

DOI:10.11937/bfyy.201602038

播种密度对红花芽菜生长及黄酮含量的影响

毋柳柳, 杨靖, 秦仁炳, 李小静, 孟丽

(河南科技学院 生命科技学院, 河南 新乡 453003)

摘要:以河南科技学院红花新株系“3-10”为试材,研究不同播种密度(2.50、5.00、7.25、10.00、12.25 g/钵)对红花芽菜生长发育以及黄酮含量的影响。结果表明:播种密度为 5.00 g/钵时,有利于红花芽菜的生长发育,经济产率、生物产率达到最高值,分别为 11.308%、9.384%,生物产量和经济产量都比较理想,黄酮含量达到 26.86 mg/g。因此,播种密度为 5.00 g/钵是最佳播种密度。

关键词:红花芽菜;播种密度;产量;产率;黄酮

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0146-03

红花(*Carthamus tinctorius* L.)又名草红花。红花的花具有活血通经、祛瘀止痛的作用;红花种子也可以入药,还是油料资源植物,每公顷红花产种籽 3 000~3 750 kg,原料丰富。1993 年联合国粮农组织正式把红花籽油作为一种药、油两用作物列入《生产年鉴》的统计项目之内^[1]。另外,用红花种子培育的“芽苗菜”,其质地脆嫩、口感俱佳、营养丰富、鲜嫩美味、洁净安全、便于消化;而且不易受季节影响,可全年供应。陈红芝等^[2]报道红花芽菜中至少含有 17 种氨基酸,其中 7 种必需氨基酸占氨基酸总量的 42.58%,是全营养食品。杨灿等^[3]对红花幼苗检测中发现其含有丰富的黄酮、腺苷、氨基酸和多种矿质元素等成分,其中黄酮类化合物占主要成分,其在抗氧化、抗自由基、抗肿瘤、抗癌、抗菌、抗病毒活性等方面有明显效果^[4],是一种具有开发前景的天然有机抗氧化剂。关于红花芽菜的文献已有不少,胡喜巧等^[5]研究红花芽菜在 26~28℃ 温度条件下,生物学性状达到最优,28℃ 时黄酮及腺苷的含量最高。成元刚等^[6]证明红花芽菜在培养过程中,最佳光照条件前期为 1 575 lx,后期是 1 000 lx 左右。贾长青等^[7]对红花种子进行沙培试验得出,氮素不同形态对比对红花芽菜产量、生物学产量有显著影响,最宜硝铵比为 50:50。但红花芽菜密度对其产量和品质的影响尚鲜见报道,为了更好的利用红花种质资源,该试验主要探索培育红花芽

菜的最佳播种密度,以及研究不同播种密度对红花芽菜生物学特性、产量、黄酮含量等方面的影响,以期研发高产优质红花芽菜提供理论与实践上的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为河南科技学院中药资源研究所选育的红花新株系“3-10”。选择大小一致、颗粒饱满的红花种子,剔除烂种、坏种、畸形种及变质种,以提高红花种子发芽率及芽菜产量。

栽培容器为市售的轻质塑料育苗钵,其规格为直径 18 cm,高度 25 cm。种子消毒剂:稳定性二氧化氯(新乡市康大消毒剂有限公司)。栽培基质:选用干净、无毒的沙土。

试验仪器有 JA5002 电子天平(上海精天电子仪器有限公司);HL-1000A 磁力高速多功能粉碎机(上海塞耐机械有限公司);KQ-100B 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);722G 可见分光光度计(上海精密科学仪器有限公司制造);101A-2B 型电热鼓风干燥箱(上海实验仪器有限公司)。

试验试剂如下,乙醇溶液:分别量取 150 mL 无水乙醇、100 mL 蒸馏水于 250 mL 烧杯中,摇匀,试剂瓶中密闭避光保存;芦丁标准溶液:精密称取芦丁 10.00 mg 置于 100 mL 容量瓶中,加 60%乙醇定容至刻度,摇匀,试剂瓶中避光冷藏保存;亚硝酸钠溶液:称取亚硝酸钠 5.00 g,加蒸馏水定容于 100 mL 容量瓶,摇匀,试剂瓶中避光保存;硝酸铝:称取硝酸铝 10.00 g,加蒸馏水定容于 100 mL 容量瓶,摇匀,试剂瓶中避光保存;氢氧化钠:称量氢氧化钠 4.00 g,加蒸馏水定容于 100 mL 容量瓶,摇匀,试剂瓶中避光保存。

第一作者简介:毋柳柳(1990-),女,河南沁阳人,硕士,研究方向为药用作物栽培与驯化。E-mail:wuliuliu009qqq@163.com.

