

杨若鹏,李爷福,李杰. 蛭石引发对盐胁迫下番茄种子萌发、幼苗生长及生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(4):135-139.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.034

蛭石引发对盐胁迫下番茄种子萌发、幼苗生长及生理特性的影响

杨若鹏^{1,2}, 李爷福¹, 李杰^{1,2}

(1. 红河学院生命科学与技术学院, 云南蒙自 661199; 2. 云南省高校农作物优质高效栽培与安全控制重点实验室, 云南蒙自 661199)

摘要:以番茄种子为材料,研究不同浓度 NaCl 胁迫下经蛭石引发和未引发的番茄种子、幼苗的生长情况。结果表明,经过蛭石引发处理的番茄种子发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数等种子萌发特性的 4 个指标及幼苗干质量、鲜质量、株高、根系长等幼苗生长的 4 个指标大部分显著高于对照;经过引发处理的幼苗叶片中 3 种抗氧化酶[超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)]的活性均显著高于对照,而丙二醛(MDA)含量显著低于对照;引发处理后显著提高了可溶性蛋白质、可溶性糖和游离脯氨酸含量。由结果可以看出,蛭石引发能显著增强番茄种子的活力,从而提高其耐盐性,且福宝品种的耐盐性高于东方红品种。

关键词:蛭石引发;番茄种子;萌发;幼苗生长;盐胁迫

中图分类号: S184;S641.201

文献标志码: A

文章编号:1002-1302(2018)04-0135-04

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)是茄科番茄属一年生或多年生草本植物,株高 0.6~2.0 m。番茄的起源中心是南美洲的安第斯山地带,目前在全球普遍种植,而且种植面积逐年增加。

种子引发是通过控制种子缓慢吸水,让种子停留在吸胀阶段一段时间,使其处于预发芽状态,从而提高种子活力的一种处理方法,它能提高种子对逆境胁迫的适应能力^[1-2]。随着盐碱胁迫危害越来越重,人们也开始重视对植物耐盐碱胁迫的研究,也有不少关于番茄耐盐碱育种的研究。国内外在番茄耐盐生理、耐盐性相关基因、耐盐突变体及其转基因耐盐番茄方面进行了多方面的研究^[3]。从当前的情况来看,多数研究主要是从选育抗盐碱种及改善土壤品质等方面来减轻盐渍化对作物的不良影响。其中,施用外源物质是一种有效、简便、可行的方法。因此,在了解盐碱胁迫对植物伤害的基础上,研究外源物质对盐碱胁迫下植物的影响意义重大^[4]。邱倩倩等研究表明,NaCl 单盐胁迫下经过蛭石引发提高了辣椒种子的发芽率、发芽势等,而且幼苗叶片中的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)的活性,以及可溶性糖、蛋白质含量等均有显著提高,而超氧阴离子自由基($O_2^{\cdot-}$)的产生速率和丙二醛(MDA)含量却显著降低^[4]。常瑶等研究表明,通过蛭石引发提高了高温胁迫下小白菜种子的发芽率、发芽指数等,SOD、POD 活性与可溶性糖、蛋白质含量等也有显著提

高^[5]。付爱飞等研究表明,施硒水平在 0.025~0.100 mol/L 范围时,硒能够降低和缓解盐胁迫对番茄植株生长的抑制^[6]。张毅研究表明,盐碱和外源亚精胺(Spd)处理下的植株可以通过诱导多种代谢途径的协调作用来适应外界环境的变化^[7]。近年来,由于设施土壤季节性或常年覆盖,土壤得不到雨水淋洗,再加上化肥的不合理施用,造成盐分在土壤中积聚,破坏了养分平衡,从而引起土壤的次生盐渍化,影响蔬菜作物的产量和品质^[8]。近年来,人们为了增产,在作物种植过程中增加了化肥农药的使用量,加上农民缺乏科学施肥和对土壤的管理能力,导致土地盐碱含量越来越高,严重影响农业作物的生长,是当前面临的重要生态问题。土壤盐渍化是影响植物生产的主要因素之一^[9]。虽然目前已经报道了多种番茄引发方法,但是用蛭石引发处理番茄种子在国内鲜有报道^[10-12]。本试验用福宝、东方红番茄种子作为材料,探究蛭石引发后番茄种子萌发和幼苗生长各指标的变化,以期使用蛭石引发处理种子,从而提高番茄在抵抗盐碱胁迫上的能力提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)品种为福宝、东方红,购买于云南省红河州蒙自市种子咨询服务部,蛭石由红河学院校内实习基地提供。

