

doi : 10. 16473/j. cnki. xblykx1972. 2015. 05. 022

赤霉素对2个玛咖品种种子萌发的影响^{*}

杨普秋¹, 杨白云¹, 蔡志全², 王澍¹

(1. 西南林业大学园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

摘要: 以黑色玛咖和黄色玛咖的种子为材料, 采用不同浓度的赤霉素 (0 mg/L、50 mg/L、100 mg/L、200 mg/L、400 mg/L) 浸种 24 h, 测定其种子发芽率、发芽势、根长等指标, 比较不同浓度赤霉素对玛咖种子发芽的影响。结果表明, 与对照相比, 不同浓度赤霉素处理均能提高玛咖种子发芽率、发芽指数、根长等指标, 当赤霉素浓度为 200 mg/L 时, 对黄色和黑色玛咖种子发芽效果最佳。不同浓度赤霉素浸种后, 黄色玛咖种子萌发的各项指标均大于黑色玛咖种子。

关键词: 黑色玛咖; 黄色玛咖; 赤霉素; 发芽率; 发芽势; 发芽指数

中图分类号: S 567 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8246 (2015) 05-0114-04

Effects of GA₃ on *Lepidium meyenii* Seeds Germination

YANG Pu-qiu¹, YANG Zi-yun¹, CAI Zhi-quan², WANG Shu¹

(1. College of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming Yunnan 650224, P. R. China;

2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla Yunnan 666303, P. R. China)

Abstract: To test the seeds germination rate, germination vigor, the root length and other indexes under the different concentration of GA₃ (0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, 400 mg/L), black Maca and yellow Maca seeds was used as material and soaked for 24 hours. The results showed that compared with the control group, the seed germination rate and root length of Maca was higher with different concentration of GA₃ treatments. When the GA₃ concentration was 200 mg/L, the effect on black and yellow Maca seeds germination was the best. After soaking with different concentration of GA₃, the germination indexes of yellow Maca seed were higher than that of black Maca seeds.

Key words: black Maca; yellow Maca; GA₃; germination rate; germination vigor; germination index

玛咖 (*Lepidium meyenii* Walp.) 属十字花科 (Brassicaceae) 独行菜属 (*Lepidium* L.) 1 年生或 2 年生的草本植物, 生长在海拔 3 500~4 500 m 的区域, 在国外分布于南美安第斯山区、南美洲的秘鲁、巴拉圭、玻利维亚、阿根廷等地^[1~2]。在中国, 主要分布在云南、新疆、吉林、西藏和湖南等省 (区)^[3~5]。玛咖是药食兼用的植物, 富含蛋白质、氨基酸、矿物质、多糖等多种营养成分, 经科

学研究证明, 玛咖具有平衡荷尔蒙、调节内分泌、抗疲劳、增加免疫力等保健功能。玛咖产业在云南是具有广阔市场前景的生物产业, 已成为云南省高寒山区农民致富的重要项目与产业, 获得了良好的社会效益和经济效益^[6~7]。但是玛咖种子在自然条件下发芽缓慢, 发芽率低, 因此提高玛咖种子发芽率至关重要。

* 收稿日期: 2015-04-17

基金项目: 西南林业大学科技创新基金 (C1492)。

第一作者简介: 杨普秋 (1989-), 女, 硕士研究生, 主要从事蔬菜栽培技术研究。E-mail: 313229412@qq.com

通讯作者简介: 王澍 (1980-), 男, 副教授, 主要从事土壤微生物研究。E-mail: wangtree@msn.com

赤霉素 (GA_3) 能打破种子休眠, 促进种子发芽和枝条生长^[4]。赤霉素对蔬菜, 果树等种子发芽有一定影响, 有研究显示, 赤霉素能促进种子发芽, 当浓度为 100 mg/L 时, 促进马齿苋 (*Portulaca oleracea* L.)^[8]、樱桃 (*Cerasus pseudocerasus*)^[9]、马蔺 (*Iris lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Koidz.)^[10]、落葵 (*Basella rubra* L.)^[11] 种子的发芽。同时, 赤霉素还能抑制某些种子的发芽, 如当赤霉素浓度为 500 mg/L 时, 萝卜 (*Raphanus sativus* L.)^[12] 种子发芽受到抑制。赤霉素对于不同品种玛咖种子发芽的影响还未见报道。

本研究以黄色和黑色玛咖的种子为材料, 采用不同浓度赤霉素浸种, 比较其发芽率、发芽势、根长等发芽指标, 旨在筛选有效促进玛咖种子萌发的赤霉最佳处理浓度, 缩短其种子出苗时间, 提高玛咖种子发芽率, 为玛咖产业化发展提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

