

植物生长调节剂对长柄扁桃种子萌发及幼苗生长的影响

鲁春艳¹, 井赵斌², 冯喜兵³, 陈晓艳³, 郭春会^{1*}

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 陕西省农村科技开发中心, 陕西 西安 710054; 3. 安塞县农业局, 陕西 安塞 717402)

摘 要:以 5 个长柄扁桃品种的种子为试验材料, 研究种子形态特征和生长调节剂对扁桃萌芽和幼苗生长的影响, 为长柄扁桃育种栽培提供理论依据。用游标卡尺和天平测定种子的形质特征; 以蒸馏水浸泡处理的种子作为对照, 计算和分析由赤霉素(GA_3)、过氧化氢(H_2O_2)、半胱氨酸(Cys)、水杨酸(SA)、6-苄氨基嘌呤(6-BA)、蛋氨酸(Met)处理的扁桃种子的萌芽及幼苗生长状况。结果表明, 1) 用蒸馏水浸泡后的各长柄扁桃种子的萌芽率与千仁重、种仁体积呈正相关; 除 6-BA 处理外, 在其他处理中, 长柄扁桃 2 号和长柄扁桃 4 号的萌芽率均高于其他 3 种扁桃。2) GA_3 和 H_2O_2 处理的各品种种子, 其萌芽率、发芽指数都明显高于同一品种对照; Cys 和 Met 处理的种子, 其各指标与同一品种对照没有明显的差异; 6-BA 和 SA 对种子的萌发有明显的抑制作用。3) H_2O_2 处理的种子, 幼苗生长最好; GA_3 处理的种子, 幼苗根系和茎生长均呈偏细长型, 幼苗生长较弱; 6-BA 处理的种子, 幼苗根系和茎均呈偏钝粗型, 幼苗生长量(体积)较高, 但长势弱; 与对照相比, Met 和 Cys 处理对幼苗的生长没有明显的促进作用, 甚至还有抑制作用。综合以上结果可知, 经 H_2O_2 处理的长柄扁桃 2 号和 4 号萌芽率和发芽指数较其他处理和品种都高, 且幼苗生长状况最佳。

关键词:长柄扁桃; 生长调节剂; 萌芽; 幼苗生长

中图分类号: S662.9 文献标志码: A 文章编号: 1001-7461(2015)05-0118-08

Effects of Plant Growth Regulators on Seed Germination and Seedling Growth of *Amygdalus pedunculata*

LU Chun-yan¹, JING Zhao-bin², FENG Xi-bing³, CHEN Xiao-yan³, GUO Chun-hui^{1*}

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Shaanxi Scientific and Technological Development Center in Countryside, Xi'an, Shaanxi 710054, China; 3. Bureau of Agriculture in Ansai, Ansai, Shaanxi 717402, China)

Abstract: Seeds of five *Amygdalus pedunculata* varieties were used as materials to examine their morphological characters and the influences of plant growth regulators on seed germination and seedling growth to provide theoretical basis for breeding and cultivation. Gravimetric and morphological characteristics were detected with vernier caliper and scales. Distilled water was used as the control when seeds were treated by different chemicals, such as gibberellic acid (GA_3), hydrogen peroxide (H_2O_2), cysteine (Cys), salicylic acid (SA), 6-benzyl amino purine (6-BA) and methionine (Met). The results showed as follows, 1) after the seeds were soaked with distilled water, their germination rates were positively correlated with the thousand kernel weight and kernel volume. Except for the seeds treated with 6-BA, the germination rates of the seeds of variety No. 2 and No. 4, which were treated by other chemicals, were higher than other three varieties. 2) The germination rate, germination index of the seeds treated with H_2O_2 and GA_3 were significantly higher than those of the control, while no significant differences were observed when treat with Cys and Met. 6-BA and SA exhibited obvious inhibitory effect on seed germination. 3) The growth of

收稿日期: 2014-11-14 修回日期: 2014-12-26

基金项目: 国家林业局林业公益性行业科研专项(201104074); 西北农林科技大学唐仲英育种专项。

作者简介: 鲁春艳, 女, 硕士研究生, 研究方向: 果树生理生态。E-mail: chun814563920@qq.com

* 通信作者: 郭春会, 女, 教授, 研究方向: 果树栽培与生物技术。E-mail: 906832715@qq.com

the seedlings grew best in the H_2O_2 treated group, while in GA_3 treated group, seedlings growth was weak and their roots and stems growth were slants thin. Seedlings treated by 6-BA were in partial blunt with thick roots and stem, and seedling growth (volume) was higher while the growth potential was weak. No significant growth promotion effects were observed in Met and Cys treated groups. It was concluded that germination rates and germination indices of variety No. 2 and No. 4 treated by H_2O_2 were higher than others, and the seedling growth was the best.

