

赤霉素对海甘蓝种子发芽和幼苗生长的影响*

Effect of Gibberellic Acid on Seed Germination and Seedling Growth of Seakale

蓝福生

Lan Fusheng

(广西植物研究所 桂林市雁山 541006)

(Guangxi Institute of Botany, Yanshan, Guilin, 541006)

Jean-Yves Peron

(Dept. of Vegetable and Seed Crops, ENITHP, 2 rue Le-Notre, 49045 Angers, France)

摘要 用 0.025%、0.050%、0.075% 和 0.100% 浓度的赤霉素溶液按 12 h、18 h、24 h 和 30 h 浸泡海甘蓝 (*Crambe maritima* L.) 种子, 以风干种子和自来水浸泡 24 h 为对照。结果表明, 多数处理对海甘蓝种子发芽和幼苗生长有明显的促进作用, 但规律性不明显。0.025% 浓度溶液浸种 18 h 的处理对种子发芽和幼苗生长的促进作用最明显。

关键词 赤霉素 海甘蓝 种子发芽 幼苗生长

Abstract The seeds of seakale (*Crambe maritima* L.) were treated in the combinations of four concentrations of gibberellic acid (0.025%, 0.050%, 0.075%, 0.100%) and four soaking times (12h, 18h, 24h, 30h). Dry seeds and 24 h of tap water soaking were used as control. Most treatments of Gibberellic acid can obviously improve the seed germination and seedling growth of seakale, but the regularity is not very good. The combination of 0.025% gibberellic acid and soaking for 18 hours is the best for the germination of seakale seeds and the growth of their seedlings.

Key words Gibberellic acid, *Crambe maritima* L., seed germination, seedling growth

中图分类号 S 635.104

海甘蓝 (*Crambe maritima* L.) 是十字花科 (Cruciferae) 的一种深根性多年的草本植物^[1,2], 原自然分布于欧洲温暖的沿海地区。其黄化的嫩芽和叶柄具有较高的营养价值^[3,4], 是一种色、形、味、质、口感均佳的高档蔬菜。

由于海甘蓝种子具有较强的生理休眠作用, 且其种皮硬而厚, 对种子发芽具有明显的抑制作用^[5], 造成了种子发芽较慢, 发芽率低, 自然状态下的发芽率仅 20%~40%^[2]。植物激素-赤霉素溶液处理对植物种子的发芽具有一定的促进作用^[5,6], 但不同植物种子所要求的赤霉素浓度和浸泡时间不同^[7]。为了探讨促进海甘蓝种子发芽和幼苗健壮生长所要求的适宜

的赤霉素浓度和浸泡时间, 我们选择 4 种不同的赤霉素浓度和 4 种不同的浸种时间。用正交设计法组合成 16 个处理, 进行试验。现将结果报道如下:

1 试验材料与方法

1.1 材料

1.1.1 种子: 用 1993 年 9 月 15 日在法国西北部 Gatteville 采集的野生海甘蓝种子 (Gatteville Population) 种子采集后一直冷藏于 -24℃ 的冰柜中待用, 种子千粒重为 31.49 g ± 2.18 g, 含水量为 6.13%。

1.1.2 基质: 用过筛后的细砂和菜园腐殖土 (法文名: Terreau Marai-cher) 按 1:1 比例的均匀混合物为基质。

1.1.3 播种盆: 用规格为 50 cm × 36 cm × 6 cm 的硬泡膜盆。

1.1.4 温室: 本试验在法国昂热 (Angers) 国家园

Guangxi Sciences, Vol. 4 No. 4, November 1997

1996-09-02 收稿, 1997-08-25 修回。

* 本试验为作者在法国昂热 (Angers) 国家园林技术工程师高级学校进修期间的部分研究结果。

林技术工程师高级学校 (简称 ENITHP) 的自动控制温室中进行。

1.2 方法

1.2.1 种子处理: 在本试验中, 我们选择了 4 种不同的赤霉酸浓度 (0.02%、0.05%、0.07% 和 0.10%) 和 4 种不同的浸泡时间 (12 h、18 h、24 h 和 30 h), 用正交设计法组合成 16 个处理, 分别以风干种子和用自来水浸种 24 h 为对照, 每个处理和对照设置 3 个重复, 每个重复 50 粒种子, 按随机方法布置试验。

