

# 温度对红花芽菜生长及黄酮和腺苷含量的影响

胡喜巧, 杨文平, 陈红芝, 孟 丽

(河南科技学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:**以红花二号种子为试材, 采用豆芽机培养, 研究了温度(22、24、26、28、30℃)对红花芽菜生物学性状及其营养成分黄酮和腺苷含量的影响。结果表明: 26~28℃条件下, 红花芽菜生物学性状较优, 且于 28℃时净菜比最大, 达 5.99; 温度由 22℃增加到 28℃时, 黄酮含量从 5.15 mg/g 增加到 28.03 mg/g, 30℃时黄酮含量迅速降低为 11.67 mg/g; 而腺苷在 28℃处理下含量最高为 58.42 μg/g, 22℃处理下腺苷含量最低, 为 47.45 μg/g。表明温度对芽菜生长有很大的影响, 不同温度处理对红花芽菜中黄酮含量影响显著, 对腺苷含量有一定影响。

**关键词:**红花芽菜; 温度; 黄酮; 腺苷

**中图分类号:**R 284.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0168-03

红花(*Carthamus tinctorius* L.)属菊科 1 a 生或 2 a 生草本植物, 又名草红花。我国红花栽培历史悠久, 自汉代初就传入我国, 距今在我国已有 2 100 多年的栽培和药用历史<sup>[1]</sup>。目前红花主要应用于药用、油料、食品色素、保健品、化妆品、染料及油漆等方面。红花花中主要有黄酮类、木脂素类、多炔类等化学成分, 其中药效成分主要是红花黄色素、腺苷、羟基红花黄色素及红花红色素等物质, 红花黄色素有扩张血管、延长凝血时间、抑制血小板聚集的作用, 而腺苷有改善心脑血管血液循环, 防止心率失常和调节腺苷酸环化酶活性的作用<sup>[2]</sup>。红花作药用有活血通经、去瘀止痛之功效, 为全国中药材市场上常用大宗药材<sup>[3]</sup>。

红花种子可以生产红花“芽菜”, 经过对红花芽苗的初步鉴定, 发现红花芽苗中含有丰富的黄酮、腺苷、氨基酸和维生素等营养物质, 开发成芽菜不但丰富了人们的菜肴, 同时具有预防心脑血管疾病、降低血脂、增加机体免疫功能的作用。但是关于温度对红花芽菜中营养物质含量的影响尚鲜见报道。因此, 该试验主要研究了不同温度对红花芽菜中黄酮和腺苷含量的影响, 探索培养红花芽菜的最佳温度, 以期对红花芽菜生产提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

红花二号种子由河南科技学院中药资源研究所

提供。

岛津 2010-C 液相色谱仪(日本岛津公司); KQ-100DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); LHP-250 型智能人工气候箱(上海三发科学仪器有限公司)等。

腺苷标准品(Sigma 公司), 芦丁标准品(中国药品生物制品检定所), 其它试剂均为分析纯。

### 1.2 试验方法

1.2.1 材料培养与处理 取无破碎、大小及饱满度一致的红花种子, 称取 100 g 种子 5 份, 用 50℃水浸泡 15~20 min, 用纱布把种子过滤出, 每个豆芽机中放入 100 g 种子, 将 100 g 种子均匀的分布在 4 个植芽盘中。在光照、水分等不变的条件分别将温度调节为 22、24、26、28、30℃。每天为种子换水, 以利于种子的萌发, 培养 6~7 d 即可长出芽菜。采收在同 1 d 完成, 同时测定各处理的鲜重、根长、子叶长、胚轴长。收获的红花芽菜于热风温度 60℃、干燥时间 8 h、单位面积载样量 150 g/dm<sup>2</sup>条件下用 101A-2B 型电热鼓风干燥箱内进行干燥, 之后粉碎过筛备用。

