

网络出版日期:2017-10-18

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171018.1733.026.html

温度对红花芽菜生长特性及有效成分的影响

胡喜巧^{1,2}, 杨文平¹, 黄玲¹, 梅沛沛¹, 倪亚甲¹, 孟丽¹

(1. 河南科技学院, 河南新乡 453003; 2. 现代生物育种河南省协同创新中心, 河南新乡 453003)

摘要 以红花株系农家品种、‘B-1’‘1-3’‘3-10’为材料, 研究不同温度(20、25、30 和 35 ℃)对红花芽菜生长特性及有效成分的影响。结果表明:25 ℃时 4 种红花种子出苗率最高且分别为 95.67%、90.00%、99.00% 和 96.33%, 红花芽菜幼苗的生长状况最好, 芽菜的单株鲜质量最大分别为 0.41、0.41、0.49 和 0.45 g, 百株生物学产量分别为 41.00、37.49、45.56 和 37.40 g, 百株净产量分别为 32.79、31.08、36.84 和 29.84 g, 20 ℃时红花芽菜中的功效成分黄酮和羟基红花黄色素 A 质量分数最高, 分别为 24.72 和 19.05 mg/g, 多糖质量分数较低; 随着温度的升高, 红花芽菜黄酮和羟基红花黄色素 A 质量分数呈下降趋势, 多糖质量分数增加。20~25 ℃为红花芽菜生长的适宜温度。

关键词 红花芽菜; 生长特性; 多糖; 黄酮; 羟基红花黄色素 A

中图分类号 S567.2; R284.1

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2017)10-1507-06

红花(*Carthamus tinctorius* L.)为 1 a 生或 2 a 生草本植物, 在中国已有 2 100 年的栽培和用药史^[1]。红花具有稳定血压、降低胆固醇、促进微循环和恢复神经等功能^[2-3], 其分布较广, 原产于埃及, 现中国各地多有栽培, 主产于新疆、河南、四川、云南、浙江等地^[4]。河南省曾是红花的主产区, 早有怀红花(亦称卫红花)之称。董顺福等^[5]经过对红花幼苗的初步鉴定显示, 红花幼苗中含有丰富的黄酮、腺苷、多糖、氨基酸、维生素和多种矿物质元素等对人体有益的成分。成元刚等^[6]研究表明, 前期弱光培养, 采收前 1~2 d 强光培养的变光培养方式, 红花芽菜的产量、品质、色泽营养和维生素 C 较好, 杨灿等^[7]研究表明, 质量浓度为 4 mg/L α -萘乙酸和 5 mg/L 糖氯基嘌呤处理种子, 红花芽菜产量最高, 产出比为 7.6:1。毋柳柳等^[8]对芽菜的播种密度与产量的关系进行了探讨。红花种子生产芽菜或苗菜, 可凉拌、炒食或做汤, 鲜嫩可口, 易于消化^[6]。在食用该类蔬菜^[9]过程中, 可提高人们免疫能力^[3]和抵抗能力。红花芽菜营养价值高, 其生长状况和有效成分易受到外界环境条件特别是温度的影响。因此, 研究不同温度对红花芽菜生物学特性及有效成分的影响,

探讨红花芽菜生长的适宜温度, 为红花芽菜规模化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及试剂

以河南科技学院中药资源研究所选育的药油兼用红花株系‘B-1’‘1-3’‘3-10’及农家品种为材料, 试验试剂: 芦丁标准品(中国药品生物制品检定所), 羟基红花黄色素 A 标品(北京奥克生物技术有限公司), 其它试剂为分析纯。

1.2 试验设计

采用完全随机试验, 设 20、25、30 和 35 ℃ 4 个不同温度处理, 每个处理重复 4 次。挑选大小、籽粒饱满度均匀度一致的红花种子用 60 ℃ 的温水浸泡 40 min, 沥干备用; 将处理好的 250 g 沙子装入 12 cm×12 cm 的发芽盒中, 深度约 2 cm; 将事先处理的 100 粒种子按 10×10 方式摆入发芽盒内; 然后在表面撒上 1 cm 厚的沙子, 定量浇水 200 mL, 生长期间, 适时定量补充水分。