Key words: *Amygdalus pedunculata*; growth regulors; germination; seedlings growth

长柄扁桃又名柄扁桃(*Amygdalus pedunculata*),是蔷薇科扁桃属的落叶灌木,是我国特有的扁桃属野生种,抗性好,适应性强,具有较高的生态价值,其果仁营养价值高,既可食用,又可药用和工业用,具有较高的经济开发价值^[1]。

种子萌发是植物生长周期的转折点,也是植物适应环境变化以保持自身繁衍的重要特性,直接关系到物种繁殖以及种群维持、扩展和恢复等生态过程^[2]。目前,国内外对于各种植物萌芽试验较多,主要是物理方法和化学方法。物理方法主要包括控制温度、光照等^[3-8];化学方法主要有激素处理(赤霉素,细胞分裂素,脱落酸等)^[9-13],盐处理(KNO_3 , $NaCl$, $NaHCO_3$)^[13-15],无机酸处理(浓硫酸、 H_2O_2)^[16-17],其他有机物处理(乙酰水杨酸,硫脲,氨基酸)^[18]。但对于长柄扁桃品种,还没有系统大量的萌发试验研究。本试验利用不同的植物生长调节剂处理 5 个长柄扁桃种子,探讨其对长柄种子的萌发及其幼苗生长状况的影响,旨在为生产实践提供基础科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选取 5 个长柄扁桃(*Amygdalus pcduncu-lata*)品种,分别为长柄扁桃 1 号、长柄扁桃 2 号、长柄扁桃 3 号、长柄扁桃 4 号和长柄扁桃 5 号,各长柄扁桃品种属于早生灌木且耐寒,全部来源于陕西省神木县。

1.2 试验方法

1.2.1 种子形态特征测定 随机抽取 20 粒带壳种子,用游标卡尺测量种子的长、宽、厚,精确到 0.01 mm。破壳取仁后,同样用游标卡尺测量仁粒的长、宽、厚,精确到 0.01 mm。根据种子和种仁长、宽、厚测定值,计算单粒种子体积(长 \times 宽 \times 厚)与单粒种仁体积(长 \times 宽 \times 厚)。

1.2.2 种子千粒重及出仁率测定 随机选取各品种 1 000 粒带壳的种子,称量并记录数据;将 1 000 粒种子破壳取仁,将收集的全部仁粒称量并记录数据;最后计算种子的出仁率。

1.2.3 种子萌芽试验 从 5 个长柄扁桃品种中各随机选取 525 个种子,进行 7 个处理,每个处理 3 个重复,各处理均进行 15 d 的低温处理(1~3℃)。其所设处理: GA_3 的浓度为 1 000 $mg \cdot L^{-1}$,6-BA、SA、Cys、Met 的浓度为 100 $mg \cdot L^{-1}$, H_2O_2 的浓度为 0.25%,对照为蒸馏水处理。

种子表面消毒用 5% 的次氯酸钠浸泡 3 min,然后用灭菌的蒸馏水清洗。种子在各处理溶液中浸泡 24 h,用灭菌蒸馏水漂洗 3 次,然后用于播种。

萌芽试验采用透明小号无菌塑料发芽盒(12 cm \times 12 cm \times 6 cm),内盛约 5 cm 厚的发芽基质。首先在盒内约覆盖 3 cm 厚的基质,然后将各水平处理的种子摆放到发芽盒合适的位置,再覆基质 2 cm,浇水,在昼夜 21~23℃ 的温室中培养。种子的胚根从种皮中出现视为萌芽,种子发芽出苗后,根据沙的水分状况,适时浇水,每天观察和记录种子的发芽数,直至不发芽,之后计算各长柄扁桃种子的萌芽率、萌芽指数、活力指数。萌芽率=发芽种子数/供试种子数;发芽指数(Gi)= $\sum(Gt/Dt)$, Gt 表示第 n 日的发芽数, Dt 表示发芽试验第 n 日。

不同处理的幼苗生长量测定,发芽后的种子移栽到营养钵,经过 10 d 培养后,每个处理随机选取 15 棵幼苗,分为 3 组(作为 3 个重复),每组 5 棵,洗去基质和沙子,用卫生纸吸去表面水分,用 WinRHIZO 根系扫描分析系统测量根系和茎的长、表面积、体积等。用紫光平台扫描仪(LA2000)将摘取的叶片扫描,再用 Image 软件测定叶片的面积。

采用 Excel 软件进行数据处理,采用 SPSS20.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 长柄扁桃种子的形质特征指标

长柄扁桃种子形状不一,有纺锥形、心形、球形等,顶端具有小尖头、基部圆形、两侧稍扁、浅褐色,表面平滑或稍有褶皱。种壳质地坚硬且脆。种仁宽卵形,棕黄色^[19]。由表 1 可知,长柄扁桃 3 号的千粒重最大,长柄扁桃 1 号最小;长柄扁桃 2 号的千仁重最大,长柄扁桃 5 号的千仁重最小;长柄扁桃 2 号

的出仁率明显高于其他长柄扁桃。种子千粒重与种子单粒体积呈正相关,种子的千仁重与种仁的单粒体积也呈正相关。各长柄扁桃种子的千粒重、千仁重、出仁率、单粒种子和种仁都具有显著差异性。

表 1 长柄扁桃种子的重量和体积特征

Table 1 Characteristics of seeds weight and volume on *A. pedunculata*

品种	千粒重/g	千仁重/g	出仁率/%	单粒种子 体积/mm ³	单粒种仁 体积/mm ³
1 号	221.23e	74.10e	33.49b	551.46e	168.87e
2 号	269.31d	103.84a	38.56a	559.17d	238.19a
3 号	366.11a	100.47b	27.44d	693.65a	235.21b
4 号	343.43b	99.92c	29.09c	657.17b	227.16c
5 号	323.56c	82.47d	25.49e	597.19c	200.97d