1.2.2 黄酮含量的测定 芦丁标准曲线的制作: 精密称取干燥至恒重的芦丁对照品 10.00 mg 置于 100 mL 容量瓶中, 加入 60%乙醇 10 mL, 于 30℃水浴锅中加热使之溶解, 放冷, 用 60%乙醇定容至刻度, 摇匀, 即得 0.1 mg/mL 的芦丁对照品溶液。精密量取 0.2、5.0、7.5、10.0、12.5 mL 芦丁标准溶液至 25 mL 容量瓶中, 各加 60%乙醇溶液至 12.5 mL; 加 5%亚硝酸钠溶液 0.75 mL, 摇匀, 放置 6 min; 加 10%硝酸铝溶液 0.75 mL, 摇匀, 放置 6 min; 加 4%氢氧化钠溶液 10 mL, 再各加 60%乙醇溶液至刻度线, 摇匀, 放置 15 min。第 1 份做空白, 在最大吸收波长 510 nm 处测定各自吸光度。以芦丁对照品的质量浓度(X)为横坐标, 吸光度(Y)为纵

**第一作者简介:**胡喜巧(1971-), 女, 硕士, 实验师, 现主要从事药用植物资源开发与利用等工作。E-mail: hxqiao1@163.com.

**责任作者:**孟丽(1959-), 女, 本科, 教授, 现主要从事药用植物资源开发与利用等工作。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:**2013-06-24

坐标绘制标准曲线,得回归方程: $Y=0.0331X-0.0011$ ,  $R^2=0.9962$ 。样品处理:取 1 g 红花芽菜粉末于 250 mL 三角瓶中,加入 25 mL 60%乙醇(料液比 1:25),超声波功率 100 W,提取时间 40 min,进行提取。之后抽滤,滤渣重复处理 1 次,将提取液定容至 100 mL。样品测定:取 1 mL 提取液至 25 mL 容量瓶,各加 60%的乙醇至 12.5 mL;加 5%  $\text{NaNO}_2$  溶液 0.75 mL,摇匀,放置 6 min;加 10%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  溶液 0.75 mL,摇匀,放置 6 min;加 4%  $\text{NaOH}$  溶液 5.0 mL,再加 60%的乙醇至刻度,摇匀,放置 15 min,在 510 nm 波长下测定吸光值。分别记录数据,并将各数据带入上面求得的线性方程中,计算得出不同温度培养的红花样品液中总黄酮含量<sup>[4-7]</sup>。

1.2.3 腺苷含量的测定 腺苷标准曲线的制作:精密称取腺苷标准品 100.0 mg,定容至 100 mL,得母液 A,精密吸取母液 A 10 mL,定容至 100 mL,得母液 B;精密吸取母液 B 0.5、3.5、6.5、9.5、12.5、15.5 mL,分别定容至 50 mL。进样量为 10  $\mu\text{L}$  进入 HPLC 色谱仪。以峰面积为横坐标,浓度为纵坐标,绘制标准曲线。得回归方程  $Y=2.64171 \times 10^{-5} X+0.02759$ ,  $R^2=0.9997$ 。样品处理与测定:精密称取红花样品 1 g 于 100 mL 三角瓶中,加水 25 mL(料液比 1:25),超声波功率 100 W,提取时间 30 min,进行提取,之后抽滤,滤渣重复处理 1 次,将提取液定容至 50 mL,色谱条件如下:色谱柱为 C18(150 cm $\times$ 0.45 cm);检测波长 254 nm;流动相  $\text{HAc}-\text{CH}_3\text{CN}-\text{H}_2\text{O}=0.1:4:95.9$ ;流速 0.8 mL/min;温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 。进样 10  $\mu\text{L}$  待测。根据标准曲线计算腺苷含量<sup>[8-11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对红花芽菜生物学性状的影响