1.2 试验设计

1.2.1 种子消毒 用 10% 次氯酸钠溶液在大烧杯中浸泡挑选出的饱满番茄种子进行消毒,消毒后用自来水冲洗 3 遍。

1.2.2 种子引发 在开始试验前进行预备试验,以确定引发各物质的比例,按体积比(蛭石:蒸馏水:种子=1.5:1:1)拌匀后于 15℃、无光照条件下引发 1 d,记作 T 处理,没有引发的番茄种子作为对照(CK)。

1.2.3 回干 蛭石引发处理之后用相应的细筛将种子筛出,

收稿日期:2017-06-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:31760592);云南省教育厅科研基金(编号:2017ZZX119);红河学院科研基金博硕专项(编号:XJ17B07、XJ17B08);红河学院转型发展重点项目(编号:CXRS151001)。

作者简介:杨若鹏(1983—),男,云南石屏人,硕士研究生,助教,研究方向为植物逆境生理。E-mail:yrp_biology2@126.com。

通信作者:李杰,博士,讲师,研究方向为设施园艺。E-mail:gsau23@126.com。

在鼓风干燥箱中,于(25±2)℃干燥至未引发时种子中的含水量。

1.2.4 种子发芽及盐胁迫设计 将引发、未引发的种子在光照培养箱内发芽,恒定温度设为 26℃,每天光—暗周期为 12 h—12 h,光照度为 4 000 lx。将引发的种子(T)和未引发的种子(CK)在加有双层滤纸消毒的培养皿(直径 120 mm)内发芽,每个处理 3 个重复,每个重复设 150 粒种子,分别用 0、100、200 mmol/L NaCl 溶液保持发芽盒内湿度恒定。待 90% 以上种子露白后移栽至装有复合基质的穴盘内,复合基质由草炭、蛭石、珍珠岩按体积比 3∶1∶1 组成。在江河学院温室大棚内栽培,每次浇水时用相应浓度的 NaCl 溶液进行胁迫处理。

1.3 指标测定与方法

本试验中的相应计算公式如下:

发芽率 = 第 7 天供试种子的发芽数/供试种子数 × 100%;

发芽势 = 第 2 天供试种子的发芽数/供试种子数 × 100%;

发芽指数(GI) = $\sum G_t/D_t$ (G_t 指在 t d 的发芽数, D_t 指发芽时间)。

SOD 活性的测定用氮蓝四唑(NBT)法,以抑制 NBT 光化还原的 50% 为 1 个酶活单位(U)^[13];POD 活性的测定用愈创木法,以 1 min 内 $D_{470\text{ nm}}$ 变化 0.01 为 1 个过氧化物酶活性单

位(U)^[13];植物体内游离脯氨酸的含量用磺基水杨酸法测定^[13];用蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[13];用考马斯亮蓝 G-250 法测定可溶性蛋白质含量^[13];CAT 活性用紫外—可见分光光度法测定,以 1 min 内 $D_{240\text{ nm}}$ 减少 0.1 的酶量为 1 个酶活单位(U)^[14];用硫代巴比妥酸(TBA)法测定丙二醛含量^[14]。

1.4 数据处理

试验得到的数据采用 SPSS 软件进行方差分析,并对平均数进行 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 番茄种子萌发特性的变化

