

DOI:10.11937/bfyy.201522045

水肥控制和截干对香椿萌芽生长和芽菜产量的影响

张 薇, 李连芳, 王文俊, 鲍雪纤, 郑书绿, 苏 柠

(西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:以3年生非均匀密度种植的香椿为试材,采用 $L_9(3^4)$ 正交设计进行施肥、浇水和截干试验,研究3因素对香椿萌芽生长和芽菜产量的影响。结果表明:试验实施7 d时,香椿开始萌发幼芽,其平均萌芽数和成枝数分别是4.1~7.7芽/株和1.4~2.2枝/株;50、70 d时,香椿芽直径和芽长分别为2.8~4.0 mm、3.5~8.3 cm和2.9~4.2 mm、4.0~9.0 cm。试验实施的70 d内分2次采摘芽菜,其总产量及其产值分别达661.3~3 161.8 kg/hm²和13 225.2~63 236.0元/hm²。处理组间,萌芽生长和芽菜产量具有显著或极显著的差异影响,有机肥是影响此二指标的关键因子。芽菜产量最高的处理组合是每株施有机肥0.25 kg,定干高20 cm和每4 d浇水1次。

关键词:香椿;萌芽;生长;芽菜;产量

中图分类号:S 644.406 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0172-05

香椿(*Toona sinensis*)为楝科(Meliaceae)香椿属落叶乔木,是优良的菜和材兼用树种^[1]。我国以黄河下游的河南、山东省及淮河流域的皖北和苏北为主要分布地^[2],南方各省区广布。其芽菜和芽苗菜中富含多种抗氧化成分,黄酮、蛋白质和维生素较为丰富,清香宜人,生拌熟炒腌制皆可,深受群众喜爱^[3-4],香椿作为木本蔬菜已被广泛地开展人工栽培。然而,在传统的栽培过程中,通常出现芽菜产量低、采摘时间短的局

限性。

截干处理指在植物生长一段时间以后,从某一高度截去其上部枝干,协调地上与地下部分的水分、营养供给,促生新芽和分蘖,从而实现植物更新复壮和再生的栽培技术^[5]。该研究主要通过施肥、截干和水分控制等措施,了解3因素不同水平及其水平组合对香椿生长和可食用产量的影响,以期对香椿矮化密植和提高食用芽菜产量的栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在西南林业大学苗圃的大棚内实施,其海拔约1 891 m,年平均气温约15℃,最高温出现于7—8月份,月均温约25℃;年平均降雨量840.3 mm,土壤为山地红壤,属北亚热带气候类型^[6]。试验地光照和通风良好,不积水。

第一作者简介:张薇(1990-),女,云南大理人,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:zhangw626@sina.com.

责任作者:李连芳(1964-),女,博士,教授,博士生导师,现主要从事森林培育与林木遗传育种及与林学相关的教学和科研工作。E-mail:llianf@126.com.

基金项目:林业科技成果国家级推广计划资助项目([2010]48)。

收稿日期:2015-08-04

Abstract: The watermelon field continuously cropped for five years was investigated between 2007 and 2012 in order to analysis the effect of soil enzyme activity and nutrient of gravel-mulched with different crop stubbles (watermelon→sunflower, watermelon→pea, watermelon→chili, watermelon→cotton) in comparison with watermelon→watermelon. The results revealed that, with the increasing of soil depth of the same crop stubbles in the depth of 0~30 cm, the content of soil enzyme activity had a significant increase, while total nitrogen, soil organic matter and soil water also showed the increasing tendency with the soil depth. The content of soil enzyme activity with different crop stubbles treatment were all lower than that with continuous watermelon cropping treatment, while other indicators appear with different root distribution and absorbing ability as the differentiation state. All in all, the soil fertility of watermelon crop stubble was higher than the other crop stubbles. The soil of gravel-mulched was more suitable for watermelon.