1.2.2 播种与管理: 先将基质均匀地铺在硬泡沫盆中, 适当铺平压紧; 再将种子均匀地播在基质上 (播种是 1994 年元月 28 日), 然后盖上一层约 0.50 cm 厚的基质, 适当压平压紧后, 浇足水, 盖上一层透明的塑料薄膜; 种子开始发芽后, 再揭塑料薄膜, 以后每天适量浇水 1~2 次。在整个试验过程中, 温室内的温度应始终控制在白天 20°C、夜间 15°C 左右。

1.2.3 观测记录: 分别于播种后的第 10 天、第 15 天、第 20 天和第 25 天观测记录种子发芽的数量、幼苗死亡数量及幼苗高度、颜色、倒伏等情况。

2 结果与分析

2.1 赤霉酸浓度和浸泡时间对种子发芽的影响

(1) 在浸种时间相同的条件下, 不同赤霉酸浓度对海甘蓝种子发芽的影响明显不同 (详细情况见表 1)。以每种赤霉酸浓度的 4 种浸种时间的种子发芽率的平均值进行相关性分析, 结果表明, 海甘蓝种子的发芽率与赤霉酸浓度呈明显的负相关关系, 相关系数 $r = -0.9620$ 。因此, 在生产实践中, 用较低浓度的赤霉酸处理海甘蓝种子, 对其发芽将具有更好的促进作用。

(2) 在赤霉酸浓度相同的情况下, 不同浸种时间对海甘蓝种子发芽的影响差异很大。以每种浸种时间的 4 种赤霉酸浓度处理的海甘蓝种子的发芽率的平均值进行相关性分析, 结果表明, 海甘蓝种子的发芽率与浸种时间呈一定的正相关关系, 相关系数 $r = +0.7871$ 。因此, 在生产实践中, 适当地延长浸种时间, 对海甘蓝种子的发芽将具有更好的促进作用。

(3) 用赤霉酸溶液浸泡海甘蓝种子, 可明显地加快其发芽速度, 提早发芽时间。从表 1 可见, 所有赤霉酸浓度和浸种时间的处理, 在播种后的第 10 天, 其海甘蓝种子的发芽率分别比对照 1 (风干种子) 和对照 2 (用自来水浸种 24 h) 高 40.66%~68.00% 和 41.66%~69.00%, 尤以 0.02% 赤霉酸溶液浸种 18 h 和 0.05% 赤霉酸溶液浸种 12 h 最为明显。而且, 所有赤霉酸溶液浸种处理的海甘蓝种子的发芽率在播种后的第 15 天已接近最大值, 以后增加不多; 两

个对照的种子发芽率在播种后的第 15 天, 分别为 24.00% 和 15.33%; 以后仍在持续增加, 直到试验观测结束时才分别达到 52.67% 和 26.67%。由此说明, 用赤霉酸溶液浸种对海甘蓝种子的发芽有明显的促进作用, 差异性检验结果均达显著或极显著水平 (见表 2)。其中, 以 0.02% 赤霉酸溶液浸种 18 h 和 0.05% 赤霉酸溶液浸种 12 h 发芽率最高, 分别达 84.67% 和 84.00% (见表 1)。

表 1 不同处理的海甘蓝种子的发芽率

Table 1 The Germination rate of seakale seeds from different treatments

赤霉酸浓度 Concentration of gibberellic acid (%)	浸种时间 Soaking time (h)	播种后不同时间的发芽率 Germination rate in different time after sowing (%)			
		10 d	15 d	20 d	25 d
对照 1 CK1 (风干种子 Dry seeds)	0	10.67	24.00	45.34	52.67
对照 2 CK2 (自来水浸种 Tap water soaking)	24	11.67	15.33	23.33	26.67
0.025	12	63.33	66.00	68.67	72.67
	18	74.67	80.67	81.33	84.67
	24	66.67	69.33	73.33	76.00
	30	68.67	73.33	77.33	77.33
0.050	12	77.33	80.67	82.00	84.00
	18	63.33	65.33	66.00	66.00
	24	78.67	82.00	83.33	83.33
	30	64.67	70.67	74.67	75.33
0.075	12	63.33	65.33	69.33	69.33
	18	57.33	65.33	68.00	70.33
	24	69.33	74.00	77.33	78.67
	30	54.00	66.67	71.33	76.00
0.100	12	51.33	53.33	56.00	57.33
	18	64.67	77.33	80.00	80.67
	24	65.33	66.67	68.00	68.00
	30	70.00	72.67	74.00	74.00