1.3 测定项目及方法

将“1.2”方法处理的红花种子培养 7 d 后采收, 采收时用游标卡尺和电子天平测定胚轴长、胚

收稿日期:2016-10-31 修回日期:2016-12-16

基金项目:河南省科技攻关(112102310018); 河南科技学院大学生创新基金(201310467045, 2015CX005)。

第一作者:胡喜巧, 女, 硕士, 高级实验师, 主要从事土壤和红花种质资源开发与利用。E-mail: hxqiao1@163.com

通信作者:孟丽, 女, 教授, 硕士生导师, 主要从事植物资源开发与利用研究。E-mail: histml@163.com

轴粗、胚根长、胚根数、子叶宽、子叶长、单株鲜质量、生物学产量、净产量(胚轴和子叶)、出苗率。然后用 105 ℃ 高温杀青 40 min, 在 80 ℃ 干燥箱烘至恒量, 粉碎过筛检测。黄酮检测采用分光光度法^[10], 羟基红花黄色素 A(HSYA)检测采用紫外分光光度法^[11], 可溶性多糖采用硫酸苯酚法^[12]。

1.4 数据处理

采用 Microsoft excel 2003 和 DPS 14.5 对数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 温度对红花芽菜幼苗生物学特性的影响

2.1.1 对幼苗生长的影响 表 1 表明, 同一材料不同温度下红花芽菜的胚轴长随着温度的升高均呈现先升高后下降的趋势, 温度为 25 ℃ 时达到最大值, 温度为 20 ℃、25 ℃ 时 4 个供试材料的胚轴长、胚轴粗、子叶宽差异不显著, 胚轴粗在 1.73~1.94 mm, 35 ℃ 时材料‘1-3’的胚轴最粗, 与该材料 20 ℃ 和 25 ℃ 无差异。所有材料的胚根长和胚根数随着温度的升高呈下降趋势, 且 35 ℃ 时胚根长下降幅度几乎为 20 ℃ 时的一半, CK 和‘1-3’的胚根数随着温度的升高呈现下降的趋势, ‘B-1’和

‘3-10’的胚根数随着温度的升高呈先下降再略上升后急剧下降的趋势, 35 ℃ 时的胚根只有 1 条或 2 条。4 个材料的子叶长随着温度的升高均呈现先上升后下降的趋势, 且在 25 ℃ 时达到最大值, 材料之间无差异。

2.1.2 对产量的影响 表 2 表明, 4 种材料的出苗率、单株鲜质量、生物学产量和净产量随温度升高均呈现先上升后下降的趋势, CK、‘B-1’、‘1-3’的出苗率随温度均呈现先上升后下降的趋势, ‘3-10’的出苗率表现为一直下降, 且该材料 20 ℃ 和 25 ℃ 处理间无差异, 25 ℃ 时各性状指标较好; 出苗率分别为 95.67%、90.00%、99.00% 和 96.33%, 单株鲜质量分别为 0.41、0.41、0.49 和 0.45 g, 百株生物学产量分别为 41.00、37.49、45.56 和 37.40 g, 百株净产量分别为 32.79、31.08、36.84 和 29.84 g, 在 35 ℃ 条件下, 材料 CK、‘B-1’、‘1-3’、‘3-10’生物学产量最低, 百株产量仅有 10.48、8.69、6.96 和 15.00 g; 不同材料在 25 ℃ 下, 以 1-3 的生物学产量和净产量最高, 其次为 CK, ‘3-10’的最低。温度超过 30 ℃ 时, 特别是 35 ℃ 时, 出苗率急剧下降, 特别是‘1-3’芽菜生物学产量下降最多, 达 86.91%, ‘3-10’下降最少, 也有 59.89%。

表 1 不同温度条件下红花芽菜幼苗的生长特性($\bar{x} \pm s, n=10$)