由表 1 可知,温度对红花芽菜生长发育不同部位有不同影响。红花芽菜根长差异显著,以 28 $^{\circ}\text{C}$ 处理的根最长,平均长度为 13.04 cm;其次为 26 $^{\circ}\text{C}$ 处理,且 2 个处理之间没有显著性差异。根长最短的是 22 $^{\circ}\text{C}$ 处理,为 9.07 cm。子叶长度以 26 $^{\circ}\text{C}$ 处理为最长,达 2.98 cm,22 $^{\circ}\text{C}$ 处理的子叶最短,其中 26~30 $^{\circ}\text{C}$ 处理的子叶长没有显著性差异,其它处理间有一定差异。胚轴以 28 $^{\circ}\text{C}$ 处理

表 1 不同温度处理对红花芽菜生长的影响

Table 1 Influence of different temperatures on safflower sprout growth

| 处理<br>Treatment<br>/ $^{\circ}\text{C}$ | 根长<br>Root length<br>/cm | 子叶长<br>Cotyledon<br>length/cm | 胚轴长<br>Length of plumular<br>axis/cm | 净菜/种子<br>Clean vegetable yield<br>/Sowing quantity |
|---|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| 22                                      | 9.07 $\pm$ 1.55dC        | 2.90 $\pm$ 0.28cB             | 5.77 $\pm$ 0.94cB                    | 4.20 $\pm$ 0.05dD                                  |
| 24                                      | 10.56 $\pm$ 2.55cB       | 2.98 $\pm$ 0.32bA             | 6.39 $\pm$ 0.98bAB                   | 5.69 $\pm$ 0.17bB                                  |
| 26                                      | 12.66 $\pm$ 2.22abA      | 3.11 $\pm$ 0.30abA            | 6.73 $\pm$ 0.95abA                   | 5.88 $\pm$ 0.15aA                                  |
| 28                                      | 13.04 $\pm$ 2.20aA       | 3.06 $\pm$ 0.39aA             | 6.94 $\pm$ 1.23aA                    | 5.99 $\pm$ 0.04aA                                  |
| 30                                      | 11.89 $\pm$ 2.55bAB      | 2.96 $\pm$ 0.31abA            | 6.78 $\pm$ 0.90abA                   | 4.62 $\pm$ 0.10cC                                  |

注:不同小写字母表示 0.05 水平下差异显著,不同大写字母表示 0.01 水平下差异显著,下同。

Note: The different letters mean significant difference at 0.05 level, and different capital letters mean significant difference at 0.01 level in the table, the same below.

最长,为 6.94 cm,22 $^{\circ}\text{C}$ 处理的最短,平均长度为 5.77 cm,26~30 $^{\circ}\text{C}$ 处理的胚轴长无显著差异。净菜比最大的是 28 $^{\circ}\text{C}$ 处理,产出比为 5.99,最小的是 22 $^{\circ}\text{C}$ 处理,产出比为 4.20。26 $^{\circ}\text{C}$ 与 28 $^{\circ}\text{C}$ 处理产出比没有差异显著性,与其它处理间都达到显著水平。由此可知,温度影响红花种子发芽过程不同部位的生长,在 26~28 $^{\circ}\text{C}$ 之间红花芽菜的产出比较大,有利于红花芽菜产量的提高。温度过高或过低都不利于红花芽菜的生长。

### 2.2 温度对红花芽菜黄酮含量的影响

由图 1 可知,不同温度下红花芽菜黄酮含量有显著差异。温度由 22 $^{\circ}\text{C}$ 增加到 28 $^{\circ}\text{C}$ ,黄酮含量呈增加的趋势,从 5.15 mg/g 增加到 28.03 mg/g,增加了 4.44 倍。而温度高达 30 $^{\circ}\text{C}$ 时黄酮含量迅速降低,仅为 11.67 mg/g。由此可见,红花芽菜中黄酮合成和温度有密切关系,适当的温度有利于红花芽菜中黄酮含量的提高。