(4) 从试验结果还可以看出, 用自来水浸种 24 h (对照 2) 对海甘蓝种子的发芽产生明显的抑制作用, 这一现象与以往的试验结果一致^[5], 具体原因和原理仍有待于进一步探讨。

2.2 赤霉酸浓度和浸泡时间对幼苗死亡的影响

海甘蓝种子发芽后, 其幼苗死亡主要是由于种子携带的黑胫茎点霉 [*Phoma lingam* (Fr.) Desm.] 引起的^[5]。根据 4 种浸种时间的幼苗死亡率的平均值, 不同赤霉酸浓度处理的海甘蓝幼苗死亡率的大小顺序为 0.100% > 0.050% > 0.025% > 0.075%, 无明显的规律性 (见表 3)。相关性分析结果表明, 海甘蓝幼苗死亡率与赤霉酸浓度之间的相关关系不明显, 相关系数 $r = 0.4476$ 。也就是说, 海甘蓝幼苗染病和死

表 2 不同处理的海甘蓝种子发芽率的差异显著性检验

Table 2 Analysis of the variances of seakale seeds germination rate from different treatments

处理 Treatment	对照 Control	F
0.025% GA~ 12 h	风干种子 Dry seeds	9.2
0.025% GA~ 18 h	风干种子 Dry seeds	24.4*
0.025% GA~ 24 h	风干种子 Dry seeds	126.5*
0.025% GA~ 30 h	风干种子 Dry seeds	31.1*
0.050% GA~ 12 h	风干种子 Dry seeds	19.9
0.050% GA~ 18 h	风干种子 Dry seeds	25.0*
0.050% GA~ 24 h	风干种子 Dry seeds	60.4*
0.050% GA~ 30 h	风干种子 Dry seeds	13.4
0.075% GA~ 12 h	风干种子 Dry seeds	31.2*
0.075% GA~ 18 h	风干种子 Dry seeds	35.5*
0.075% GA~ 24 h	风干种子 Dry seeds	34.6*
0.075% GA~ 30 h	风干种子 Dry seeds	76.6*
0.100% GA~ 12 h	风干种子 Dry seeds	0.3
0.100% GA~ 18 h	风干种子 Dry seeds	126.0*
0.100% GA~ 24 h	风干种子 Dry seeds	14.5
0.100% GA~ 30 h	风干种子 Dry seeds	36.6*

$F_{0.05} = 7.7$; $F_{0.01} = 21.2$; * : 差异显著 Differences are significant; ** : 差异极显著 Differences are more significant; GA—赤霉酸 Gibberellic acid.

表 3 不同处理的海甘蓝种子的幼苗死亡率

Table 3 The Mortality of seakale seedlings from different treatments

赤霉酸浓度 Concentration of gibberellic acid (%)	浸种时间 Soaking time (h)	播种后不同时间的死亡率 Mortality in different time after sowing (%)				
		10 d	15 d	20 d	25 d	
对照 1 CK1 (风干种子 Dry seeds)	0	0.00	0.67	10.00	20.56	
对照 2 CK2 (自来水浸种 Tap water soaking)	24	0.00	0.00	3.20	5.00	
0.025	12	0.00	2.02	35.92	46.79	
	18	0.00	2.48	16.75	32.42	
	24	0.00	2.88	18.18	30.37	
	30	0.00	3.64	17.24	26.72	
	0.050	12	0.00	1.65	40.65	54.76
0.050	18	0.00	5.10	35.35	59.60	
	24	0.00	3.25	26.40	42.80	
	30	0.00	1.89	33.04	44.25	
	0.075	12	0.00	4.08	14.42	34.62
	18	0.00	1.02	11.76	25.24	
0.075	24	0.00	0.00	8.62	22.03	
	30	0.00	0.00	9.35	34.21	
	0.100	12	0.00	3.75	54.76	77.91
	18	0.00	0.94	35.83	50.41	
	24	0.00	5.00	43.14	47.06	
30	0.00	2.75	23.42	36.94		