Table 1 Growth characteristics of safflower seedlings under different temperatures

| 材料 Material | 处理温度/℃ Treatment temperature | 胚轴长/mm Embryo axis length | 胚轴粗/mm Embryo axis thickness | 胚根长/mm Radicle length | 胚根数 Radicle number | 子叶宽/mm Cotyledon width | 子叶长/mm Cotyledon length |
|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| CK | 20 | 37.18±1.16 abc | 1.73±0.02 abcd | 93.20±17.90 ab | 7.13±0.31 b | 11.22±0.33 abcd | 35.98±0.75 cd |
| | 25 | 38.71±1.60 abc | 1.83±0.11 abc | 79.02±14.03 b | 5.33±1.15 bcde | 10.60±0.45 bcde | 42.59±3.64 a |
| | 30 | 30.79±6.36 d | 1.79±0.38 abcd | 53.64±11.77 cd | 4.53±0.31 cdef | 9.60±0.43 ef | 31.57±3.64 de |
| | 35 | 19.35±2.36 g | 1.84±0.15 abc | 46.58±8.14 cd | 1.33±0.31 g | 10.50±0.26 cde | 26.88±0.89 ef |
| B-1 | 20 | 33.29±0.61 cd | 1.78±0.03 abcd | 87.02±15.88 ab | 6.53±2.34 bcd | 10.45±0.91 de | 37.32±1.08 bc |
| | 25 | 36.26±2.49 bc | 1.79±0.06 abcd | 84.46±5.39 ab | 5.53±2.91 bcde | 10.64±0.84 bcde | 40.84±1.99 abc |
| | 30 | 24.83±5.70 ef | 1.55±0.05 d | 54.50±10.00 cd | 5.60±0.92 bcde | 9.69±0.95 ef | 31.62±5.35 de |
| | 35 | 19.83±4.24 fg | 1.70±0.18 bcd | 42.30±7.34 cd | 1.73±0.12 g | 9.64±1.14 ef | 25.21±1.89 f |
| 1-3 | 20 | 34.74±4.30 bcd | 1.80±0.09 abcd | 89.67±7.64 ab | 10.53±1.29 a | 11.76±0.41 ab | 37.58±0.96 bc |
| | 25 | 39.37±2.73 ab | 1.94±0.06 ab | 83.45±15.22 ab | 6.93±1.97 bc | 12.33±0.04 a | 42.80±1.20 a |
| | 30 | 22.36±0.19 efg | 1.61±0.07 cd | 58.23±12.24 cd | 4.27±1.10 def | 8.94±0.31 f | 26.76±1.51 ef |
| | 35 | 18.46±0.66 g | 1.97±0.14 a | 36.90±6.67 d | 2.47±0.42 fg | 10.00±1.26 ef | 26.00±6.11 f |
| 3-10 | 20 | 39.48±0.24 ab | 1.77±0.02 abcd | 99.55±7.48 a | 5.87±0.50 bcde | 11.96±0.34 a | 37.62±0.58 bc |
| | 25 | 42.12±1.16 a | 1.77±0.11 abcd | 87.12±10.46 ab | 4.13±0.64 ef | 11.66±0.79 abcd | 41.36±2.95 ab |
| | 30 | 34.35±0.57 bcd | 1.65±0.05 cd | 59.87±6.69 c | 5.60±1.71 bcde | 11.69±0.45 abc | 36.37±2.17 bcd |
| | 35 | 25.87±0.14 e | 1.66±0.07 cd | 43.37±5.70 cd | 1.13±0.23 g | 9.84±0.75 ef | 26.57±1.02 ef |

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 下表同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference($P<0.05$), the same below.

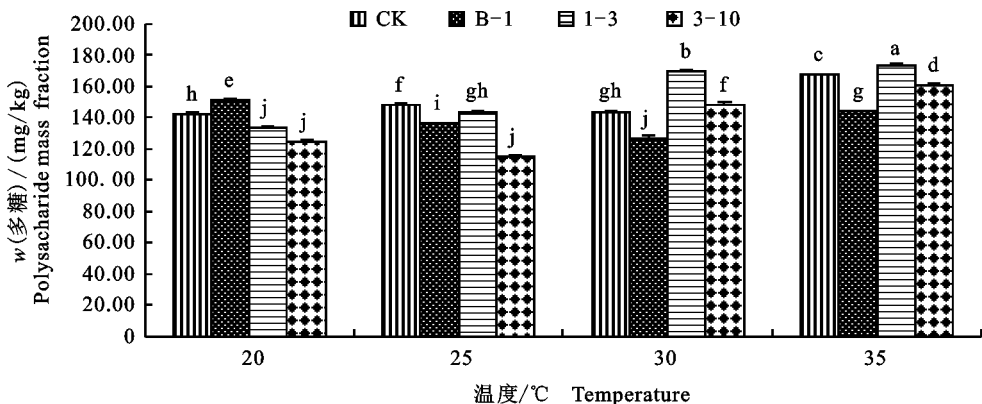
表 2 不同温度下红花芽菜产量($\bar{x} \pm s, n=10$)

