

# 低温胁迫下 24-表油菜素内酯 对辣椒种子萌发及幼苗生长的影响

闫小红 胡文海 曾守鑫 余盼辉 黄丹 黄鲁 曾志锋

井冈山大学生命科学学院, 吉安 343009

**摘要** 以华椒 15 号辣椒种子为材料, 采用浸泡法和添加法 2 种方法, 研究低温(15℃)胁迫下不同质量浓度 24-表油菜素内酯(EBR)对辣椒种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 在 0.001~1.000 mg/L 质量浓度范围内, EBR 对辣椒种子发芽势没有显著影响; 浸泡法中, 0.001~0.100 mg/L 的 EBR 对辣椒种子的萌发率产生显著促进作用, 0.050 mg/L 时促进作用最强, 发芽率达 44.00%; 添加法中, 在设定的质量浓度范围内, EBR 对辣椒种子的萌发率产生抑制作用, 1.000 mg/L 时抑制作用达差异显著水平。浸泡法和添加法中, 0.001~1.000 mg/L 的 EBR 对辣椒幼苗的根长均产生显著抑制作用, 1.000 mg/L 时抑制作用最强。浸泡法中, 0.010~1.000 mg/L 的 EBR 对辣椒幼苗的苗高产生显著促进作用, 0.050 mg/L 时促进作用最强, 平均苗高为 1.82 cm, 比对照高 0.62 cm; 而添加法中, EBR 对辣椒幼苗的苗高不产生显著影响。浸泡法中, 0.001~1.000 mg/L 的 EBR 对辣椒幼苗的鲜质量和干质量不产生显著影响, 而添加法中, EBR 对辣椒幼苗鲜质量和干质量的影响没有规律性。

**关键词** 24-表油菜素内酯; 辣椒; 低温胁迫; 种子萌发; 幼苗生长

**中图分类号** S 641.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2012)05-0563-06

油菜素内酯(brassinosteroids, BRs)是 20 世纪 70 年代首次从油菜花粉中分离鉴定出的一类具有极高生物活性的甾醇类化合物<sup>[1]</sup>。研究表明, 这类化合物有促进种子萌发及幼苗生长、提高光合效率、延迟器官衰老和提高抗逆性等一系列作用<sup>[2-12]</sup>。近年来, 有研究发现, BRs 中的 24-表油菜素内酯(EBR)能显著提高植物的抗逆性, 在低温胁迫下, 24-表油菜素内酯不仅可防止黄瓜(*Cucumis sativus*)低温光抑制的发生, 并可提高其净光合速率<sup>[13]</sup>; 在低氧胁迫下, EBR 可提高黄瓜幼苗根系 SOD、POD 及 ADH 活性, 降低 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 MDA 含量、LDH 活性<sup>[14-15]</sup>; 在盐和重金属胁迫下, EBR 可有效保护芥菜(*Brassica juncea*)的生长<sup>[16]</sup>。而关于在低温胁迫下, 24-表油菜素内酯对植物生长的影响未见报道, 实际上, 低温是植物生长遭遇的常见逆境胁迫之一。

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是我国南方常见

的夏季蔬菜, 在早春播种阶段, 常常会遇到低温胁迫, 致使其萌发时间延迟, 发芽率降低, 出现小老苗, 进而影响其后期的生长及产量, 造成经济损失。如何解决低温对辣椒生长的抑制作用成为促进辣椒生长、提高产量的关键问题。为此, 本试验采用培养皿滤纸法模拟辣椒种子萌发时的极限低温 15℃ 与最适发芽温度 30℃, 用不同质量浓度的 24-表油菜素内酯溶液处理其种子, 观察其对低温下辣椒种子的萌发是否具有促进作用, 以为辣椒生产提供指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试辣椒种子为江西省宜春市春华种业公司生产的华椒 15 号。24-表油菜素内酯(EBR)购自国药集团化学试剂有限公司, 使用前用乙醇作为溶剂配成 100 mg/L 的母液。选取 EBR 6 个质量浓度(0、

