

# 脱落酸与种皮对杜梨种子休眠与萌发的影响

吴翠云<sup>1</sup>, 蒋卉<sup>2</sup>, 刘锦栋<sup>3</sup>, 宗娟<sup>3</sup>

(1. 塔里木大学 植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学 生命科学学院 新疆 阿拉尔 843300; 3. 鄯善县农业技术推广中心, 新疆 吐鲁番 838200)

**摘 要:**以当年新采收杜梨种子和自然贮藏1 a种子为试验材料,研究了种皮和不同浓度的脱落酸(ABA)对诱导杜梨种子休眠与萌发的影响。结果表明:杜梨种皮和脱落酸均能够抑制杜梨种子的萌发,种皮的抑制萌发效应显著大于ABA的作用,杜梨种子去除种皮后休眠性可被部分解除。脱落酸对杜梨种子抑制萌发的效应在去皮和不去皮种子中表现明显差异,5 mg/L ABA浓度对未去皮种子产生明显抑制效应,20 mg/L ABA浓度对去皮种子产生明显抑制效应,说明未去皮种子对ABA的敏感性大于去皮种子。种皮与ABA的双重抑制效应,使种子对ABA浓度水平差异的敏感性增强。不同激素组合试验说明了GA<sub>3</sub>、6-BA和ABA在杜梨种子休眠与萌发的作用。

**关键词:**杜梨种子;种皮;脱落酸;休眠;发芽指标

**中图分类号:**S 661.204<sup>+</sup> **1** **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)03-0022-04

杜梨是新疆梨嫁接繁殖中最主要的砧木。由于杜梨种子有明显的休眠特性,在播种前必须经过一定时间的低温层积,不仅费事费工,而且层积时间的长短不好把握而影响杜梨种子正常解除休眠。因此,给育种工作者带来了诸多不便,从而降低了其萌发质量,减缓了苗木的快速生长,研究其休眠与萌发生理机制有助于提高杜梨种子萌发质量、加速砧木的生长,为梨树快速繁殖提供重要理论依据。种子休眠是植物发育过程的一个正常生理现象,外源激素对植物种子的发育、休眠和萌发等生理过程具有重要的影响。研究认为脱落酸(Abscissic acid, ABA)与植物种子萌发、休眠有密切的关系,在种子发育、萌发和休眠等生理生化过程中起重要作用,并可在种子成熟后期诱导种子休眠。陶俊<sup>[1]</sup>认为赤霉素和脱落酸通过影响酶活性调控桃种子的休眠与萌发。杨军等<sup>[2]</sup>研究认为,在5~30 mg/L范围内,不同浓度的脱落酸溶液处理去种皮李种子,可不同程度地抑制种子萌发,其抑制效果与脱落酸浓度呈正相关。许多其它研究也表明种子中脱落酸的浓度与种子休眠有关<sup>[3,4]</sup>。另外,关于种皮在植物种子休眠与萌发中的作用机制亦有许多报道,但因植物种类不同而结论有所不同<sup>[2,5,8]</sup>。关于种皮和ABA对诱导杜梨种子休眠与萌发的效应研究未见报道。通过不同浓度的脱落酸(ABA)对种皮处理及对杜梨种子休眠与萌发的诱导试验研究,旨在进一步阐明脱落酸和种皮在杜梨种子休眠与萌发中的调控机

制。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

当年及前1 a采收的杜梨种子为试验材料,采自塔里木大学校园内。在试验过程中,选取大小一致、充实饱满、发育正常的杜梨种子作为供试材料。

### 1.2 试验方法

采用培养皿滤纸发芽法测定种子发芽情况。在实验室先将种子用自来水冲洗,除去杂物与不饱满种子,再用0.3%的高锰酸钾溶液浸泡10~15 min,然后用蒸馏水反复冲洗直至无色为止。用生化培养箱进行发芽试验,经不同处理的种子分散放于垫有105℃杀菌过单层湿润滤纸的培养皿中,每皿30粒种子,重复3次,以清水处理为对照。培养条件:每天光照16 h、黑暗8 h,湿度65%的(25±2)℃恒温培养箱中进行发芽培养,逐日观察记录。

