

# 光照强度对红花芽菜生长和维生素 C 含量的影响

成元刚, 王 锐, 孟 丽

(河南科技学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:**在温度为 25℃ 的恒温条件下, 研究了 0、15、75、750、1 000 lx 不同光照强度对红花芽菜生物学产量和维生素 C 含量的影响。结果表明: 在 15 lx 光照条件下芽菜的净菜产量最高, 100 g 种子可以收获 453.12 g 净菜, 在 1 000 lx 光照强度下红花芽菜维生素 C 含量最高, 为 8.235 mg/100g。因此, 红花芽菜培养过程中, 最佳光照条件前期为 15~75 lx, 后期是 1 000 lx 左右。

**关键词:**光照强度; 红花芽菜; 产量; 维生素 C

**中图分类号:**S 644.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)22-0154-03

红花(*Carthamus tinctorius* L.)为菊科 1 a 生或 2 a 生植物, 又称草红花, 是一种药、食兼用的经济作物。花冠及种子均可入药, 具有活血通经、祛瘀止痛的作用, 对高血压、冠心病也有很好的疗效<sup>[1]</sup>。红花苗可以食用, 用红花籽培育成的幼嫩芽菜, 其质地脆嫩, 营养丰富, 更易消化。红花芽菜可炒食、凉拌或做汤, 生产不受季节限制, 可周年供应市场。

不同光照强度能够影响种子发芽过程中的各种生理变化<sup>[2]</sup>。该研究发现种子经过发芽, 化学成分均有所改变, 转变为易被人体吸收利用的营养成分, 还能产生大量的维生素 C, 具有较高的营养价值。维生素 C 在人体内影响胶原蛋白的形成, 参与人体多种氧化-还原反应, 并且有解毒作用; 维生素 C 在人体内参与糖的代谢和氧化过程, 并有阻止致癌物质(亚硝胺)生成的作用<sup>[3]</sup>; 维生素 C 帮助人体内铁的吸收, 也常被推荐为预防婴儿猝死症(SIDS)的物质。该试验采用高效液相色谱法测定新鲜红花芽菜中的维生素 C 含量, 旨在探讨红花芽菜发芽过程中不同光照强度对其生长发育的影响以及维生素 C 含量的变化规律, 以为红花芽菜生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料: 河南科技学院中药资源研究所选育的药、油兼用的新乡红花道地品种‘3-10’。试验仪器: 岛津

2010-C 液相色谱仪(日本岛津公司); JCD-001 家用自动豆芽苗菜机(浙江健龙科技永康市建龙健身器材厂); 农科 1 型照度计(天津市科学器材公司), KQ-100DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。试验试剂: 磷酸二氢钾(天津市薄地化工有限公司); 抗坏血酸(中国医药集团上海化学试剂公司); 稳定性二氧化氯(新乡市康大消毒剂有限公司); 超纯水为实验室自制(美国 Millipore 公司)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验采用单因素设计, 设置 5 个不同的光照强度, 1 个黑暗处理为对照 0 lx(CK), 2 个较弱的处理 15 和 75 lx, 2 个较强处理 750 和 1 000 lx, 其它条件一致。在光照培养箱中设置所需光照强度。

1.2.2 芽菜培养 挑选大小及饱满度一致, 无虫蛀、残破、霉烂、畸形的红花种子, 经 60℃ 的温水浸泡 20 min 后, 用 200 mg/L 的稳定性二氧化氯处理 30 min, 沥干后播种于豆芽菜自动培养机的 4 个发芽盒中, 每个放入 25 g 种子, 将豆芽机分别置于不同光照条件下, 用照度计测量发芽盒上方的光照强度, 由弱到强的光照处理分别为 0、15、75、750、1 000 lx; 调节水温在 25℃ 恒温培养; 设定每隔 1 h 喷水 2 min, 试验中每天定时换水 1 次; 待芽高 8~10 cm 时即可采收。

1.2.3 维生素 C 的提取 准确称取生长良好的新鲜红花芽菜样品 2.0 g 于研钵中, 用 5 mL 0.2% 盐酸迅速研磨, 再离心 15 min, 收集上清液, 残渣加入 4 mL 0.2% 盐酸洗涤再提取, 合并上清液, 转移至 50 mL 的容量瓶中, 用 0.2% 盐酸定容后, 摇匀, 用 0.22 μm 滤膜过滤至样品瓶中, 待测<sup>[4-6]</sup>。

### 1.3 项目测定

维生素 C 的检测色谱条件, 色谱柱: VP-ODS, C18

**第一作者简介:**成元刚(1985-), 男, 贵州铜仁人, 硕士, 研究方向为蔬菜种质资源与育种。E-mail: dnfqbmaj@gmail.com.

**责任作者:**孟丽(1959-), 女, 河南睢县人, 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: histml@163.com.

**基金项目:**河南省科技攻关资助项目(112102310018)。

**收稿日期:**2012-08-01

柱(150 mm×4.6 mm)(日本岛津公司)。流动相:甲醇:0.05 mol/L 磷酸二氢钾(pH 3.0)=2:98;流速:0.8 mL/min。检测波长:254 nm;进样量:10  $\mu$ L<sup>[7,9]</sup>。标准溶液:用 0.05 mol/L 磷酸二氢钾(pH 3.0)溶液配制 1 mg/mL 的维生素 C 标准储备液,再稀释成 2、5、10、20、40  $\mu$ g/mL 标准液。