收稿日期: 2011-10-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(30860175)、教育部新世纪优秀人才计划项目(NCET080703)和江西省自然科学基金项目(2007GZN1666)

闫小红, 硕士, 实验师, 研究方向: 植物生理生态, E-mail: yanxiaohong325@126.com

通讯作者: 胡文海, 博士, 教授, 研究方向: 植物逆境生理, E-mail: huwenhaicy@yahoo.com.cn

0.001、0.010、0.050、0.100、1.000 mg/L)进行不同温度下辣椒种子萌发及幼苗生长试验。

### 1.2 低温胁迫下 EBR 溶液浸泡法对辣椒种子萌发的生物测定

采用培养皿滤纸法进行种子萌发试验,供试的辣椒种子先用 0.4% 的  $\text{KMnO}_4$  溶液消毒 6 min,再用清水反复冲洗干净,然后分别在本文“1.1”中设定的 6 个质量浓度的 EBR 溶液中浸种 24 h。在各个质量浓度的 EBR 溶液浸泡的种子中选取 30 粒籽粒饱满、大小均一的辣椒种子置于铺有 2 层滤纸、直径 12 cm 的培养皿中,每处理 5 次重复,每重复 1 皿,每皿加入蒸馏水 10 mL。然后分别置于  $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$  及  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  的光照培养箱中培养。每天记录发芽种子数量,并视干湿情况补充蒸馏水。以胚根突破种皮 1 mm 即视为萌发,培养 6 d 后统计发芽势,培养 14 d 后统计发芽率:

$$\text{发芽势} = \frac{\text{第 6 天已萌发种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽率} = \frac{\text{第 14 天已萌发种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%。$$

### 1.3 低温胁迫下 EBR 溶液添加法对辣椒种子幼苗生长影响的生物测定

采用本文“1.2”中培养皿滤纸法进行种子萌发试验。种子消毒处理清水冲洗干净后,选取 30 粒籽粒饱满、大小均一的辣椒种子置于铺有 2 层滤纸、直径 12 cm 的培养皿中,每处理 5 次重复,每重复 1 皿,每皿加入不同质量浓度的 EBR 溶液 10 mL,然后置于  $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$  及  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  的光照培养箱中进行培养,每 2 d 换 1 次溶液。计算发芽势、发芽率。

### 1.4 低温胁迫下不同质量浓度 EBR 溶液对辣椒种子幼苗生长影响的生物测定

采用本文“1.2”中培养皿滤纸法进行辣椒种子幼苗生长试验。选取 30 粒胚根突破种皮的下胚轴长超过种子自身长度的辣椒种子置于铺 2 层滤纸,

直径 12 cm 的培养皿中,置于  $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$  及  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  的光照培养箱中进行培养,14 d 后测定幼苗根长、苗高及鲜质量和干质量,根长为主根长度,苗高为胚轴到叶尖端长度,鲜质量及干质量用十万分之一天平称量,干质量在  $80^\circ\text{C}$  下烘 72 h 至恒质量后称量。每处理 5 次重复,每重复 1 皿,每皿取 10 株。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温胁迫下 EBR 对辣椒种子萌发的影响

