

仙人球种子萌发特性初探

杨菲颖,陈晓静

(福建农林大学 园艺学院,福建 福州 350000)

摘要:为了解仙人球种子的特性,探讨光照、GA₃和 6-BA 对仙人球种子萌发的影响,观察了仙人球种子的吸水率,测定了不同浓度的 GA₃和 6-BA(0、10、30、50、100 mg·L⁻¹)浸种以及黑暗和光照条件下的发芽率和发芽势。结果表明:室温下仙人球种子吸水率在 24 h 达到饱和为 30%;最有利于仙人球种子萌发的 GA₃浓度为 100 mg·L⁻¹,而 6-BA 对仙人球种子萌发作用不大;光照条件下的仙人球种子发芽率和发芽势明显高于黑暗条件下,推断仙人球种子属于喜光种子。

关键词:仙人球;种子;发芽率;发芽势

中图分类号:S682.33 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)01-0075-05 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2015.01.0075

仙人球(*Echinopsis tubiflora*)俗称草球,又名长盛球,双子叶植物,为仙人掌科仙人球属多年生肉质多浆草本植物^[1]。仙人球原产在高热、干燥、少雨的南美草原,形成了喜干、耐旱的特性。仙人球怕冷,喜欢生于排水良好的沙质土壤。种类很多,约有 40 多个品种,球形各不相同,形态优美、高雅,是栽培花卉的艺术精品。仙人球有吸收电磁辐射的作用,也是天然的空气清新器,还具有吸附尘土,净化空气的作用。因此,近年来仙人球

备受人们的喜爱,成为花卉园艺展览不可缺少的种类,是观赏园艺新崛起的一枝奇葩^[1-3]。

我国常用的仙人球繁殖方法,主要有无性繁殖和有性繁殖两种。无性繁殖技术主要有 3 种方式,即扦插、嫁接和分株,但是长期的无性繁殖易造成品种退化、繁殖速度慢、应用形式单一以及根系不完整,生长不健壮,寿命短等问题。有性繁殖又叫播种繁殖,比较费工费时,在人工栽培中,由于环境改变及栽培技术上的原因,仙人球常无法开花,或因授粉能力差,开花后不结实,且播种对环境要求较高等因素的限制,使得播种繁殖发芽率低和繁殖速度慢。但是播种繁殖方式可以一次性获得数量众多的种苗,且种子贮运方便,通过种子引进种类和品种最为简便^[4]。

收稿日期:2014-07-22

第一作者简介:杨菲颖(1992-),女,福建省大田县人,在读硕士,从事园艺花卉与景观方面研究。E-mail: 809866908@qq.com。
通讯作者:陈晓静(1954-),女,教授,博士生导师,从事园艺植物遗传育种方面研究。E-mail: xjchen804@sina.com。

参考文献:

[1] 王旭红,秦民坚,余国奠. 堇菜属药用植物研究概况与其资源利用前景[J]. 中国野生植物资源,2003,22(4):36-37.

[2] 郭桂林,邢启妍. 黑龙江植物检索表[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社,1990.

[3] 苏雪,孙坤,杨永利,等. 甘肃堇菜属药用植物资源区系调查[J]. 中国兽医医药杂志,2011(1):75-78.

[4] 董世林. 植物资源学[M]. 哈尔滨:东北农业大学出版社,1994.

[5] 俄罗斯植物馆. 俄罗斯植物图鉴在线[DB/OL]. [2014-12-04]. <http://www.plantarium.ru/page/search.html?>

[6] 王雁,岳桦,汤一方. 中国黑龙江野生花卉[M]. 北京:中国林业出版社,2008.

[7] 周繇,朱俊义,于俊林. 中国长白山食用植物彩色图志[M]. 北京:科学出版社,2012.

[8] 周繇. 中国长白山植物资源志[M]. 北京:中国林业出版社,2010.