Table 2 Yield of safflower buds at different temperatures

| 材料 Material | 处理温度/°C Treatment temperature | 出苗率/% Germination rate | 单株鲜质量/g Fresh mass per plant | 百株生物学产量/g One hundred plant biological yield | 百株净产量/g One hundred plant net production |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|--|
| CK | 20 | 91.67±2.52 abc | 0.34±0.00 cd | 35.35±2.24 c | 27.98±2.60 bc |
| | 25 | 95.67±1.53 abc | 0.41±0.05 b | 41.00±2.69 ab | 32.79±2.43 ab |
| | 30 | 88.33±11.93 bcd | 0.35±0.03 cd | 25.89±7.01 d | 22.08±6.81 e |
| | 35 | 47.67±9.07 f | 0.26±0.02 f | 10.48±0.61 ef | 8.31±0.57 fg |
| B-1 | 20 | 87.67±0.58 cd | 0.35±0.01 cd | 33.52±3.10 c | 27.49±1.20 cd |
| | 25 | 90.00±2.00 abc | 0.41±0.02 b | 37.49±1.20 d | 31.08±0.41 bc |
| | 30 | 88.33±3.51 bcd | 0.36±0.03 cd | 26.69±3.22 d | 22.77±4.04 e |
| | 35 | 39.00±5.29 g | 0.22±0.01 g | 8.69±1.87 f | 7.32±1.54 g |
| 1-3 | 20 | 97.00±2.65 abc | 0.43±0.01 b | 41.38±3.42 ab | 32.42±1.73 ab |
| | 25 | 99.00±0.00 a | 0.49±0.03 a | 45.56±3.28 a | 36.84±0.86 a |
| | 30 | 80.67±4.16 d | 0.36±0.03 c | 22.40±2.38 d | 19.06±2.64 e |
| | 35 | 27.33±4.93 h | 0.28±0.05 ef | 6.96±0.96 f | 5.66±0.80 g |
| 3-10 | 20 | 97.33±1.15 ab | 0.35±0.03 cd | 35.35±2.56 c | 28.15±3.37 bc |
| | 25 | 96.33±2.52 abc | 0.45±0.02 ab | 37.40±1.97 bc | 29.84±1.31 bc |
| | 30 | 79.67±7.09 d | 0.34±0.02 cd | 26.58±4.59 d | 23.19±2.96 de |
| | 35 | 63.67±2.89 e | 0.31±0.04 de | 15.00±1.83 e | 12.33±1.57 f |

2.2 温度对红花芽菜有效成分的影响

2.2.1 对多糖质量分数的影响 图 1 表明,随着温度的升高,材料 CK、‘1-3’‘3-10’芽菜中的多糖质量分数整体呈现上升的趋势,‘B-1’芽菜中的多糖质量分数表显出先降后升的变化趋势。材料‘1-3’在 35 °C 条件下的多糖质量分数最高,较 20 °C 条件提高 23.35%,材料‘3-10’在 20 °C、25 °C 时的多糖质量分数均较低,分别 124.70 和 114.43 mg/kg,在 35 °C 条件下,4 个材料红花芽菜中多糖质量分数差异显著。



不同字母表示不同处理间差异达 0.05 显著水平,下图同。

Different letters under different treatments indicate significant difference at 0.05 level, the same as below.

图 1 不同温度下红花芽菜的多糖质量分数的变化

Fig. 1 Changes of polysaccharide mass fraction in safflower buds under different temperatures

2.2.2 对黄酮质量分数的影响 图 2 表明,随着温度的升高,4 种芽菜中的黄酮质量分数均呈下降趋势,这可能是由于温度的升高导致合成黄酮酶的活性下降。20 °C 时‘1-3’与其他材料差异显著,材料‘B-1’幼苗中的黄酮质量分数在 20 °C 时最高(24.72 mg/g),25 °C 时 4 个供试材料以‘1-3’下降最小,且与 20 °C 幼苗中的黄酮质量分数差异不显著,CK 在 35 °C 条件下的黄酮质量分数最低(14.44 mg/g)。