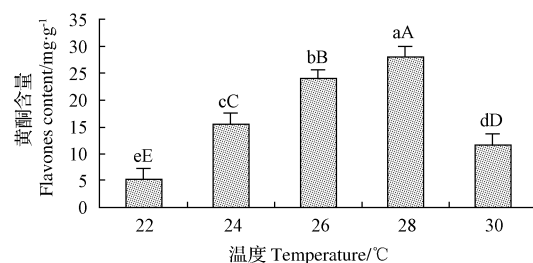


图 1 不同温度处理对红花芽菜中黄酮含量的影响

Fig. 1 Effect of different temperatures on flavonoid content of safflower sprout

### 2.3 温度对红花芽菜腺苷含量的影响

由图 2 可知,温度对红花芽菜中的腺苷含量有一定的影响,通过方差分析发现,处理 28 $^{\circ}\text{C}$ 时芽菜中腺苷含量最高,为 58.42  $\mu\text{g/g}$ ,与其它处理之间的差异达到极显著水平,其次为 26 $^{\circ}\text{C}$ ,达 52.21  $\mu\text{g/g}$ 。处理 22、24、30 $^{\circ}\text{C}$ 之间的没有显著差异,22 $^{\circ}\text{C}$ 处理的腺苷含量最低,为 47.45  $\mu\text{g/g}$ 。由此可知,温度对芽菜中腺苷的合成也有一定的影响,温度由 22 $^{\circ}\text{C}$ 到 28 $^{\circ}\text{C}$ 升高过程中,腺苷的合成增加,若继续增加温度,腺苷含量反而下降,可能与影响了植物体内某种酶的活性有关。

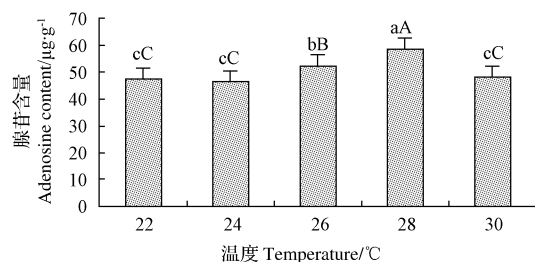


图 2 不同温度处理对红花芽菜腺苷含量的影响

Fig. 2 Effect of different temperatures on adenosine content of safflower sprout

### 3 讨论与结论

#### 3.1 适宜温度有利于红花芽菜快速生长

种子萌发是一个生理生化过程,在一系列酶的参与下进行,而酶的催化与温度有密切关系。种子萌发有其最低、最高与最适温度。温度的高低直接影响芽菜正常生长与否,关系到芽菜的生长速度、产品质量及品质的优劣。温度偏低使种子生理作用延缓而影响发芽,温度过高也会抑制种子生理活动而影响发芽。适宜的温度能够促进种子的吸水,并使酶促过程和呼吸作用加强,使贮藏的营养很快变成胚能利用的可溶性状态。在芽菜培养的早期,红花种子主要是一个吸水的过程,温度与种子的吸水有密切关系<sup>[12]</sup>,吸水充分的种子发芽率与发芽势比较高,从而影响红花芽菜各部位的生长。适当的温度可降低芽菜的生产周期,有利于芽菜的快速生长。

#### 3.2 温度对红花芽菜中黄酮和腺苷含量有一定的影响

随着分子生物学和生物技术的发展,人们已经开始从分子角度阐明环境因素对类黄酮生物合成的影响机制<sup>[13]</sup>,结果表明光照强度和温度影响黄酮类成分在植物组织中的含量和分布情况。适宜的温度有利于黄酮类物质的积累,主要原因是适温可以使黄酮类成分合成途径中相关酶的活性大幅度增加。另外,有些学者认为,增加昼夜温差也可以促进黄酮的生物合成,这可能与碳的生物代谢有关。温度是影响黄酮合成的一个重要因素。腺苷具有明显的扩张血管、改善微循环、增强组织细胞营养和改善缺血缺氧的作用,同时还具有抗血小板聚集和降低全血黏度的作用,是红花芽菜中的主要活性成分之一。该研究结果表明,芽菜中黄酮和腺苷含量均表现为先升高后下降的趋势,均在 28℃ 时含量达最高。说明适当提高温度有利于黄酮和腺苷合成,但是温度对红花芽菜中的腺苷含量的影响没有黄酮含量明显。