亡多少,不受赤霉酸浓度的直接影响(见表 4)所以,

在浸种时间相同的条件下,不同赤霉酸浓度处理的海甘蓝幼苗死亡率差异较大,且无规律性

按相同浸种时间的 4 种赤霉酸浓度处理的幼苗死亡率的平均值计,不同浸种时间的海甘蓝幼苗死亡率的大小顺序为 12 h> 18 h> 24 h> 30 h,具有一定的规律性。相关性分析结果表明,海甘蓝幼苗死亡率与浸种时间之间呈负相关关系,相关系数 $r = -0.8689$

另外,以不同赤霉酸浓度和浸种时间处理的幼苗死亡率与对照相比较可见,用赤霉酸溶液浸种的海甘蓝幼苗死亡率比对照高,死苗的发生时间比对照早。这是因经赤霉酸溶液浸种的海甘蓝幼苗的地上部分生长较快,幼苗高而嫩,抗逆性差,易受病菌侵染^[5]。

表 4 海甘蓝种子发芽及幼苗生长与赤霉酸浓度和浸种时间的相关关系
Table 4 The Relationship between seed germination, seedling growth and the concentration of gibberellic acid, soaking time

项 目 Entry	发芽率 Germination rate (%)	成活率 Survival rate (%)	死苗率 Mortality (%)	幼苗高度 Height of seedling (cm)	
赤霉酸浓度 Concentration of gibberellic acid	0.025%	77.67	68.42	31.58	62.95
	0.050%	77.17	49.65	50.35	77.90
	0.075%	73.58	70.97	29.03	88.50
	0.100%	70.00	46.92	53.08	90.60
	相关系数 Coefficient of correlation				
	-0.9620	-0.4476	0.4476	0.9551	
浸种时间 Soaking time	12 h	70.83	46.48	53.52	71.65
	18 h	75.42	60.83	39.17	77.65
	24 h	76.50	64.43	35.57	83.75
	30 h	75.67	64.47	35.53	86.90
	相关系数 Coefficient of correlation				
	0.7871	0.8920	-0.8689	0.9908	

2.3 幼苗生长与赤霉酸浓度和浸种时间的相关关系

作为一种生长激素,赤霉酸对海甘蓝幼苗的生长有明显的促进作用,这主要表现在:

(1) 所有经赤霉酸处理的海甘蓝幼苗生长较快,幼苗比对照高得多(见表 5)。相关性分析结果表明,海甘蓝幼苗高度与赤霉酸浓度大小及浸种时间长短呈明显的正相关关系,相关系数分别为 0.9551 和 0.9908(见表 4)。

(2) 所有经赤霉酸处理的海甘蓝幼苗伸长时间明显提前。在播种后的第 10 天,经赤霉酸处理的海甘蓝幼苗已迅速伸长,比对照高得多(见表 5)。

(下转第 281 页 Continue on page 281)

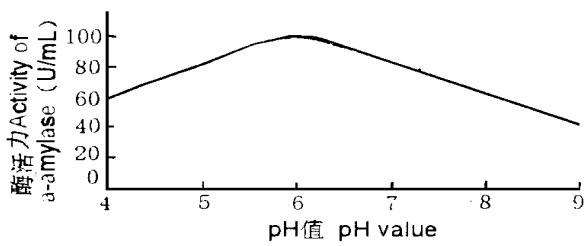


图 3 pH值对酶活力的影响

Fig. 3 Effect of pH value on the activity of α -amylase

由图 3 可见, α -淀粉酶在 pH 值 6.0 的环境中活力最大, 当 pH=9.0 时, α -淀粉酶的活性只有 pH=6.0 时的 40%。在实际生产和贮存过程中可以利用 α -淀粉酶的这一特点, 亦即在生产过程中尽量使反应体系的 pH 值接近 6.0 这一最佳值以充分发挥酶的活力、减少 α -淀粉酶的用量, 而反应结束 (粘合剂的粘度达到要求) 后则可将体系的 pH 值调至 9.0 左