由表 1 可知,引发处理的番茄种子和未引发处理的番茄种子的各项指标均随着 NaCl 浓度的升高而显著降低,说明番茄种子的萌发在受到 NaCl 胁迫后受阻,而且随着胁迫浓度的升高,迫害更加明显。但是经蛭石引发处理的番茄种子的各指标与未引发处理(CK)相比有显著提高,表明在一定程度上引发后缓解了 NaCl 的胁迫。福宝番茄的发芽势、发芽指数、活力指数等高于东方红番茄,但差异不明显。所以可以看出,通过蛭石引发处理可以显著改善番茄种子在盐碱胁迫逆境中的生长状况,提高其发芽率及出苗速度。

表 1 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄种子萌发特性的影响

品种	处理	氯化钠浓度 (mmol/L)	发芽势 (%)	发芽率 (%)	发芽指数	活力指数
福宝	CK	0	89.3±0.07b	92.3±0.06b	39.6±0.01b	40.37±0.02b
	T	0	97.0±0.09a	98.7±0.13a	42.3±0.04a	43.19±0.05a
	CK	100	71.8±0.10c	84.1±0.10c	36.0±0.08c	36.70±0.02c
	T	100	90.0±0.25b	93.0±0.03b	39.8±0.12b	40.66±0.16b
	CK	200	45.0±0.07e	68.4±0.14e	29.3±0.16d	29.79±0.17d
	T	200	72.4±0.11c	79.2±0.12d	34.0±0.04c	34.60±0.07c
东方红	CK	0	87.7±0.06b	88.3±0.03b	35.0±0.05b	37.80±0.04b
	T	0	90.0±0.00a	92.9±0.09a	39.0±0.20a	40.80±0.01a
	CK	100	68.3±0.31d	80.0±0.17c	30.1±0.06c	30.74±0.10c
	T	100	82.6±0.15c	90.5±0.00b	34.8±0.11b	36.46±0.08b
	CK	200	40.2±0.05e	64.2±0.04f	27.6±0.20d	26.07±0.01d
	T	200	65.4±0.01d	73.6±0.02d	30.3±0.17c	30.89±0.06c

注:T 为蛭石引发种子处理,CK 为非蛭石引发处理;同一品种不同处理间标有不同小写字母表示差异达 5% 水平。下表同。

2.2 番茄幼苗生长情况的变化

由表 2 可知,随着 NaCl 浓度的增加,番茄幼苗长势均逐渐减弱,其各项指标都有显著的降低,尤其在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时,幼苗的生长基本被抑制。但是经过蛭石引发后的番茄幼苗根系长、株高、鲜质量、干质量等大都显著高于未引发的。但在 200 mmol/L NaCl 浓度处理下,两者的根长、幼苗鲜质量、干质量无显著差异。以上结果表明,通过蛭石引发处理可以从一定程度上改善番茄幼苗应对不良环境的能力,可以显著提升番茄幼苗对 NaCl 胁迫的抵抗能力。

2.3 番茄幼苗保护性酶活性的变化

由表 3 可知,在没有 NaCl 胁迫时,蛭石引发处理和未引发处理的 CAT 活性和丙二醛含量无显著差异。随着 NaCl 浓度升高,两者的 CAT 活性和 MDA 含量均随之升高(在 0~100 mmol/L NaCl 浓度范围内),但是引发处理的 CAT 活性和 MDA 含量均显著低于未处理的 CAT 活性和 MDA 含量。产

生 CAT 的速率及 MDA 含量可以体现植物体在受到逆境胁迫时膜脂的过氧化程度。上述结果表明,经过蛭石引发后可以有效地缓解番茄幼苗膜脂化的程度,有效抵制了 NaCl 胁迫对细胞膜的伤害,提升了番茄种子的耐盐性。