注:不同字母代表不同处理间差异达到 0.05 显著水平。

2.2 生长调节剂对长柄扁桃种子萌芽的影响

由表 2 可知,用蒸馏水处理的各长柄扁桃种子的萌芽率大小顺序为 2 号>3 号=4 号>5 号>1 号,而由表 1 可知,各长柄扁桃的千仁重与单粒种子的大小顺序为 2 号>3 号>4 号>5 号>1 号,可以看出长柄扁桃种子的萌芽率与种仁的质量和体积呈正相关关系。除 6-BA 处理外,在其他处理中,长柄扁桃 2 号和长柄扁桃 4 号的萌芽率均高于其他 3 种扁桃。除 6-BA 和 Met 处理外,在其他处理中,长柄扁桃 2 号和长柄扁桃 4 号的发芽指数均高于其他 3 种扁桃。

由表 2 可知,GA₃ 处理的各长柄扁桃种子萌芽率比对照高 25%以上,发芽指数比对照高 19 以上,长柄扁桃 4 号的发芽指数比对照高 32.99。H₂O₂ 处理的长柄扁桃 1 号、4 号和 5 号的萌芽率比对照高了 32%以上;其发芽指数比对照高 24。Cys 处理

的种子萌芽率低于对照;除长柄扁桃 4 号种子外,其余长柄扁桃种子的发芽指数均低于对照。Met 处理的种子,长柄扁桃 1 号、2 号和 3 号种子的萌芽率不高于对照,长柄扁桃 4 号和 5 号种子的萌芽率略高于对照;长柄扁桃 2 号和 3 号种子的发芽指数低于对照,长柄扁桃 1 号、4 号和 5 号种子的发芽指数高于对照。6-BA 处理的种子萌芽率、发芽指数都明显低于对照。SA 处理的各长柄扁桃种子,没有萌芽。

GA₃ 和 H₂O₂ 处理的各长柄扁桃种子萌芽率、发芽指数都明显高于同一品种对照;Cys 和 Met 处理的种子,各指标与同一品种对照没有明显的差异;6-BA 和 SA 对种子的萌发有明显的抑制。长柄扁桃 1 号、4 号和 5 号种子在各生长调节素处理中,H₂O₂ 对其促进作用最明显;长柄扁桃 2 号和 3 号种子在各生长调节素处理中,GA₃ 对其促进作用最明显。

表 2 生长调节剂对长柄扁桃种子萌芽的影响

Table 2 Influence of growth regulators on seed germination of *A. pedunculata*

测定指标	品种	蒸馏水(对照)	6-BA	GA ₃	SA	H ₂ O ₂	Cys	Met
萌芽率/%	1 号	45.33	22.67	73.33	0.00	77.33	41.33	45.33
	2 号	65.33	36.00	90.67	0.00	89.33	49.33	56.00
	3 号	54.67	40.00	80.00	0.00	69.33	48.00	48.00
	4 号	54.67	33.33	84.00	0.00	90.67	50.67	54.67
	5 号	46.67	17.33	76.00	0.00	80.00	42.67	52.00
发芽指数	1 号	51.91	7.71	77.52	0.00	81.17	46.05	54.66
	2 号	65.72	9.01	85.06	0.00	90.97	42.77	57.40
	3 号	47.97	12.17	76.57	0.00	72.46	35.09	32.76
	4 号	53.14	12.49	86.13	0.00	89.80	54.66	57.81
	5 号	46.67	9.62	72.46	0.00	85.90	42.57	50.70

2.3 生长调节剂对长柄扁桃幼苗茎和叶的影响

由图 1 可知,GA₃、H₂O₂、6-BA 和 Met 处理的长柄扁桃 1 号种子茎总长都高于对照,而且 GA₃ 和 H₂O₂ 处理的种子茎总长高于对照 7 倍以上;Cys 处理的种子茎总长低于对照。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 2 号种子茎总长明显高于对照;6-BA 和 Met

处理的种子茎总长略高于对照;Cys 处理的种子茎总长低于对照。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 3 号、4 号和 5 号种子,其茎总长都高于对照;6-BA、Met 和 Cys 处理的种子茎总长都低于对照。

由图 2 可知,GA₃、H₂O₂、6-BA 和 Met 处理的长柄扁桃 1 号和 2 号种子,其茎投影总面积都高于

对照,特别是 GA_3 和 H_2O_2 处理的种子,其茎总投影面积明显高于对照;Cys 处理的种子茎投影总面积低于对照。 GA_3 、 H_2O_2 和 6-BA 处理的长柄扁桃 3 号种子,其茎投影总面积高于对照;Met 和 Cys 处理的种子茎投影总面积都低于对照。 GA_3 和 H_2O_2 处理的长柄扁桃 4 号种子,其茎投影总面积高于对照;Met、6-BA 和 Cys 处理的种子茎投影总面积都低于对照。 GA_3 和 H_2O_2 处理的长柄扁桃 5 号种子,其茎投影总面积高于对照;6-BA 和 Met 处理的种子茎投影总面积都略高于对照;Cys 处理的种子茎投影总面积低于对照。