Keywords: crop stubbles; gravel-mulched field; soil enzyme activity; soil nutrient

1.2 试验材料

供试材料为3年生红油香椿,采用非均匀密度栽植^[7],株行距20 cm×20 cm×30 cm,即密度达200 000株/hm²,属矮化密植栽培模式。

1.3 试验方法

试验于2014年3月实施,根据试验设计表对相应的处理组合进行截干、施肥和定时定量浇水。试验设计包括施有机肥、截干高度和浇水频率3个因素,每因素3个水平(表1)。根据因素水平,采用L₉(3⁴)正交实验设计进行实施,共9个处理组合,每处理组合种植10株,采用样本(单株)代重复进行数据收集和统计分析。根据因素水平表,选用L₉(3⁴)正交实验设计进行实施(表2)。

表1 正交实验设计因素与水平

Table 1 The factors and levels of orthogonal experiment design

水平 Level	因素 Factor		
	A-有机肥 Organic fertilizer /(kg·株 ⁻¹)	B-截干高度 Height of cutting-stem /m	C-浇水频率 Watering frequency /(次·d ⁻¹)
1	0.00	0.2	1/2
2	0.25	0.3	1/3
3	0.50	0.4	1/4

试验实施7 d后香椿开始萌芽,27 d后对生长良好的新芽的生长量测定并摘心,同时摘除长势较弱的新芽;50、70 d后测定第二和三次萌发新芽的生长量和单株鲜芽菜产量。单位面积产量(kg/hm²)=单株产量×每公顷株数;株数(株/hm²)=(2×10 000)/株距×(窄行距+宽行距)。

表3

处理组合的萌芽数和成枝数

Table 3 Sprouting and branching numbers of treatment combinations (TCs)

指标 Parameter	处理组合 TCs								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
萌芽数 Sprout per stem/(芽·株 ⁻¹)	6.7±2.60	6.9±2.47	5.3±2.29	6.8±1.99	7.7±4.36	5.9±4.12	5.4±2.95	4.1±1.83	5.6±3.44
成枝数 Branch per stem/(枝·株 ⁻¹)	1.7±0.71	1.4±0.84	1.9±0.60	2.2±0.92	2.0±1.12	1.6±0.92	1.9±1.45	1.6±1.24	2.1±1.69

2.2 截干和水肥对香椿新芽生长量的影响

由表4可知,试验实施27 d时,处理组合的平均芽直径和芽长分别为3.2~5.2 mm和5.0~9.9 cm,最优的均是处理组合9,处理组合间芽直径表现出极显著的差异($P=0.000<0.01$);50 d时,平均芽直径和芽长分别为2.8~4.0 mm和3.5~8.3 cm,最大的均是处理组合4;处理组合的芽直径和芽长具有显著和极显著的差异($P_{芽直径}=0.029<0.05$; $P_{芽长}=0.001<0.01$);70 d时,此二指标分别为2.9~4.2 mm和4.0~9.0 cm,最大的均与50 d时的相同,处理组合间芽直径呈现显著的差异($P=0.046<0.05$)。说明试验因素水平的组合对新芽生长具有显著或极显著的差异影响。

由表5可知,试验实施27 d时,截干高度是影响芽

表2

L₉(3⁴)正交设计Table 2 The L₉(3⁴) orthogonal design of the experiment

试验号 Test No.	处理组合 Treatment combination				实施方案 Implementation plan
	A	B	A×B	C	
1	1	1	1	1	A ₁ B ₁ C ₁ 不施有机肥,定干20 cm,2 d浇水1次
2	1	2	2	2	A ₁ B ₂ C ₂ 不施有机肥,定干30 cm,3 d浇水1次
3	1	3	3	3	A ₁ B ₃ C ₃ 不施有机肥,定干40 cm,4 d浇水1次
4	2	1	2	3	A ₂ B ₁ C ₃ 有机肥0.25 kg/株,定干20 cm,4 d浇水1次
5	2	2	3	1	A ₂ B ₂ C ₁ 有机肥0.25 kg/株,定干30 cm,2 d浇水1次
6	2	3	1	2	A ₂ B ₃ C ₂ 有机肥0.25 kg/株,定干40 cm,3 d浇水1次
7	3	1	3	2	A ₃ B ₁ C ₂ 有机肥0.5 kg/株,定干20 cm,3 d浇水1次
8	3	2	1	3	A ₃ B ₂ C ₃ 有机肥0.5 kg/株,定干30 cm,4 d浇水1次
9	3	3	2	1	A ₃ B ₃ C ₁ 有机肥0.5 kg/株,定干40 cm,2 d浇水1次

注:各处理组合每次定量浇水3 L。

Note: Every once watering 3 L according to regular frequency of treatment combinations.