2.2.3 对羟基红花黄色素 A 质量分数的影响

图 3 表明,4 种材料黄色素 A 质量分数随着温度的升高整体呈现下降的趋势,温度为 20 ℃时,材料‘1-3’芽菜中的羟基红花黄色素 A 质量分数最大(19.05 mg/g),且与 20 ℃时的‘B-1’无差异,

但与其他材料相比差异显著。25 ℃时,只有 CK 较 20 ℃增加 10.23%,‘B-1’‘1-3’‘3-10’分别较 20 ℃下降 8.20%、36.69%、13.13%,特别是 35 ℃,材料 CK‘B-1’‘1-3’‘3-10’分别较 20 ℃下降 55.29%、43.11%、64.41%、49.65%。

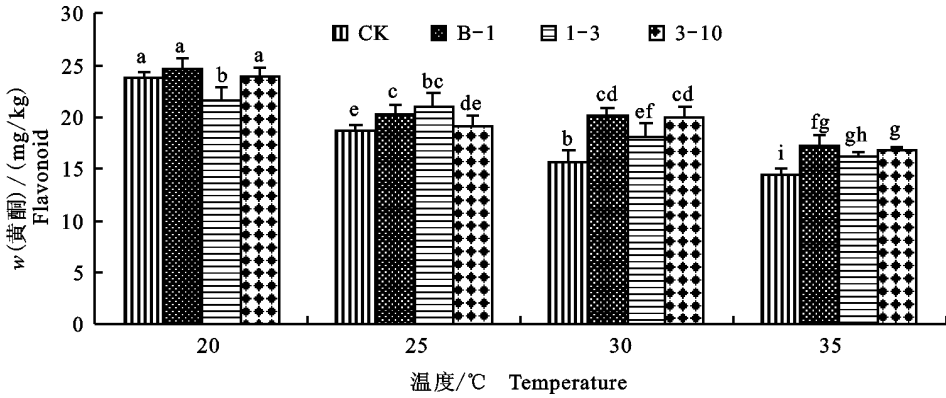


图 2 不同温度下红花芽菜的黄酮质量分数的变化

Fig. 2 Changes of flavonoid mass fraction in safflower buds under different temperatures

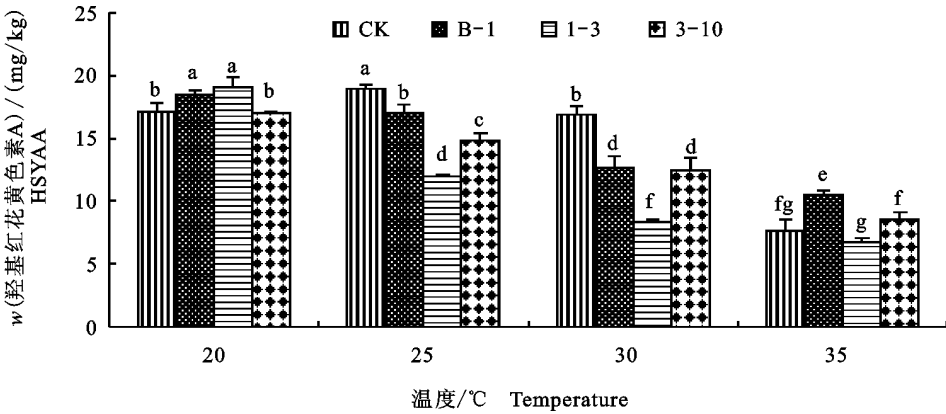


图 3 不同温度下红花芽菜中的羟基红花黄色素 A 质量分数

Fig. 3 HSYA A mass fraction in safflower buds under different temperatures

3 讨论

红花芽菜的培养实际上就是红花种子萌发,是由一系列酶参与下的生理生化过程,而酶的催化与温度有密切关系,适宜的温度可提高芽菜的生长速度和品质。在芽菜培养的前期,红花种子主要是一个吸水的过程,种子的吸水与温度有密切关系^[13],从而影响红花芽菜各部位的生长。本试验研究表明,温度在 20~25 ℃时,红花芽菜幼苗的生物学性状较优,且于 25 ℃时红花幼苗的生长状况最好,出苗率最高,芽菜幼苗的单株鲜质量、生物学产量、净产量均达到最大值;温度升至 30~35 ℃时,在红花芽菜培养的过程中,可能与温度升高,种子呼吸作用加强,物质消耗过快导致

