

DOI:10.11937/bfyy.201706016

不同外源物对干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响

胡珂雪, 张晓曼, 俎晓亚

(河北农业大学 园林与旅游学院, 河北 保定 071000)

摘 要:以四季报春(*Primula obconica* Hance)种子为试材,探索不同浓度 CaCl_2 、SA 和 GB 对 9% PEG-6000 干旱胁迫下种子萌发的影响。结果表明:9% PEG-6000(CK2)干旱胁迫下四季报春种子的萌发情况低于空白对照(CK1),用一定浓度的 CaCl_2 、SA 和 GB 分别浸种处理后能促进干旱胁迫下四季报春种子的萌发,且最佳缓解浓度为 $15 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $5.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;3 种外源物对种子萌发的促进作用以 CaCl_2 效果最佳,SA 效果最差。

关键词:四季报春;干旱胁迫;外源物;种子萌发

中图分类号:S 682.1⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)06-0070-04

报春花属植物大多数属于高山花卉,喜湿润环境,耐旱性较差,因此报春花耐旱性的研究尤为重要。目前,外源物质调节植物抗旱性原理和应用技术的研究较多,但报春花在抗旱性方面的研究仅局限于干旱胁迫对植株生理生化的影响,在外源物质影响报春花抗旱性方面的研究几乎没有,仅王建强等^[1]对四季报春植株在低温条件下外源物质对其抗寒性的影响进行了探索;且在外源物影响干旱胁迫下报春花种子萌发方面的报道更鲜见,仅局限于种子萌发特性方面的研究^[2-5]。

四季报春(*Primula obconica* Hance)属报春花科报春花属多年生草本花卉,花量大,色彩多样,具有较高的观赏价值^[5]。该试验以四季报春种子为试材,研究不同浓度的氯化钙(CaCl_2)、水杨酸(SA)以及甜菜碱(GB)浸种处理对 9% PEG-6000 干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响,从而探索缓解干旱胁迫的调节机制,提高四季报春的抗旱性,为解决四季报春在栽培生产中遇到的干旱胁迫问题提供参考依

据,也为四季报春的大面积推广和规范化种植提供依据,更为我国野生报春花引种研究过程中抗旱性提高方面提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为购买的四季报春春曲系列的种子,保存于 -20°C 的冰箱中备用。

1.2 试验方法

选取颗粒饱满、大小一致的四季报春种子,70% 的酒精消毒,冲洗干净后,用不同浓度的药剂 CaCl_2 (5 、 10 、 15 、 20 、 $25 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)、SA (10 、 20 、 30 、 40 、 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、GB (1.0 、 2.5 、 5.0 、 7.5 、 $10.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) 分别浸种,并以蒸馏水浸种为空白对照(CK),置于 25°C 、 $6\ 000 \text{ lx}$ 的光照培养箱中;24 h 后,取出种子,吸干种子表面的水分,均匀摆放置铺有 2 层纱布、2 层滤纸的培养皿中,加入 9% PEG-6000 溶液,将蒸馏水浸种的种子分为 2 组:一组在培养皿中添加蒸馏水作为空白对照(CK1),一组添加 9% PEG-6000 溶液作为干旱胁迫对照(CK2),每皿 50 粒,3 次重复。置于温度为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、光照强度为 $6\ 000 \text{ lx}$ 、光照时间为 12 h 的培养箱中。

1.3 项目测定

每天定期向培养皿中添加蒸馏水,采用称重法。连续培养观察,每天定时观察统计种子萌发数,最后计算种子的发芽率(G_r)、发芽势(G_v)、发芽指数(G_i)

第一作者简介:胡珂雪(1991-),女,硕士研究生,研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:1203331020@qq.com.

责任作者:张晓曼(1977-),女,博士,副教授,研究方向为植物遗传育种。E-mail:173610925@qq.com.