1.4 数据分析

采用SPSS 13.0软件和SNK法对试验数据进行方差与极差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 萌芽及成枝数统计

由表3可知,处理组合的平均萌芽数和成枝数分别是4.1~7.7芽/株和1.4~2.2枝/株,萌芽数和成枝数最多的分别是处理组合5和4,处理组合的萌芽数和成枝数无显著的差异($P_{萌芽数}=0.318>0.05$, $P_{成枝数}=0.759>0.05$)。每株仅有1~2个新芽生长形成枝,其中有1个发育为主枝。

直径生长的主导因子($R_B=0.9\text{ mm}>R_C=0.8\text{ mm}>R_A=0.7\text{ mm}=R_{A\times B}=0.7\text{ mm}$),因素的水平间及其交互作用对该指标具有显著和极显著的差异影响($P_A=0.015<0.05$, $P_B=0.003<0.01$, $P_C=0.012<0.05$, $P_{A\times B}=0.025<0.05$);有机肥与截干高度的交互作用是影响芽长的主导因子($R_{A\times B}=3.4\text{ cm}>R_B=3.0\text{ cm}>R_A=2.8\text{ cm}>R_C=1.4\text{ cm}$),截干高度及其与有机肥的交互作用显著地影响其生长($P_B=0.039<0.05$, $P_{A\times B}=0.021<0.05$)。芽直径和芽长的优水平组合均为A₃B₃C₁,与实际试验的结果相一致。试验实施50 d时,有机肥是影响芽直径($R_A=0.9\text{ mm}>R_{A\times B}=0.3\text{ mm}>R_C=0.2\text{ mm}>R_B=0.1\text{ mm}$)和芽长($R_A=2.6\text{ cm}>R_B=1.9\text{ cm}>R_C=1.2\text{ cm}>R_{A\times B}=0.9\text{ cm}$)的主导因子。有机肥极显著地影响芽直径和芽

表 4

处理组合的芽直径和芽长

Table 4

Sprout diameters and lengths of TCs

时间 Time/d	指标 Parameter		处理组合 TCs								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	芽直径 Sprout diameter/mm	平均 Mean	3.5±0.26 ^B	3.6±0.27 ^B	3.2±0.26 ^B	3.3±0.28 ^B	3.8±0.29 ^B	3.7±0.44 ^B	3.3±0.31 ^B	3.2±0.34 ^B	5.2±0.39 ^A
		最大 Max	5.3	5.9	5.7	5.8	6.0	7.1	5.5	5.8	9.7
		最小 Min	2.2	2.3	1.9	0.8	2.4	1.9	1.0	1.7	2.7
	芽长 Sprout length/cm	平均 Mean	5.6±0.64	5.0±0.8	6.2±0.52	5.1±1.05	5.3±0.95	8.5±1.12	5.3±0.72	8.8±0.7	9.9±0.66
		最大 Max	17.0	12.7	35.5	12.2	13.7	28.2	11.0	19.0	33.5
		最小 Min	1.8	1.0	0.0	1.2	1.2	0.7	1.5	1.2	1.0
50	芽直径 Sprout diameter/mm	平均 Mean	3.0±0.25 ^b	3.0±0.23 ^{ab}	2.8±0.23 ^b	4.0±0.29 ^a	3.9±0.32 ^{ab}	3.6±0.31 ^{ab}	3.3±0.25 ^{ab}	3.1±0.31 ^{ab}	3.5±0.27 ^{ab}
		最大 Max	4.6	4.7	4.8	7.6	5.7	5.9	5.5	6.0	6.7
		最小 Min	1.5	1.9	1.4	2.3	1.5	1.5	1.5	1.0	1.1
	芽长 Sprout length/cm	平均 Mean	6.5±0.1 ^{AB}	5.0±0.28 ^{AB}	3.8±0.26 ^B	8.3±0.26 ^A	7.1±0.14 ^{AB}	5.2±0.25 ^{AB}	4.6±0.21 ^{AB}	3.5±0.15 ^B	4.6±0.28 ^{AB}
		最大 Max	10.4	13.0	7.8	15.2	12.8	15.0	12.2	10.0	12.4
		最小 Min	2.5	2.1	0.5	1.0	0.6	1.0	0.9	0.5	0.7
70	芽直径 Sprout diameter/mm	平均 Mean	3.4±0.26 ^{ab}	2.9±0.21 ^b	3.0±0.29 ^{ab}	4.2±0.32 ^a	3.9±0.26 ^{ab}	3.4±0.25 ^{ab}	3.6±0.3 ^{ab}	3.6±0.23 ^{ab}	3.9±0.33 ^{ab}
		最大 Max	4.9	4.4	5.3	6.7	5.6	5.6	5.6	5.4	8.2
		最小 Min	1.5	2.1	1.6	1.5	2.1	2.3	2.0	2.1	1.6
	芽长 Sprout length/cm	平均 Mean	8.3±1.37	6.4±1.3	4.0±0.51	9.0±0.97	6.7±1.06	6.4±1.25	6.7±0.74	6.5±0.82	7.3±0.98
		最大 Max	21.4	14.9	6.9	15.2	16.3	17.3	13.9	13.5	19.4
		最小 Min	0.8	1.2	1.4	2.7	1.9	2.1	3.0	2.0	1.9

