

# 融雪剂对 5 种菊科花卉种苗生长发育的影响

何佳果,卢姝伶,田鑫,姜华

(辽宁师范大学 生命科学学院,辽宁 大连 116081)

**摘要:**以百日草(*Zinnia elegans* Jacq.)、波斯菊(*Cosmos bipinnata* Cav.)、黑心菊(*Rudbeckia hirta* L.)、花环菊(*Chrysanthemum carinatum*)和小丽花(*Dahlia pinnate* cv.) 5 种菊科花卉种子为试材,研究氯化钠型和氯化钙型两种类型融雪剂对种苗生长发育的影响。结果表明:同种花卉对不同类型融雪剂的耐受性不同,同型融雪剂对不同种花卉的影响也不同;高浓度的融雪剂可抑制种苗生长发育,而低浓度的则有促进作用;氯化钙型融雪剂较氯化钠型融雪剂对种苗的毒害作用小;百日草对两型融雪剂的耐受性均较强,花环菊也有一定的耐受性,而波斯菊的耐受性较弱。

**关键词:**融雪剂胁迫;菊科花卉;种苗生长

**中图分类号:**S682.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)06-0046-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.06.0046

融雪剂除雪法是除加热法、机械法、人工法以外目前使用最为广泛而有效的方法,是北方城市道路除雪的主要措施,每年用于道路除雪的数量可达几千或上万吨。研究表明,75%~95%的融雪剂均以径流和飞溅的方式进入沿路的草坪和绿化带。含盐雪水在土壤中不断积累,被植物吸收滞留在植物组织中,对植物造成盐害胁迫<sup>[1]</sup>。盐分集中分布在 40 cm 深以上的土壤中,且主要影响距离路边 3~5 m 植物的生长<sup>[2-3]</sup>。目前,关于融雪剂胁迫对园林植物生长发育的影响研究鲜有报道,筛选出抗融雪剂的草本花卉用于道路两旁的绿化美化显得尤为重要。本文以常见的 5 种菊科花卉为对象,研究它们对道路除雪常用的两种类型融雪剂胁迫的响应,以查明两种融雪剂对植物种苗生长发育的影响及二者的毒效,筛选出对融雪剂抗性能力强的花卉品种,为园林绿化植物的选择提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试花卉 百日草(*Zinnia elegans* Jacq.)、波斯菊(*Cosmos bipinnata* Cav.)、黑心菊(*Rudbeckia hirta* L.)、花环菊(*Chrysanthemum carinatum*)和小丽花(*Dahlia pinnate* cv.) 5 种菊科草本花卉种子,购于大连市西郊园艺超市。

1.1.2 融雪剂 氯化钠型(I型)和氯化钙型(II型)。I型成分为 60%氯化钠和 40%氯化镁;II型成分为 54%氯化钙、18%氯化钠、12%氯化镁和 16%氯化钾,由大连市园林局提供。

### 1.2 方法

1.2.1 融雪剂溶液的配制 用蒸馏水将 I 型和 II 型融雪剂分别配成浓度为 6%、8%、10%、12%、14%和 16%的溶液。

1.2.2 种子发芽及生长试验 将籽粒饱满、大小均匀的 5 种花卉种子在不同浓度的融雪剂溶液中浸泡 24 h,以纯水为对照(CK);将种子沥干水分摆放于铺有含水滤纸的培养皿中,每皿 30 粒保湿培养,3 次重复,室温(24℃)下黑暗培养;种子发芽以胚根长度超过种子一半为标准<sup>[4]</sup>。种子发芽后,打开皿盖继续培养种苗,每天补水和记录发芽粒数,连续 3 d 发芽种子数无增长视为发芽完全<sup>[5]</sup>,测量幼苗鲜重和干重、茎长和茎粗、叶长和叶宽、根长等生长指标。

1.2.3 生长指标测量与数据处理 发芽率(%)=(n/N)×100(n 为供试种子发芽粒数,N 为供试种子总粒数);发芽势(%)=(n/N)×100(n 为种子发芽达到最高峰时种子发芽粒数);发芽指数= $\sum G_t/D_t$ ( $G_t$ 为时间 t 日的发芽数, $D_t$ 为相应的发芽天数)<sup>[6]</sup>。其它生长指标使用精确度为 0.02 mm 的游标卡尺及电子天平测量或称量。采用 SPSS20.0 和 Excel 软件进行数据分析和制图。