基金项目:河北省林业厅科学技术研究资助项目(1402450);河北省教育厅重点资助项目(ZD2016132)。

收稿日期:2016-10-08

和活力指数(VI)。

发芽率(G_r ,%)=(N_0/N) $\times 100$ (N_0 为发芽种子数, N 为供试种子数);发芽势(G_v ,%)=(N_1/N) $\times 100$ (N_1 为发芽高峰期发芽的种子数);发芽指数(G_i)= $\sum(G_t/D_t)$ (D_t 为发芽试验进行的天数, G_t 为试验进行天数内的发芽数);活力指数(VI)= $S\times G_i$ (S 为胚根长)。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件进行处理,采用 SPSS 软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 CaCl_2 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响

从表 1 可以看出, CaCl_2 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子的发芽率影响差异显著。种子经不同浓度 CaCl_2 浸种处理后,其发芽率均高于 CK2,表明 CaCl_2 浸种能显著增加种子在 PEG 干旱胁迫下的发芽率,提高四季报春种子的抗旱性。其中 CaCl_2 浓度达到 $15\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽率呈现最高值,显著高出 CK2 29.34 个百分点; CaCl_2 浓度在 $5\sim 15\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽率随着 CaCl_2 浓度的增加而呈上升趋势; CaCl_2 浓度为 $15\sim 25\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽率随着 CaCl_2 浓度的升高而呈下降趋势。

表 1 CaCl_2 对干旱胁迫下四季报春种子萌发指标的影响

浓度 Concentration/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination vigor/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
CK1	83.33 \pm 1.76a	58.00 \pm 4.00a	5.72 \pm 0.24a	42.94 \pm 1.24a
CK2	25.33 \pm 5.33c	13.33 \pm 2.91b	0.99 \pm 0.20d	1.87 \pm 0.38c
5	35.33 \pm 0.67bc	20.67 \pm 2.91b	1.57 \pm 0.12cd	2.50 \pm 0.41c
10	42.67 \pm 4.67bc	22.00 \pm 5.03b	2.27 \pm 0.24bc	4.55 \pm 0.50c
15	54.67 \pm 3.71b	30.00 \pm 2.00b	3.18 \pm 0.23b	9.77 \pm 0.55b
20	52.67 \pm 2.67b	25.33 \pm 4.81b	2.52 \pm 0.21bc	5.23 \pm 0.68c
25	37.33 \pm 1.76bc	22.67 \pm 1.76b	1.90 \pm 0.22cd	3.34 \pm 0.59c

注:表中数据为平均值 \pm 标准误;同列不相同小写字母表示各处理间在 0.05 水平有差异显著,下同。

Note: Data are mean \pm SE in the table above, different lowercase letters in the column indicate significant difference among treatments ($P<0.05$). The same below.

表 2 SA 对干旱胁迫下四季报春种子萌发指数的影响

浓度 Concentration/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination vigor/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
CK1	83.33 \pm 1.76a	58.00 \pm 4.00a	5.72 \pm 0.24a	42.94 \pm 1.24a
CK2	25.33 \pm 5.33bc	13.33 \pm 2.91bc	0.99 \pm 0.20bc	1.87 \pm 0.38b
10	36.67 \pm 5.46b	16.67 \pm 0.67b	1.36 \pm 0.22b	2.93 \pm 0.57b
20	12.00 \pm 1.15cd	6.00 \pm 1.15bcd	0.40 \pm 0.05cd	0.75 \pm 0.10b
30	6.67 \pm 1.76d	4.67 \pm 0.67cd	0.24 \pm 0.05cd	0.37 \pm 0.08b
40	1.33 \pm 0.67d	1.33 \pm 0.67d	0.06 \pm 0.03d	0.09 \pm 0.04b
50	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00b

发芽势是衡量一个品种发芽整齐度的指标。 CaCl_2 浸种处理能够显著影响四季报春种子发芽势。种子经不同浓度 CaCl_2 处理后,其发芽势均高于 CK2,并呈现先上升后下降趋势,表明一定浓度的 CaCl_2 能提高干旱胁迫下种子的发芽势,增加种子发芽整齐度;且 CaCl_2 浓度为 $15\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,种子发芽势达到最大值,高出 CK2 16.67 个百分点。