右, 并提高温度, 配合 EDTA 及苯酚等添加物, 把残余的酶活力除掉, 以保证粘合剂具有良好的贮存性能

参考文献

- 冯 勇. 淀粉粘合剂改性试验报告. 淀粉与淀粉糖, 1996, 2: 17~19.
- 杨新科. 高强度快干变性淀粉粘合剂的研制. 化学与粘合, 1996, 3: 175~177.
- 申永泰. 淀粉基高速标签胶粘剂. 粘接, 1996, 17 (4): 22~23.
- 贾润礼. 热法淀粉胶储存失效研究. 粘接, 1996, 17 (2): 38~39.
- 周晓云. 酶技术. 北京: 石油工业出版社, 1985, 27~28.
- 熊振平等. 酶工程. 北京: 化学工业出版社, 1989, 292~294.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 278 页 Continue from page 278)

表 5 不同处理的海甘蓝幼苗高度

Table 5 The height of seakale seedlings from different treatments

赤霉酸浓度 Concentration of gibberellic acid (%)	浸种时间 Soaking time (h)	播种后不同时间的幼苗高度* Height of seedlings in different time after sowing (mm)			
		10 d	15 d	20 d	25 d
对照 1 CK1 (风干种子 Dry seeds)	0	3.5	10.5	32.4	45.3
对照 2 CK2 (自来水浸种 Tap water soaking)	24	2.5	7.5	25.6	43.2
0.025	12	11.8	22.6	44.4	51.6
	18	12.2	22.2	46.5	62.1
	24	13.4	24.3	57.6	66.8
	30	11.4	24.8	66.3	71.3
0.050	12	13.2	28.2	47.8	68.8
	18	14.3	29.3	51.3	71.3
	24	15.5	32.5	67.3	86.6
	30	13.9	33.6	59.4	84.5
0.075	12	13.4	28.9	51.6	81.3
	18	15.3	33.8	51.8	88.3
	24	16.8	44.3	64.7	89.8
	30	14.6	31.5	66.9	94.5
0.100	12	7.2	27.3	49.9	86.4
	18	14.3	28.5	53.2	88.9
	24	15.1	29.6	58.3	91.5
	30	17.6	30.1	62.4	97.3

* 幼苗高度为三个重复的平均值, 每个重复选择有代表性的 10 株幼苗进行测量. The height of seedlings is average of three repeats each of which contains ten seedlings.

(3) 幼苗叶片发育和伸展相对提早. 据试验观测, 经赤霉酸处理的海甘蓝幼苗在播种后的第 10 天开始出现真叶, 比对照提前 3 天; 在试验结束时, 经赤霉酸处理的海甘蓝幼苗的平均叶数为 4 张/株, 比对照多 1.2 张。

3 结语

根据对海甘蓝种子的发芽率、幼苗成活率及幼苗高度等多项指标进行分析, 我们认为, 以 0.025% 赤霉酸溶液浸种 18h 处理海甘蓝种子的效果最好. 针对海甘蓝幼苗对病菌敏感这种情况, 建议在用赤霉酸处理海甘蓝种子前, 先对种子进行消毒处理, 以提高海甘蓝幼苗的成活率。

致谢

试验得到 Person 教授的指导及 Ouvrads 先生和 Theron 先生的协助, 在此一并致谢。

参考文献

- Evans D R. Attensive horticultural crops II: forcing crops. University of Bath, 1982.
- Scott G A M. Biological Flora of British isles. Journal of Ecology, 1976, 64 (3).
- Peron J Y. Nutritional composition of seakale (*Crambe maritima* L.). Sciences des Aliments, 1991, 11.
- Quinsac A et al. Glucosinolates in etiolated sprouts of seakale (*Crambe maritima* L.). Journal Sci Food Agri, 1994, 65: 201~207.
- 蓝福生, Peron J Y. 不同处理对海甘蓝种子发芽和幼苗生长的影响. 广西植物, 1995, 15 (3).
- Auge R et al. Germination conditions of bulbous-rooted chervil seeds (*Chaerophyllum bulbosm* L.). Acta Horticulturae, 1989, 242.

(责任编辑: 蒋汉明)