Research on the Genus *Viola* Resources in Ussuri Region of Heilongjiang Province

YU Bao-ling^{1,2}, LIU Min², DONG De-dong², YANG Feng-jun¹

(1. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Forestry Company of 857 Farm, Mishan, Heilongjiang 158422)

Abstract: There are rich plant resources in Ussuri region, especially for the genus *Viola*. From spring of 2011 to autumn of 2013, special investigation to the *Viola* species was made, and in all 13 species of *Viola*, 9 common species and *Viola sacchalinesis*, which was not recorded in flora of Heilongjiang province before. The distribution and economical values of *Viola* genera were simply elucidated. Furthermore, for the Ussuri river was a Sino-Russian boundary river adopted the Russian common name in order to make the technical references for both general utilization.
Keywords: Ussuri region; *Viola*; resource investigation

目前,国内外对仙人球种子萌发的研究不多,国外 De la Barrera^[5]和 Choi^[6]等对仙人掌种子的萌发进行研究,Choi 采用 KNO_3 及 K_3PO_4 等生长调节剂对仙人掌种子萌发率进行试验探究,试验结果表明 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$ 可以显著提高仙人掌的发芽率,而 K_3PO_4 对仙人掌种子萌发率的提高没有显著影响。至今尚未见到国内有对仙人球种子生物学特性进行试验研究的相关报道,国内目前的研究主要集中在仙人掌活性成分的提取,文雯^[7]等研究表明,可食性仙人掌具有降血压、降血糖和降血脂等多重药用功效。同时在仙人球嫁接繁殖和组织培养等方面已有一些报道,柏劲松^[1]等研究了嫁接时间和砧木类型对仙人球嫁接繁殖的影响。张慧英^[2]等以仙人球为外植体,以 MS 为基本培养基,研究不同细胞分裂素和生长素对球增殖和生根的影响。余伟^[3]对仙人球的组织培养和快速繁殖做了试验研究。刘士哲^[8]等对巨鹫玉和全盛球进行水培营养液配方研究,指出水培仙人球是促使球体快速增长的良好栽培方式。但是,关于其它植物种子萌发特性以及生长调节剂与种子休眠和萌发关系的研究已有较多的报道。王荣青^[9]研究表明,采用外源激素浸种对于提高种子的萌发能力是一种十分有效的方法。赤霉素在打破种子休眠和促进种子发芽的生理上有着较为广泛的应用。众多研究者对该生长调节剂进行了深入研究。1960 年 Villers 和 Wereing 就提出了发芽促进物和抑制物的概念,认为 GA_3 对种子萌发起促进作用^[10]。李畅等^[11]进行赤霉素浸种对毛毡杜鹃种子萌发影响的探究,试验表明, GA_3 能够代替低温层级处理打破休眠,能够消除脱落酸(ABA)等化学抑制物质对种子萌发的抑制作用,使种子细胞分裂而促进种子胚的发育和种子萌发。焦德志^[12]研究表明,植物激素 GA_3 对羊草种子萌发率的影响表现为低浓度促进、高浓度抑制的趋势,并且无论高低浓度都能够促进羊草幼苗的生长。薛志成^[13]探究赤霉素在蔬菜上的应用结果表明,休眠状态的马铃薯用 $2 \sim 3 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \text{GA}_3$ 处理能使其很快发芽,可实现 1 a 多次种植马铃薯。廖开志^[14]等研究表明,针对需光和需低温才可以萌发的种子,如莴苣、紫苏、烟草和苹果等种子, GA_3 能够代替光照和低温打破休眠,这是因为 GA_3 可诱导 α -淀粉酶、蛋白酶和其它水解酶的合成,催化种子贮藏物质的降解,以提供胚生长发育的需要。李小方等^[15]研究表明, GA_3 是打破多种植物休眠的有效激素,一定浓度的 GA_3 可以有效

地解除种子休眠,促进萌发。罗珊^[16]也提出 GA_3 可以促进植物种子内部水解酶的合成,提高种子的活力,从而进一步提高种子的发芽势和发芽率。李秋^[17]等、申艳红^[18]等试验研究表明,6-BA 对番木瓜种子萌发促进作用不明显,并随浓度增加,促进作用降低。而马光^[19]试验研究表明,在适合的浓度下,6-BA 浸种对满天星种子的萌发和出苗整齐均有一定的促进作用。过高和过低浓度均妨碍 6-BA 效果的发挥。赵笃乐^[20]探究光对种子休眠与萌发的影响,认为在酸环境中,光有利于喜光性种子萌发。