收稿日期:2016-04-21

基金项目:辽宁省教育厅大学生创新训练资助项目(2015 10165037)

第一作者简介:何佳果(1995-),女,四川省遂宁市人,在读学士,从事环境科学研究。E-mail:hjg3790@163.com。

通讯作者:姜华(1958-),女,黑龙江省富裕县人,博士,教授,从事植物病理学研究。E-mail:jianghua1225@163.com。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的融雪剂对种子发芽率、发芽势和发芽指数的影响

5种菊科花卉种子以不同浓度的两种类型融雪剂溶液浸种,对种子发芽率、发芽势有一定影响(见表1)。I型融雪剂处理:高浓度时黑心菊发芽率比CK显著降低( $P<0.05$ ),12%浓度处理降低了30%、16%浓度降低了80%;且从14%浓度开始其发芽势比CK显著下降,平均抑制程度达到66.67%。16%浓度可使百日草发芽率显著低于CK。6%浓度可使波斯菊发芽率比CK的

显著降低26.47%;且从6%浓度开始其发芽势也比CK显著下降。6%浓度时小丽花的发芽率与CK比显著降低;且从6%浓度开始各处理浓度发芽势与CK比均显著降低。II型融雪剂处理:与CK比各浓度处理均可使黑心菊发芽率提高;其中6%浓度时发芽势与CK比也增加,但从8%浓度开始发芽势下降。10%~16%浓度可使百日草发芽率显著低于CK;其发芽势无明显规律。6%浓度就可使波斯菊发芽率显著降低。花环菊发芽率在6%~14%浓度时促进、16%时抑制;发芽势也在6%~14%浓度时促进,16%浓度时抑制。

表1 5种花卉种子以不同浓度融雪剂浸种下的发芽指标分析

Table 1      Analysis on germination index of five kinds of flower seeds in different concentrations of deicing salt soaking treatment																	
融雪 剂	浓度 /%	发芽率/% Germination rate					发芽势/% Germinative force					发芽指数 Germination index					
		黑心菊	百日草	波斯菊	花环菊	小丽花	黑心菊	百日草	波斯菊	花环菊	小丽花	黑心菊	百日草	波斯菊	花环菊	小丽花	
Ⅰ 型	0	40 bc	73 b	68 c	30 ab	45 b	33 b	63 c	43 c	23 a	53 c	8.1 bc	33.3 c	41.2 c	13.3 ab	21.6 b	
	6	53 c	76 bc	50 b	27 ab	28 a	20 b	50 bc	20 a	23 a	20 ab	7.2 b	25.8 b	24.6 a	9.3 a	9.0 a	
	8	43 bc	80 c	48 b	20 a	25 a	17 b	60 c	28 ab	17 a	20 ab	7.7 bc	26.6 b	23.5 a	7.2 a	7.3 a	
	10	30 b	67 ab	52 b	33 b	23 a	15 ab	40 ab	33 b	15 a	10 a	6.7 b	20.3 a	28.4 b	10.4 ab	5.2 a	
	12	28 b	73 b	53 b	38 b	28 a	23 b	50 bc	20 a	15 a	15 a	4.4 b	23.2 ab	27.1 b	12.2 ab	5.6 a	
	14	30 b	70 b	53 b	33 b	25 a	13 a	37 a	33 b	23 a	17 ab	5.7 b	18.8 a	27.0 b	13.1 ab	8.7 a	
	16	8 a	63 a	33 a	23 ab	20 a	9 a	53 bc	23 a	18 a	17 ab	0.7 a	20.7 ab	25.6 ab	8.8 a	6.8 a	
Ⅱ 型	0	40 a	73 c	68 c	30 a	45 b	33 b	63 c	43 c	23 ab	53 c	8.1 a	33.3 c	41.2 c	13.3 ab	21.6 c	
	6	57 c	74 c	58 b	43 b	50 bc	40 c	57 b	45 c	30 b	28 b	10.6 ab	27.0 b	22.1 b	15.5 a	15.2 b	
	8	63 d	70 c	43 a	43 b	39 ab	27 b	43 a	41 bc	37 bc	18 a	8.8 a	22.6 a	15.7 a	17.7 b	11.6 ab	
	10	53 bc	67 b	57 b	48 b	48 bc	18 a	53 b	40 bc	28 ab	30 b	8.4 a	21.5 a	23.4 b	16.6 ab	13.9 b	
	12	57 c	64 b	50 ab	45 b	55 c	30 b	60 c	42 bc	30 b	25 ab	13.2 ab	19.2 a	15.1 a	18.2 b	14.7 b	
	14	57 c	65 b	50 ab	48 b	40 ab	25 ab	57 b	33 a	25 ab	27 ab	9.8 ab	24.9 ab	15.4 a	14.9 ab	10.2 a	
	16	50 ab	60 a	40 a	23 a	43 b	23 a	60 c	30 a	15 a	23 a	8.8 a	23.3 a	12.1 a	8.2 a	9.2 a	