### 1.3 试验处理

#### 1.3.1 不同浓度ABA溶液对不同贮藏期种子的处理

将当年采收的和自然条件贮藏1 a的杜梨种子分别以不同浓度ABA溶液(1、5、10、20 mg/L)浸种24 h后,做发芽试验。

**1.3.2 不同浓度ABA溶液对低温种子的处理** 将当年采收的低温处理20 d的杜梨种子进行去种皮(种胚完好无缺)和不去种皮2种处理,然后分别以1、5、10、20 mg/L ABA溶液浸种24 h,做发芽试验。

**1.3.3 不同激素组合处理** 对低温处理20 d的种子分别以GA<sub>3</sub>(500 mg/L)、6-BA(200 mg/L)以及ABA(20 mg/L)的不同组合进行浸种24 h处理,做发芽试验。

第一作者简介:吴翠云(1968),女,副教授,主要从事园艺植物遗传育种研究工作。E-mail: wcyby@163.com.

收稿日期:2008-10-21

1.4 测定指标

观察种子萌发情况,逐日统计发芽种子数,并依据下列公式计算种子的发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数。发芽结束时测定萌发种子胚根、胚轴的长度,并依据下列公式计算种子的发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数。发芽势(%)=发芽达到高峰期时发芽种子数/供试种子数×100%;发芽率(%)=发芽种子数/供试种子数×100%;发芽指数 $GI=\sum Gi/Di$ 。Gi:第i天发芽数;Di:天数;活力指数 $VI=GI\times SS$ ,SS:胚轴+胚根。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 ABA 对诱导不同生理状态下去皮与未去皮种子休眠与萌发的影响

当年采收种子与自然条件下贮藏 1 a 的种子生理状态和种子活力不同,休眠程度亦不相同。由表 1 可以看出,对于去除种皮的种子,采用低浓度的 ABA 溶液(1、5、10 mg/L)无论处理当年新采收种子还是自然贮藏 1 a 的种子,其发芽率和发芽势与对照均无显著差异,而较高浓度 ABA 溶液(20 mg/L)处理,其发芽率和发芽势均比对照降低。但对于自然贮藏 1 a 的杜梨种子,其发芽率和发芽势在各 ABA 浓度水平之间没有表现显著差异,对当年采收新种子,20 mg/L ABA 溶液处理种子发芽率和发芽势显著低于其它各浓度水平,而其它 3 个浓度水平之间无显著差异。各 ABA 浓度处理下的当年新采

收种子和自然贮藏 1 a 的种子,其活力指数(平均 6.89 和 12.93)和发芽指数(平均 1.57 和 2.76)均低于对照,且在各浓度水平之间表现高浓度(10 mg/L、20 mg/L)比低浓度(1 mg/L、5 mg/L)处理的种子发芽指数和活力指数都低。在胚根长度方面,各 ABA 浓度水平之间未呈现随浓度变化的规律性,但均表现比对照胚根长度降低;而在胚轴长度方面,除 20 mg/L 的 ABA 处理外,其它各浓度处理也比对照长度降低,说明较高浓度的 ABA 处理具有抑制去除种皮种子胚轴生长的效应,低于 10 mg/L 的浓度水平却对胚轴生长影响不大,但影响胚根的生长。

对于未去除种皮的当年采收新种子,各浓度水平处理及对照的发芽率均为 0,而自然贮藏 1 a 种子的发芽率和发芽势也都比较低,除 1 mg/L ABA 处理的种子发芽率、发芽势与对照无显著差异外,其它浓度水平分别比对照种子降低了 8.89%、5.56%、10.01%和 4.44%、3.33%、6.66%。而在活力指数和发芽指数方面表现了与发芽率、发芽势相同的规律性,即 1 mg/L ABA 处理的种子与对照相似,而其它浓度水平处理的种子活力指数和发芽指数比对照降低,但各水平之间差异不大。20 mg/L ABA 溶液处理的自然贮藏 1 a 种子的胚轴和胚根的长度均高于对照和其它浓度处理的种子,说明 ABA 处理对于含有种皮种子的胚轴和胚根生长无抑制作用。