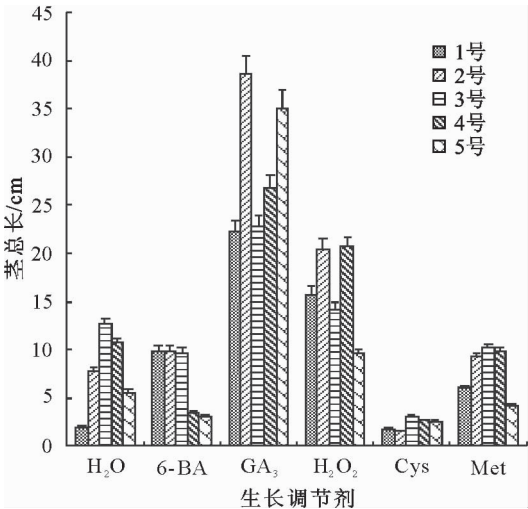


图 1 生长调节剂对各长柄扁桃茎总长的影响

Fig. 1 Effect of growth regulators on total stem length
A. pedunculata

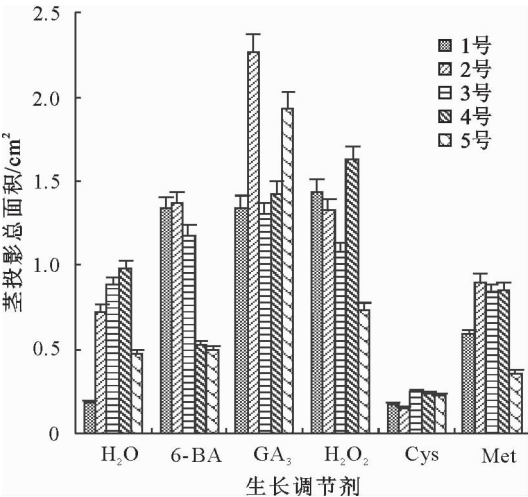


图 2 生长调节剂对各长柄扁桃茎投影总面积的影响

Fig. 2 Effect of growth regulator on total projected area
of the stems

由图 3 可知, H_2O_2 、 GA_3 、6-BA 和 Met 处理的长柄扁桃 1 号种子,其茎总表面积都高于对照;Cys 处理的种子茎总表面积低于对照。 GA_3 、6-BA 和 H_2O_2 处理的长柄扁桃 2 号种子,其茎总表面积都

明显高于对照;Met 处理的种子略高于对照;Cys 处理的种子茎总表面积低于对照。 GA_3 、6-BA 处理的长柄扁桃 3 号种子,其茎总表面积都高于对照; H_2O_2 处理的种子与对照相当;Met 和 Cys 处理的种子茎总表面积低于对照。 H_2O_2 、 GA_3 处理的长柄扁桃 4 号和 5 号种子,其茎总表面积都高于对照;其他处理的种子都低于对照。

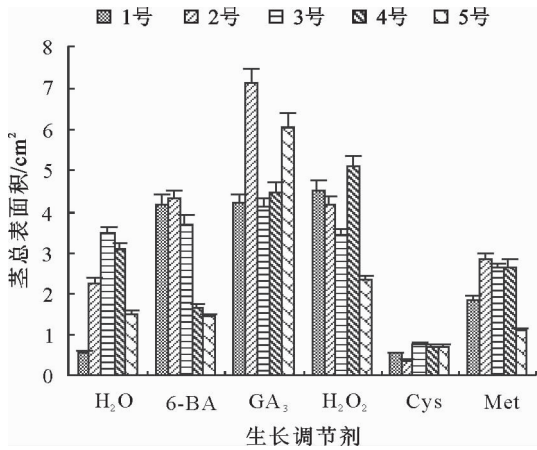


图 3 生长调节剂对各长柄扁桃茎总表面积的影响

Fig. 3 Effect of growth regulators on total surface of stem

由图 4 可知,所有处理的长柄扁桃 1 号种子,其茎总体积都高于对照,6-BA、 H_2O_2 、 GA_3 和 Met 处理的种子明显高于对照。6-BA 和 GA_3 处理的长柄扁桃 2 号种子,其茎总体积明显高于对照; H_2O_2 和 Met 处理的种子与对照相当;Cys 处理的种子明显低于对照。6-BA 处理的长柄扁桃 3 号种子茎总体积高于对照; H_2O_2 、 GA_3 和 Met 处理的种子与对照相当;Cys 处理的种子明显低于对照。 H_2O_2 处理的长柄扁桃 4 号种子茎总体积高于对照;其余处理的种子都低于对照。 GA_3 、6-BA、 H_2O_2 处理的长柄扁桃 5 号种子,其茎总体积高于对照;Met 和 Cys 处理的种子低于对照。

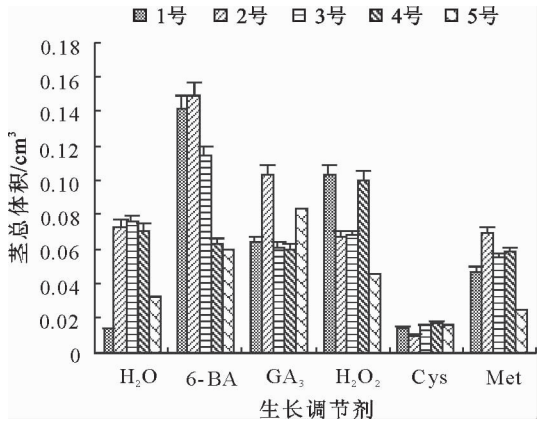


图 4 生长调节物质对各长柄扁桃茎体积的影响

Fig. 4 Effect of growth regulators on total stem volume

由图 5 可知,6-BA、Cys 和 Met 处理的长柄扁桃 1 号种子,其茎平均直径都高于对照;H₂O₂ 处理的种子与对照相当;GA₃ 处理的种子平均直径最小。6-BA、Cys 和 Met 处理的长柄扁桃 2 号种子,其茎平均直径都高于对照;H₂O₂ 和 GA₃ 处理的种子略低于对照。6-BA 处理的长柄扁桃 3 号、4 号和 5 号种子,其茎平均直径高于对照;Cys、Met 和 H₂O₂ 处理的种子与对照相当;GA₃ 处理的种子平均直径最小。