由表 1 和表 2 可知,低温  $15^\circ\text{C}$  下,与对照相比,各质量浓度 EBR 处理不能提高辣椒种子的发芽势。采用 EBR 浸泡法,可显著提高其发芽率,随 EBR 质量浓度的升高,其发芽率逐渐提高,在 0.050 mg/L 时达到最高,为 44.00%,比对照高出 20.00%;超过 0.100 mg/L 以后,发芽率呈下降趋势,1.000 mg/L 时,下降到接近对照水平,没有显著差异。采用 EBR 添加法不能提高其发芽率,各质量浓度 EBR 处理下,其发芽率均低于对照水平,但未达显著差异水平(除 1.000 mg/L 之外)。30  $^\circ\text{C}$  下,2 种方法处理对其发芽势及发芽率的影响无明显的规律性,采用浸泡法,质量浓度 0.010 mg/L 时,发芽势为 19.33%,比对照高出 14.66%,1.000 mg/L 时,发芽势低于对照水平,但未达显著差异水平。EBR 浸泡法中,各质量浓度处理可提高其发芽率,0.050 mg/L 时为最高,达到 68.67%,比对照高出 19.34%。EBR 添加法中,只有在 0.100 mg/L 时,发芽势及发芽率高于对照水平,分别为 47.00% 及 76.00%,其他质量浓度处理发芽势及发芽率均低于对照水平,表现为抑制作用。但不论采用何种方法,其 30  $^\circ\text{C}$  下各 EBR 质量浓度处理辣椒种子,其发芽势和发芽率均高于 15  $^\circ\text{C}$  下辣椒种子的发芽势和发芽率。

表 1 浸泡法中 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒种子萌发的影响<sup>1)</sup>

Table 1 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seed germination of pepper at different temperature with immersion method

EBR 质量浓度/(mg/L) Concentration of EBR	15 $^\circ\text{C}$		30 $^\circ\text{C}$	
	发芽势/% Germinability	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germinability	发芽率/% Germination rate
0.000	0.00 $\pm$ 0.00 a	24.00 $\pm$ 0.06 a	4.67 $\pm$ 0.01 a	49.33 $\pm$ 0.03 a
0.001	0.00 $\pm$ 0.00 a	38.00 $\pm$ 0.04 bc	13.33 $\pm$ 0.03 bc	58.00 $\pm$ 0.04 ab
0.010	0.00 $\pm$ 0.00 a	40.67 $\pm$ 0.04 cd	19.33 $\pm$ 0.04 c	66.00 $\pm$ 0.03 bc
0.050	0.67 $\pm$ 0.00 a	44.00 $\pm$ 0.05 d	5.33 $\pm$ 0.02 a	68.67 $\pm$ 0.03 bc
0.100	0.00 $\pm$ 0.00 a	42.00 $\pm$ 0.03 d	9.33 $\pm$ 0.03 ab	64.67 $\pm$ 0.03 bc
1.000	0.00 $\pm$ 0.00 a	27.33 $\pm$ 0.05 ab	2.00 $\pm$ 0.01 a	58.67 $\pm$ 0.04 abc

1) 不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下同。Different small letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ , the same as below.

表 2 添加法中 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒种子萌发的影响

Table 2 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seed germination of pepper at different temperature with accession method

BRs 质量浓度/(mg/L) Concentration of BRs	15 °C		30 °C	
	发芽势/% Germinability	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germinability	发芽率/% Germination rate
0.000	0.00±0.00 a	45.00±0.06 b	21.50±0.05 b	70.00±0.02 cd
0.001	0.00±0.00 a	40.00±0.01 b	15.00±0.03 bc	64.50±0.02 bc
0.010	0.00±0.00 a	39.33±0.07 b	16.00±0.04 bc	61.00±0.04 b
0.050	0.00±0.00 a	37.50±0.04 b	6.50±0.02 a	62.50±0.02 b
0.100	0.00±0.00 a	39.00±0.02 b	47.00±0.09 d	76.00±0.03 d
1.000	0.00±0.00 a	23.00±0.04 a	5.00±0.02 a	45.50±0.01 a

2.2 低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗根长和苗高的影响

1) 低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗根长的影响。由图 1-A 可知, 低温 15 °C 下, 采用 2 种方法, 不同质量浓度的 EBR 处理对辣椒幼苗根长的影响均表现为抑制作用, 质量浓度为 1.000 mg/L 时抑制作用最强, 根长比对照分别短 0.97 cm(浸泡法)和 1.01 cm(添加法), 差异显著。由图 1-B 可知, 30 °C 下, 浸