表 1 不同浓度 ABA 诱导杜梨种子休眠与萌发的效应

Table 1 Effect of ABA on dormancy and germination of seed								
种皮处理 Treatment	种子状态 State of seed	ABA 浓度 /mg·L <sup>-1</sup>	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination energy/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	胚根长度 Radicle length/cm	胚轴长度 Hypocotyl length/cm
去除种皮 Seed without coat	自然贮藏种子 Storage naturally	1	35.89 ab	21.78 ab	3.24	14.94	3.03	1.58
		5	29.37 ab	21.66 ab	2.98	13.47	2.92	1.60
		10	27.56 ab	21.05 ab	2.55	11.17	2.53	1.85
		20	21.87 b	15.73 b	2.26	12.14	3.29	2.08
		CK1	37.50 a	21.08 a	3.33	18.28	3.66	1.83
	当年种子 Seed harvested newly	1	31.63 a	20.34 a	2.02	8.928	2.98	1.44
		5	28.34 ab	19.12 a	2.17	9.006	2.57	1.58
		10	21.65 bc	12.67 ab	1.22	4.71	2.43	1.43
		20	10.86 c	7.67 b	0.86	4.93	3.47	2.26
		CK1	31.66 a	19.56 a	2.87	15.33	3.55	1.79
未去种皮 Seed with coat	自然贮藏种子 Storage naturally	1	15.56 a	11.11 a	0.762	4.04	3.43	1.87
		5	5.56 b	5.56 b	0.276	1.26	2.87	1.71
		10	8.89 b	6.67 b	0.36	1.53	2.89	1.35
		20	4.44 b	3.34 b	0.267	1.94	4.27	2.98
		CK2	14.45 a	10.00 ab	0.919	5.15	3.70	1.90
	当年种子 Seed harvested newly	各级浓度 All levels	0	0	0	0	0	0

2.2 不同浓度的 ABA 和种皮对低温处理种子萌发的影响

经低温处理 20 d 后的杜梨种子分别以不同浓度 ABA 溶液处理,种子发芽情况见表 2。在各级 ABA 浓度水平下,低温处理后去除种皮的杜梨种子平均各项发芽指标(平均发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数分别

为 82.98%、61.66%、6.317、19.25)均高于不去种皮的种子(各发芽指标分别为 29.53%、12.28%、1.576、6.092),而平均胚轴和胚根的长度(1.266 cm 和 1.799 cm)却均低于不去除种皮的种子(1.605 cm、2.471 cm),分别下降了 0.339 cm 和 0.672 cm。

对于未去除种皮的杜梨种子来说,各浓度水平的

ABA 处理均显著降低种子的各项发芽指标, 平均发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等分别较对照降低 22.97%、17.72%、1.788、8.538, 且表现随着 ABA 浓度水平的提高, 各项发芽指标呈现下降的趋势, 不同浓度的 ABA 处理与对照相比较, 除 1 mg/L ABA 浓度处理的种子发芽率、发芽势与对照无显著差异外, 其它浓度处理种子的发芽率依次下降了 22.5%、27.7%、33.6%, 发芽势依次下降了 16.67%、17.78%、22.22%。在各 ABA 由低到高的浓度水平下, 种子发芽指数和活力指数分别较对照下降 0.715、1.879、2.058、2.501 和 4.945、9.459、8.206、11.543; 萌发种子的胚轴长度均比对照要高, 胚根长度除 10mg/L ABA 处理外, 其余均比对照略低。说明 ABA 明显抑制杜梨带皮种子的萌发, 且随着浓度水平的

提高抑制作用增强。对于低温处理 20 d 后去除种皮的种子来说(见表 1), 各种不同 ABA 浓度水平处理的种子发芽率与对照无显著差异, 各浓度水平之间的种子发芽率亦无显著差异; 高浓度 ABA(20 mg/L)处理的种子发芽势明显低于对照和其它浓度水平处理, 而其它浓度水平之间及其与对照之间无显著差异。各浓度水平处理的种子发芽指数(6.317)均略高于对照(5.355), 而活力指数(19.25)略低于对照(22.88), 而浓度水平之间则无显著差别; ABA 处理的去皮种子胚轴和胚根长度分别低于对照 0.188 cm 和 1.015 cm, 不同浓度水平之间亦无明显区别。说明 ABA 处理对于低温后去除种皮的杜梨种子发芽率无显著影响, 但较高浓度处理影响种子萌发速度和萌发整齐度。