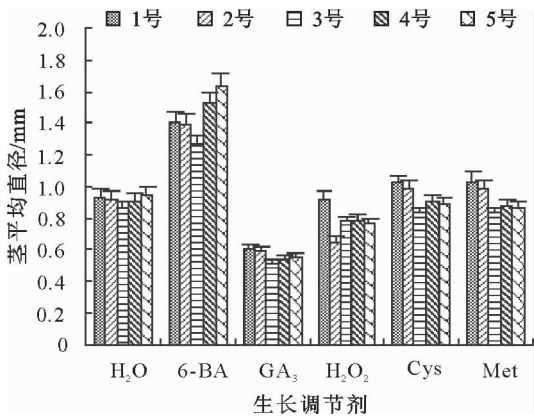


图 5 生长调节物质对各长柄扁桃茎平均直径的影响
Fig. 5 Effect of growth regulators on average diameter of stem

由图 6 可知,GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 1 号种子,其总叶面积都高于对照,而且 GA₃ 和 H₂O₂ 处理的种子总叶面积是对照的 2 倍以上;Met 处理的种子总叶面积略低于对照;6-BA 和 Cys 处理的种子总叶面积明显低于对照。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 2 号种子总叶面积都明显高于对照;Met、6-BA 和 Cys 处理的种子总叶面积均低于对照。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 3 号种子总叶面积都明显高于对照;Met 处理的种子总叶面积略高于对照;6-BA 和 Cys 处理的种子总叶面积均低于对照。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 4 号和 5 号种子,其总叶面积均高于对照;6-BA、Met 和 Cys 处理的种子茎总长都低于对照。

H₂O₂ 处理的各长柄扁桃,其茎总长、茎投影总面积、茎总表面积、茎总体积、总叶面积大都高于对照,而且茎平均直径与对照相当;说明该处理促进了幼苗茎和叶的生长,易于获取健壮的幼苗。GA₃ 处理的各长柄扁桃品种,其茎总长、茎投影总面积、茎总表面积、茎总体积、总叶面积大都高于对照,但是茎平均直径都低于对照;说明该处理有助于幼苗纵向生长,但是幼苗瘦弱,不易成活。Met 处理的各长柄扁桃品种,其茎总长、茎投影总面积、茎总表面积、茎总体积、茎平均直径及总叶面积大都与对照相当,没有表现出明显的促进作用。Cys 处理的各长柄扁

桃品种,其茎总长、茎投影总面积、茎总表面积、茎总体积、总叶面积大都低于对照,说明该生长调节剂对长柄扁桃的幼苗生长有抑制作用。6-BA 处理的各长柄扁桃品种,其茎总长、茎投影总面积、茎总表面积、总叶面积与对照相比,没有明显的规律,但茎平均直径和茎总体积大都明显高于对照和其他处理,说明该处理有助于茎横向生长。

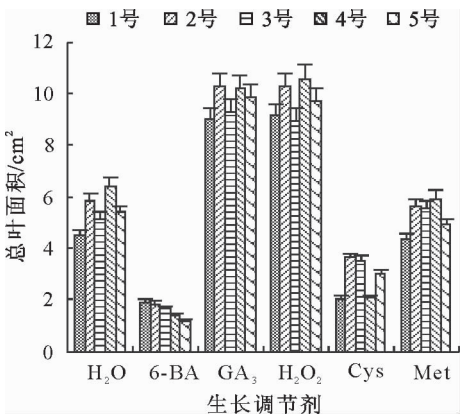


图 6 生长调节剂对各长柄扁桃总叶面积的影响
Fig. 6 Effect of growth regulators on total leaf area

2.4 生长调节剂对长柄扁桃幼苗根系的影响

由图 7 可知,H₂O₂ 处理的长柄扁桃 1 号、2 号和 4 号种子,其根系总长与同品种的其他处理相比最长,其次是 GA₃ 和 Met 处理的种子。H₂O₂ 处理的长柄扁桃 3 号种子根系总长高于对照;其他处理都低于对照。GA₃ 处理的长柄扁桃 5 号种子根系最长;其次是 H₂O₂ 和 Met 处理的种子。

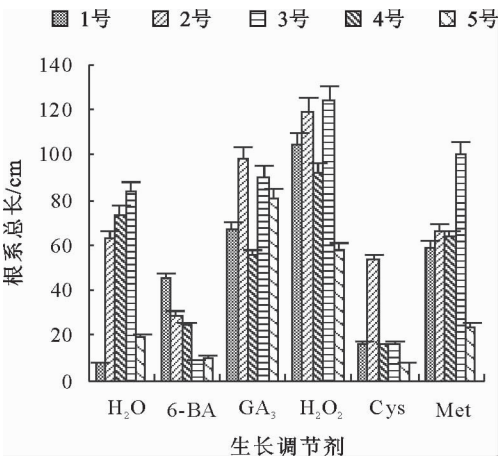


图 7 生长调节物质对各长柄扁桃根系总长的影响
Fig. 7 Effect of growth regulators on total root length

由图 8 可知,所有处理的长柄扁桃 1 号种子,其根系投影总面积均高于对照;H₂O₂ 处理的种子总投影面积最大,其次是 GA₃、6-BA、Met、Cys 处理的种子。H₂O₂、GA₃ 和 Met 处理的长柄扁桃 2 号种子投影总面积高于对照,而 H₂O₂ 处理的种子投影总面积最大。H₂O₂ 处理的长柄扁桃 3 号种子根系