对发芽指数的影响,I型融雪剂处理:不同浓度的融雪剂处理后,黑心菊、百日草、波斯菊、花环菊、小丽花与CK比发芽指数均下降。从6%浓度开始,小丽花发芽指数比CK显著下降,分别较CK下降58.33%、66.20%、75.93%、74.07%、59.72%和68.52%。II型融雪剂处理:黑心菊处理组与CK比发芽指数有提高,分别提高了30.86%、8.64%、3.70%、62.96%、20.99%和8.64%。16%除外的几个浓度也可使花环菊发芽指数高于CK。百日草、波斯菊和小丽花的处理组与CK比,发芽指数均下降。

2.2 不同浓度的融雪剂对幼苗茎和叶的影响

融雪剂的浓度变化对几种花卉幼苗的茎、叶生长发育有影响,影响程度依花卉种类而不同(见表2和表3)。I型融雪剂处理:黑心菊、波斯菊、小丽花茎长与CK比显著变短;黑心菊茎粗与CK比显著变细,花环菊也比CK变细,但差异不显著;波斯菊叶长与CK比显著增长,小丽花的叶长在10%开始抑制增长;波斯菊、小丽花的叶宽随浓度升高叶面显著变窄。II型融雪剂处理:花环菊茎长与CK比在16%时显著变短;小丽花各浓度茎粗比CK的粗,黑心菊茎粗在16%浓度时显著变细;百日草处理组平均叶长比CK的长;波斯