责任作者:孟丽(1959-),女,河南睢县人,本科,教授,硕士生导师,研究方向为药用植物资源及开发利用。E-mail:hislml@163.com.

基金项目:河南省科技攻关资助项目(112102310018)。

收稿日期:2015-10-08

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于2015年4月8日进行,播种密度采用单因素设计,设5个处理(2.50、5.00、7.25、10.00、12.25 g/钵),每个处理5次重复。

1.2.2 芽菜培养与处理 将挑选好的红花种子用0.01%的稳定性二氧化氯溶液消毒2 h^[8],晾干备用。沙土装至1/3育苗钵,将种子均匀撒播在育苗钵中,并用沙土覆盖,覆盖厚度为0.5 cm。红花种子发芽后,选用双层遮阳网覆盖培养,光照强度为100 lx左右。每天喷1或2次水,浇水量以基质不滴水为宜,空气相对湿度在85%左右。待芽高4~5 cm,去掉遮阳网,见光绿化,苗高8~10 cm,进行采收。采收在1 d内完成,并测量生物学特性及产量。

1.3 项目测定

1.3.1 生物学性状测定 红花芽菜采收完成后,按不同播种密度处理,选3钵随机挑出5株统计红花芽菜的根长、子叶长、子叶宽、胚轴长、胚轴粗。

1.3.2 产量测定 用千分之一的天平测量红花芽菜各处理的产量。生物产量=单位面积子叶的重量+单位面积茎的重量+单位面积根的重量;经济产量=单位面积子叶的重量+单位面积茎的重量;生物产率(%)=生物产量/播种量×100;经济产率(%)=经济产量/播种量×100^[9]。

1.3.3 黄酮含量测定 参照胡喜巧等^[5]方法测定。

1.4 数据分析

数据处理采用Microsoft Excel 2007 软件进行,统计分析采用DPS 7.05 软件^[10]进行处理和分析,结果以平均数±SD表示,并用平均数进行显著性检验(Duncan法)。

表 1

不同播种密度对红花芽菜生物学性状的影响

Table 1 Effect of different planting density on the biological characteristics of safflower sprouts

项目 Item	播种密度 Planting density/(g·钵 ⁻¹)				
	2.50	5.00	7.25	10.00	12.25
根长 Root length/cm	12.47±1.04bB	15.23±1.07abAB	16.19±0.99aAB	17.25±2.53aA	13.11±1.08bAB
子叶长 Cmcotyledon length/cm	4.36±0.12bB	4.45±0.08bB	4.91±0.23aA	4.35±0.17bB	4.14±0.11bB
子叶宽 Cmcotyledon width/cm	1.51±0.07abA	1.59±0.07aA	1.45±0.05bA	1.43±0.11bA	1.40±0.07bA
胚轴长 Hypocotyl length/cm	4.53±0.55bA	5.39±0.43abA	5.20±0.03abA	6.41±1.67aA	5.56±0.23abA
胚轴粗 Hypocotyl thickness/mm	0.18±0.01aA	0.19±0.02aA	0.19±0.04aA	0.17±0.01aA	0.16±0.01aA

注:表中小写字母表示5%水平的显著性,大写字母表示1%水平的显著性。下同。

Note: In the table, the lowercase letters show significance at 5% level, and the capital letters show significance at 1% level. The same below.