#### 1.4 数据分析

采用 DPS 软件<sup>[10]</sup>和 Excel 软件分析处理数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 恒温条件下,不同光照强度对红花芽菜生长发育的影响

按不同光照处理,选 3 盒随机挑出 30 株统计红花芽菜的根长、胚轴长、子叶长,称量每盘的芽菜净重。由图 1 和表 1 可知,不同光照条件下,根长的长短有显著的差异,其中 75 lx 处理的根最长,平均长度为 11.77 cm;最短的是 0 lx(CK),平均长度为 7.91 cm。子叶最长的为 1 000 lx,平均长度为 3.16 cm,最短的为 0 lx,平均长度为 1.67 cm;其中 1 000 与 750 lx 处理下,在 5% 水平下没有显著性差异,75、15、0 lx 处理均达到显著性差异。胚轴最长的为 0 lx,平均为 6.83 cm,最短的为 1 000 lx,平均长度为 3.20 cm;除了 15 与 75 lx 条件下没有差异外,其余各处理间都存在显著差异。净菜鲜重最重的为 15 lx 处理下平均重 113.28 g,最轻的为 0 lx 处理下平均重 72.94 g,15 与 75 lx 处理净菜鲜重 5% 水平下不显著,0 lx 与其它处理显著。分析得出不同的光照强度能够影响红花种子发芽过程不同器官的生长,在弱光条件下能够促进根的生长。光照强度逐渐增强,子叶的长度也相应的增长,说明光照对子叶长度有促进作用;而胚轴与子叶却相反,随光照强度的增加,胚轴长度越短。由于弱光对子叶生长抑制,促进胚轴的生长,使净菜鲜重在弱光处理条件下产量最高。

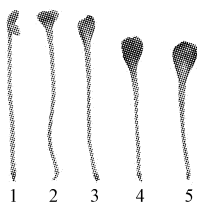


图 1 不同光照强度下生长的红花芽菜

注:1:0 lx,2:15 lx,3:75 lx,4:750 lx,5:1 000 lx。

表 1 不同光照强度处理对红花芽菜生长的影响

处理/lx	根长/cm	子叶/cm	胚轴长/cm	25 g 种子的 净菜鲜重/g
0	7.91±1.27 d D	1.67±0.31 d C	6.83±0.75 a A	72.94 d C
15	9.16±1.87 c C	2.55±0.62 c B	5.66±0.67 b B	113.28 a A
75	11.77±2.09 a A	2.91±0.51 bc AB	5.52±0.46 b B	105.84 ab AB
750	10.88±2.31 ab AB	3.06±0.37 ab AB	4.01±0.63 c C	103.34 bc AB
1 000	10.49±2.50 b B	3.16±0.53 a A	3.20±0.51 d D	97.29 c C

注:表中小写字母表示 5% 水平的显著性,大写字母表示 1% 的显著性。表 2 同。

### 2.2 恒温条件下,不同光照强度对红花芽菜维生素 C 含量的影响

2.2.1 维生素 C 标准曲线的绘制 将不同浓度的标准溶液按 1.3 的色谱条件进行分析,以峰面积对应其含量进行线性回归,得回归方程:  $Y = 2.4012 \times 10^{-5} X$ 。  $R^2 = 0.9997$ , 相关系数  $R = 0.9998$ , 结果表明,维生素 C 含量在 2~40  $\mu$ g/mL 范围内呈良好的线性关系。

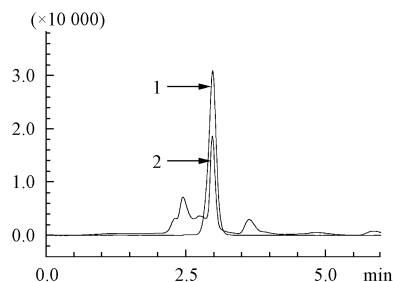


图 2 样品与维生素 C 标准品

注:1. 维生素 C 标准品,2. 样品。

2.2.2 不同光照强度处理维生素 C 的测定结果 通过样品与标准品色谱图的比较,在维生素 C 标准品保留时间 2.988 min 附近有 1 个峰出现,如图 2 所示,确定为维生素 C。不同光照强度处理红花芽菜中维生素 C 含量变化见图 3 和表 2。结果显示,不同处理下维生素 C 的含量差异极显著,随着光照强度的增加,维生素 C 的含量逐渐增加,含量最低是 CK(0 lx),为 2.802 mg/100g,含量最高的是 1 000 lx,为 8.235 mg/100g。