出苗率下降,或因采用 60 ℃温水处理种子杀菌不彻底的情况下,培养芽菜的同时加速了某种病原微生物的生长和繁殖而使得种子大多数腐烂而造成烂种,若种子采用化学杀菌剂处理生产出来的芽菜因药品残留又不安全。因此,在采用 60 ℃温水杀菌条件下,20~25 ℃为红花芽菜生长的适宜温度。

徐文燕等^[14]认为黄酮类成分在植物组织中的含量和分布受温度的影响。其主要原因是适宜的温度可以使黄酮类成分合成途径中相关酶的活性提高,从而有利于黄酮类物质的积累。Oliveira 等^[15]认为,温度对螺旋藻碳水化合物的合成有显著影响,其含量随温度的升高而增大。刘娟妮等^[16]研究螺旋藻 438 胞内多糖得出类似结论。

本研究表明,20 ℃时红花芽菜幼苗中的有效成分质量分数相对较高,但随着温度的升高,多糖质量分数整体呈上升趋势,黄酮^[17]和羟基红花黄色素 A 的质量分数逐渐减少。而在 25 ℃,红花芽菜中的黄酮和羟基红花黄色素 A 与 20 ℃基本无差异,且在 25 ℃时生物学产量最高。综上所述,25 ℃是培养红花芽菜的适宜温度,生产出来的芽菜的营养水平及保健价值较高。

参考文献 Reference:

[1] 郭美丽,张汉明,张美玉. 红花本草考证[J]. 中药材,1996,19(4):202-203.
GUO M L,ZHANG H M,ZHANG M Y. Safflower herbal research [J]. *Chinese Herbal Medicines*,1996,19(4):202-203(in Chinese).

[2] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[M]. 北京:化学工业出版社,2005. 109.
China Pharmacopeia Commission. Chinese Pharmacopeia (Part I) [M]. Beijing: Chemical Industry Press,2005:109 (in Chinese).

[3] 杨玉霞,吴卫,郑有良. 红花研究进展[J]. 四川农业大学学报,2004,22(4):365-369.
YANG Y X,WU W,ZHENG Y L. Advances in studies on safflower [J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*,2004,22(4):365-369 (in Chinese with English abstract).

[4] 尹宏斌,何直升,叶阳. 红花化学成分的研究[J]. 中草药,2001,32(9):776-777.
YIN H B,HE ZH SH,YE Y. Studies on chemical constituents of *Carthamus tinctorius* L. [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*,2001,32(9):776-777 (in Chinese with English abstract).

[5] 董顺福,韩丽琴,赵文秀,等. 中药红花总黄酮及微量元素含量的分析研究[J]. 光谱学与光谱分析,2008,28(1):225-227.
DONG SH F,HAN L Q,ZHAO W X, *et al.* Analysis and study of total flavone and trace element in *Carthamus tinctorius* L. [J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*,2008,28(1):225-227 (in Chinese with English abstract).

[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.
CHENG Y G,WANG R,MENG L. Effect of light intensity on the growth and vitamin C content of safflower sprouts [J]. *Northern Horticulture*,2012(22):154-156 (in Chinese with English abstract).

[7] 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,2007,35(18):5428,5518.
YANG C,ZHU J X,JIANG Z Y, *et al.* Preliminary research on safflower sprout vegetable[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*,2007,35(18):5428,5518 (in Chinese with

English abstract).

[8] 毋柳柳,杨靖,秦仁炳,等. 播种密度对红花芽菜生长及黄酮含量的影响[J]. 北方园艺,2016(2):146-148.
WU L L,YANG J,QIN R B, *et al.* Effect of planting density on the growth of safflower sprouts and content flavones [J]. *Northern Horticulture*,2016(2):146-148 (in Chinese with English abstract).

[9] 胡喜巧,杨文平,黄玲,等. 氮素形态及配比对红花苗菜产量和品质的影响[J]. 西北农业学报,2016,25(7):1041-1049.
HU X Q,YANG W P HUANG L, *et al.* Effect of nitrogen forms and proportion on yield and quality of safflower seedling [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*,2016,25(7):1041-1049 (in Chinese with English abstract).