黄色玛咖和黑色玛咖的种子, 黄色玛咖种子千粒重为 0.635 5 g, 黑色玛咖种子千粒重为 0.602 2 g, 2014 年 9 月采自丽江玛咖种植基地。赤霉素 (PHA0003, 北京酷莱博公司), SANYO 光照恒温恒湿培养箱 (MLR-351H, 日本三洋公司)。

1.2 实验方法

玛咖种子发芽实验于 2014 年 10 月在西南林业大学重点实验室进行。在实验开始前, 进行种子预处理, 用 1% 高锰酸钾浸种 3 h, 清水冲洗 3 次后, 用滤纸吸干水分。实验设计 5 个处理, 每个处理 3

次重复, 每个重复 50 粒种子, 处理浓度为 50 mg/L、100 mg/L、200 mg/L、400 mg/L 的赤霉素和清水对照 (CK) 分别处理黄色和黑色玛咖种子。浸种溶液和种子比例为 5: 1, 浸种时间为 24 h。然后将黄色和黑色玛咖种子用清水和不同浓度赤霉素浸泡后捞起来, 清水冲洗 3 次后, 分别放在垫有双层湿润滤纸的直径为 11 cm 培养皿中, 备用。

将培养皿放在培养箱中, 白天温度 25℃, 夜间温度 15℃ 进行变温处理, 湿度 60%, 光照 80%。实验过程中及时补充水分, 保持滤纸湿润。种子发芽标准按照国际种子协会 (ISTA) 规定, 以胚根“露白”确定为发芽, 玛咖种子 10 月 17 日开始培养, 保湿培养 3 天后开始发芽, 每天记录种子发芽数、发芽率和发芽指数。种子保湿幅度 6 天、8 天、10 天后测量其根长, 第 12 天称其干生物量与鲜生物量。

发芽率 (%) = 种子发芽数 / 种子总数 × 100;
发芽势 (%) = 发芽种子数达到高峰时的发芽数 / 种子总数 × 100; 发芽指数 (GI) = $\sum (G_t/D_t)$, 式中, G_t 为 t 时间内的发芽数, D_t 为相应发芽日数。

1.3 数据处理与分析

实验所得数据用 Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度赤霉素对玛咖种子发芽势的影响

玛咖种子经不同处理后, 培养第 6 天后, 全部发芽。培养 6 天时间观测所得实验结果列于下表 1。

表 1 不同浓度赤霉素对玛咖种子发芽的影响
Tab. 1 Effects of different concentrations of GA_3 on Maca seed germination

品种	GA_3 浓度 /mg · L ⁻¹	发芽势 /%	发芽率 /%	发芽指数	鲜生物量 /mg	干生物量 /mg
黄色	0	46.00g	92.00g	27.64f	75.28i	8.20i
	50	55.34f	98.00b	30.27e	131.2f	13.30e
	100	62.00d	94.00e	30.48d	132.33e	13.40d
	200	74.00a	100.00a	34.42a	151.63a	15.20a
	400	69.34b	100.00a	32.97b	138.07c	14.10c
黑色	0	40.00j	90.00h	25.31i	71.07j	7.20j
	50	44.00h	93.34f	27.42g	124.97h	11.87h
	100	42.60i	94.00e	26.93h	125.67g	12.47g
	200	63.34c	97.34c	31.87c	147.43b	14.83b
	400	60.66e	96.00d	30.21e	135.63d	12.93f

表 1 可知, 5 个处理的黄色玛咖和黑色玛咖的发芽势都有明显差异 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的发芽势均达到最高值, 分别为 74 %、63.34 %, 比 CK 清水对照处理的值高 28 %、23.34 %, 差异比较显著。 GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黄色玛咖种子发芽势最低, 55.34 %, 比 CK 值高 9.34 %; GA_3 浓度为 100 mg/L 时, 黑色玛咖种子发芽势最低, 42.60 %, 比 CK 值高 2.60 %, 差异不显著。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 发芽势最高的差值是 10.66 %, 发芽势最低的差值是 12.74 %, CK 对照差值是 6.00 %。实验结果表明, 赤霉素对黄色玛咖种子发芽势促进作用更明显。

2.2 不同浓度赤霉素对玛咖种子发芽率的影响

表 1 结果表明, 5 个处理的发芽率都有明显差异 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的发芽率均达到最高值, 分别为 100 %、97.34 %, 比 CK 清水对照处理的值高 8.00 %、7.34 %, 差异比较显著。 GA_3 浓度为 100 mg/L 时, 黄色玛咖种子发芽率最低, 94.00 %, 比 CK 值高 2 %; GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黑色玛咖种子发芽率最低, 93.34 %, 比 CK 值高 3.34 %, 差异显著。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 发芽率最高的差值是 2.66 %, 发芽率最低的差值是 0.66 %, CK 对照差值是 2 %。