综合上述,本试验研究了仙人球种子吸水率,探讨光照、 GA_3 和 6-BA 对仙人球种子萌发的影响,以期对仙人球的有性杂交育种的杂种苗快速繁殖提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2013 年 9 月在福建农林大学园艺学院进行。供试材料为 2012 年 10 月 13 日采种于厦门市植物园的仙人球栽培品种巨鹫玉(*Ferocactus horridus*)的种子。种子小,种皮黑色,形如芝麻,采种净种后自然风干,用牛皮纸袋装好后于干燥阴凉处贮藏备用。

1.2 方法

挑选大小一致,饱满无病害的仙人球种子。将种子用 0.1% 升汞溶液消毒 8 min,蒸馏水清洗 5 次,各种试剂处理后,用蒸馏水洗净,将种子均匀置于铺有两张湿润滤纸的培养皿中,加盖保湿,再置于 25°C 条件下培养。每处理 30 粒饱满种子,重复 2 次。以蒸馏水浸泡仙人球种子为对照。以胚根突破种皮 $1 \sim 2 \text{ mm}$ 为萌发标准,调查种子发芽数,连续 3 d 无种子萌发为发芽结束,统计种子开始发芽第 10 天的发芽势和发芽率。

1.2.1 仙人球种子吸水速率的测定 室温条件下,随机选取仙人球种子,每处理 50 粒,3 次重复。先将未吸水的种子分别称量后,再分别放入装有蒸馏水的培养皿中浸泡,蒸馏水浸 2、4、6、8、12、24 和 36 h 后分别取出称重,称前用吸水纸将种子表皮水分吸干,再用分析天平称量,3 次重复。计算吸水率,以吸水时间为横坐标,吸水率为纵坐标,作为种子的吸水曲线。

1.2.2 不同植物生长调节剂对仙人球种子萌发的影响 室温下用 GA_3 (0、10、30、50 和 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 6-BA (0、10、30、50、 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 浸泡仙人球种

子,处理时间为 12 h,后置于 25℃ 光照条件下培养,光照强度为1 500 lx,每日光照 12 h。

1.2.3 光照对仙人球种子萌发的影响 用 GA₃ 100 mg·L⁻¹和蒸馏水分别浸泡仙人球种子 12 h,分别置于光照和黑暗条件下培养,光照强度为 1 500 lx,每日光照 12 h,暗条件采用完全遮光的纸箱封闭下进行,25℃ 条件下培养。

1.2.4 数据统计 试验结果用 Excel 2007 和 SPSS 软件进行分析。计算公式:

种子吸水率(%)=(种子吸水后质量-干质量)/干质量×100;发芽势(%)=第 10 天发芽的种子数/供试种子总数×100;发芽率(%)=全部发芽的种子数/供试种子总数×100。

2 结果与分析

2.1 种子的吸水率

仙人球种子的吸水率在处理过程的 36 h 以内,吸水率随处理时间的增加而增加。种子在吸胀处理中的前 8 h,吸水速率较快,吸水率为 22%;之后,吸水率放慢,吸胀渐渐达到饱和状态,吸水率在 24 h 达到近饱和,为 30%(见表 1 与图 1)。

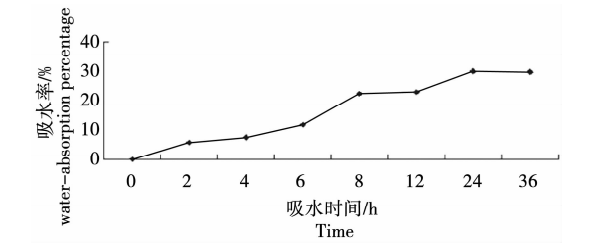


图 1 仙人球种子吸水率曲线

Fig. 1 Water-absorption curve of cactus seed

表 1 仙人球的吸水率

Table 1 The water-absorption percentage of cactus seed

时间 Time	时长/h Duration	吸水重/g Water-absorbing weight	吸水率/% Water-absorption percentage
9:00	0	0.1418	0
11:00	2	0.1499	5.71
13:00	4	0.1524	7.48
15:00	6	0.1583	11.64
17:00	8	0.1734	22.28
21:00	12	0.1741	22.878
9:00	24	0.1842	29.90
21:00	36	0.1839	29.69