泡法中, 不同质量浓度的 EBR 处理时, 辣椒幼苗根长的影响表现为先高后低, EBR 质量浓度为 0.010 mg/L 时, 达到最高, 平均根长为 6.78 cm, 比对照高 1.62 cm, 随后平均根长逐渐降低, 到 1.000 mg/L 时, 平均根长为 1.81 cm, 比对照低 3.35 cm; 添加法中, 各质量浓度 EBR 处理对幼苗根长表现为抑制作用, 质量浓度为 1.000 mg/L 时抑制作用最强, 根长比对照短 2.82 cm, 差异显著。

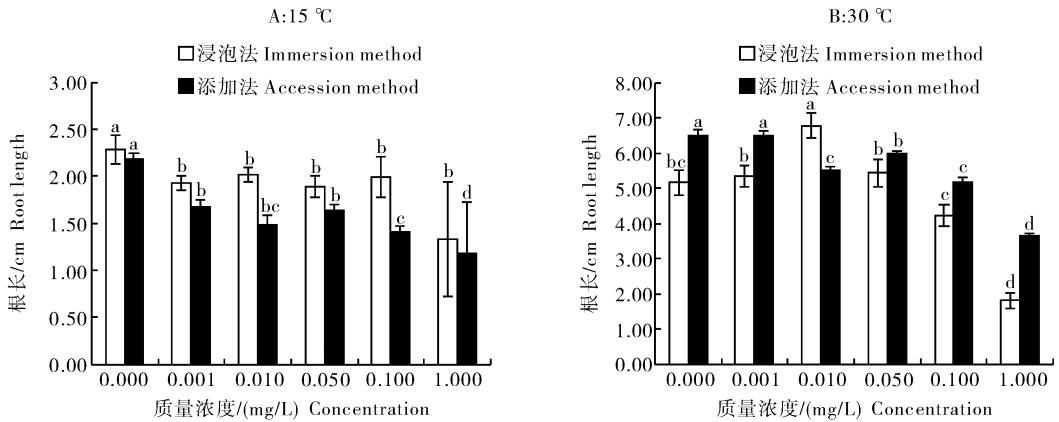


图 1 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒幼苗根长的影响

Fig.1 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seedling root length of pepper at different temperature

2) 低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗苗高的影响。由图 2-A 可知, 低温 15 °C 下, 采用浸泡法, 不同质量浓度的 EBR 对幼苗苗高的影响表现为先高后低, 质量浓度为 0.050 mg/L 时达到最高, 平均苗高为 1.82 cm, 比对照高 0.62 cm, 到 1.000 mg/L 时下降为 1.46 cm, 但仍显著高于对照; 采用添加法, 不同质量浓度的 EBR 处理对幼苗苗高无影响, 但其苗高均高于浸泡法。由图 2-B 可知, 30 °C 下, 采用浸泡法, 不同质量浓度的 EBR 处理对幼苗苗高的影响也表现为先高后低, 随着质量浓度的升高, 苗高逐渐增大, 0.010 mg/L 时达最高, 为 3.20 cm, 随后又逐渐降低, 到 1.000 mg/L 时降低到 1.93 cm, 低于对照水平; 采用添加法, 不同质量浓度的 EBR 处理下, 在

0.050 mg/L 及 0.100 mg/L 时达最高, 分别为 4.18 cm 和 4.33 cm, 与对照呈差异显著, 其余各质量浓度趋于对照水平, 差异不显著, 但添加法各 EBR 质量浓度处理苗高均高于浸泡法。

2.3 低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗鲜质量和干质量的影响

1) 低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗鲜质量的影响。由图 3-A 可知, 低温 15 °C, 采用浸泡法, 不同质量浓度的 EBR 处理对辣椒幼苗鲜质量无促进作用; 采用添加法, EBR 处理也不能增加其鲜质量, 相反, 呈下降趋势, 由对照的 306.54 mg 下降到 227.98 mg (1.000 mg/L); 由图 3-B 可知, 30 °C 下, 采用 2 种方法, 随着 EBR 质量浓度的升高, 其鲜质量也逐渐增