投影总面积大于对照,其余处理都小于对照。 H_2O_2 和 Met 处理的长柄扁桃 4 号种子,其根系投影总面积大于对照,其余处理都小于对照。 H_2O_2 和 GA_3 处理的长柄扁桃 5 号种子,其根系投影总面积明显大于对照;Met 处理的种子投影总面积与对照相当;6-BA 和 Cys 处理的种子投影总面积小于对照。

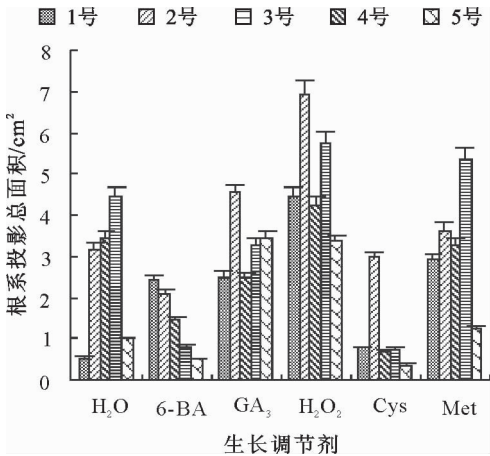


图 8 生长调节物质对各长柄扁桃根系投影总面积的影响
Fig. 8 Effect of growth regulators on total root projected area

由图 9 可知,所有处理的长柄扁桃 1 号种子根系总表面积都大于对照; H_2O_2 处理的种子根系总表面积最大,其次依次是 Met、 GA_3 、6-BA、Cys 处理的种子。 H_2O_2 处理的长柄扁桃 2 号种子,其根系总表面积最大; GA_3 和 Met 处理的种子根系总表面积略高于对照;6-BA 和 Cys 处理的种子根系总表面积低于对照。 H_2O_2 处理的长柄扁桃 3 号种子根系总表面积最大;其他生长调节剂处理的种子根系总表面积都低于对照。 H_2O_2 和 Met 处理的长柄扁桃 4 号种子,其根系总表面积高于对照;其他生长调节剂处理的种子根系总表面积都低于对照;6-BA 和 Cys 处理的种子根系总表面积明显低于对照。 GA_3 和 H_2O_2 处理的长柄扁桃 5 号种子根系总表面积明显高于对照;Met 处理的种子总表面积与对照相当;6-BA 和 Cys 处理的种子根系总表面积低于对照。

由图 10 可知,所有处理的长柄扁桃 1 号种子根系总体积都大于对照; H_2O_2 处理的种子根系总体积最大。 H_2O_2 处理的长柄扁桃 2 号种子根系总表面积最大且显著高于对照; GA_3 、Cys 和 Met 处理的种子根系总体积略高于对照;6-BA 处理的种子根系总体积低于对照。 H_2O_2 和 Met 处理的长柄扁桃 3 号种子根系总体积高于同一品种的对照;其他生长调节剂处理的种子根系总表面积都低于同一品种的对照。 H_2O_2 和 GA_3 处理的长柄扁桃 5 号种子根系总体积明显高于对照;Met 处理的种子根系总体积略高于对照;6-BA 和 Cys 处理的种子根系总体积低于对照。

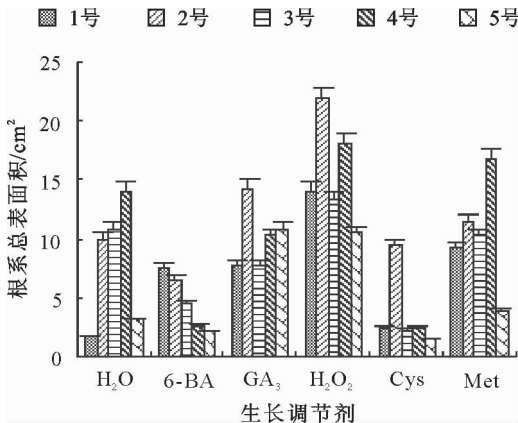


图 9 生长调节物质对各长柄扁桃根系总表面积的影响
Fig. 9 Effect of growth regulators on total surface of root

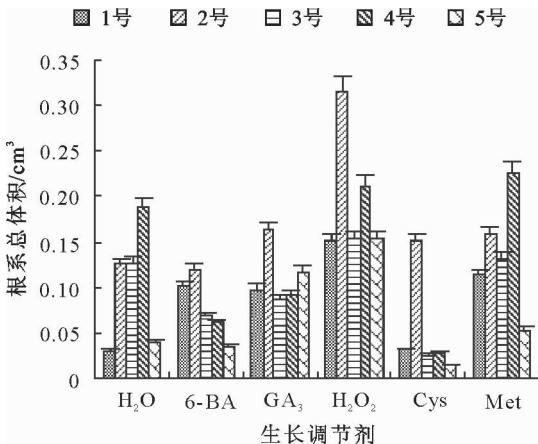


图 10 生长调节物质对各长柄扁桃根系总体积的影响
Fig. 10 Effect of growth regulators on total root volume