菊叶宽从 10％开始显著变窄。

表 2 I 型融雪剂对花卉幼苗茎叶生长发育指标的影响

Table 2 Effects of type I deicing salts on stem and leaf development index of seeding							
花种 Varieties	浓度/％ Concentration	茎长/mm Length of stem	茎粗/mm Diameter of stem	叶长/mm Length of leaf	叶宽/mm Width of leaf	茎叶鲜重/mg Fresh weight of stem and leaf	茎叶干重/mg Dry weight of stem and leaf
黑心菊	CK	9.2±0.45 b	1.11±0.20 a	3.70±0.77 a	3.14±1.29 b	20.99±6.15 b	28.6 b
	6	6.3±0.34 a	0.90±0.10 b	3.42±0.63 a	2.71±0.69 ab	14.89±5.75 a	31.8 bc
	8	6.8±0.28 a	0.99±0.17 ab	3.73±0.49 a	2.91±0.76 ab	15.11±6.83 a	32.2 bc
	10	7.0±0.30 a	1.03±0.19 ab	3.53±0.83 a	2.72±0.84 ab	16.24±7.48 ab	27.3 b
	12	5.7±0.22 a	0.96±0.16 b	2.98±0.92 a	2.47±0.65 ab	12.96±4.17 a	23.4 b
	14	5.2±0.23 a	1.03±0.19 ab	3.43±0.73 a	2.63±0.60ab	12.82±4.70 a	25.8 b
	16	4.8±0.18 a	1.02±0.19 ab	3.21±0.24 a	2.13±0.42 b	11.53±4.20 a	8.3 a
百日草	CK	35.5±1.16 b	0.95±0.16 a	5.27±0.94 b	3.60±0.84 a	38.71±10.38 a	66.1 ab
	6	25.6±1.59 a	0.97±0.12 a	4.86±0.82 ab	3.39±0.80 a	40.76±7.89 a	64.8 a
	8	26.6±1.81 ab	0.93±0.14 a	5.22±0.77 ab	3.52±0.75 a	43.32±5.49 a	70.2 b
	10	24.4±1.47 a	0.97±0.12 a	4.69±0.83 ab	3.41±0.71 a	38.35±10.18 a	69.8 b
	12	25.6±1.60 a	0.97±0.06 a	4.47±1.20 a	3.12±0.78 a	35.96±9.09 a	75.7 b
	14	28.1±1.72 ab	0.87±0.10 a	6.23±0.75 c	3.38±0.85 a	34.99±7.82 a	63.6 a
	16	26.9±1.72 ab	0.92±0.08 a	6.20±1.12 c	3.17±0.92 a	37.23±8.10 a	61.5 a
波斯菊	CK	67.4±1.55 b	0.75±0.07 bc	5.34±1.99 b	1.70±0.28 c	39.17±6.51 b	56.8 b
	6	31.0±2.15 a	0.79±0.11 c	6.33±1.54 a	1.52±0.26 bc	22.82±6.27 a	40.9 a
	8	23.8±1.87 a	0.80±0.08 c	6.28±1.42 a	1.54±0.28 bc	21.39±5.28 a	33.9 a
	10	23.3±2.11 a	0.72±0.12 abc	6.11±1.71 a	1.43±0.40 ab	20.10±7.77 a	42.0 a
	12	26.8±2.87 a	0.66±0.14 a	6.22±1.79 a	1.28±0.23 a	24.66±9.11 a	46.0 a
	14	26.9±2.55 a	0.79±0.14 c	6.33±1.31 a	1.36±0.33 ab	23.51±9.31 a	43.0 a
	16	23.8±1.99 a	0.70±0.06 ab	5.89±1.87 a	1.49±0.28 abc	19.02±6.90 a	36.9 a
花环菊	CK	31.9±1.32 a	0.66±0.09 ab	3.99±0.78 a	1.66±0.39 ab	19.11±6.73 a	7.0 b
	6	29.6±1.58 a	0.62±0.04 ab	4.11±0.77 a	1.94±0.23 bc	17.73±5.64 a	4.5 a
	8	23.0±0.98 a	0.68±0.11 b	4.10±0.47 a	2.03±0.41 c	15.88±7.50 a	4.2 a
	10	23.3±1.04 a	0.56±0.10 a	3.65±0.69 a	1.64±0.38 b	14.67±4.92 a	8.7 b
	12	23.5±1.56 a	0.58±0.09 a	3.71±0.86 a	1.77±0.31 bc	15.55±5.52 a	11.3 c
	14	28.8±0.93 a	0.58±0.09 a	3.50±0.72 a	1.65±0.19 ab	15.23±6.22 a	7.5 ab
	16	22.7±1.22 a	0.56±0.12 a	3.38±1.07 a	1.51±0.41 a	14.24±6.38 a	7.0 ab
小丽花	CK	37.9±1.73 c	0.67±0.29 a	6.28±1.26 c	2.84±0.68 c	59.30±10.65 c	57.8 b
	6	22.0±1.67 b	0.95±0.09 b	6.28±1.22 bc	2.81±0.78 bc	36.65±7.30 b	44.5 a
	8	13.2±0.77 ab	0.92±0.19 b	6.81±1.28 abc	2.25±0.53 bc	32.16±6.50 ab	35.1 a
	10	9.0±0.61 a	0.82±0.14 ab	5.61±1.04 a	2.04±0.40 a	18.74±7.64 a	35.0 a
	12	9.7±1.21 a	0.96±0.34 b	5.14±1.21 abc	2.26±0.45 ab	17.43±7.44 a	43.3 a
	14	16.2±1.35 ab	0.98±0.19 b	4.44±0.92 a	2.11±0.68 a	24.95±11.10 ab	33.0 a
	16	14.6±1.02 ab	0.91±0.24 b	4.47±1.79 ab	2.18±0.52 a	24.23±11.23 ab	43.9 a

对茎叶鲜重与干重影响结果(见表 2 和表 3)。I 型融雪剂处理:黑心菊处理组茎叶鲜重与 CK 比显著降低;茎叶干重在 16％浓度时与 CK 比显著降低,干物质积累减少 70.98％。波斯菊

和小丽花处理组茎叶鲜重和干重与 CK 比显著降低。II 型融雪剂处理:16％浓度时黑心菊茎叶鲜重显著降低,根干重增加;波斯菊茎叶鲜重和干重与 CK 比显著降低。

表 3 II 型融雪剂对花卉幼苗茎叶生长发育指标的影响

Table 3 Effects of type II deicing salts on stem and leaf development index of seeding