由表 3 还可以看出,番茄幼苗叶片中的超氧化物歧化酶活性均随 NaCl 胁迫浓度的增大而显著提升,当 NaCl 浓度达到 200 mmol/L 时又降低,在 NaCl 浓度为 100 mmol/L 时,活性达到最大值。在 0~200 mmol/L NaCl 浓度下,引发处理的番茄幼苗叶片 SOD 活性均显著高于相应对照。随着 NaCl 浓度的增加,引发处理和未引发处理番茄叶片 POD 活性均逐渐增大,幼苗叶片 POD 活性在 200 mmol/L NaCl 处理后开始降低,在 0~200 mmol/L NaCl 浓度下,引发处理的叶片 POD 活性均显著高于相应对照。结果表明,通过引发处理可以显著提高番茄幼苗各保护酶的活性,使其在受盐碱的胁迫时能更好地消除对自身不利的因素,从而体现出较强长势。

表 2 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄幼苗生长的影响

品种	处理	氯化钠浓度 (mmol/L)	株高 (cm)	根系长 (cm)	幼苗鲜质量 (g)	幼苗干质量 (g)
福宝	CK	0	8.0 ± 0.01b	6.8 ± 0.05b	15.46 ± 0.04b	1.18 ± 0.12b
	T	0	9.4 ± 0.09a	7.8 ± 0.08a	16.78 ± 0.02a	1.28 ± 0.04a
	CK	100	5.6 ± 0.12d	5.8 ± 0.14c	12.30 ± 0.10d	0.94 ± 0.46d
	T	100	6.7 ± 0.03c	6.9 ± 0.15b	14.47 ± 0.06c	1.10 ± 0.51c
	CK	200	5.2 ± 0.01d	4.7 ± 0.03de	10.06 ± 0.02e	0.77 ± 0.33e
	T	200	5.5 ± 0.00d	5.3 ± 0.05d	10.85 ± 0.04e	0.80 ± 0.20e
东方红	CK	0	7.9 ± 0.05b	7.0 ± 0.10b	15.02 ± 0.12b	1.15 ± 0.17b
	T	0	9.2 ± 0.14a	8.0 ± 0.11a	16.21 ± 0.05a	1.24 ± 0.33a
	CK	100	6.2 ± 0.51d	5.5 ± 0.24cd	12.03 ± 0.09d	0.92 ± 0.67d
	T	100	6.9 ± 0.21c	5.7 ± 0.17c	13.65 ± 0.17c	1.04 ± 0.27c
	CK	200	4.9 ± 0.06ef	4.7 ± 0.07de	8.89 ± 0.08ef	0.79 ± 0.18ef
	T	200	5.3 ± 0.13e	5.1 ± 0.05d	9.19 ± 0.22e	0.85 ± 0.65e

表 3 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄幼苗保护性酶活性的影响

品种	处理	氯化钠浓度 (mmol/L)	SOD 活性 (U/g)	POD 活性 [U/(g · min)]	MDA 含量 (μmol/g)	CAT 活性 [U/(g · min)]
福宝	CK	0	62.47 ± 2.02d	67.87 ± 0.24f	0.67 ± 0.01d	2.18 ± 0.25e
	T	0	96.98 ± 1.18c	77.41 ± 0.38e	0.61 ± 0.03d	2.26 ± 0.39e
	CK	100	135.92 ± 3.14b	95.68 ± 0.97c	0.86 ± 0.04c	6.34 ± 0.26b
	T	100	161.57 ± 1.78a	120.43 ± 1.17a	0.69 ± 0.03d	8.30 ± 0.63a
	CK	200	125.68 ± 0.58b	89.42 ± 0.35d	1.43 ± 0.04a	5.16 ± 0.23c
	T	200	158.16 ± 0.67a	106.71 ± 0.37b	1.15 ± 0.02b	6.00 ± 0.05b
东方红	CK	0	72.07 ± 15.58d	66.28 ± 0.835f	0.83 ± 0.04d	2.35 ± 1.01e
	T	0	110.27 ± 3.43c	78.69 ± 0.35e	0.80 ± 0.01d	2.52 ± 0.23e
	CK	100	157.05 ± 6.35b	101.50 ± 1.04c	1.13 ± 0.02c	7.25 ± 0.15b
	T	100	190.36 ± 1.72a	128.49 ± 0.49a	0.88 ± 0.01d	8.81 ± 0.33a
	CK	200	156.59 ± 8.82b	92.36 ± 0.41d	1.57 ± 0.10a	6.63 ± 0.31c
	T	200	180.30 ± 1.12a	101.80 ± 1.01b	1.44 ± 0.00b	8.40 ± 0.21b