由图 11 可知,所有处理的长柄扁桃 1 号种子根系平均直径与对照相当。6-BA、 H_2O_2 、Cys 和 Met 处理的长柄扁桃 2 号种子根系平均直径高于对照;6-BA 处理的种子平均直径明显高于其他处理和对照; GA_3 处理的种子根系平均直径低于对照。6-BA 和 Met 处理的长柄扁桃 3 号种子根系平均直径高于对照;其他处理的种子根系平均直径都低于对照。6-BA 处理的长柄扁桃 4 号种子根系平均直径高于对照;其他处理的种子根系平均直径与对照相当。所有处理的长柄扁桃 5 号种子根系平均直径均与对照相当。

H_2O_2 处理的各长柄扁桃根系总长、根系投影总面积、根系总表面积、根系总体积大都高于对照,而且根系平均直径高于对照或与对照相当;说明该处理对幼苗根系生长有促进作用。 GA_3 处理的各长柄扁桃品种根系总长、根系投影总面积、根系总表面积、根系总体积大都高于对照,但是根系平均直径低于对照或与对照;说明该处理促使幼苗的根系生长量增加,但主根系较其他处理较细。Met 处理的各长柄扁桃品种根系总长、根系投影总面积、根系总

表面积、根系茎总体积及根系平均直径大都略高于对照或与对照相当,没有表现出明显的促进作用。Cys 处理的各长柄扁桃品种根系总长、根系投影总面积、根系总表面积、根系总体积大都低于对照,说明该生长调节剂对长柄扁桃的幼苗根系生长有抑制作用。6-BA 处理的各长柄扁桃品种根系总长、根系投影总面积、根系总表面积、根系总体积与对照相比,没有明显的规律,但根系平均直径大都明显高于对照和其他处理,说明该处理有助于根系横向生长,但是侧根和毛细根等很少。

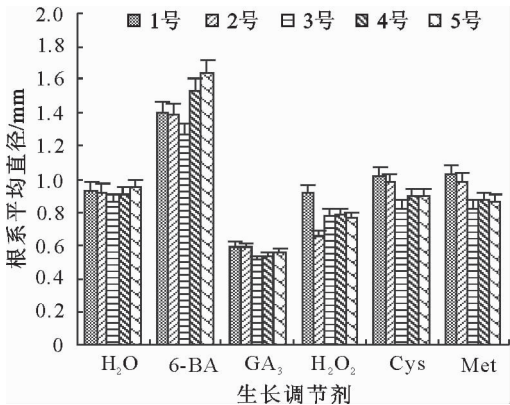


图 11 生长调节物质对各长柄扁桃根系平均直径的影响
Fig. 11 Effect of growth regulators on average diameter of root

3 结论与讨论

3.1 长柄扁桃种子形态结构对种子萌发的影响

长柄扁桃种仁体积越大,则种子的胚具有的 2 个子叶越大,储藏的营养越多,为种子的萌发提供充分的物质基础^[20]。种子活力指数是由种子的发芽指数与幼苗根系生长量间接测定,所以种子活力指数能预测种子在田间的成苗率以及长期的增产与优质潜力^[21]。用蒸馏水浸泡后的各长柄扁桃种子的萌芽率与千仁重、种仁体积(长×宽×厚)呈正相关;除 6-BA 处理外,在其他处理中,长柄扁桃 2 号和长柄扁桃 4 号的萌芽率均高于其他 3 种扁桃。除 6-BA 和 Met 处理外,在其他处理中,长柄扁桃 2 号和长柄扁桃 4 号的发芽指数均高于其他 3 种扁桃。

3.2 植物生长调节剂对长柄扁桃种子萌发的影响

GA₃ 对种子的萌芽起着重要的作用,特别是对打破种子休眠,促进种子萌发有积极的作用^[22-23]。H₂O₂ 预处理可以加速萌发、降低温度和盐对种子萌发的影响、减除 ABA 对萌芽的阻碍作用^[17]。GA₃ 和 H₂O₂ 处理的各长柄扁桃种子萌芽率、发芽指数都明显高于同一品种对照;Cys 和 Met 处理的种子,各指标与同一品种对照没有明显的差异;6-BA 和 SA 对种子的萌发有明显的抑制。而有研究者的萌芽试验中^[18],GA₃、6-BA、SA 和 Met 可以促

进种子萌芽。二者结果不同,可能是种子浸泡的时间和浓度不同引起的,也有可能是种源不同。

3.3 植物生长调节剂对长柄扁桃幼苗的影响

用激素对各长柄扁桃进行处理,目的是清除种子吸胀与萌发的障碍,以促进胚的生长,缓和逆境的不良影响,提高种子的发芽率和幼苗的生活力^[11]。不同激素处理的各长柄扁桃种子幼苗生长状况不同。其中,在所有处理中,H₂O₂ 处理的长柄扁桃种子幼苗生长最好;GA₃ 处理的长柄扁桃种子幼苗的根系和茎生长都偏是细长型,所以幼苗生长的健壮程度欠佳;6-BA 处理的长柄扁桃种子幼苗的根系和茎都偏钝粗型,所以幼苗生长量(体积)虽然很高,但并不是健康的幼苗;Met 和 Cys 处理的长柄扁桃种子幼苗的生长状况与对照相比,没有明显的促进作用,甚至还有抑制作用。

综合以上分析和讨论可知,经 H₂O₂ 处理的长柄扁桃 2 号和 4 号萌芽率和发芽指数较其他处理和品种都高,且幼苗生长状况最佳。

参考文献:

[1] 李国平,申烨华,李聪,等. 沙生植物长柄扁桃种子油制备生物柴油研究[C/OL]. <http://www.doc88com/p-197579357865.html>,2008.