该试验研究了不同温度处理对红花芽菜的生物性状、产出比的影响,得出温度对芽菜生长速度有很大的影响,适当的温度能够缩短芽菜培养时间。对不同温度处理的红花芽菜中的黄酮、腺苷含量测定结果表明,红花芽菜在温度 28℃ 时黄酮、腺苷含量均为最高,有利于提高芽菜的营养水平及保健价值。该结论为实践中培养优质高产的红花芽菜提供了一定的理论依据,也为日后对红花芽菜生产条件的优化研究提供了参考数据。

#### 参考文献

- [1] 郭美丽,张汉明,张芝玉. 红花本草考证[J]. 中药材,1996,19(4):202.
- [2] 高其铭. 中药红花的药理研究概况[J]. 中西医结合杂志,1984,4(6):758.
- [3] 钱信忠. 中国本草彩色图鉴:常见中草药(下卷)[M]. 北京:人民卫生出版社,1996:36-40.
- [4] 李娜,鲁晓翔. 微波提取红花黄酮类化合物的研究[J]. 中国酿造,2010,220(70):105-109.
- [5] 贾征,黄文,薛安. 杜仲叶黄酮的超声提取及其抗氧化性研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(4):1286-1288.
- [6] 王延峰,李延清,郝永红,等. 超声波法提取银杏叶黄酮的研究[J]. 食品科学,2002,23(8):166-167.
- [7] 宋琳琳,路源,成元刚. 超声波法对枣果中黄酮提取工艺的优化[J]. 贵州农业科学,2010,38(11):222-224.
- [8] 邵雪力. 高效液相色谱法测定氟康唑胶囊的含量[J]. 中国医药指南,2011,15(3):56-57.
- [9] 刘少文. 高效液相色谱法测定龙胆中龙胆苦苷的含量[J]. 中国当代医药,2011,12(3):11-12.
- [10] 王晓琳,张平,宋平顺. 高效液相色谱法测定柴胡中柴胡皂苷 a 与柴胡皂苷的含量[J]. 现代医药卫生,2011,18(1):56-57.
- [11] 赵雷. 高效液相色谱法测定左旋多巴片的有关物质[J]. 中国当代医药,2011,6(2):43-44.
- [12] 张德纯,王德祺,王小琴,等. 不同温度对芽苗菜种子发芽的影响[J]. 蔬菜,1997,5(3):26-28.
- [13] 徐文燕,高微微,何春年. 环境因子对植物黄酮类化合物生物合成的影响[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2006,8(6):68-73.

## Effect of Different Temperatures on the Growth of Safflower Sprout and the Content of Flavones and Adenosine

HU Xi-qiao, YANG Wen-ping, CHEN Hong-zhi, MENG Li

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

**Abstract:** Taking safflower II seeds as material, the effect of temperatures (22, 24, 26, 28, 30℃) on the biological characters of safflower sprout and the contents of flavones and adenosine were studied for bean sprouts machine training. The results showed that the output ratio of safflower sprout was bigger at 26~28℃, the average value was 5.99 at 28℃, the flavones content increased from 5.15 mg/g to 28.03 mg/g when the temperature increased from 22~28℃, and the flavones content decreased rapidly at 30℃, that was 11.67 mg/g. Besides, the adenosine content was the highest at 28℃, that was 58.42 μg/g and the lowest at 22℃, that was 47.45 μg/g. Therefore, temperature had a great impact on the sprout growth speed of safflower sprout. With the change of temperature, it had significant effect on the content of flavones and adenosine in safflower sprout.

**Key words:** safflower sprout; temperature; flavonoids; adenosine