CaCl_2 处理对四季报春种子发芽指数和活力指数的影响差异显著。发芽指数呈先升高后下降的趋势,并在 CaCl_2 浓度达到 $15\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽指数达到最大值,高出 CK2 2.19,表明 CaCl_2 能提高四季报春种子的发芽指数。种子经过不同浓度 CaCl_2 的处理,其活力指数呈现先升高后下降的趋势,并在 CaCl_2 浓度达到 $15\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,活力指数呈最大值,高出 CK2 7.90,表明 CaCl_2 能提高种子的活力指数,促进四季报春胚根的生长。

2.2 SA 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响

从表 2 可以看出,SA 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响差异显著。种子的发芽率随 SA 浓度的升高而呈下降趋势,仅浓度为 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发芽率明显高于 CK2,并高出 CK2 11.34 个百分点;浓度在 $20\sim 40\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,发芽率均低于 CK2,并在浓

度达到 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,种子未萌发。表明低浓度的 SA 能缓解 PEG 对种子萌发的抑制作用,相反,浓度越高对种子萌发能力的抑制作用越大。

SA 处理对四季报春种子发芽势的影响差异显著。SA 浓度升高,种子的发芽势下降,仅浓度为 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,发芽势高于 CK2,高出 CK2 3.34 个百分点,表明低浓度的 SA 能够提高种子的发芽势; $20 \sim 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ SA 处理后,种子发芽势均低于 CK2,并呈现下降趋势,表明高浓度的 SA 会抑制种子的发芽势。

经不同浓度 SA 浸种处理,四季报春种子的发芽指数随 SA 浓度的增加呈下降趋势,仅在 SA 浓度为 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,发芽指数高于 CK2,高出 CK2 0.37,表明低浓度 SA 对种子发芽指数的影响不明显,但高浓度 SA 降低了种子的发芽指数;四季报春种子的活力指数随 SA 浓度的提高呈下降趋势,仅在 SA 浓度为 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,活力指数高于 CK2,仅高出 CK2 1.06,表明低浓度 SA 略能提高种子的活力指数,但高浓度 SA 严重降低了种子的活力指数,抑制了胚根的生长。

2.3 GB 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子萌发的影响

表 3 表明,GB 浸种处理对干旱胁迫下四季报春种子

GB 对干旱胁迫下四季报春种子萌发指数的影响

Table 3 Effect of GB on seed germination indexes of *P. obconica* under drought stress

浓度 Concentration/($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination vigor/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
CK1	$83.33 \pm 1.76\text{a}$	$58.00 \pm 4.00\text{a}$	$5.72 \pm 0.24\text{a}$	$42.94 \pm 1.24\text{a}$
CK2	$25.33 \pm 5.33\text{b}$	$13.33 \pm 2.91\text{b}$	$0.99 \pm 0.20\text{b}$	$1.87 \pm 0.38\text{b}$
1.0	$25.33 \pm 0.67\text{b}$	$13.33 \pm 1.33\text{b}$	$1.23 \pm 0.06\text{b}$	$1.90 \pm 0.16\text{b}$
2.5	$28.00 \pm 5.03\text{b}$	$14.00 \pm 1.15\text{b}$	$1.25 \pm 0.22\text{b}$	$2.19 \pm 0.34\text{b}$
5.0	$39.33 \pm 2.40\text{b}$	$20.67 \pm 3.71\text{b}$	$2.03 \pm 0.30\text{b}$	$4.47 \pm 1.16\text{b}$
7.5	$32.00 \pm 4.00\text{b}$	$16.00 \pm 2.00\text{b}$	$1.17 \pm 0.59\text{b}$	$1.65 \pm 0.85\text{b}$
10.0	$28.00 \pm 3.46\text{b}$	$12.67 \pm 2.40\text{b}$	$1.14 \pm 0.05\text{b}$	$1.54 \pm 0.08\text{b}$