加, 0.050 mg/L 时最高, 分别为 435.18 mg 及 436.61 mg, 随后又随 EBR 质量浓度提高而逐渐下

降, EBR 质量浓度为 1.000 mg/L 时, 分别下降为 300.26 mg 及 301.74 mg, 均低于各自的对照水平。

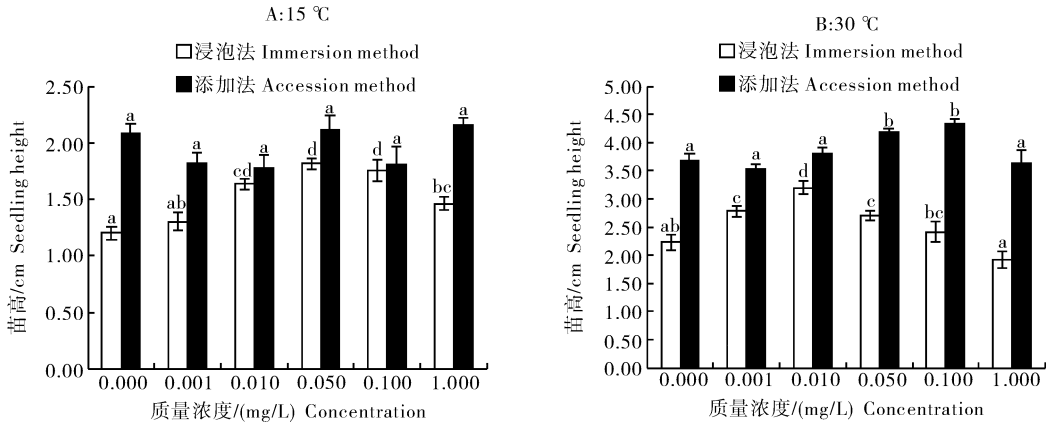


图 2 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒幼苗苗高的影响

Fig. 2 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seedling height of pepper at different temperature

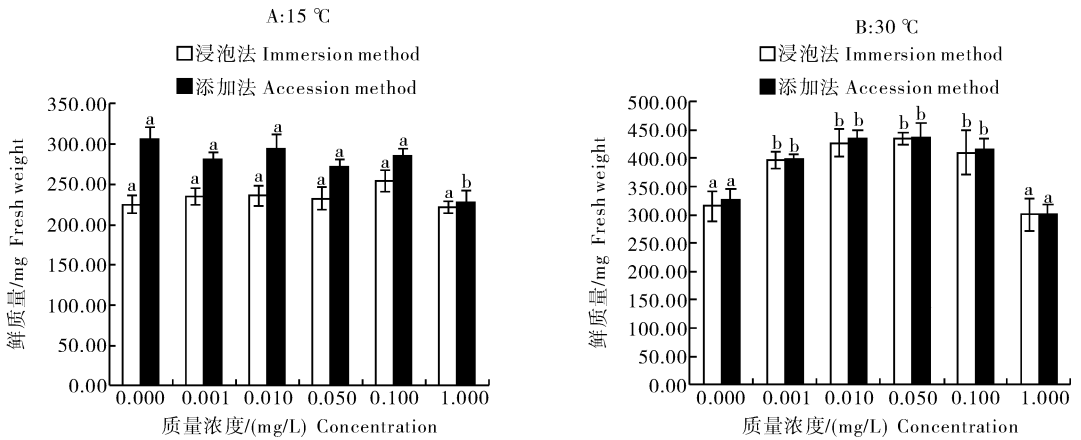


图 3 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒幼苗鲜质量的影响

Fig. 3 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seedling fresh weight of pepper at different temperature