注:SOD、POD 活性与 MDA 含量均是对于鲜质量而言的。

2.4 番茄幼苗渗透调节物质的变化

由表 4 可知,在没有 NaCl 胁迫时,番茄幼苗叶片中的游离脯氨酸含量及可溶性糖含量无显著差异,而番茄幼苗叶片中的可溶性蛋白质含量在经蛭石引发处理后有显著提高。游离脯氨酸、可溶性糖及可溶性蛋白质 3 种渗透调节物的含量在 NaCl 浓度增大时都显著升高(仅 NaCl 浓度为 100 mmol/L 时游离脯氨酸含量升高不显著)。当 NaCl 浓度在

200 mmol/L 时可溶性蛋白质含量又显著低于 100 mmol/L NaCl 处理,且蛭石引发处理过的番茄幼苗叶片中 3 种渗透调节物含量均显著高于相应未引发的。由上述结果可得出,经过蛭石引发能够显著提高番茄幼苗叶片内的渗透调节物质含量,使得细胞内形成较低的水势,提高幼苗细胞在高浓度的盐碱环境中的吸水能力,有效地维持细胞内水分平衡,减轻了盐害,从而提高了耐盐性。

表 4 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄幼苗渗透调节物质的影响

品种	处理	氯化钠浓度 (mmol/L)	游离脯氨酸含量 (μg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	可溶性蛋白质含量 (mg/g)
福宝	CK	0	6.14 ± 0.05e	210.91 ± 19.47e	23.82 ± 0.15d
	T	0	6.26 ± 0.15e	219.86 ± 5.03e	26.23 ± 0.11c
	CK	100	6.80 ± 0.17de	274.32 ± 3.51d	28.17 ± 0.36b
	T	100	7.77 ± 0.05c	297.74 ± 2.90c	31.55 ± 0.44a
	CK	200	9.09 ± 0.11b	360.72 ± 3.17b	21.24 ± 0.37f
	T	200	10.65 ± 0.09a	385.37 ± 4.48a	22.95 ± 0.07e
东方红	CK	0	6.87 ± 0.03e	187.67 ± 7.96e	22.10 ± 0.30d
	T	0	7.16 ± 0.02e	190.65 ± 2.30e	24.02 ± 0.46c
	CK	100	7.61 ± 0.06d	225.33 ± 10.58d	27.42 ± 0.52b
	T	100	8.98 ± 0.06c	288.31 ± 2.42c	29.26 ± 0.23a
	CK	200	9.88 ± 0.05bc	329.99 ± 4.90b	19.84 ± 0.11f
	T	200	11.09 ± 0.18a	349.16 ± 5.28a	21.07 ± 0.03e

注:游离脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白质均为鲜质量含量。

3 讨论

3.1 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄种子萌发和幼苗生长的影响

盐胁迫对种子萌发的抑制,是由土壤中水势降低造成的^[15]。盐胁迫下,如果种子外界水分浓度过高,会导致吸水困难,细胞膜透性增大,细胞内溶质外渗而阻碍了种子的萌发^[16]。本试验结果表明,通过蛭石引发可以提高番茄种子在 NaCl 胁迫下的发芽能力和幼苗生长指标。本试验中番茄的 4 个萌发特性及 4 个幼苗生长指标都随着 NaCl 浓度的升高而显著降低,而蛭石引发处理后各指标均有显著提高。因此可以看出,引发可以大大提高 NaCl 胁迫下番茄种子的出苗率,可以有效缓解 NaCl 胁迫对种子萌发及幼苗生长的影响,从而提高种子的出苗率^[17-18]。