3 讨论

大量研究证明,逆境下 Ca^{2+} 能维持细胞膜透性的稳定性,且一定浓度的 Ca^{2+} 可以提高 GA 含量,从而通过 GA 促进淀粉酶等水解酶的合成^[6],这些水解酶催化胚乳中储藏物质的分解,用于呼吸和胚结构物质的形成^[7]。李小白^[8]研究证明 $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaCl_2 能够有效缓解 18% PEG 模拟干旱胁迫对谷子萌发的抑制,促进种子的萌发。赵丽丽等^[9]研究发现, $15 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的外源 CaCl_2 浸种处理能够有效促进干旱胁迫下二色胡枝子的出苗率。张春平等^[10]研究发现, $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaCl_2 能够有效促进 NaCl 胁迫下紫苏种子的萌发,缓解 NaCl 对种子萌发的抑制。该试验结果显示, CaCl_2 浸种处理能够促

进 9% PEG 干旱胁迫下四季报春种子的萌发,缓解 PEG 对种子萌发的抑制作用,提高种子的抗旱性,由表 2 可知, CaCl_2 浓度在 $15 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,缓解效果最佳,与赵丽丽等^[9]的研究结果一致,与李小白^[8]和张春平等^[10]的结果有差异。

SA 是植物体内普遍存在的一种小分子酚类物质,能够诱导抗病基因的活化从而使植物产生抗性,是植物对外界伤害作出反应而表达抗性基因的信号分子^[11]。关于 SA 促进干旱胁迫下草坪草种子萌发的报道较多,赵春旭等^[12]发现 $0.12 \sim 1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ SA 浸种处理有利于促进干旱胁迫下高羊茅种子的萌发;刘薇^[11]发现 $0.15 \sim 1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种处理能缓解干旱胁迫对黑麦草种子萌发的抑制,

促进种子萌发;金一锋等^[13]发现,0.25 mmol·L⁻¹ SA处理能够促进草地早熟禾种子的萌发。该试验结果显示,低浓度SA能够促进干旱胁迫下四季报春种子的萌发,缓解PEG对种子萌发的抑制作用,提高种子的抗旱性,且在SA浓度为10 mg·L⁻¹时,缓解效果最佳,与金一锋等^[13]、刘薇^[11]的研究结果差异较大,表明促进种子萌发最佳SA浓度因植物种类不同而有所差异;而高浓度SA不能改善四季报春种子的发芽状况,反而有抑制作用。但是1~10 mg·L⁻¹是否存在促进种子萌发的最适浓度,结论未知,需进一步探索。

逆境条件下,GB在植物体内的积累对渗透调节发挥着重要的作用,GB含量的增加对于提高植物的抗旱性效果十分明显^[14]。植物种类不同,缓解干旱胁迫抑制种子萌发的GB浓度也不同,李小白^[8]研究证明,GB浓度为5.0 mmol·L⁻¹时,能够有效缓解干旱胁迫对谷子萌发的抑制,提高种子的萌发率;刘海英^[15]研究发现,GB浓度为1.0 mmol·L⁻¹时能显著缓解干旱胁迫对桔梗种子萌发的抑制作用;王娟^[16]研究发现,促进干旱胁迫下鸡冠花种子萌发的最佳GB浓度为20 mmol·L⁻¹。许锁链等^[17]发现GB浓度达到10 mmol·L⁻¹时,能够促进干旱胁迫小桐子种子的萌发。而该试验结果显示,GB浓度为5.0 mmol·L⁻¹时,能够有效缓解PEG对种子萌发的抑制作用,与李小白^[8]、刘海英^[15]和王娟^[16]的研究结果不一致,更充分说明了GB缓解干旱胁迫下种子萌发的浓度因植物种类不同而有所差异。