花种 Varieties	浓度/% Concentration	茎长/mm Length of stem	茎粗/mm Diameter of stem	叶长/mm Length of leaf	叶宽/mm Width of leaf	茎叶鲜重/mg Fresh weight of stem and leaf	茎叶干重/mg Dry weight of stem and leaf
黑心菊	CK	9.2±0.50 a	1.11±0.20 b	3.70±0.77 ab	3.14±1.29 ab	20.99±6.15 b	28.6 a
	6	9.2±0.42 a	1.04±0.15 b	4.05±1.15 b	2.92±0.95 ab	21.19±9.88 b	41.3 c
	8	8.0±0.41 a	0.89±0.14 a	3.80±0.93 ab	2.77±1.00 ab	18.67±10.38 ab	43.4 c
	10	6.4±0.19 a	1.04±0.11 b	3.56±0.59 ab	2.87±0.76 b	15.77±4.57 ab	32.6 a
	12	8.2±0.45 a	1.12±0.08 b	3.93±0.98 b	3.21±0.87 b	18.43±9.25 ab	45.3 c
	14	8.8±0.59 a	1.03±0.08 b	3.73±0.83 ab	2.94±0.77 ab	17.40±8.01 ab	45.5 c
	16	6.7±0.34 a	0.92±0.22 a	3.14±0.80 a	2.36±0.94 a	14.52±9.20 a	36.5 ab
百日草	CK	35.5±1.50 b	0.95±0.16 a	5.27±0.94 a	3.60±0.84 ab	38.71±10.35 a	56.8 c
	6	25.6±1.31 ab	0.95±0.13 a	5.19±0.95 a	3.79±0.74 ab	39.54±7.22 a	44.8 b
	8	28.6±1.86 ab	1.00±0.14 a	5.46±1.29 a	4.13±1.18 bc	45.61±10.78 a	40.5 b
	10	21.3±1.36 a	0.92±0.12 a	5.18±1.16 a	3.46±1.17 ab	40.23±9.38 a	37.4 a
	12	22.7±1.98 a	0.95±0.12 a	4.98±0.95 a	3.33±0.62 a	34.11±7.74 a	34.9 a
	14	36.0±1.93 b	0.91±0.14 a	6.40±1.00 b	4.18±0.73 c	39.78±9.75 a	33.4 a
	16	30.8±1.99 ab	0.94±0.13 a	4.63±0.96 a	3.71±0.72 ab	36.74±8.75 a	30.5 a
波斯菊	CK	67.4±1.55 c	0.75±0.07 ab	5.34±1.99 a	1.70±0.28 b	39.17±6.51 c	56.8 c
	6	40.4±2.45 b	0.76±0.08 ab	7.05±1.85 b	1.67±0.41 b	32.01±8.12 bc	44.8 b
	8	3.98±2.55 b	0.76±0.09 ab	6.57±2.31 ab	1.58±0.46 ab	31.30±10.95 bc	40.5 b
	10	37.4±2.62 ab	0.79±0.12 b	5.86±2.13 ab	1.57±0.46 ab	23.80±7.62 ab	37.4 a
	12	20.4±2.34 a	0.75±0.08 ab	5.50±1.57 a	1.35±0.24 a	19.30±8.09 a	34.9 a
	14	41.5±3.04 b	0.75±0.09 ab	6.20±1.61 ab	1.53±0.20 ab	25.56±6.21 ab	33.4 a
	16	39.1±2.40 b	0.71±0.08 a	5.30±2.05 a	1.45±0.31 ab	21.84±6.23 ab	30.5 a
花环菊	CK	31.9±1.32 bc	0.66±0.09 a	3.99±0.78 a	1.66±0.39 ab	19.11±6.73 a	7.0 b
	6	26.4±1.47 abc	0.64±0.09 a	3.73±0.97 a	1.83±0.41 b	18.92±7.84 a	9.4 b
	8	33.8±1.05 c	0.67±0.11 a	4.13±0.49 a	1.85±0.32 b	15.88±7.50 a	8.6 b
	10	24.7±1.03 abc	0.63±0.15 a	3.91±0.99 a	1.70±0.35 ab	16.56±5.76 a	15.0 c
	12	30.3±1.40 bc	0.61±0.09 a	3.98±0.85 a	1.60±0.32 ab	17.06±7.00 a	13.4 c
	14	20.7±1.08 ab	0.60±0.09 a	3.78±1.02 a	1.53±0.30 a	14.23±4.94 a	15.2 c
	16	17.2±1.07 a	0.64±0.05 a	3.67±0.71 a	1.57±0.29 ab	13.18±4.73 a	6.0 a
小丽花	CK	37.9±1.73 c	0.67±0.29 a	6.28±1.26 bc	2.84±0.68 b	59.30±10.65 c	57.8 b
	6	22.7±1.68 ab	0.95±0.20 c	7.32±1.32 d	2.78±0.65 b	42.94±10.48 bc	72.9 c
	8	26.4±1.61 bc	0.92±0.15 c	7.04±1.09 cd	2.54±0.60 ab	45.65±9.68 bc	57.9 b
	10	30.5±1.91 bc	0.89±0.21 bc	6.41±0.90 bc	2.63±0.48 ab	44.20±13.35 bc	69.1 c
	12	15.1±1.15 a	0.73±0.18 ac	6.12±1.04 ab	2.09±0.65 b	26.31±8.07 a	74.8 c
	14	27.5±2.18 bc	0.79±0.21 bc	5.34±0.95 a	2.15±1.04 a	37.12±11.79 ab	41.1 a
	16	20.7±1.42 ab	0.78±0.20 bc	6.29±0.65 bc	2.29±0.90 ab	31.62±13.80 ab	48.0 a