2.3 不同浓度赤霉素对玛咖种子发芽指数的影响

表 1 结果表明, 5 个处理的发芽指数都有明显差异 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的发芽指数均达到最高值, 分别为 34.42、31.87, 比 CK 清水对照处理的值高 6.78、6.56, 差异比较显著。 GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黄色玛咖种子发芽指数最低, 30.27, 比 CK 值高 2.63; GA_3 浓度为 100 mg/L 时, 黑色玛咖种子发芽指数最低, 26.93, 比 CK 值高 3.34, 差异显著。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 发芽指数最高的差值是 2.55, 发芽指数最低的差值是 3.34, CK 对照差值是 2.33。赤霉素浸种后, 能提高其种子发芽指数, 且相同浓度的赤霉素浸种, 发芽指数黄色玛咖种子 > 黑色玛咖种子。

2.4 不同浓度赤霉素对玛咖种子鲜生物量的影响

表 1 结果表明, 5 个处理的种子鲜生物量都有明显差异 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的种子鲜生物量均达到最高值, 分别为 151.63 mg、147.43 mg, 比 CK 清水

对照处理的值高 76.35 mg、76.36 mg, 差异比较显著。 GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黄色玛咖种子的种子鲜生物量最低, 131.2 mg, 比 CK 值高 55.92 mg; GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黑色玛咖种子的种子鲜生物量最低, 124.97 mg, 比 CK 值高 53.9 mg, 差异显著。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 种子鲜生物量最高的差值是 4.2 mg, 发芽指数最低的差值是 6.23 mg, CK 对照差值是 4.21 mg。说明赤霉素浸种后, 有助于玛咖种子吸收水份, 以利于其种子萌发。

2.5 不同浓度赤霉素对玛咖种子干生物量的影响

表 1 结果表明, 5 个处理的种子干生物量都有明显差异 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的种子干生物量均达到最高值, 分别为 15.2 mg、14.83 mg, 比 CK 清水对照处理的值高 7 mg、7.63 mg, 差异比较显著。 GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黄色玛咖种子的种子干生物量最低, 13.3 mg, 比 CK 值高 5.1 mg; GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黑色玛咖种子的种子干生物量最低, 11.87 mg, 比 CK 值高 4.67 mg, 差异不显著。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 种子干生物量最高的差值是 0.37 mg, 发芽指数最低的差值是 1.43 mg, CK 对照差值是 1 mg。说明经过赤霉素处理的玛咖种子, 能够提高干生物量含量, 有利于玛咖质量的增加。

2.6 不同浓度赤霉素对玛咖种子根长的影响

不同浓度赤霉素浸种 24 h, 保湿培养 6~10 天后, 其根长测量结果见图 1~2。

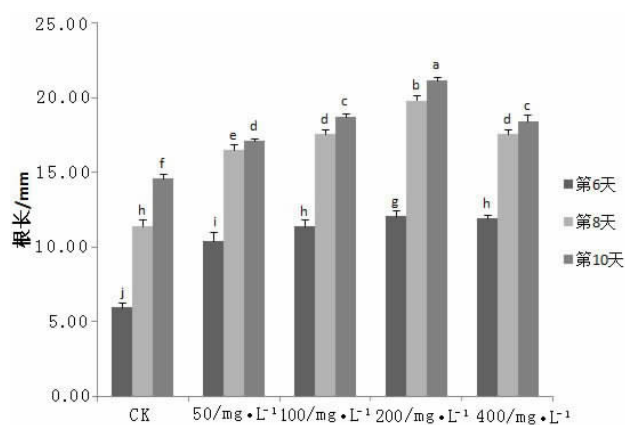


图 1 不同浓度赤霉素对黑色玛咖根长的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of GA_3 on black Maca root length

图 1~2 结果表明, 5 个处理的种子根长都比清

水对照高, 差异显著 ($p < 0.05$)。其中 GA_3 浓度为 200 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的根长均达到最高值, 黄色分别是 14.54 mm、19.54 mm、22.05 mm, 黑色分别为 12.07 mm、19.82 mm、21.18 mm。 GA_3 浓度为 50 mg/L 时, 黄色和黑色玛咖种子的根长与其他浓度相比最低, 黄色分别是 12.40 mm、17.36 mm、18.81 mm, 黑色分别为 10.36 mm、16.49 mm、17.09 mm。黄色玛咖种子和黑色玛咖种子相比, 黄色玛咖种子根长比黑色玛咖种子根长要长很多, 分别是 2.46 mm、0.28 mm、0.86 mm。说明赤霉素浸种有利于玛咖种子萌发后, 其根的生长。