3.2 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄种子幼苗保护酶活性的影响

植物在受到外界盐胁迫等逆境时,其体内会产生活性氧簇(ROS),使得膜脂过氧化作用在细胞内发生,而作为植物体细胞膜脂过氧化的主要产物 MDA,在植物体受到外界盐碱等逆境时,其含量会升高,而作为清除细胞内 ROS 的保护酶, SOD、POD、CAT 活性也会随着 ROS 的增加而升高。在本试验中,与非盐胁迫相比,100 mmol/L NaCl 下番茄叶片中的 SOD、POD 和 CAT 活性升高,但是经过蛭石引发处理后,MDA 含量升高程度有所减缓,主要可能是蛭石引发处理后提高了番茄幼苗叶片细胞膜的稳定性和完整性,从而减少了 MDA 的产生。当 NaCl 浓度达到 200 mmol/L 时,番茄叶片中的 SOD、POD、CAT 活性又有所下降,可能是由于高浓度的盐环境抑制了番茄的生长,这与张士功等研究水杨酸对小麦种子萌发和幼苗生长过程中盐害的缓解作用相一致^[19]。

3.3 蛭石引发对 NaCl 胁迫下番茄种子幼苗渗透调节作用的影响

当植物体生长在盐碱等逆境中时,植物体根系周围土壤内会形成高浓度的环境,所以导致外界渗透势降低,造成植物体吸水困难的生理现象。此时植物自身的渗透调节尤为重要,而作为渗透调节指标的可溶性蛋白质、游离脯氨酸和可溶性糖就起着重要作用^[22-23]。有关研究表明,盐胁迫下有关外源多胺能通过抑制淀粉酶和蛋白酶的活性,提高可溶性糖和蛋白质的量,从而影响生长^[24]。可溶性蛋白质含量的提高增加了细胞功能性蛋白的含量和渗透势,有利于提高植物的抗逆性^[10]。在本试验中,番茄幼苗叶片中的渗透调节物含量在 NaCl 浓度增加时显著升高,而蛭石引发处理过后也显著提高了渗透调节物质含量。其结果与前人的研究结果一致,可溶性糖等作为细胞调节物质和细胞的渗透势密切相关,可溶性糖含量提高,增加了细胞的渗透势,提高了植物的抗逆性^[25]。经引发的番茄幼苗叶片中的可溶性蛋白质、游离脯氨酸和可溶性糖含量与未处理番茄幼苗叶片相比均有显著提高,尤其在 100 mmol/L NaCl 胁迫时最显著,表明蛭石引发提高了 NaCl 胁迫下番茄幼苗的渗透调节作用,使番茄幼苗更正常地生长。

4 结论

综上所述,2 个品种番茄种子在受到 NaCl 胁迫时,萌发

特性、保护酶活性、渗透调节物质含量通过蛭石引发处理时均表现出显著优势,使得植株生长更具耐盐性,说明蛭石引发显著增强了番茄种子及幼苗对盐环境的抗性。蛭石引发显著提高 CAT、SOD、POD 保护酶活性与可溶性蛋白质、可溶性糖、游离脯氨酸含量,而 MDA 含量显著降低可维持细胞的稳定性,提高番茄种子的萌发率及促进幼苗的生长。2 个不同品种间的相同处理间表现也存在一定的差异性,从试验结果来看,福宝品种的耐盐性比东方红强,且效果在 100 mmol/L NaCl 模拟胁迫时最明显。因此可以得出,在盐碱地区 2 个品种的选择上,推荐种植福宝。

参考文献:

- [1] 阮松林,薛庆中. 植物的种子引发[J]. 植物生理学通讯,2002, 38(2):198-202.
- [2] Yang X H, Jiang W J, Wei M, et al. Review on plant response and resistance mechanism to salt stress [J]. Journal of Shandong Agriculture University, 2006, 37(2):302-305.
- [3] 郑艳红,刘仲齐,金凤媚,等. 西红柿耐盐性研究进展[J]. 天津农业科学,2006,12(2):20-23.
- [4] 邱倩倩,李 明,姚东伟,等. 蛭石引发对 NaCl 单盐胁迫下辣椒种子萌发和幼苗抗氧化特性的影响[J]. 上海农业学报,2009,25(3):47-50.
- [5] 常 瑶,李 明,姚东伟,等. 蛭石引发对高温胁迫下小白菜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 上海农业学报,2013,29(6):40-43.
- [6] 付爱飞. 硒提高西红柿耐盐性的生理机制研究[D]. 石河子:石河子大学,2008.
- [7] 张 毅. 亚精胺对西红柿幼苗盐碱胁迫的缓解效应及调控机理[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [8] 吴风芝,刘 德,奕非时. 大棚土壤连作年限对黄瓜产量及品质的影响[J]. 中国蔬菜,1999,30(1):245-248.
- [9] 陈 阳. 新疆盐生植物生理生态适应性及硅提高植物抗盐作用机制的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2002.
- [10] 高艳明,李建设,张 敏. 茄子种子基质引发试验[J]. 西北农业学报,2006,15(2):148-151.
- [11] 李建设,高艳明,冯 艳. 蛭石和珍珠岩基质引发对洋葱种子发芽率影响[J]. 北方园艺,2006(6):16-17.
- [12] 陈双燕,韩建国,王贻文,等. 蛭石引发对结缕草种子发芽率和发芽速度的影响[J]. 草地学报,2007,15(3):254-258.
- [13] 李光荣,李天俊,冯建成. 生物化学实验教程[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011:127-133.
- [14] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2008:227-229.
- [15] Netondo G W, Onyango J C, Beck E. Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity[J]. Crop Science, 2004:101-106.
- [16] 闫先喜,马小杰,邢树平,等. 盐胁迫对大麦种子细胞膜透性的影响[J]. 植物学通报,1995(增刊1):53-54.
- [17] 杨小环,马金虎,郭数进,等. 种子引发对盐胁迫下高粱种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(1):103-109.
- [18] 贺长征,胡 晋,朱志玉,等. 混合盐引发对水稻种子在逆境条件下发芽及幼苗生理特性的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(2):175-178.

冯英慧,悦 冲,樊保国. 山西省部分毛桃品种的抗寒性评价[J]. 江苏农业科学,2018,46(4):139–142.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.035

山西省部分毛桃品种的抗寒性评价

冯英慧,悦 冲,樊保国

(山西师范大学生命科学学院,山西临汾 041000)

摘要:以山西省 10 个毛桃品种的 1 年生休眠枝条为材料,设置不同的低温和处理时间进行人工低温处理,通过生长恢复试验,观察各品种低温胁迫后枝芽萌发情况,测定低温胁迫后枝条相对电导率、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、可溶性蛋白质、可溶性糖、脯氨酸含量。采用主成分分析法对各项指标进行分析,结合隶属函数法,对 10 个毛桃品种的抗寒性进行综合评价。结果表明,相对电导率、SOD、可溶性蛋白质、脯氨酸和 MDA 含量与毛桃抗寒性关系密切,可以作为桃树抗寒性评价的重要参考指标;10 毛桃品种抗寒性的强弱顺序为大久保 > 岗山白 > 75614 > 21010 > 早金 > 锦玉 > 9618 > 华玉 > 晚蜜 > 天王,这一结果与生长恢复法得到的评价结果基本一致。

关键词:毛桃;抗寒性;生理指标;主成分分析;隶属函数法;综合评价

中图分类号: S662.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)04-0139-04

桃(*Prunus persica* L.)为蔷薇科李亚属的一种落叶乔木,原产我国西北高原,至今已有 3 000 多年的栽培历史,是世界上栽培最为广泛的果树树种之一^[1]。在山西省内桃树栽培范围广,栽培历史悠久,品种繁多,据不完全统计,目前山西省桃树栽植面积 3.6 万 hm²,产量约 5.5 万 t,其中晋中、太原是山西省桃集中产区。另外还有晋南、晋东南、临汾盆地等主要栽培区,太原以北也有栽培,但由于气候因素,种植比重较小。抗寒性是反映果树对环境适应性的重要指标之一,也是限制果树种植地区范围的重要因素之一。因此,选育抗寒性桃树品种,对于指导桃树适地适栽及扩大栽培范围具有重要的意义。