表 2 不同播种密度下红花芽菜的产量

Table 2 The different planting density of safflower sprouts production

播种密度 Planting density /(g·钵 ⁻¹)	生物学产量 Biological yield /(g·(667m ²) ⁻¹)	经济产量 Economic yield /(g·(667m ²) ⁻¹)
2.50	24.76±0.46eE	22.24±0.16eE
5.00	56.54±3.02dD	46.92±0.51dD
7.25	67.48±4.00cC	57.47±3.47cC
10.00	88.58±2.18bB	76.01±2.17bB
12.25	107.13±2.19aA	93.16±1.80aA

2 结果与分析

2.1 播种密度对红花芽菜生物学性状的影响

由表1可知,红花芽菜播种密度,根长有显著的差异,10.00 g/钵的根最长,平均长度17.25 cm;最短的是2.50 g/钵,平均长度12.47 cm。7.25 g/钵处理子叶最长,平均长度为4.91 cm;最短的为12.25 g/钵处理,平均长度为4.14 cm,在5%水平下达到显著差异。胚轴最长为10.00 g/钵处理,平均为6.41 cm;最短的为2.50 g/钵处理,平均长度为4.53 cm,在1%水平不显著。胚轴最粗的是播种密度5.00 g/钵和7.25 g/钵,平均为0.19 mm;最细的为12.25 g/钵,平均为0.16 mm,在5%和1%水平下没有呈现显著性差异。因此,播种密度影响红花芽菜各部位的生长,从生物学性状综合考虑,播种密度为5.00~7.25 g/钵的产值最高,播种密度过高或过低都不利于红花芽菜的生长。

2.2 播种密度对红花芽菜产量的影响

由表2和图1可以看出,播种密度对红花芽菜产量有很大的影响。播种密度为2.50~12.25 g/钵时,红花芽菜生物产量、经济产量均随密度的增加而呈现上升趋势,当播种密度为5.00 g/钵时,生物产率和经济产率达到高峰,分别为11.308%、9.384%,而后开始下降;播种量大、通风透光率低,植株通过光合作用积累产物量受到影响^[11];同时,红花芽菜出现烂芽,生物产率和经济产率逐渐下降。综合考虑红花芽菜的生物产率和经济产率,当播种密度为5.00 g/钵时,虽然生物产量和经济产量没有达到最高,但是可以获得最大经济效益。

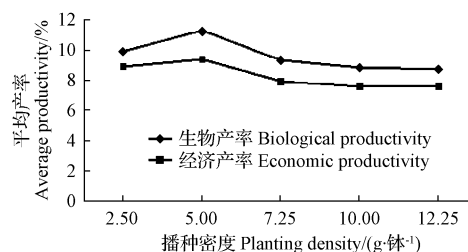


图 1 不同密度下生物产率和经济产率比较

Fig. 1 Comparison of biological productivity and economic productivity under different densities

2.3 播种密度对红花芽菜黄酮含量的影响

由表3可以看出,在播种密度2.50~5.00 g/钵各处理间,红花芽菜中黄酮含量随着播种密度增加呈现增加趋势。在播种密度为5.00 g/钵处达到最大,达到26.86 mg/g,之后黄酮含量随着播种密度的增加反而逐渐降低,在12.25 g/钵处达到最低,只有8.80 mg/g,最大值为最小值的3.05倍。并且5个播种密度之间黄酮含量达到极显著差异水平。因此,从红花芽菜中黄酮含量情况来看,5.00 g/钵为最佳播种密度。

表3 不同播种密度下红花芽菜中黄酮含量

Table 3 The different planting density of safflower flavone content in safflower sprouts

播种密度 Planting density/(g·钵 ⁻¹)	黄酮含量 Flavone content/(mg·g ⁻¹)	显著性 Significance	
		0.05	0.01
2.50	19.19±0.46	c	C
5.00	26.86±0.39	a	A
7.25	23.69±0.71	b	B
10.00	17.72±0.34	d	D
12.25	8.80±0.46	e	E