[2] 邹林林,红雨,任国学. 濒危植物蒙古扁桃和柄扁桃种子萌发率和幼苗生长比较研究[J]. 内蒙古师范大学学报:自然科学汉文版,2008,37(6):791-794.

ZOU L L, HONG Y, REN G X. The comparative research on the germination rate and seedling growth of the endangered plants *Prunus mongolica* and *Prunus pedunculata*[J]. Journal of Inner Mongolia Normal University: Nat. Sci. Edi., 2008, 37(6):791-794. (in Chinese)

[3] LARSEN S U, ERIKSEN E N. Delayed release of primary dormancy and induction of secondary dormancy in seeds of woody taxa caused by temperature alternations[J]. Acta Horticulturae, 2004,630:91-100.

[4] BEWLEY J D, BLACK M. Seeds physiology of development and germination[M]//The language of science. New York: Plenum Press,1994.

[5] KEBREAB E, MURDOCH A. A quantitative model for loss of primary dormancy and induction of secondary dormancy in imbibed seeds of *Orobanch* spp. [J]. Journal of Experimental Botany, 1997,50:211-219.

[6] KATHRYN J S. Dormancy release during hydrated storage in *Lolium rigidum* seeds is dependent on temperature, light quality, and hydration status[J]. Journal of Experimental Botany, 2004,398:929-937.

[7] RAINA R, JOHRI A K, SRIVASTAVA L J. Seed germination studies in *Swertia chirata*[J]. Seed Research,1996(1):62-63.

[8] MACCHIA M, ANGELINI L G, CECCARINI L. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. [J]. Scientia Horticulturae, 2001,89:317-324.

[9] 斯琴巴特尔,满良. 蒙古扁桃种子萌发生理研究[J]. 广西植物, 2002,22(6):564-566.
SECHENBATER,MAN L. Study on seed germination's physiology of *Prunus mongolica* Maxim[J]. Guihaia, 2002,22(6): 564-566. (in Chinese)

[10] 斯琴巴特尔,满良,阿木兰,等. 植物激素对蒙古扁桃种子萌发的影响[J]. 内蒙古师范大学学报:自然科学汉文版,2002,31(4):384-387.
SECHENBATER,MAN L,A M L,*et al.* Effect of plant hormones on seed germination of *Prunus mongolia* Maxim[J]. Journal of Inner Mongolia Normal University: Nat. Sci. Edi. ,2002,31(4):384-387. (in Chinese)

[11] 侯江涛,克热木·伊力,高启明. 不同处理对扁桃种子发芽率及幼苗生长的影响[J]. 种子,2005,24(12):4-9. (in Chinese)
HOU J T,KENG RM,GAO Q M. Effect of different treatments on seed germination and seedling growth of amlond seed[J]. Seed, 2005, 24(12):4-9.

[12] ELIAS P,ELIAS M,OLGA M,*et al.* Effect of pretreatments on seed germination of *Prunus mahaleb* L. [J]. Not. Bot. Horti Agrobi,2012,40(2):183-189.

[13] ZAHRA K F,MAJID A,SAMRIA N. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Echinacea purpurea* L. [J]. Biol. Environ. Sci. , 2011, 5(13):7-10.

[14] 马小卫,郭春会,罗梦. 核壳、盐和水胁迫对长柄扁桃种子萌发的影响[J]. 西北林学院学报,2006,21(4):69-72.
MA X W,GUO C H,LUO M. Influence of endocarp,salt and water stress on the seed germination of *Amygdalus pedunculata*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006,21(4):69-72. (in Chinese)

[15] RABHI M,CASTAGNA A,REMORINID,*et al.* Photosynthetic responses to salinity in two obligate halophytes;*Sesuvium portulacastrum* and *Tecticornia indica* [J]. South African Journal of Botany, 2012,(79):39-47.

[16] RODRIGOQ M,MARCELAT P O,RAFAELAM C,*et al.* Germination of prosopis juliora(Sw) DC seeds after scarification treatments[J]. Plant Species Biology, 2011 (26):186-192.

[17] KURSAT C, KUDRET K. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses[J]. Eurasian Journal of Bio. Sciences,2010(4):70-79.

[18] PATIL M S,GAIKWAD D K. Effect of plant growth regulation on seed germination of oil yielding plant *Simarouba glauca* DC. [J]. Plant Sciences Feed,2011,1 (5):65- 68.

[19] 张檀,郑瑞杰,梅立新,等. 长柄扁桃种子萌发特性的研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(4):73-76.
ZHANG T,ZHENG R J,MEI L X,*et al.* Germination characters of the seeds of the *Amygdalus pedunculata* Pall. [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006,21(4):73-76. (in Chinese)

[20] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2008:496-500.

[21] 桑红梅,彭祚登,李吉跃. 我国林木种子活力研究进展[J]. 种子,2006,25(6):55-59.

[22] VANDELOOK F,BOLLE N,VAN J A. Seed dormancy and germination of the European *Chaerophydlum temulum* (Apiaceae) a member of a trans-atlantic genus[J]. Ann. Bot. , 2007, 100:233-239.

[23] PEREZ G F. Effect of cryopreservation , gibberellic acid and mechanical scarification on the seed germination of eight endemic species from the Canary Islands[J]. Seed Sci. , Technol. ,2008,36:237-242.