注:不同小写字母表示 0.05 水平差异,不同大写字母表示 0.01 水平差异。下同。

Note: Different lowercase and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

表 5

因素及其水平对芽直径和芽长影响的极差分析

Table 5

Range analysis of sprout diameters and lengths between factorial levels

时间 Time/d	指标 Parameter	极差 Range				因素及其水平 Factor and level									优组合 The optimal TC
		A	B	C	A×B	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
27	芽直径 Sprout diameter/mm	0.7	0.9	0.8	0.7	3.5 ^b	3.6 ^{ab}	4.2 ^a	3.3 ^B	3.9 ^A	4.1 ^A	4.2 ^a	3.5 ^b	3.6 ^b	A ₃ B ₃ C ₁
	芽长 Sprout length/cm	2.8	3.0	1.4	3.4	5.6	6.5	8.4	5.1 ^b	7.4 ^{ab}	8.0 ^a	6.5	6.3	7.7	A ₃ B ₃ C ₁
50	芽直径 Sprout diameter/mm	0.9	0.1	0.2	0.3	2.9 ^B	3.9 ^A	3.3 ^B	3.4	3.3	3.3	3.5	3.3	3.3	A ₂ B ₁ C ₁
	芽长 Sprout length/cm	2.6	1.9	1.2	0.9	5.1 ^B	6.9 ^A	4.2 ^B	6.5 ^a	5.2 ^b	4.5 ^b	6.1	4.9	5.2	A ₂ B ₁ C ₁
70	芽直径 Sprout diameter/mm	0.8	0.3	0.4	0.2	3.1 ^B	3.9 ^A	3.7 ^A	3.7	3.5	3.5	3.8	3.3	3.6	A ₂ B ₁ C ₁
	芽长 Sprout length/cm	1.1	2.1	0.9	1.8	6.2	7.4	6.8	8.0 ^a	6.5 ^{ab}	5.9 ^b	7.4	6.5	6.5	A ₂ B ₁ C ₁

长的生长($P_{A\text{直径}}=0.001<0.01$, $P_{A\text{芽长}}=0.001<0.01$), 截干高度对芽长具有显著的影响($P_B=0.016<0.05$)。芽直径和芽长的优水平组合均为 A₂B₁C₁, 该组合在试验中未出现, 即理论优水平组合未包含在试验的水平组合中。

表 5 同样指出, 试验实施 70 d 时, 影响芽直径的主导因子是有机肥, 其显著地影响芽直径生长($R_A=0.8\text{ mm}>R_C=0.4\text{ mm}>R_B=0.3\text{ mm}>R_{A\times B}=0.2\text{ mm}$, $P_A=0.008<0.01$); 影响芽长生长的主导因子是截干高度, 其水平对芽长具有显著的差异影响($R_B=2.1\text{ cm}>R_{A\times B}=1.8\text{ cm}>R_A=1.1\text{ cm}>R_C=0.9\text{ cm}$, $P_B=0.049<0.05$); 芽直径和芽长的优水平组合与 50 d 时的相同。试验实施后 50、70 d 时, 理论优水平组合在实际试验中未出现, 这与正交设计为部分试验和因素水平间具有显著或极显著的交互作用有关, 因此, 今后的试验应对优水平组合开展具体实施, 以验证试验的可靠性。