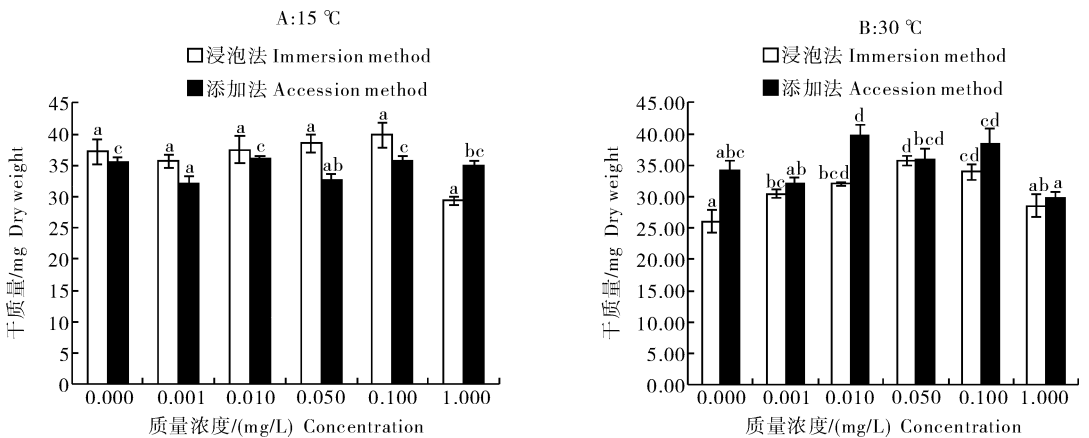


图 4 24-表油菜素内酯对不同温度下辣椒幼苗干质量的影响

Fig. 4 Effect of 24-epibrassinosteroids on the seedling dry weight of pepper at different temperature



2)低温胁迫下 EBR 对辣椒幼苗干质量的影响。由图 4-A 可知,低温 15℃,采用 2 种方法,不同质量浓度的 EBR 处理对辣椒幼苗干质量均无促进作用;由图 4-B 可知,30℃下,采用浸泡法,随着 EBR 质量浓度的升高,其干质量逐渐增加,0.050 mg/L 时最高,为 35.74 mg,随后又随 EBR 质量浓度升高而逐渐降低,EBR 质量浓度为 1.000 mg/L 时,下降为 28.58 mg,但仍高于对照;采用添加法,不同质量浓度的 EBR 处理对其干质量的影响无明显规律性,与对照相比,EBR 质量浓度为 0.001 mg/L 及 1.000 mg/L 时,不能增加其干质量,EBR 质量浓度为 0.010~0.100 mg/L 时可增加其干质量,0.010 mg/L 时的作用效果最明显,干质量为 39.79 mg。

### 3 讨论

温度是植物生长的必要条件,然而低温却是限制植物生长的重要因素<sup>[17]</sup>。低温胁迫是辣椒早春萌发和幼苗生长的主要限制因子之一,本研究结果表明,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,种子萌发率、幼苗苗高、根长、鲜质量和干质量远低于正常温度(30℃)下各相应的生长指标。而油菜素内酯对此具有明显的缓解作用,本研究表明,低温胁迫下,采用浸泡法,一定质量浓度的 EBR 处理对辣椒种子萌发和苗高有显著促进作用,虽然对其根长有一定的抑制作用,但侧根的数量却明显比对照多。邹华文等<sup>[18]</sup>用表高油菜素内酯浸种,可提高玉米幼苗根系活性、根干质量、叶面积、地上部干质量,从而促进其生长。黄玉辉等<sup>[19]</sup>研究发现油菜素内酯处理可促进苦瓜幼苗的生长,其鲜质量和叶片叶绿素含量增加。本研究与这些研究结果相类似,表明了油菜素内酯有提高植物抗冷性的作用。

