

芸苔素内酯对低温胁迫下樱桃五彩椒种子萌发及幼苗抗逆性的影响

万 群

(成都农业科技职业学院,四川 温江 611130)

摘 要:五彩椒低于 15 ℃ 不易发芽,早春栽培樱桃五彩椒时温度较低,影响种子萌发及幼苗生长。该试验采用 0.01、0.05、0.10、0.50 mg · L⁻¹ 的芸苔素内酯溶液处理樱桃五彩椒种子及幼苗,测定了五彩椒种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数,及五彩椒幼苗的 SOD、POD、CAT 活性,脯氨酸和丙二醛含量等生理生化指标,以研究芸苔素内酯对樱桃五彩椒种子萌发及幼苗抗低温能力的影响。结果表明:当芸苔素内酯浓度为 0.10 mg · L⁻¹ 时可促进樱桃五彩椒的萌发,当芸苔素内酯浓度为 0.05 mg · L⁻¹ 和 0.10 mg · L⁻¹ 时可提高五彩椒幼苗抗氧化酶(SOD、POD、CAT)的活性及脯氨酸含量、降低丙二醛含量;因此适宜浓度的芸苔素内酯可以促进樱桃五彩椒种子萌发,提高幼苗的抗低温能力。

关键词:樱桃五彩椒;芸苔素内酯;发芽率;发芽势;抗氧化酶;脯氨酸;丙二醛

中图分类号:S 641.304⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0013-05

五彩椒种子低于 15 ℃ 不易发芽,适宜发芽的温度为 25~30 ℃,樱桃五彩椒是观赏五彩椒中较为优良的一种,它的植株矮化,株型圆润,横展性好,果实圆球形似樱桃,直径约 1 cm,成熟时果实由浅绿色转变为白色、紫色、橙红色最后变为红色,植株高约 45 cm 时,顶端自然变的平整,果实直立生长,大部分果实位于植株顶端,生长期长,是观赏性较佳的观赏五彩椒之一。观赏五彩椒种子与其它五彩椒种子相比有种子小、价格昂贵、发芽比较困难等特点^[1]。

芸苔素内酯(brassinolide, BR)是一种新的植物内源激素,它具有促进作物生长、增加作物产量、提高作物抵抗低温胁迫、高温胁迫、干旱胁迫的能力^[2-3],芸苔素内酯能够提高酶的活力和种子活力,促进早期发育^[4],苏前富等^[5]研究证明,芸苔素内酯能提高玉米冷害药害条件下种子的萌发能力和种苗的质量,胡春红等^[6]研究证明,芸苔素内酯能提高玉米幼苗的抗性,缓解复合防腐剂的胁迫,芸苔素内酯浸种后能提高烟草种子的发芽率^[7],芸苔素内酯浸种和茎叶喷施处理可以促进花生种子萌发和幼苗生长^[8],芸苔素内酯可以显著促进稻谷根芽长及发芽率^[9]。芸苔素内酯在对低温胁迫下樱桃五

彩椒种子萌发及幼苗生长的影响目前还鲜见报道。

该试验研究芸苔素内酯在低温胁迫下对樱桃五彩椒发芽及幼苗生长的影响,以便在早春播种时提高种子和发芽势发芽率,增加五彩椒幼苗的抗逆性,达到出苗整齐一致,在降低生产成本的同时,减少不良环境对其发芽率的影响,进而为观光农业的发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试樱桃五彩椒“美女鹰”种子购于台湾农友种业有限公司,芸苔素内酯购于成都新朝阳植物科学有限公司,常规的化学试剂 L-甲硫氨酸、核黄素、愈创木酚等购于四川科龙有限公司。

1.2 试验方法

供试五彩椒种子在 55 ℃ 温水中浸泡 15 min 后,分别用 0.01、0.05、0.10、0.50 mg · L⁻¹ 的芸苔素内酯溶液^[10]浸泡 8 h^[11],以浸泡清水为对照,分别挑选籽粒饱满、大小均匀一致的樱桃五彩椒种子 100 粒,放于铺有 2 层滤纸的直径为 12 cm 的培养皿中,置于 15 ℃ 的恒温培养箱中进行处理,以浸泡清水置于 15 ℃ 的恒温培养箱中处理的为对照,每个处理重复 3 次,视干湿情况每次补充 10 mL 的蒸馏水。种子的抗低温能力与幼苗的抗低温能力有很大的相关性^[12],因此在樱桃五彩椒种子发芽结束后,每个处理再分别加入相应浓度和体积的芸苔素内酯处理五彩椒幼苗,在光照 12 h,黑暗 12 h,15 ℃

作者简介:万群(1978-),女,四川资阳人,博士,副教授,现主要从事蔬菜栽培生理及观光园艺等研究工作。E-mail:568452922@qq.com.