由表 5 可知, 试验实施 27 d 时, 香椿的芽直径和芽

长都随着有机肥和截干高度的增加而增加, 不施有机肥和截干高 20 cm 的最差; 每 2 d 浇水 1 次的芽直径显著地高于其它 2 个水平($P=0.012<0.05$), 说明充足的水分有利于香椿芽的生长; 50 d 时, 香椿芽直径和芽长都随着截干高度和浇水频率的增加而减小, 不施有机肥和截干高 40 cm 的最差, 每株施有机肥 0.25 kg 的芽最优; 截干高 20 cm 的芽长显著地长于其它 2 个水平($P=0.016<0.05$); 70 d 时芽的生长与 50 d 时的相同, 说明适量的有机肥可促进香椿芽的生长。

2.3 单株芽菜产量对施肥和截干及水分的响应

由图 1 可知, 试验实施 50、70 d 时, 处理组合的单株芽菜产量分别为 1.4~7.8 g 和 1.8~8.0 g, 最高的是处理组合 9 和 4 的, 处理组合间单株产量具有极显著和显著的差异($P_{50d}=0.001<0.01$, $P_{70d}=0.013<0.05$)。表明试验因素的不同水平组合对芽菜产量具有极显著和显著的差异影响, 较优的水平组合可极大地提高香椿单

株产量,即优化的栽培管理措施组合对提高芽菜产量的潜力极大。不施肥的芽菜均最低,与前述的有机肥提高单株芽菜产量的结果相一致。

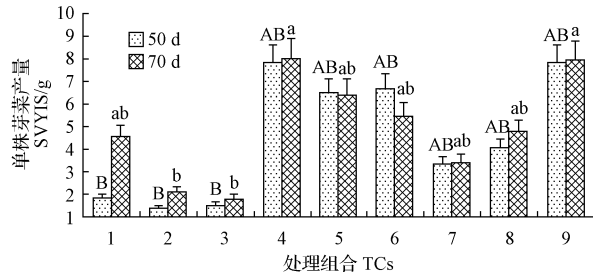


图1 处理组合的单株芽菜产量

Fig. 1 Sprouting vegetable yields of individual stem (SVYIS) of the TCs

由表6可知,50 d时,影响香椿单株芽菜产量的主导因子是有机肥,且其极显著地影响单株产量($R_A = 5.4 \text{ g} > R_{A \times B} = 1.9 \text{ g} > R_C = 1.6 \text{ g} > R_B = 1.4 \text{ g}$, $P_A \approx$

表6

因素及其水平对单株芽菜产量影响的极差分析

Table 6

Range analysis of the SVYIS between factorial levels

指标 Parameter	时间 Time/d	极差 Range/R					因素及其水平 Factor and level									优组合	
		A	B	C	A×B	A			B			C			The optimal TC		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3			
单株芽菜产量	50	5.4	1.4	1.6	1.9	1.6 ^B	7.0 ^A	5.1 ^A	4.3	4.0	5.3	5.4	3.8	4.5	A ₂ B ₃ C ₁		
SVYIS/g	70	3.8	0.9	2.6	2.2	2.8 ^B	6.7 ^A	5.4 ^A	5.3	4.4	5.1	6.3	3.7	4.9	A ₂ B ₁ C ₁		

2.4 单位面积产量及其产值

表7表明,2次采摘芽菜的单位面积产量分别为273.5~1 566.5 kg/hm²和358.2~1 598.1 kg/hm²,产量最大的分别为处理组合9和4,最小的都是未施有机肥的。试验实施70 d的时期内,分2次采摘的芽菜总产量为661.3~3 161.8 kg/hm²;参考近年来同时期香椿的市场价格,按20元/kg计算,试验实施的70 d内的总产值达