2.3 不同浓度的融雪剂对幼苗根的影响

融雪剂浓度变化对幼苗根生长发育有一定的影响(见表 4)。I 型融雪剂处理:黑心菊根干重在 12%和 16%浓度时与 CK 差异显著。百日草处理组根生长与 CK 比受抑制;其根鲜重在浓度

12%~16% 时与 CK 比显著下降,分别下降 40.25%、33.52%、27.86%。波斯菊处理组根生长与 CK 比被显著抑制,根的干物质积累在 6%~16%各浓度下分别减少了 56.52%、71.01%、72.46%、76.81%、50.72%和 73.91%。小丽花

在 10%以上浓度根干重明显降低。Ⅱ型融雪剂处理:黑心菊根长与 CK 比变长。波斯菊根生长与 CK 比有显著的抑制作用。花环菊根长无显著变化,6%、10%有一定的促进作用;其根干重与

CK 比在 6%~14% 浓度时受影响不明显,但 16%浓度时使根干物质积累显著降低了 57.89%。小丽花根长变化不显著。

表 4 融雪剂对花卉幼苗根生长发育指标的影响

Table 4 Effects of deicing salts on root development index of seeding

花种 Varieties	浓度/% Concentration	Ⅰ 型			Ⅱ 型		
		根长/mm Root length	根鲜重/mg Root fresh weight	根干重/mg Root dry weight	根长/mm Root length	根鲜重/mg Root fresh weight	根干重/mg Root dry weight
黑心菊	CK	9.0±0.90 a	3.93±1.19 a	4.8 b	9.0±0.86 a	3.93±1.19 a	4.8 b
	6	14.1±1.41 ab	3.63±1.39 a	6.4 c	16.4±0.76 bc	4.27±1.75 a	7.2 c
	8	18.4±1.84 ab	4.79±1.66 a	5.4 bc	17.7±1.10 bc	4.64±1.77 a	5.8 bc
	10	18.2±2.22 b	3.71±1.41 a	4.5 b	14.8±0.54 abc	3.78±1.26 a	5.6 bc
	12	11.6±1.60 ab	3.88±0.90 a	2.6 a	21.4±1.17 c	4.25±1.45 a	8.5 c
	14	16.1±1.61 ab	3.66±1.65 a	3.7 ab	16.7±0.94 bc	3.44±1.18 a	6.4 c
	16	12.0±1.20 ab	2.75±1.10 a	1.8 a	11.9±0.57 ab	3.49±0.8 a	4.4 ab
百日草	CK	40.6±1.16 a	13.39±1.42 b	16.8 c	40.6±1.16 bc	13.39±1.42 b	16.8 c
	6	33.4±1.59 a	10.64±1.52 ab	10.5 b	31.8±1.79 ab	9.71±1.30 a	13.0 b
	8	39.1±1.81 a	11.41±2.04 ab	12.6b	38.5±1.73 b	10.58±1.03 a	8.9 ab
	10	31.3±1.47 a	10.42±2.06 ab	9.8 ab	29.1±1.80 ab	9.99±1.42 a	9.9 ab
	12	30.7±1.60 a	8.00±1.46 a	9.6 ab	25.9±1.56 a	8.04±1.06 a	8.5 a
	14	29.0±1.72 a	8.91±2.36 a	6.3 a	26.4±1.95 a	9.71±1.58 a	9.6 ab
	16	28.8±1.72 a	9.66±2.09 a	6.3 a	31.2±1.50 ab	9.42±2.03 a	9.5 ab