收稿日期:2016-02-14

低温培养,培养 5 d 后幼苗长 2~4 cm 时每个处理随机取样测定幼苗生理生化指标。

1.3 项目测定

发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数是评价种子萌发的重要指标,反映了种子的萌发速度、萌发整齐度和幼苗健壮的潜势^[13]。种子萌发期遇到低温会导致发芽缓慢甚至不发芽,芽苗胚根受损伤。该试验每天记录发芽种子数量,以胚根突破种皮即视为萌发,按农作物种子检验国家标准,发芽 7 d 后测定种子发芽势,14 d 后统计发芽率、发芽指数和活力指数。发芽势($Gp/\%$)= $n/N \times 100$ (n 为 7 d 内发芽种子数, N 为种子总数);发芽率($Gr/\%$)= $n1/N \times 100$ ($n1$ 为 14 d 后发芽种子数, N 为供试种子总数);发芽指数(GI)= $\sum(Gt/Dt)$ (Gt 为在第 t 天的发芽数, Dt 为相应的发芽天数);活力指数(VI)= $GI \times S$ (S 为每皿幼苗总鲜样质量)。超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)法测定^[14],过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定^[14],过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定^[14],脯氨酸(Pro)含量采用茚三酮法测定^[14],丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定^[14]。

1.4 数据分析

试验数据用 Microsoft Excel 和 SPSS 19.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 芸苔素内酯处理对低温胁迫下樱桃五彩椒种子发芽的影响

由表 1 可知,当芸苔素内酯浓度为 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时五彩椒种子的发芽势与对照一样,都为 0,当芸苔素内酯浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时五彩椒种子发芽势达到最高为 67.25%,显著高于对照;当芸苔素内酯浓度为 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的发芽势为 62.52%,显著高于对照,略低于 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,表明用浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的芸苔素内酯浸泡樱桃五彩椒种子,可以提高五彩椒种子在 15°C 低温胁迫下的发芽势。各芸苔素内酯处理五彩椒种子均提高了低温胁迫下五彩椒种子的发芽率,且随着芸苔素内酯浓度的提高,发芽率逐渐增加,当芸苔素内酯浓度达到 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的发芽率达到最高为 75.63%,显著高于对照;当芸苔素内酯的浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的发芽率为 69.15%,略低于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,但二者差异不显著;当芸苔素内酯的浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时五彩椒种子的发芽率反而低于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,与处理 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 差异不显著,表明适宜浓度的芸苔素内酯浸泡五彩椒种子可以提高低温胁迫下种子的发芽率,但过高浓度的芸苔素内酯不利于低温胁迫下五彩椒种子

的萌发。各浓度芸苔素内酯处理五彩椒种子均提高了低温胁迫下五彩椒种子的发芽指数和活力指数,且随着芸苔素内酯浓度的提高,发芽指数、活力指数呈先增加后减小趋势,当芸苔素内酯浓度达到 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的发芽指数达到最高为 43.16,活力指数达到最高为 64.75,显著高于对照;当芸苔素内酯的浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的发芽指数为 34.27,显著低于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,二者差异显著,活力指数为 54.83,略低于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,但差异不显著; $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 与 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的发芽指数差异不显著,但都显著高于对照, $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 与 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的活力指数差异显著,都显著高于对照;表明芸苔素内酯处理五彩椒种子可以提高种子的发芽指数和活力指数。

表 1 芸苔素内酯处理对低温胁迫下
樱桃五彩椒种子发芽的影响

Table 1 Effect of brassinolide treatment on the germination of
cherry colorful pepper seed under low temperature stress

芸苔素内酯处理 Brassinolide treatment / $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	发芽势 Germination potential/ $\%$	发芽率 Germination rate/ $\%$	发芽指数 Germination index /(芽 $\cdot \text{d}^{-1}$)	活力指数 Vigor index /(芽 $\cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)
CK	0.00b	25.31d	5.28d	2.64d
0.01	0.00b	39.00c	11.11c	8.89c
0.05	67.25a	69.15b	34.27b	54.83a
0.10	62.52a	75.63ab	43.16a	64.75a
0.50	0.00b	39.23c	19.78c	21.76b