表7

香椿单位面积芽菜产量和产值

Table 7

Sprouting vegetable yields and values of per hectare of *T. sinensis*

时间 Time/d	指标 Parameter	处理组合 TCs								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	产量 Vegetable yield/(kg·hm ⁻²)	364.0	273.5	303.1	1 563.7	1 297.1	1 332.2	669.7	806.3	1 566.5
	产值 Output value/(元·hm ⁻²)	7 279.4	5 470.1	6 062.0	31 274.8	25 941.5	26 644.0	13 394.0	16 126.0	31 330.4
70	产量 Vegetable yield/(kg·hm ⁻²)	908.3	422.1	358.2	1 598.1	1 277.5	1 094.1	682.6	955.5	1 585.4
	产值 Output value/(元·hm ⁻²)	18 165.3	8 441.5	7 163.2	31 961.2	25 549.8	21 882.7	13 652.8	19 110.2	31 708.0
总计 Total	产量 Vegetable yield/(kg·hm ⁻²)	1 272.2	695.6	661.3	3 161.8	2 574.6	2 426.3	1 352.3	1 761.8	3 151.9
	产值 Output value/(元·hm ⁻²)	25 444.7	13 911.6	13 225.2	63 236.0	51 491.3	48 526.7	27 046.8	35 236.2	63 038.4

注:按20元/kg计算产值。

Note: The output value was calculated based on price of 20 RMB/kg.

3 结论与讨论

采用L₉(3⁴)正交设计对香椿进行施肥、截干高和浇水控制3因素3水平的试验。结果试验实施7 d时香椿开始萌发幼芽,其平均萌芽数和成枝数分别为4.1~

0.000<0.01);70 d时,影响单株芽菜产量的主导因子及其差异状况与50 d时一致($R_A = 3.8 \text{ g} > R_C = 2.6 \text{ g} > R_{A \times B} = 2.2 \text{ g} > R_B = 0.9 \text{ g}$, $P_A = 0.007 < 0.01$)。50、70 d时单株芽菜产量的优水平组合为A₂B₃C₁和A₂B₁C₃均未出现在试验中。

50、70 d时,除有机肥为0.50 kg/株时,香椿的单株芽菜产量有所降低外,其总趋势是随着有机肥的增加而增加,而且0.25、0.50 kg/株的产量都显著地高于不施有机肥的($P_{50d} = 0.001 < 0.01$, $P_{70d} = 0.013 < 0.05$),进一步说明有机肥显著地提高香椿的单株芽菜产量。与有机肥不同,香椿的单株芽菜产量随浇水间隔的延长而降低,表明良好的水分条件是香椿芽生长良好的必然保障。截干高度则在不同的时期表现不同,50 d时,香椿的单株芽菜产量是随着截干高度的增加而增加,截干40 cm的单株芽菜产量最高,而70 d时,其随着截干高度的增加而减小,截干20 cm的最高,这也许在直径较小的前提下,植株较高的主干不利于萌芽的生长有关。

13 225.2~63 236.0元/hm²,产值最高的为处理组合4,约是最低的4.8倍。此结果一方面表明试验因素的不同水平组合对相同时间尺度的芽菜产量及其产值影响极大,另一方面也指出,通过适宜的截干高度,配合较佳的施肥和水分的控制,可极大地提高设施条件下矮化栽培香椿的春季芽菜的产量和产值。生产实践中,通过适时的芽菜采收而非固定间隔时间的收获,其产量还有提高的空间。

7.7芽/株和1.4~2.2枝/株;每株仅1~2个新芽发育成枝。试验实施27、50、70 d时,香椿的芽直径和芽长分别为3.2~5.2 mm和5.0~9.9 cm、2.8~4.0 mm和3.5~8.3 cm及2.9~4.2 mm和4.0~9.0 cm。27 d时,截干高度及有机肥和截干高度的交互作用是影响芽直

径和芽长的主导因子,50、70 d 时,有机肥是影响芽直径的主导因子,影响芽长的分别是有机肥和截干高度。

50、70 d 时,处理组合的单株芽菜产量分别为1.4~7.8、1.8~8.0 g/株。有机肥是影响香椿芽菜产量的主导因子。试验实施的 70 d 内,芽菜总产量及其产值分别达 661.3~3 161.8 kg/hm² 和 13 225.2~63 236.0 元/hm²,试验因素水平间的产量和产值差异极大。

范振富^[8]开展香椿速生丰产用材林栽培试验指出农家肥为基肥其年生长量最高,该试验中有机肥是影响香椿生长量和芽菜产量的主要因子与其已经结果相一致。黄鹏^[9]以 1 年生香椿实生苗为材料,研究日光型温室矮化密植栽培条件下不同平茬(即截干)高度对苗木生长和芽菜产量的影响,指出截干 20~40 cm 时,最有利于香椿的生长,与该试验截干对香椿生长和芽菜产量的结果类似;同时在平茬处理对日光温室香椿生长及香椿芽产量的影响的研究中发现 7 月中旬截干 40 cm 处理的香椿芽平均产量最高,与该研究 50 d 的芽菜产量最高的结果相一致,但与试验实施后 70 d 的芽菜产量不同,此时,芽菜产量最大的是定干高 20 cm 的。此结果可能是因为香椿年龄和截干时间不同引起的,因此,有必要对不同时间截干以及不同年龄 2 个因素对香椿生长和产量的影响进行进一步的研究。