波斯菊	CK	33.0±1.61 b	4.93±2.14 a	6.9 b	33.0±1.61 c	4.93±2.14 a	6.9 b
	6	21.1±1.12 ab	3.87±1.44 a	3.0 a	23.4±1.28 ab	4.07±1.53 a	4.8 a
	8	23.9±1.14 ab	3.13±0.66 a	2.0 a	17.1±1.01 a	4.55±2.14 a	3.3 a
	10	17.0±1.13 a	3.22±1.50 a	1.9 a	18.0±1.38 a	4.05±2.33 a	2.6 a
	12	28.0±1.65 ab	3.55±1.15 a	1.6 a	13.2±1.26 a	2.82±1.51 a	1.6 a
	14	20.6±1.73 ab	3.75±1.55 a	3.4 a	23.9±0.99 ab	3.17±1.03 a	2.7 a
	16	15.8±1.20 a	3.50±2.25 a	1.8 a	17.1±0.64 a	3.28±1.47 a	2.8 a
花环菊	CK	28.2±1.34 a	2.84±0.82 a	1.9 b	28.2±1.34 a	2.84±0.82 a	1.9 ab
	6	29.8±1.13 a	2.90±0.93 a	1.6 b	34.3±1.37 a	3.31±1.05 a	2.2 ab
	8	33.6±1.49 a	3.66±1.91 a	1.3 ab	33.5±0.71 a	2.93±0.67 a	2.1 ab
	10	32.9±1.88 a	3.22±1.28 a	1.0 ab	35.6±1.94 a	3.42±1.43 a	1.3 a
	12	25.9±1.21 a	3.40±1.23 a	1.5 b	29.8±1.76 a	3.54±1.32 a	1.8 ab
	14	21.0±1.10 a	2.85±0.84 a	0.9 a	21.6±1.20 a	2.32±0.99 a	2.1 ab
	16	24.0±1.48 a	2.53±0.81 a	0.5 a	23.9±1.49 a	2.56±1.09 a	0.8 a
小丽花	CK	27.4±1.07 b	6.17±2.79 b	3.2 b	27.4±1.07 a	6.17±2.79 a	3.2 a
	6	29.6±0.59 b	4.18±1.70 ab	3.5 b	23.1±1.69 a	5.04±2.52 a	4.1 b
	8	20.4±0.82 ab	2.83±1.52 b	2.2 ab	19.6±0.99 a	4.99±3.11 a	4.6 b
	10	13.2±0.64 a	2.92±2.50 b	1.5 a	24.3±1.36 a	5.19±2.56 a	5.7 c
	12	13.8±0.89 a	2.17±2.37 b	1.3 a	17.4±0.96 a	4.39±1.83 a	4.4 b
	14	19.9±1.66 ab	3.67±2.15 ab	1.6 a	21.7±1.22 a	4.97±2.73 a	3.7 ab
	16	15.1±0.99 a	4.16±1.27 ab	2.0 a	19.3±0.91 a	6.61±1.58 a	3.2 a

### 3 结论与讨论

不同浓度的两型融雪剂对 5 种花卉种苗的几种生长发育指标均有影响,高浓度有抑制、低浓度有促进作用。Ⅰ型融雪剂浸种后:黑心菊种子萌发、幼苗茎生长和根鲜重受到抑制;百日草在浓度大于 14%后种子萌发、幼苗茎生长受到抑制;波斯菊种子萌发和根干物质积累受到抑制;花环菊从浓度 10%起茎粗变细;小丽花种子萌发、幼苗茎生长受抑制。Ⅱ型融雪剂浸种后:各处理促进黑心菊种子萌发;百日草种子萌发、叶和根生长受到抑制;波斯菊种子萌发和根的生长受抑制;花环菊在浓度 6%~14%促进种子萌发、在 16%时叶生长受到抑制且根干重与 CK 比显著下降;小丽花种子发芽势和茎叶鲜重受抑制。