2.2 不同植物生长调节剂对仙人球种子萌发的影响

2.2.1 不同浓度 GA₃ 对种子萌发的影响 由表 2 可知。5 个 GA₃ 浓度梯度的仙人球种子均在 5~6 d 开始露白,而 100 mg·L⁻¹GA₃在第 19 天发芽停止,为最早停止发芽,0 和 10 mg·L⁻¹GA₃处理都在第 21~22 天发芽停止,30 和 50 mg·L⁻¹GA₃处理同在第 24 天停止发芽。由表 2 可知,由 GA₃处理仙人球种子,其各处理之间发芽率差异并不显著,发芽势以 100 mg·L⁻¹最高,为 88%,其次为 30、10、0、50 mg·L⁻¹处理最低,仅为 45%。因此综合考虑,认为最有利于仙人球种子萌发的 GA₃浓度为 100 mg·L⁻¹,其发芽势和发芽率分别为 88%和 98%,且发芽时间最短,萌发最整齐。

表 2 GA₃ 浓度对仙人球种子萌发的影响

Table 2 Effect of different GA₃ concentrations on germination of cactus seed

浓度/(mg·L ⁻¹) Concentration	发芽势/% Germination energy	发芽率/% Germination rate
0	55	95 a
10	64	100 a
30	68	100 a
50	45	92 a
100	88	98 a

2.2.2 不同浓度 6-BA 对种子萌发的影响 5 个 6-BA 浓度梯度的仙人球种子同样均在 5~6 d 开始露白,清水处理的仙人球种子第 22 天发芽停止,10 mg·L⁻¹ 6-BA 处理第 18 天发芽停止,30 mg·L⁻¹ 6-BA 处理第 24 天发芽停止,50 和 100 mg·L⁻¹ 6-BA 处理同在第 21 天发芽停止,可见 10 mg·L⁻¹ 6-BA 处理仙人球种子,所需发芽时间最短。由表 3 可知,5 种不同浓度处理时,与对

表 3 6-BA 浓度对仙人球种子萌发的影响

Table 3 Effect of different 6-BA concentrations on germination of cactus seed

浓度/(mg·L ⁻¹) Concentration	发芽势/% Germination energy	发芽率/% Germination rate
0	55	95
10	50	95
30	50	98
50	15	90
100	50	90

照相比,仅 30 mg·L⁻¹时能够稍微提高其发芽率,而发芽势均低于对照,说明 6-BA 不能明显提高仙人球种子的发芽率和发芽势。

2.3 光照对仙人球种子萌发的影响

光照和黑暗两种条件下的仙人球种子也均在 5~6 d 开始露白,而只有光照条件下 100 mg·L⁻¹ GA₃处理时,仙人球种子在第 19 天发芽停止,其余处理均在第 22 天发芽停止,说明黑暗处理会妨

碍 GA₃的效果的发挥。由表 4 可知,清水处理和 GA₃100 mg·L⁻¹仙人球种子光照条件下的发芽率和发芽势高于黑暗条件下,即推断仙人球种子属于喜光种子。而光照条件下的清水处理和 GA₃100 mg·L⁻¹条件下仙人球发芽率差异不显著,发芽势存在显著差异;黑暗条件下,清水和 GA₃100 mg·L⁻¹两者处理结果差异均不显著。

表 4 光照对仙人球种子萌发的影响

Table 4 Effect of illumination on germination of cactus seed

处理 Treatments	光照 Light		黑暗 Dark	
	发芽率/%	发芽势/%	发芽率/%	发芽势/%
	Germination rate	Germination energy	Germination rage	Germination energy
清水 Water	95 ab	55 b	33 a	18 a
GA ₃ 100 mg·L ⁻¹	98 a	88 a	33 a	15 a

同列不同小写字母表示在 5%水平差异显著。
Different lowercases mean significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