试验实施后 50、70 d 时,香椿生长量和芽菜产量的优水平组合在试验中均未出现,这也许与正交设计为部分试验有关,故应进一步开展优水平组合的试验实施,以证实此理论优水平组合的可靠性。此外,在不同的生

长时期,截干高度的不同对生长量和芽菜产量的影响也不同,郝明灼等^[10]也在不同截干高度对香椿芽菜产量和商品性状的影响的研究中发现截干 60 cm 高的芽菜产量最高。已有的研究多为单因素试验结果,该研究采用 3 因素 3 水平的单因素试验,获得设施条件下较优化的香椿栽培管理技术组合,但因试验仅于春季开展,对其它季节的影响是否类似尚不可概括之。因此,建议开展不同截干高度等多因素的试验研究,以获得产量、质量好和成本低的香椿优化栽培技术组合。

参考文献

- [1] 彭方仁,梁有旺. 香椿的生物学特性及开发利用前景[J]. 林业科技开发,2005,19(3):3-6.
- [2] 张和义,李宏斌,郭勇,等. 香椿优质高效生产新技术[M]. 北京:金盾出版社,2002.
- [3] 彭方仁,梁有旺. 香椿的生物学特性及开发利用前景[J]. 林业科技开发,2005,19(3):3-6.
- [4] 毕丽君. 香椿嫩叶中黄酮类化合物的提取[J]. 浙江林学院学报,2000,17(2):28-31.
- [5] 黄鹏. 平茬处理对日光温室香椿生长及香椿芽产量的影响[J]. 中国农学报,2007,23(7):438-440.
- [6] 云南省气象局. 云南气候图册[M]. 昆明:云南人民出版社,1982:30-31.
- [7] 李莲芳,刘永刚,孟梦,等. 人工林培育中非均匀密度的概念、理论及其实践基础[J]. 西部林业科学,2007,36(1):30-33.
- [8] 范振富. 香椿速生丰产用材林栽培试验[J]. 林业科技开发,2004,18(5):61-63.
- [9] 黄鹏. 平茬处理对日光温室香椿生长及香椿芽产量的影响[J]. 中国农学报,2007,23(7):438-440.
- [10] 郝明灼,李群,彭方仁,等. 不同截干高度对香椿芽菜产量和商品性状的影响[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(2):194-198.

Effect of Fertilization With Watering Control and Cutting-Stem on Sprout Growth and Its Vegetable Yields of *Toona sinensis*

ZHANG Wei, LI Lianfang, WANG Wenjun, BAO Xueqian, ZHENG Shulyu, SU Ning
(College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: The 3-year-old *Toona sinensis*, which was planted by regime of uneven row spacing, was served as experimental materials to trail the experiment of the fertilization with watering control and cutting-stem effect of these three factors on the sprouting and its vegetable output of *Toona sinensis* under applied the L₉(3⁴) orthogonal design. The results showed that it was beginning sprouting after 7 days of implemented the trail with mean sprouts of 4.1—7.7 and branches of 1.4—2.2 per stem, respectively. There were 2.8—4.0 mm, 3.5—8.3 cm and 2.9—4.2 mm, 4.0—9.0 cm of sprouting diameters and lengths of *T. sinensis*, respectively, after trail implemented for 50 days and 70 days. For 70 days of the experiment carried out, total output and value of sprouting vegetable were 661.3—3 161.8 kg/hm² and 13 225.2—63 236.0 RMB/hm², respectively. It was presented significant differences of sprout growth and sprouting vegetable yields between treatment combinations with pivotal factor of organic fertilizer influencing these two parameters. The optimal treatment combination of the highest sprouting vegetable yield was organic fertilizer 0.25 kg/stem with 20 cm cutting-stem and watering once every 4 days.

Keywords: *Toona sinensis*; sprout; growth; sprouting vegetable; yield