[10] 刘春风. 芽菜中总黄酮的提取及含量测定[J]. 化工技术与开发,2011,40(3):10-13.
LIU CH F. Extraction and determination of total flavonoid from shepherd's-purse [J]. *Technology Development of Chemical Industry*,2011,40(3):10-13 (in Chinese with English abstract).

[11] 臧宝霞,王宝琴,李家实,等. 分光光度法测定黄色素含量[J]. 药物分析杂志,2002(2):137-138.
ZANG B X,WANG B Q,LI J SH, *et al.* Determination of yellow content [J]. *Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis*,2002(2):137-138 (in Chinese with English abstract).

[12] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:186-199.
LI H SH. The Principle and Technology of Plant Physiology and Biochemistry Experiment [M]. Beijing: Higher Education Press,2006:186-199 (in Chinese).

[13] 张德纯,王德核,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.
ZHANG D CH,WANG D B,WANG X Q, *et al.* Effect of different temperature on seed germination of sprout [J]. *Vegetables*,1997,5(3):26-28 (in Chinese).

[14] 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,2006,8(6):68-73.
XU W Y,GAO W W,HE CH N. The influences of environmental favonoid biosynthesis [J]. *World Science and Technology*,2006,8(6):68-73 (in Chinese with English abstract).

[15] OLIVEIRA M A C L,MONTEIRO M P C. Growth and chemical composition of *Spirulina maxima* and spirulina platensis biomass at different temperatures [J]. *Aquacult International*,1999,7(4):261-275.

[16] 刘娟妮,王雪青,庞广昌. 温度和光照对极大螺旋藻多糖含量和 SOD 酶活力的影响[J]. 食品工业科技,2008(9):132-134.
LIU J N,WANG X Q,PANG G CH. Effects of temperature and light on content of polysaccharides and activity of SOD in spirulina maxina [J]. *Science and Technology of*

Food Industry, 2008(9):132-134(in Chinese with English abstract).

[17] 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.

HU X Q, YANG W P, CHEN H ZH, *et al.* Effect of dif-

ferent temperatures on the growth of safflower sprout and the content of flavones and adenosine [J]. *Northern Horticulture*, 2013(21):168-170(in Chinese with English abstract).

Effect of Temperature on Growth Characteristics in Safflower Sprouts and Effective Ingredient

HU Xiqiao^{1,2}, YANG Wenping¹, HUANG Ling¹,
MEI Peipei¹, NI Yajia¹ and MENG Li¹

(1. Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang Henan 453003, China;

2. Collaborative Innovation Center of Modern Biological Breeding, Xinxiang Henan 453003, China)

Abstract We took safflower variety farm, ‘B-1’ ‘1-3’ ‘3-10’ strains as materials to study the effect of temperatures (20, 25, 30 and 35 °C) on safflower sprouts’ biological characteristics and effective components. The results showed that the highest seedling emergence rate of safflower seeds were 95.67%, 90.00%, 99.00% and 96.33% when the test temperature was 25 °C, and the growth of safflower sprouts were best, the fresh mass of single reached maximum for 0.41, 0.41, 0.49 and 0.45 g, respectively. One hundred plants biological yields were 41.00, 37.49, 45.56 and 37.40 g, respectively. One hundred plants net production were 32.79, 31.08, 36.84 and 29.84 g respectively. However, at a temperature of 20 °C, mass fractions of flavonoid and HSYA A were highest of 24.72 and 19.05 mg/g, mass fraction of polysaccharide increased, mass fraction of flavonoid and HSYA A in safflower seedlings decreased with the increase of temperature. The appropriate range of safflower sprouts’ growth was 20 °C—25 °C.

Key words Safflower sprout; Growth characteristics; Polysaccharide; Flavonoids; HSYA A

Received 2016-10-31

Returned 2016-12-16

Foundation item Scientific and Technological Project in Henan Province(No. 112102310018); Henan Institute of Science and Technology Innovation Fund for University Students(No. 201310467045, No. 2015CX005).

First author HU Xiqiao, female, master student, senior engineer. Research area: soil and safflower germplasm resources development and utilization. E-mail: hxqiao1@163.com

Corresponding author MENG Li, female, professor, master supervisor. Research area: development and utilization of plant resources. E-mail: histml@163.com

(责任编辑: 史亚歌 Responsible editor: SHI Yage)