种子萌发首先是从吸水开始的,种子吸水后会从静态转向活跃,种子的萌发是一系列生理生化反应过程。研究种子的吸水率能够为设置种子播种前的浸种时间提供理论参考。浸种使得种子能够较快地吸水,达到正常发芽的含水量。本文对仙人球种子的吸水率研究表明,吸水率在处理过程的前 8 h 随处理时间的增加,吸水率呈上升趋势,但处理时间达到 24 h 之后,仙人球种子的吸胀渐渐达到饱和状态,吸水率在 24 h 达到最大,为 30%。这是由于在浸泡处理的初始阶段种子内外的水势差几乎达到最大值,所以造成种子快速吸水,种子吸水率随处理时间的增加而不断升高,但当种子细胞内外水势差达到最小值,即平衡状态时就不再吸水,吸胀就达到了饱和状态。因此,由试验可知,在实际生产中仙人球播种前的浸种时间以一昼夜(24 h)为宜,打破种子休眠状态,促进种子提前发芽,提高发芽率。

国外学者 Choi 仅采用 KNO₃ 和 K₃PO₄ 两种生长调节剂对提高仙人掌种子萌发率进行试验探究,本试验选用 GA₃ 和 6-BA 两种生长调节剂进行浸种,以探讨其对仙人球种子萌发率的影响。GA₃是植物生长发育过程中的一类重要的调节激素,可打破种子休眠、促进植物种子萌发、植物细胞伸长、茎生长、叶片扩大,加速植物生长和发育,促进植物提早成熟,增加产量或改进品质,以抽薹座果,提高果实的结实率等,在农业生产上被广泛

使用^[21]。当用于种子浸泡处理时,一定浓度的 GA₃能够有效解除种子休眠,提高种子活力,从而进一步提高种子的发芽率和发芽势。细胞分裂素 6-BA 的主要作用是引起细胞分裂,诱导芽的形成和促进芽的生长,抑制植物体内核酸和蛋白分解,当用于种子浸泡处理时,能够有效解除 ABA 等化学抑制物质对种子萌发的抑制作用,但是 6-BA 在种子休眠和萌发的控制上,往往表现出低活性,效果不明显。本试验中 GA₃处理对于种子的发芽率没有特别明显的促进作用,不同浓度的赤霉素对种子的发芽势存在着一定的差异,因此综合两者,当 GA₃浓度为 100 mg·L⁻¹时,仙人球种子萌发效果最好,幼苗整齐一致,生长健壮,在生产上建议使用。而不同浓度 6-BA 浸种处理与清水对照相比无明显差异,并随浓度增加,发芽势降低,促进作用减弱,这与李秋等^[17]植物生长调节剂中 6-BA 对罗勒种子发芽及幼苗生长的影响结果相似,在生产上,不建议使用 6-BA 浸种处理。

光不是所有种子萌发所必需的外界条件,只为少数种子萌发所必需。光是影响种子萌发的关键因素之一,根据种子萌发过程对光的不同反应,可将种子分为需光性、忌光性和光中性三类。需光性种子指萌发需要光照,在黑暗下不能萌发或萌发率降低。忌光性种子指光的存在诱导种子产生休眠。光中性种子指光照与否不影响种子萌发。本试验研究结果表明,光照条件下的仙人球种子发芽率和发芽势明显高于黑暗条件下,仙人

球属于需光性种子,因此在播种时,稍微覆一层薄土即可。赵笃乐等^[20]研究表明,大多数情况下,酸环境有利于喜光性种子萌发。在本试验中GA₃浸种的仙人球种子在光照条件下发芽率高、发芽势大,所需发芽时间短,这与其研究结果一致。