3 结论与讨论

不同播种密度对红花芽菜生物学性状的影响较大,播种密度过大会造成红花芽菜徒长、细弱、叶片小而黄、抑制芽菜进行光合作用,导致烂苗。试验表明,不同播种密度对生物学特性的影响是很明显的,密度越大,植株空隙逐步减小,红花芽菜各种性状就会受到不同程度的影响。不同的播种密度中以5.00~7.25 g/钵处理下红花芽菜生长良好,且芽菜的子叶长、子叶宽、胚轴粗达到最大值,分别为4.91 cm、1.59 cm、0.19 mm。随着播种密度增加,胚轴长、根长在10.00 g/钵达到最大值,分别为6.41、17.25 cm,后逐渐下降。分析得出,不同的播种密度能够影响红花种子发芽过程中不同器官的生长,在红花种子发芽过程中,不同的播种密度对红花芽菜不同器官的生长有影响,在高密度条件下能够促进根和胚轴的生长;达到播种密度5.00~7.25 g/钵,其子叶长、子叶宽及胚轴粗达到最高,然后逐渐下降;随播种密度的增加,抑制子叶生长,促进胚轴的生长。

Effect of Planting Density on the Growth of Safflower Sprouts and Content of Flavones

WU Liuliu, YANG Jing, QIN Renbing, LI Xiaojing, MENG Li

(College of Life and Technology, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract: Taking the Henan Institute of Science and Technology's safflower '3-10' as experimental materials, the effect of planting density (2.50, 5.00, 7.25, 10.00, 12.25 g/bowl) on the safflower sprouts growth and the content of flavones were studied. The results showed that the planting density was 5.00 g/bowl. It was conducive to safflower sprouts growth and development. Biological productivity and economic productivity were 11.308% and 9.384%, respectively. Biological yield and economic yield were ideal. The flavones content reached 26.86 mg/g. So the planting density was 5.00 g/bowl that was the optimum planting density.

Keywords: safflower sprouts; planting density; yield; productivity; flavone

不同播种密度对红花芽菜产量的影响差异显著,红花芽菜生物产量、经济产量均是随密度的增加而呈现上升趋势,但生物产率和经济产率随播种密度的增加而降低。结果表明:播种密度为5.00 g/钵时,经济产率、生物产率达到最高值,分别为11.308%、9.384%,生物产量和经济产量都比较理想,可以提高经济效益,避免资源浪费,降低栽培成本。

不同播种密度对红花芽菜黄酮含量有影响,随着密度的增加,黄酮含量快速升高。试验可知,在播种密度为5.00 g/钵红花芽菜黄酮含量达到最佳26.86 mg/g后,由于植株存在水分、光照、养料等方面的竞争,光合积累产物受到抑制,黄酮转化也会受到阻碍,进而出现下降的趋势。

综上所述,红花芽菜作为一种新型经济作物,合理密植可以提高经济产率和黄酮含量,是具有一定开发价值的保健芽菜。

参考文献

- [1] 潘涛江. 红花籽的开发利用[J]. 中国油脂, 2001(2): 57-58.
- [2] 陈红芝, 成元刚, 魏燕丽, 等. 红花芽菜不同发育期氨基酸含量的变化[J]. 广东农业科学, 2012(20): 31-34.
- [3] 杨灿, 竺俊鑫, 简在友, 等. 红花芽菜的研究初探[J]. 安徽农业科学, 2007(18): 5428-5518.
- [4] 朱丹, 袁芳, 孟坤, 等. 黄酮类化合物的研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2007(6): 387-389.
- [5] 胡喜巧, 杨文平, 陈红芝, 等. 温度对红花芽菜生长及黄酮和腺苷含量的影响[J]. 北方园艺, 2013(21): 168-170.
- [6] 成元刚, 王锐, 孟丽. 光照强度对红花芽菜生长和维生素C含量的影响[J]. 北方园艺, 2012(22): 154-156.
- [7] 贾长青, 胡喜巧, 成元刚, 等. 不同氮素形态及配比对红花芽菜产量和硝酸盐积累的影响[J]. 科技视界, 2011(2): 37-39.
- [8] 胡喜巧, 杨文平, 许世康, 等. 二氧化氯对红花种子萌发及芽菜中维生素E的影响[J]. 北方园艺, 2014(14): 151-155.
- [9] 董树亭, 王秀峰, 陈雨海, 等. 植物生产学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [10] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [11] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.