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<sup>[20]</sup>。施用油菜素内酯后,植物叶片 SOD、POD 等相关的保护酶活性增加,可溶性蛋白、可溶性糖和脯氨酸含量升高,并在一定程度上减缓叶片中 MDA 的积累和叶绿素降解的速度,明显降低细胞质相对电导率,减缓其膜的伤害<sup>[13,19]</sup>。本研究结果表明,在浸泡法中,EBR 处理辣椒种子后,其种子萌发率和幼苗生长在低温(15℃)条件下虽然不及正常温度(30℃)下的生长状况,但与低温下的

对照相比却有明显的缓解作用,其作用机制可能与上述生理指标的变化相关,但具体的作用机制还有待于进一步研究。

本研究结果表明,浸泡法和添加法处理辣椒种子对其低温胁迫的缓解作用存在差异,浸泡法的规律性较好,且对低温胁迫的缓解作用较好,而添加法的规律性很差,显示了其较差的稳定性和可重复性,这可能与受试种子接触药液的程度有关,且 EBR 对低温胁迫的缓解作用较差,甚至出现抑制作用。可以看出,浸泡法在缓解低温胁迫对辣椒种子萌发和幼苗生长的抑制作用方面更具有实际应用潜力。而在目前的研究中,浸泡法在油菜素内酯处理侧柏(*Platycladus orientalis*)<sup>[21]</sup>、绿豆(*Phaseolus aureus*)<sup>[22]</sup>、水稻<sup>[23]</sup>及牧草<sup>[2]</sup>种子方面得到广泛应用。

综上所述,低温胁迫下采用浸泡法,EBR 可有效地促进辣椒种子的萌发和幼苗的生长,这对辣椒的生产具有积极的指导意义。但本研究目前处于实验室研究阶段,对于其作用机制、大田试验效果等都需要进一步试验研究。

### 参 考 文 献

- [1] CLOUSE S D, SASSE J M. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1998, 49: 427-451.
- [2] 李凯荣,王健,贺秀贤.天然油菜素内酯对五种牧草种子发芽和胚根下胚轴伸长的影响[J].干旱地区农业研究,2008,26(1): 221-225.
- [3] 胡文海,黄黎锋,毛伟华,等.油菜素内酯对黄瓜苗期叶片光合机构调节作用的研究[J].园艺学报,2006,33(4):762-766.
- [4] 杨芳,李启任.表油菜素内酯对月季切花中几种与膜脂过氧化相关生理指标的影响[J].植物生理学通讯,2007,43(1):107-108.
- [5] 袁凌云,朱世东,赵冠艳,等.油菜素内酯诱导番茄幼苗抗冷效果的研究[J].中国农学通报,2010,26(5):205-208.
- [6] BAJGUZ A. Brassinosteroid enhanced the level of abscisic acid in *Chlorella vulgaris* subjected to short-term heat stress[J]. Journal of Plant Physiology, 2009, 166: 882-886.
- [7] CAO Y, ZHAO H. Protective roles of brassinolide on rice seedlings under high temperature stress[J]. Rice Science, 2008, 15(1): 63-68.
- [8] 李凯荣,李会科,王健.天然油菜素内酯对红富士苹果抗旱增产效应的研究[J].园艺学报,2006,33(5):1059-1062.
- [9] 屈淑平,张灵宇,崔崇士.表油菜素内酯诱导大白菜抗软腐病研究[J].东北农业大学学报,2009,40(10):27-31.
- [10] ALI B, HASAN S A, HAYAT S, et al. A role for brassinosteroids in the amelioration of aluminium stress through antioxidant system in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek)[J]. En-