本试验的不足之处在于采用的是培养皿发芽法,该方法对水分条件要求严格,易出现水少干燥或水多气少的现象,不利于种子萌发,可采用更加有利的试验方法。同时,由各试验处理结果可知,所有处理的种子均在5~6 d开始露白,无明显差异,且仙人球种子小,吸水率低,因此可进一步深入探讨小种子浸种是否存在意义,可增设浸种和未浸种仙人球种子萌发情况对照试验。试验仅选择了发芽势和发芽率的指标,有条件可进一步增设种子的生理指标,对多个生理指标作更深入的观察,进一步有效提高仙人球的发芽率。本试验的完成对于仙人球的研究理论上具有重要意义,同时,在实践上为仙人球的生产提供依据,对于种植者具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 柏劲松,吕波,奉爱军.仙人球嫁接繁殖技术[J].中国园艺文摘,2010(5):112-113.
- [2] 余伟.仙人球的组织培养与快速繁殖[J].云南热作科技,2001(2):28-29.
- [3] 张慧英,符真珠,韦婉梅.仙人球的组织培养[J].广西热带农业,2008(3):18-20.
- [4] 李玉萍.仙人掌及其开发利用[J].热带农业科学,2001(6):58-62,68.
- [5] Barrera De la,Erick. Reproductive ecophysiology of cacti with emphasis on fruit development and seed germination[D]. California: California University,2003.
- [6] Choi I Jin,Kim Kyung Je,Lim Jae Wook,et al. The priming

technology for increasing seed viability by using KNO₃, K₃PO₄, and plant growth regulators in cacti[J]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science,2001,42(3):346-350.

- [7] 文雯,李梁.仙人掌的药用功效及有效成分提取的研究进展[J].保鲜与加工,2011(5):47-50.
- [8] 刘士哲,林东教,罗健.巨鸾玉和金盛球两种仙人球静置水培适应性及营养液配方的研究[J].园艺学报,2003(5):559-562.
- [9] 王荣青.赤霉素浸种处理对茄种子萌发的影响[J].上海农业学报,2001(3):61-63.
- [10] 华中农业大学.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [11] 李畅,苏家乐,陈璐,等.赤霉素浸种对毛毡杜鹃种子萌发的影响[J].江苏农业科学,2011(6):278-279.
- [12] 焦德志,龚孟,潘学岩,等.不同植物激素对羊草种子萌发和幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2010(3):1188-1190.
- [13] 薛志成.赤霉素在蔬菜上的应用[J].上海蔬菜,1998(3):41.
- [14] 廖开志,杨金明,马秀玲,等.草莓简易日光温室促成栽培技术[J].中国蔬菜,2006(10):41-42.
- [15] 李小方,王洋,邓新杰,等.温度、GA₃和乙烯对中国水仙休眠的解除[J].植物生理学通讯,2009,45(10):953-957.
- [16] 罗珊,康玉凡,夏祖灵.种子萌发及幼苗生长的调节效应研究进展[J].中国农学通报,2009(2):28-32.
- [17] 李秋,王福超,李方安.植物生长调节剂对罗勒种子发芽及幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2011(8):74-78.
- [18] 申艳红,陈晓静,卢秉国.番木瓜种子萌发特性的研究[J].中国南方果树,2006(3):41-43.
- [19] 马光.6-BA浸种对满天星种子萌发的影响[J].现代农村科技,2011(24):51.
- [20] 赵笃乐.光对种子休眠与萌发的影响(下)[J].生物学通报,1995,30(8):27-28.
- [21] 王彦波,鲜开梅,张永华,等.赤霉素的应用研究进展[J].北方园艺,2007(6):74-75.

Preliminary Exploration on Seed Germination Characteristic of Cactus

YANG Fei-ying, CHEN Xiao-jing

(College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350000)

Abstract: In order to understand the characteristics of cactus seed, the effect of illumination, GA₃ and 6-BA on its germination was studied. The water-absorption percentage of seed were observed, germination percentage and germination potentiality of seed were tested under light treatments (light and dark), different concentrations of GA₃ and 6-BA (0, 10, 30, 50, 100 mg·L⁻¹). The results showed that the water-absorption of cactus *Ferocactus horridus* seed reached the maximal for 30% within 24 h. The most beneficial to cactus seed germination was 100 mg·L⁻¹ GA₃, and 6-BA had no remarkable effect on seed germination; It also showed that illumination condition was significantly higher than dark condition on germination percentage and germination potentiality, which infer that cactus seed belonged to very bright seeds.

Keywords: cactus; seed; germination percentage; germination potentiality