2.2 芸苔素内酯处理对低温胁迫下樱桃五彩椒幼苗抗氧化酶活性的影响

SOD 是植物体内清除活性氧的重要细胞保护酶,其活性高低反映了植物对逆境胁迫的适应能力。从表 2 可以看出,用芸苔素内酯处理五彩椒幼苗后,可以提高低温胁迫下五彩椒幼苗的 SOD 活性,且随着芸苔素内酯浓度的提高,五彩椒幼苗 SOD 活性逐渐增加,当芸苔素内酯浓度达到 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗 SOD 活性达到最高为 $92.8 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照;当芸苔素内酯的浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗的 SOD 活性为 $85.3 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照,但与 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比差异不显著;当芸苔素内酯浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗的 SOD 活性反而降低了,显著低于 0.05 、 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,结果表明,适宜浓度的芸苔素内酯($0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理五彩椒幼苗可以维持低温胁迫下五彩椒幼苗较高的 SOD 活性,芸苔素内酯浓度过高不利于 SOD 活性的提高。

POD 是植物体内广泛存在的一种呼吸酶,一定程度上反映植物的代谢活力。POD 活性越高,植株体内代谢越旺盛,其抗逆能力就越强。用芸苔素内酯处理五彩椒

幼苗后,可以提高低温胁迫下五彩椒幼苗的 POD 活性,且随着芸苔素内酯浓度的提高,五彩椒幼苗 POD 活性逐渐增加,当芸苔素内酯浓度达到 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗 POD 活性达到最高为 $78.3 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照;当芸苔素内酯浓度 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗 POD 活性为 $72.2 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照,但与 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比差异不显著;当芸苔素内酯浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒幼苗的 POD 活性为 $65.5 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著低于 0.05 、 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,表明适宜浓度的芸苔素内酯 ($0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理五彩椒幼苗可以维持低温胁迫下五彩椒幼苗的较高的 POD 活性,芸苔素内酯浓度过高不利于 POD 活性的提高。

CAT 普遍存在于植物的所有组织中,其活性与

表 2 芸苔素内酯处理对低温胁迫下樱桃五彩椒幼苗抗氧化系统的影响

Table 2 Effect of brassinolide treatment on antioxidant system of cherry colorful pepper seedling under low temperature stress

芸苔素内酯处理 Brassinolide treatment/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	超氧化物歧化酶活性 SOD activity/ ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$)	过氧化物酶活性 POD activity/ ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$)	过氧化氢酶活性 CAT activity/ ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$)
CK	31.5c	37.6d	4.1d
0.01	56.7b	53.5c	5.6c
0.05	85.3a	78.3a	11.8a
0.10	92.8a	72.2a	10.2a
0.50	66.3b	65.5b	7.3b

2.3 芸苔素内酯处理对低温胁迫下樱桃五彩椒幼苗脯氨酸和丙二醛含量的影响

在逆境条件下植物体内脯氨酸大量积累,脯氨酸含量在一定程度上反映了植物的抗逆能力。从表 3 可以看出,用芸苔素内酯处理五彩椒幼苗后,可以提高低温胁迫下五彩椒幼苗的脯氨酸含量,且随着芸苔素内酯浓度的提高,五彩椒幼苗脯氨酸含量逐渐增加,当芸苔素内酯浓度达到 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗脯氨酸含量达到最高为 $43.16 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著高于对照;当芸苔素内酯浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗的脯氨酸含量为 $34.27 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著高于对照,与 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比差异显著;当芸苔素内酯浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒幼苗的脯氨酸含量反而降低了,显著低于 0.05 、 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,表明芸苔素内酯过高影响了低温胁迫下五彩椒幼苗脯氨酸累积;当芸苔素内酯浓度为 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒幼苗的脯氨酸含量为 $11.11 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,与对照差异不显著。

MDA 是细胞膜脂过氧化的主要产物,其含量直接反映了细胞膜的损伤程度^[12],用芸苔素内酯处理五彩椒幼苗后,可以降低低温胁迫下五彩椒幼苗的丙二醛,且随着芸苔素内酯浓度的提高,五彩椒幼苗丙二醛含量逐渐降低,当芸苔素内酯浓度达到 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗丙二醛含量最低为 $16.75 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著低