植物对盐胁迫最敏感的时期为发芽期和幼苗期<sup>[7]</sup>。发芽率、发芽势、发芽指数是评价种子发芽情况的常用指标,可反映出种子的发芽速度、发芽整齐度和幼苗潜在的生长势<sup>[8]</sup>。本研究表明,不同浓度的两种融雪剂对几种花卉种子的发芽指标均有影响,高浓度有抑制发芽、低浓度有促进发芽的效用。融雪剂在低浓度时促进种子萌发的可能机理是,当有一定量的雨水时土壤盐度降低促使一些植物种子迅速吸水萌发生长,从而完成生活史<sup>[9]</sup>。所以道路在施用融雪剂后,对融雪剂进行人工稀释很重要,如给绿化浇水,可以缓解融雪剂的毒害作用。就 5 种花卉对两型融雪剂胁迫的耐受性比较而言,百日草对两型融雪剂的耐受性均较强,而波斯菊的耐受性较弱,花环菊也有一定的

耐受性,但耐受性不如百日草;黑心菊和小丽花对Ⅰ型融雪剂的耐受性较弱。所以,对于融雪剂使用量大的城市,可以百日草作为抗融雪剂的常用花卉。本试验还表明,以氯化钙为主要成分的融雪剂对植物的毒害作用小于氯化钠型融雪剂,建议园林等有关部门在城市除雪工作中以使用氯化钙型融雪剂为宜。

#### 参考文献:

- [1] Norrstrom A C, Bergstedt E. The impact of road deicing salts on colloid dispersion and base cation pool sin roads side soils[J]. Water Air and soil Pollution, 2001, 127: 281-299.
- [2] Dale L, Mary E. Road salts germination inhibition of native plants used in roadside plantings[J]. Illinois State Academy of Science, 2008, 101: 1-2.
- [3] 丛日晨,李芳,古润泽. 融雪剂对城市园林植物伤害机理的研究[J]. 中国园林, 2005(12): 60-64.
- [4] 严霞,李法云,刘桐武,等. 化学融雪剂对小麦和玉米种子发芽的影响[J]. 气象与环境学报, 2007, 19(4): 14-16.
- [5] 李朝苏,刘鹏,徐根娣,等. 铝浸种对荞麦种子萌发和幼苗生理的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(6): 2041-2047.
- [6] Huang Z. Adaptation strategies of seed dormancy and germination of *Psammochila villosa*, a sand dune gress inhabiting Ordos Plateau, China [J]. Aota Bot Boreal-Occident Sin, 2003, 23(7): 1128-1188.
- [7] 孙小芳,郑青松,刘友良. NaCl 胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(3): 22-25.
- [8] 赵艳艳,胡晓辉,燕飞,等. 不同浓度 5-氨基乙酰丙酸浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(1): 62-70.
- [9] 赵可夫,冯立田,范海. 盐生植物种子的休眠,休眠解除及萌发的特点[J]. 植物学通报, 1999, 16(6): 677-685.

## Effect of Deicing Salts on Seedling Growth of Five Kinds of Asteraceae

HE Jia-guo, LU Shu-ling, TIAN Xin, JIANG Hua

(College of Life Sciences, Liaoning normal university, Dalian, Liaoning 116081)

**Abstract:** The effect of sodium chloride and calcium chloride deicing salts on germination and growth of the Asteraceae seeds of *Zinnia elegans*, *Cosmos bipinnata*, *Rudbeckia hirta*, *Chrysanthemum carinatum* and *Dahlia pinnate* were studied. The results showed that the effect of different deicing salts on same seed was different and the effect of same deicing salts on different seeds was different. High concentrations of deicing salts inhibited the seedling growth, but low concentrations could promoted it. Toxic effects of calcium chloride deicing salts were smaller than sodium chloride deicing salts on seedling. *Zinnia elegans* showed strong tolerance on two types of deicing salts. *Chrysanthemum carinatum* have a little tolerance. *Cosmos bipinnata* showed weak tolerance.

**Keywords:** deicing salts stress; Asteraceae; seedling growth