桃树的枝条、花芽在北方冬季易受到严寒的危害,导致损伤甚至死亡。桃树抗寒性研究已有不少报道^[2-7],但是大多是通过田间调查来鉴定桃树抗寒性^[2-3,5-6],据调查冻害大约每 10 年发生 1 次,用这种方法鉴定桃树品种抗寒性大概需要 10 年的时间。因此,笔者在前人对桃树抗寒性研究的基础上,选择了在山西省桃树生产中有一定栽培面积和发展前景的 10 个品种作为供试品种,测定其休眠枝条多个生理生化指标。利用主成分分析法和隶属函数法对多个抗寒性生理指标

进行了综合评价,并对 10 个毛桃品种的抗寒性进行排序,同时与生长恢复试验结果进行比较,以便能更全面地比较品种间的抗寒性差异,以期获得桃树品种抗寒性鉴定的有效方法,为桃树抗寒资源的筛选与应用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料于 2015 年 12 月 24 日在山西省农业科学院果树研究所桃树示范园选取,选取的 10 个毛桃品种树龄均在 10~15 年,其中早金、锦玉、21010 是早熟品种,大久保、75614、岗山白是中熟品种,晚蜜、天王、华玉、9618 是晚熟品种。随机剪取各品种无病虫害的带休眠芽 1 年生健壮枝条,每品种剪取 20 根,迅速装入塑封袋密封,做好标记后带回实验室。

1.2 试验处理

将枝条用自来水冲洗(注意冲洗过程中保护休眠芽不受损伤),以洗净枝条表面的灰尘和杂质,然后用于干净纱布将枝条擦干(在擦洗过程中应保证休眠芽完好无损)。擦干水分后,将每个品种分成 9 份,塑封袋包裹,做好标记。1 份作为对照材料不做冷冻处理,其余 8 份放于超低温冰箱中,分别以 -3 ℃/h 的速度降至预定温度,分别设置 -10、-15、-20、-25、-30、-35 ℃处理;结合实际,考虑到 -20 ℃以上或以下低温可能持续的时间,所以在达到所需温度后,-10、-15、-20 ℃分别维持 72 h,-25、-30、-35 ℃分别维持 24 h,对 -20 ℃低温处理,分别在 24、48、72 h 后各取出 1 次。将低温处理结束后取出的样品放置于 -4 ℃冰箱中解冻 24 h,再放

收稿日期:2016-07-26

基金项目:山西省科技攻关计划(编号:20140311017-7)。

作者简介:冯英慧(1989—),女,山西朔州人,硕士研究生,从事植物生理生态方面的研究。E-mail:1092203493@qq.com。

通信作者:樊保国,硕士,副教授,主要从事果树生理研究。E-mail:fbg2012@163.com。

[19]张士功,高吉寅,宋景芝. 水杨酸对小麦种子萌发和幼苗生长过程中盐害的缓解效应[J]. 中国农业科学,1998,31(4):90-91.

[20]侯彩霞,汤章城. 细胞相容性物质的生理功能及其作用机制[J]. 植物生理学报,1999,35(1):1-7.

[21]秦峰梅,张红香,武 伟,等. 盐胁迫对黄花苜蓿发芽及幼苗生长的影响[J]. 草业学报,2010,19(4):71-78.

[22]Krishnamurthy R. Amelioration of salinity effect in salt tolerant rice

(*Oryza sativa* L.) by foliar application of putrescine[J]. Plant & Cell Physiology,1991,32(5):699-703.

[23]陈双燕,韩建国,王赞文,等. 蛭石引发对结缕草种子发芽率和发芽速度的影响[J]. 草地学报,2007,15(3):254-258.

[24]Shan C J. Effect of soil drought on physiological characteristics of winter wheat Luomai 9133 during jointing stage[J]. Journal of Triticeae Crops,2007,27(5):880-883.