植物的代谢强度和抗逆能力有一定的关系。用芸苔素内酯处理五彩椒幼苗后,可以提高低温胁迫下五彩椒幼苗的 CAT 活性,且随着芸苔素内酯浓度的提高,五彩椒幼苗 CAT 活性逐渐增加,当芸苔素内酯浓度达到 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗 CAT 活性达到最高为 $11.8 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照;当芸苔素内酯的浓度 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒种子的 CAT 活性为 $10.2 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于对照,但与 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比,差异不显著;当芸苔素内酯浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒种子的 CAT 活性反而降低了,显著低于 0.05 、 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,表明适宜浓度的芸苔素内酯 ($0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理五彩椒幼苗可以维持低温胁迫下五彩椒幼苗的较高的 CAT 活性,芸苔素内酯浓度过高不利于 CAT 活性的提高。

于对照;当芸苔素内酯的浓度 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,五彩椒幼苗的丙二醛含量为 $21.83 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著低于对照,与 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比差异显著;当芸苔素内酯浓度为 $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒幼苗的丙二醛含量反而升高了,显著高于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理,但与 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理相比差异不显著,当芸苔素内酯浓度为 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,五彩椒幼苗的 MDA 量为 $28.89 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,与对照相比差异不显著。表明芸苔素内酯过高反而增加了低温胁迫下五彩椒幼苗 MDA 含量。

表 3 芸苔素内酯处理对低温胁迫下樱桃五彩椒幼苗脯氨酸和丙二醛含量的影响

Table 3 Effect of brassinolide treatment on content of proline and MDA of cherry colorful pepper seedling under low temperature stress

芸苔素内酯处理 Brassinolide treatment / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	脯氨酸含量 Proline content / ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$)	丙二醛含量 MDA content / ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$)
CK	8.28d	32.64a
0.01	11.11d	28.89a
0.05	34.27b	21.83b
0.10	43.16a	16.75c
0.50	19.78c	22.76b

3 讨论与结论

种子萌发期遭遇低温会导致其萌发时间延迟、发芽率降低、出现小老苗,进而影响植株后期的生长及产量,

造成经济损失^[15],外源物质对种子萌发的影响研究已取得了许多成果,种子活力可以通过化学方法处理获得恢复和提高,姜秀梅等^[16]研究证明,外源亚精胺可促进低温胁迫下五彩椒种子的萌发,闫小红等^[10]研究证实,在15℃的低温胁迫下,辣椒种子的萌发及幼苗生长均受到抑制,低温胁迫下,采用浸泡法,一定浓度的EBR处理对五彩椒种子萌发和苗高有显著促进作用。该试验表明,当用浓度为0.05 mg·L⁻¹或0.10 mg·L⁻¹芸苔素内酯浸泡樱桃五彩椒种子8 h,可以促进五彩椒种子在15℃萌发,提高发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数。

温度是植物生长的必要条件,而低温则会严重限制植物的生长,低温胁迫使植物体内防御活性氧的酶促和非酶促保护系统能力降低,致使细胞内自由基水平提高,膜脂过氧化作用加剧导致质膜伤害,进一步影响到植物的生长^[3],陈善娜等^[17]研究发现,BR-120可以提高水稻在低温胁迫时的SOD和过氧化物酶(POD)活性,邹华文^[18]研究发现,在干旱条件下,表高油菜素内酯可提高玉米幼苗叶片内SOD、POD和CAT的活性。该试验表明,当用浓度为0.05 mg·L⁻¹和0.10 mg·L⁻¹的芸苔素内酯处理15℃低温胁迫下的樱桃五彩椒幼苗后,五彩椒幼苗的SOD、POD、CAT活性显著,提高进而提高了五彩椒幼苗的抗低温的能力。

细胞膜是植物冷害的敏感部位,低温会引起质膜受损伤,使得质膜的通透性增加,导致胞内溶质外渗^[19],郭本森等^[20]研究证明在大麦抽穗后用表油菜素内酯喷洒叶片,能使大麦MDA含量和细胞膜透性明显降低,在一定程度上抑制了叶片MDA的积累和膜脂过氧化作用的发生,提高了大麦的抗逆性。王廷芹等^[21]研究发现,不同浓度的BR处理能显著提高青花菜叶片中的Pro含量,从而提高植物对逆境的抗性。王乃江等^[22]研究表明,BR处理可以提高大扁杏的Pro含量,明显增强其抗旱性。韩德复等^[23]发现,0.10 mg·L⁻¹的BR能显著提高我国重要的禾本科牧草羊草的Pro含量,使质膜透性降低。试验表明,0.10 mg·L⁻¹的芸苔素内酯处理15℃低温胁迫下樱桃五彩椒幼苗,可以提高五彩椒幼苗脯氨酸含量,降低丙二醛含量,进而降低质膜的透性,提高樱桃五彩椒的抗低温能力。

