肥对设施蔬菜土壤肥力及蔬菜产量的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(10): 218-223.
- [26] 申健, 杨国亭, 刘德江, 等. 木醋液对几种小浆果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(24): 10-12.

(上接第50页)

性分析播种时不同胚根长度种子对西葫芦出苗率与幼苗生长的影响。结果表明, 不同胚根长度和催芽时间对西葫芦出苗和幼苗生长有显著影响<sup>[8-9]</sup>。而且干籽直播(处理①)与浸种不催芽(处理②)西葫芦种子的各性状指标均较差, 不能在生产中采用, 种子刚露白(处理③)的各性状指标稍好, 种子已发芽但胚根长度小于种子长度的50%(处理④)的各性状指标较好, 可以选用。播种时胚根长度介于种子长度和种子长度50%之间(处理⑤)与胚根长度大于种子长度(处理⑥)的各性状指标最好, 差异也不显著, 为最佳选择。但胚根过长, 播种时容易碰断, 会增加播种难度。因此, 综合各方面的因素, 深冬季节(低温条件)播种时<sup>[10]</sup>, 种子最适宜的胚根长度是介于种子长度和种子长度的50%之间(处理⑤)。

## 参考文献

- [1] 席晓飞, 马正龙, 许辉欣. 低温弱光对西葫芦幼苗的光合响应研究[J]. 甘肃农业科技, 2015(4): 30-33.
- [2] 陈贵林, 乜兰春, 李建文, 等. 低温胁迫对西葫芦嫁接苗光合特性的影响[J]. 上海农业学报, 2000, 16(1): 42-45.
- [3] 曹玲玲, 田雅楠, 赵立群. 设施番茄高效集约化育苗技术[J]. 农业工程技术, 2018, 38(10): 41-44.
- [4] 崔强, 乜兰春, 贾明飞, 等. 果类蔬菜冬季集约化嫁接育苗关键技术[J]. 北方园艺, 2019(8): 182-185.
- [5] 李妙玲, 董立功, 李霄燕. 日光温室几个西葫芦品种比较试验[J]. 山西农业科学, 2002, 30(3): 55-56.
- [6] 申明哲. 不同复合基质与营养液对番茄、辣椒穴盘幼苗生长发育的影响[D]. 延吉: 延边大学, 2006: 7.
- [7] 卢耀忠, 李云. 天祝县绿色A级西葫芦生产技术[J]. 甘肃农业科技, 2010(4): 46-47.
- [8] 李老虎, 严冬晖. 药剂浸种及催芽时间对晚稻种子发芽率的影响[J]. 浙江农业科学, 2010, 51(1): 64-66.
- [9] 郭雷, 曲喜云, 刘晓娟. 西葫芦设施育苗技术[J]. 吉林蔬菜, 2017(22): 24.
- [10] 韩明丽, 朱建方, 赵根, 等. 冬春季低温阴雨雪寡照对蔬菜育苗的不利影响及应对措施[J]. 长江蔬菜, 2018(16): 12-16.