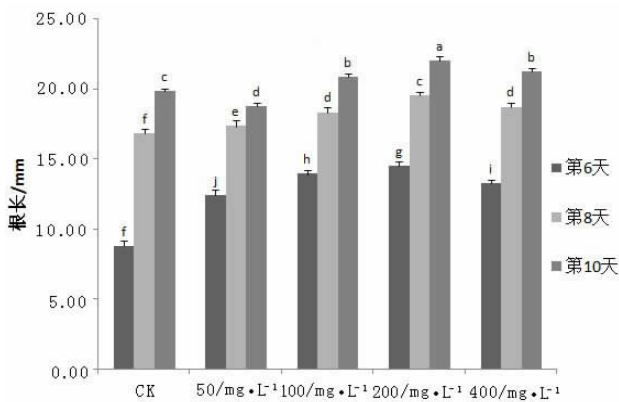


图2 不同浓度赤霉素对黄色玛咖根长的影响

Fig. 2 Effects of different concentrations of GA_3 on yellow Maca root length

3 结论与讨论

本实验结果显示, 不同浓度的赤霉素对玛咖种子均能提高玛咖种子发芽率, 这与其他种子发芽率的实验结果一致^[8-11], 当浓度为 200 mg/L 时, 对黄色玛咖和黑色玛咖种子发芽促进效果最好, 且其种子发芽最整齐; 不同品种之间, 黄色玛咖种子发芽率均大于黑色玛咖种子。

不同浓度赤霉素浸种 24 h, 都能提高玛咖种子

根长, 当浓度为 200 mg/L 时, 2 种玛咖的根长最长, 黄色玛咖的根长可达 22.05 mm, 黑色玛咖的根长可达 21.18 mm。有研究显示, 不同浓度赤霉素溶液对白枪杆 (*Fraxinus malacophylla*)^[12] 种子的根长影响不显著, 但对根粗的影响极为显著。黄色玛咖种子比黑色玛咖种子根长要长, 保湿培养 6 天后, 相差 2.46 mm。本研究因参试的玛咖品种较少, 今后应该选择更多的玛咖品种进行研究, 以全面的评估赤霉素对玛咖种子发芽的影响。

参考文献:

- [1] 尹子娟, 杨成金, 尹品耀, 等. 玛咖的营养成分及功效研究进展[J]. 云南农业科技, 2012(5): 61-64.
- [2] 聂东升, 戚飞, 李颂, 等. 玛咖对性功能影响及相关功效研究进展[J]. 中国性科学, 2013(9): 10-13.
- [3] 谢荣芳, 瞿熙. 玛咖引种及栽培技术[J]. 云南农业科技, 2008(4): 42-43.
- [4] 胡雪梅. 玛咖和新疆雪莲再生体系的建立及新疆雪莲转昆虫抗冻蛋白基因的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2007.
- [5] 冷蕾, 于森, 刘金平, 等. 吉林产玛咖根茎挥发油的 GC-MS 分析[J]. 中国医药指南, 2012, 10(24): 43-45.
- [6] 耿树香, 邵华, 王群. 云南玛咖种子块根愈伤组织的诱导培养[J]. 氨基酸和生物源, 2010, 34(3): 5-9.
- [7] 杨少华, 李国政, 薛润光, 等. 云南玛咖产业发展现状及促进对策分析[J]. 世界科学技术, 2012, 14(4): 1921-1924.
- [8] 段国锋, 李丽娟, 杨忠义. 温度及赤霉素对马齿苋种子发芽影响的研究[J]. 山西农业大学学报, 2013, 33(4): 328-331.
- [9] 尹章文, 宋建伟. 不同浓度赤霉素对樱桃种子发芽的影响[J]. 北方园艺, 2008(12): 52-54.
- [10] 张燕, 金伟. 不同浓度赤霉素处理马蔺种子对发芽的影响[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(10): 66-68.
- [11] 林德清, 龙雪飞, 杨和连. 赤霉素对落葵及西瓜种子发芽的影响[J]. 西南园艺, 2002, 30(S1): 67-69.
- [12] 何祯, 徐云鹏, 张晓敏, 等. 不同浓度赤霉素对白枪杆种子萌发的影响[J]. 山东林业科技, 2012(2): 20-23.