综上所述,浓度为0.05 mg·L⁻¹和0.10 mg·L⁻¹的芸苔素内酯浸泡樱桃五彩椒种子,可以提高15℃低温胁迫下五彩椒种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数,同时经0.05 mg·L⁻¹和0.10 mg·L⁻¹浓度的芸苔素内酯处理的五彩椒幼苗可以维持较高的SOD、POD、CAT活性,提高脯氨酸,降低丙二醛含量,从而有效地增强五彩椒的抗低温能力。该试验认为芸苔素内酯通过提高五彩椒的膜质抗氧化能力,降低细胞渗透调

节,减轻细胞膜的损伤程度来提高五彩椒种子的萌发能力和抗低温的能力,芸苔素内酯是否影响樱桃五彩椒幼苗的叶绿素含量进而应用光合作用来提高樱桃五彩椒的抗逆能力还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 万群,熊丙全,阳淑. 浸种时间和催芽温度对樱桃五彩椒种子发芽的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):184-186.
- [2] 陈秀,方朝阳. 植物生长调节剂芸苔素内酯在农业上的应用现状及前景[J]. 世界农药,2015,37(2):34-36.
- [3] 王红红,李凯荣,侯华伟. 油菜素内酯提高植物抗逆性的研究进展[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(3):213-218.
- [4] 李颖,康恕,李丽,等. 0.1%芸苔素内酯可溶剂粉剂在水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技,2013(3):167-170.
- [5] 苏前富,张伟,王巍巍,等. 种衣剂添加芸苔素内酯预防玉米冷害药害试验分析[J]. 玉米科学,2013,21(1):137-140.
- [6] 胡春红,郭婕,陈龙,等. 防腐剂胁迫下外源芸苔素内酯对玉米幼苗生长及抗性的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2014,40(2):113-116.
- [7] 白克智. 植物生长调节剂实用问答[M]. 北京:化学工业出版社,1998.
- [8] 刘伟,王金信,杨广玲,等. 芸苔素内酯对花生幼苗生长的影响[J]. 现代农药,2005,4(1):42-43.
- [9] 季建刚,夏孝勤. 芸苔素内酯对稻谷根芽长度及发芽率的影响[J]. 现代农业科技,2013(10):130-131.
- [10] 闫小红,胡文海,曾守鑫. 低温胁迫下24-表油菜素内酯对五彩椒种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 华中农业大学学报,2012,31(5):563-568.
- [11] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2010:154-155.
- [12] 朱晨曦,马艳青,杨博智,等. 不同辣椒品种种子萌发期耐低温性的研究[J]. 中国蔬菜,2015(8):34-38.
- [13] 沈火林. 温室蔬菜专用品种选育研究进展[J]. 北京农业科学,1999(增刊):48-55.
- [14] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [15] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2010:701-708.
- [16] 姜秀梅,秦勇,郭光照. 外源亚精胺对低温胁迫下五彩椒种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 新疆农业科学,2013,50(12):2266-2273.
- [17] 陈善娜,刘继梅,游慧灵,等. 抗寒剂和高油菜素内酯对高原水稻抗冷性的影响[J]. 云南植物研究,1997,19(2):184-190.
- [18] 邹华文. 表高油菜素内酯浸种对提高玉米幼苗抗旱性的影响[J]. 湖北农学院学报,2002,22(1):40-43.
- [19] 邓天福,吴艳兵,李广领,等. 油菜素内酯提高植物抗逆性研究进展[J]. 广东农业科学,2009(11):21-24.
- [20] 郭本森,徐信光. 表油菜素内酯对大麦旗叶生物特性及粒重的影响[J]. 科技通报,1996,12(4):220-223.
- [21] 王廷芹,杨暹. 油菜素内酯对青花菜叶片中几种酶和产量的影响[J]. 中国蔬菜,2002(5):15-17.
- [22] 王乃江,赵忠,李鹏,等. 天然芸苔素内酯对大扁杏光合作用和抗旱性的影响[J]. 水土保持研究,2000(7):89-91.
- [23] 韩德复,胡勇军,郭继勋,等. 油菜素内酯对羊草抗旱性的影响[J]. 长春师范学院学报(自然科学版),2007,26(6):51-53.