- vironmental and Experimental Botany, 2008, 62: 153-159.
- [11] BAJGUZ A. An enhancing effect of exogenous brassinolide on the growth and antioxidant activity in *Chlorella vulgaris* cultures under heavy metals stress[J]. Environmental and Experimental Botany, 2010, 68: 175-179.
- [12] SHARMA P, BHARDWAJ R. Effect of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth and heavy metal uptake in *Brassica juncea* L. [J]. General and Applied Plant Physiology, 2007, 33(1/2): 59-73.
- [13] YU J Q, ZHOU Y H, YE S F, et al. 24-epibrassinolide and abscisic acid protect cucumber seedlings from chilling injury[J]. Journal Horticultural Science & Biotechnology, 2002, 77(4): 470-473.
- [14] 康云艳, 郭世荣, 段九菊, 等. 24-表油菜素内酯对低氧胁迫下黄瓜根系抗氧化系统及无氧呼吸酶活性的影响[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2006, 32(5): 535-542.
- [15] 康云艳, 郭世荣, 李娟, 等. 24-表油菜素内酯对低氧胁迫下黄瓜幼苗根系抗氧化系统的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1): 153-161.
- [16] ALI B, HAYAT S, FARIDUDDIN Q, et al. 24-epibrassinolide protects against the stress generated by salinity and nickel in *Brassica juncea* [J]. Chemosphere, 2008, 72: 1387-1392.
- [17] 陈玉梁, 裴怀弟, 石有太, 等. 温度和盐胁迫对油葵种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(4): 374-378.
- [18] 邹华文, 陈凤玉, 郝建军, 等. 表高油菜素内酯浸种对玉米幼苗某些生理特性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(6): 452-454.
- [19] 黄玉辉, 罗海玲, 陈小凤. 油菜素内酯对苦瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 南方农业学报, 2011, 42(5): 488-491.
- [20] 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): 213-219.
- [21] 李凯荣, 王红红. 天然油菜素内酯对侧柏种子发芽和下胚轴伸长的影响[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2004, 32(4): 84-86.
- [22] 刘灵, 李海航, 杨丽霞, 等. 油菜素内酯促进绿豆下胚轴不定根发生研究[J]. 科技导报, 2007, 25(5): 56-60.
- [23] PHARIS R P, JANZEN L, NAKAJIMA S K, et al. Bioactivity of 25-hydroxy-, 26-hydroxy-, 25, 26-dihydroxy- and 25, 26-epoxybrassinolide[J]. Phytochemistry, 2001, 58: 1043-1047.

## Effects of 24-epibrassinosteroids on the seed germination and seedling growth of pepper under low temperature stress

YAN Xiao-hong HU Wen-hai ZENG Shou-xin YU Pan-hui  
HUANG Dan HUANG Lu ZENG Zhi-feng

School of Life Sciences, Jinggangshan University of Jiangxi Province, Ji'an 343009, China

**Abstract** Effects of 24-epibrassinosteroids (EBR) on the seed germination and seedling growth of pepper (Huajiao 15) under the low temperature stress were investigated by both soaking method and addition method. The results showed that 0.001-1.000 mg/L EBR had no significant effect on the germinability of pepper seed, 0.001-0.100 mg/L EBR significantly promoted the germination rate of pepper seed with soaking method at 0.050 mg/L with the germination rate of 44.00%. The content of EBR ranging from 0.001 mg/L to 1.000 mg/L had inhibition on the germination rate of pepper seed under addition method at 1.000 mg/L. Under both soaking method and addition method, the content of EBR ranging from 0.001 mg/L to 1.000 mg/L significantly inhibited the seedling root length of pepper seed with the highest inhibition rates at 1.000 mg/L, respectively. It also significantly promoted the seedling height of pepper seed under soaking method with 1.82 cm of seedling height, 0.62 cm higher than that of control at the concentration of 0.050 mg/L, but under addition method EBR had no significant effect on the seedling height of pepper seed. Under soaking method, the content of EBR ranging from 0.001 mg/L to 1.000 mg/L had no significant effect on green weight and dry weight of pepper seedling. But there was no regularity under addition method.

**Key words** 24-epibrassinosteroids; pepper (*Capsicum annuum* L.); low temperature stress; seed germination; seedling growth

(责任编辑: 张志钰)