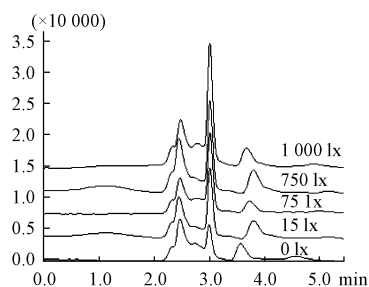


图 3 不同光照强度下维生素 C 测定色谱图比较

表 2 不同光照强度处理红花芽菜中

维生素 C 含量比较

处理/lx	0 (CK)	15	75	750	1 000
重复 1	2.798	3.309	3.227	4.995	8.182
重复 2	2.808	3.340	3.576	5.105	8.379
重复 3	2.799	3.318	3.508	4.937	8.144
平均	2.802 d D	3.322 c C	3.437 c C	5.012 b B	8.235 a A

## 3 结论与讨论

光照不是红花种子发芽的必需条件,但是对红花种子的生长发育却有显著的影响,红花种子发芽过程中通常都是利用自身种子的营养,由于红花芽菜的培养时间通常为 5~7 d,当子叶展开时,有光照的条件下,子叶就

能够变绿,产生叶绿素进行光合作用。结合该试验结果,可认为随光照强度的增加,子叶长度逐渐增加和子叶变绿的程度逐渐增强。而胚轴跟子叶恰好相反,子叶长度随光照强度的增加依次变短。由于受外界光照的影响,各部位发育不一致使营养的分配存在差异,在 75 lx 光照强度下的根长最长,而芽菜的鲜重没有 15 lx 光照强度下高,单从芽菜的净菜重量来看,在光照强度 15~75 lx 下有利于芽菜生物学产量的增加。

当芽菜所处环境光照强度不同时,植物的生理变化有很大的差异,使芽菜中叶绿素、净光合速率、可溶性蛋白、可溶性糖和维生素 C 含量不同<sup>[11]</sup>。该研究表明,在不同光照强度处理下,红花芽菜中维生素 C 的含量随光照强度的增大而增加,除了 15 与 75 lx 处理下维生素 C 的含量无显著差异外,其它处理达到极显著水平。0 lx (黑暗)处理中维生素 C 的含量为 2.802 mg/100g,1 000 lx 处理的维生素 C 为 8.235 mg/100g。这个规律与杨淑艳等<sup>[11]</sup>研究光照强度对干辣椒果实品质的影响相同。

综上,该试验结果表明,光照强度弱的条件下有利于红花芽菜生物学产量的提高,但是光照强度强的条件下芽菜的品质、色泽、营养和维生素 C 均较好,所以在红花芽菜的培养过程中,可以采用变光培养。在采收前期,用 15~75 lx 的光处理,当生物学产量即将到达要求

之后可以变为 1 000 lx 左右的光照处理。这样能够在保证较高的生物学产量的同时,提高红花芽菜的品质。

#### 参考文献

- [1] 宋立人,洪恂,丁绪亮,等.现代中药大辞典[M].北京:人民卫生出版社,1991:924-928.
- [2] 何丽萍,李贵.光照对不同品种莴苣种子萌发的影响研究[J].种子,2009(7):31-37.
- [3] Smith R L, Schweder M C, Barnett R D. Identification of glutenin alleles in wheat and Triticum using PCR-generated DNA markers[J]. Crop Sci, 1994, 34:1373-1378.
- [4] 张冬梅,汪振立,罗六保.对新鲜果蔬中维生素 C 的测定结果影响因素研究[J].江西化工,2010(1):73-76.
- [5] 何优选,梁奇峰.高效液相色谱法测定梅县沙田柚果肉中维生素 C 的含量[J].光谱实验室,2010,7(27):1290-1293.
- [6] 贾君.5 种水果中维生素 C 含量的测定研究[J].冷饮与速冻食品工业,2004(6):33-34.
- [7] 刘志.食品营养学[M].北京:中国轻工业出版社,1997:122-124.
- [8] 赵晓梅,汀英,吴玉鹏,等.果蔬中 VC 含量测定方法的研究[J].食品科学,2006,27(3):197-199.
- [9] 李小娟,杨润.反相高效液相色谱法测定保健食品中维生素 C[J].江苏预防医学,2004(1):60-61.
- [10] Tang Q Y, Feng M G. DPS Data Processing System for Practical Statistics (实用统计分析及其 DPS 数据处理系统)[M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [11] 杨淑艳,李井会,朱丽丽.光照强度对干辣椒果实品质的影响[J].北方园艺,2009(2):65-67.

## Effect of Light Intensity on the Growth and Vitamin C Content of Safflower Sprouts

CHENG Yuan-gang, WANG Rui, MENG Li

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

**Abstract:** Under the conditions of temperature 25℃, the effect of different light intensity (0, 15, 75, 750, 1 000 lx) on the biomass yield and content of vitamin C of safflower sprouts were studied. The results showed that the highest yield was got at 15 lx, for 100 g seeds could harvest 453.12 g cleaned safflower sprouts, meanwhile, the content of vitamin C was at peak of 8.235 mg/100g treated 1 000 lx. In conclusion, in the cultivation process of safflower sprouts, the optimum light intensity was 15~75 lx at prophase and 1 000 lx at anaphase technique.

**Key words:** light intensity; safflower sprouts; yield; vitamin C