DOI:10.11937/bfyy.201613005

六个苹果品种花粉生活力研究

王 燕, 赵 鑫 鑫, 张 志 晓, 妙 思 雨, 张 婷, 骆 建 霞

(天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384)

摘 要:以 6 个苹果品种花粉为试材,研究了培养基成分以及贮藏条件对其花粉生活力的影响。结果表明:“摩力士”的花粉生活力最高,其次为“首红”,“绿宝”最低;随贮藏时间延长,参试苹果花粉生活力呈先升后降趋势,贮藏 2~4 个月时达到最高;干燥+冷藏的贮藏条件更有利于参试苹果花粉的贮藏;培养基成分中对参试苹果花粉发芽影响最大的因素是琼脂浓度,对花粉管生长影响最大的因素是硼酸浓度,不同参试品种花粉萌发和花粉管生长适宜的培养基组合不同。

关键词:苹果;品种;花粉生活力;贮藏;培养基

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0017-05

“绿宝”(‘Bramley’)苹果是高酸苹果中的优良品种,是重要的浓缩苹果汁加工原料,极具推广栽培价值。目前在“绿宝”栽培中,授粉品种比较单一,仅见有“格力佛”和“千楸”的应用^[1],授粉树的配置对果实的产量和品质都有重要影响,因此研究“绿宝”苹果授粉树的配置是十分重要的。

作为授粉树,首先应对其花粉发芽特性进行研究,目前,有关苹果花粉生活力的研究多有报道,如张雪等^[2]、唐巧红^[3]、张鲜鲜等^[4]分别对苹果栽培品种、新疆野苹果以及不同海棠品种(系)的花粉生活力进行了研究,TUPY^[5]探究了外源糖类对花粉萌发的影响,但目前尚鲜见对“首红”“大红荣”“摩力士”“格力佛”“嘎啦”“绿宝”等苹果品种花粉生活力的研究报道。该试验对上述 6 个品种的花粉进行了花粉发芽特性的研究,以期了解其花粉生活力差异、适宜花粉发芽的培养基条件以及贮藏条件和贮藏时间对花粉发育特性的影响,从而为“绿宝”苹果授粉树的选择,苹果花粉的保存以及异地授粉受精研究提供参考依据。

第一作者简介:王燕(1994-),女,河南安阳人,硕士研究生,研究方向为果树生理。E-mail:wy.soulsing@live.cn.

责任作者:骆建霞(1957-),女,河北涿州人,教授,现主要从事果树及园林地被植物资源及其适应性等研究工作。

基金项目:天津市科委 2014 年基础与前沿技术研究计划资助项目(14JCYBJC30200);天津市农委资助项目(201101120)。

收稿日期:2016-02-14

Effect of Brassinolide on Germination and Resistance Under Low Temperature Stress of Colorful Cherry Pepper

WAN Qun

(Chengdu Vocational College of Agricultural Science and Technology, Wenjiang, Sichuan 611130)

Abstract:Color pepper is difficult to sprout less than 15 °C, and the low temperature in early spring influenced seed germination and growth. In order to study the effect of brassinolide on seed germination and seedling cold resistance, by 0.01 mg · L⁻¹, 0.05 mg · L⁻¹, 0.10 mg · L⁻¹, 0.50 mg · L⁻¹ brassinolide treatment on seeds and seedlings of pepper, pepper seed germination rate, germination potential, germination index and vigor index were measured. SOD, POD, CAT activities of pepper seedlings, proline and MDA content were determined. The results showed that when the brassinolide concentration with 0.10 mg · L⁻¹ could promote germination rate of cherry color pepper, when brassinolide concentration with 0.05 mg · L⁻¹ and 0.10 mg · L⁻¹ could promote activities of SOD, POD, CAT, and protein content was increased, but MDA content was decreased. So suitable concentration of brassinolide could promote germination rate of cherry color pepper, increase ability to tolerance cold temperature.

Keywords:cherry pepper; brassinolide; germination rate; germination potential; antioxidant; enzymes; proline; MDA