经上述结果分析,CaCl₂、SA和GB对9%PEG干旱胁迫抑制四季报春种子萌发的缓解作用依次为CaCl₂>GB>SA。

参考文献

- [1] 王建强,邓永成,涂继红,等.外源物质对四季樱草抗寒性的影响[J].湖北农业科学,2013,52(21):5233-5235.
- [2] 张晓曼,孙晓光,张启翔.小报春种子萌芽生物学特性研究[J].河北农业大学学报,2005,28(4):58-60.
- [3] 博伟,杨晓盆.胭脂花种子发芽生物学特性研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2009,29(5):415-418.
- [4] 蔡艳飞,李世峰,李树发,等.钟花报春种子萌发生物学特性研究[J].西南农业学报,2010,23(1):280-282.
- [5] 张晓曼,孙晓光,杜绍华,等.四季报春种子萌芽生物学特性研究[J].西北林学院学报,2009,24(5):85-87.
- [6] 冯文新,韩占芳,王玉国,等.钙浸种对小麦幼苗保护酶活性及膜功能的影响[J].麦类作物学报,1997(3):753-756.
- [7] 王燕,牛瑞明,张婕,等.不同药剂浸种对干旱胁迫下谷子种子萌发特性的影响[J].种子,2014,33(7):43-46.
- [8] 李小白.干旱条件下外源CaCl₂、海藻糖和甜菜碱对谷子萌发及幼苗生长的影响[D].晋中:山西农业大学,2013.
- [9] 赵丽丽,王普昶,陈超,等.干旱胁迫下外源钙对二色胡枝子种子萌发的影响[J].草地学报,2015,23(1):120-124.
- [10] 张春平,何平,喻泽莉,等.外源Ca²⁺、ALA、SA和Spd对盐胁迫下紫苏种子萌发及幼苗生理特性的影响[J].中国中药杂志,2010,35(24):3260-3265.
- [11] 刘薇.水杨酸浸种对黑麦草在干旱胁迫下种子萌发特性的影响[J].防护林科技,2014(9):11-12,25.
- [12] 赵春旭,刘芳芳,赵韦,等.水杨酸浸种对高羊茅在干旱胁迫下萌发的影响[J].草业科学,2011,28(11):1945-1949.
- [13] 金一锋,陈阳,董亚楠,等.外源水杨酸对草地早熟禾种子萌发及幼苗抗旱性的影响[J].种子,2015,34(4):25-28.
- [14] 蔡海林.外源甜菜碱和5-氨基乙酰丙酸对高羊茅抗旱性的影响[D].南京:南京农业大学,2013.
- [15] 刘海英.外源ALA、SNP和GB对干旱胁迫桔梗种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[D].重庆:西南大学,2013.
- [16] 王娟.外源硝酸钠、甜菜碱及腐植酸对干旱胁迫下鸡冠花种子萌发和幼苗生理的影响[D].重庆:西南大学,2014.
- [17] 许锁链,李忠光,龚明.外源甜菜碱对PEG胁迫下小桐子种子萌发和幼苗生长的保护作用[J].种子,2011,30(9):29-33.

Effect of Different Exogenous Substances on Seeds Germination of *Primula obconica* Under Drought Stress

HU Kexue, ZHANG Xiaoman, ZU Xiaoya

(Institute of Landscape and Tourism, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: *P. obconica* seeds were used as material to explore the effect of different concentrations of CaCl₂, SA and GB on seeds germination under drought stress of 9% PEG-6000. The results showed that, seed germination of *P. obconica*, under drought stress of 9% PEG-6000 (CK2), was significantly lower than that of the blank control group (CK1); treatments of a certain concentration of CaCl₂, SA and GB could promote seeds germination of *P. obconica*, and the best concentrations were 15 mmol·L⁻¹, 10 mg·L⁻¹, 5.0 mmol·L⁻¹; the promoting effect of CaCl₂ on seeds germination was the best and SA was the worst, between three exogenous substances.

Keywords: *P. obconica*; drought stress; exogenous substance; seed germination