表 2 不同浓度 ABA 诱导低温处理种子休眠与萌发的效应

Table 2 Effect of ABA on dormancy and germination of cold-treatment seed

种皮处理	ABA 浓度 / mg · L <sup>-1</sup>	发芽率 Germination rate/ %	发芽势 Germination energy/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	胚根长度 Radicle length/ cm	胚轴长度 Hypocotyl length/ cm
去除种皮 Seed without coat	1	87.8 a	68.87 a	7.478	20.89	1.579	1.214
	5	83.0 ab	65.56 a	6.148	17.69	1.536	1.342
	10	78.9 b	66.67 a	6.294	21.11	2.122	1.231
	20	82.2 ab	45.56 b	5.348	17.32	1.962	1.278
	CK1	84.2 ab	61.67 a	5.355	22.88	2.814	1.454
未去种皮 Seed with coat	1	44.4 ab	27.77 a	2.649	9.685	2.159	1.498
	5	30.0 bc	13.33 b	1.485	5.171	2.095	1.388
	10	24.8 bc	12.22 b	1.306	6.424	3.066	1.853
	20	18.9 c	7.78 c	0.863	3.087	2.562	1.682
	CK2	52.5 a	30.00 a	3.364	14.63	2.791	1.317

2.3 不同激素组合处理对杜梨种子休眠与萌发诱导效应

Khan<sup>[9]</sup> 对于种子休眠与萌发的研究指出 GA<sub>3</sub>、细胞分裂素和发芽抑制物质(如 ABA)是种子萌发调节的三因子, 它们共同决定种子的休眠与萌发。对低温处理 20 d 部分解除休眠的杜梨种子进行一定浓度 GA<sub>3</sub>、6-BA 和 ABA 不同组合处理试验结果见表 3。可以看出, 去除种皮后添加 6-BA 和 GA<sub>3</sub> 处理的杜梨种子无论是否有 ABA 处理, 各项发芽指标均明显高于其它各处理组合。对于未去除种皮的种子, 单独使用 GA<sub>3</sub>、6-BA 处理或两

者组合处理的种子发芽率无显著差异, 但却高于其它所有含有 ABA 的组合处理及无激素处理的组合。单独使用 GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>3</sub>+6-BA 的组合处理, 其种子发芽势、发芽指数、活力指数都高于其它各组合, 6-BA+ABA 组合处理的种子各项发芽指标, 包括胚根、胚轴长度都最低。说明在激素浓度组合试验中, ABA 具有抑制种子萌发的效应, 但其抑制作用可以在具有 GA<sub>3</sub> 的前提下, 被 6-BA 解除, 但当 GA<sub>3</sub>+ABA 处理、清水处理或 6-BA+ABA 组合处理而无 GA<sub>3</sub> 存在时, 种子的休眠程度表现较深。

表 3 不同激素组合处理对杜梨种子休眠与萌发的影响

Table 3 Effect of different hormone combination on dormancy and germination of seed

不同激素组合 Hormone combination				发芽率	发芽势	发芽指数	活力指数	胚根长度	胚轴长度
GA <sub>3</sub>	6-BA	ABA	种皮	Germination rate/%	Germination energy/%			Radicle length/cm	Hypocotyl length/cm
/mg · L <sup>-1</sup>	/mg · L <sup>-1</sup>	/mg · L <sup>-1</sup>				Germination index	Vigor index		
500	0	20	+	42.23 cd	17.78 de	2.61	8.741	2.095	1.254
500	200	0	+	57.80 b	34.44 b	6.16	26.04	2.542	1.685
500	200	20	+	38.87 cd	24.44 cd	4.38	16.41	2.066	1.681
0	200	20	+	31.02 d	14.44 e	2.93	7.181	1.657	0.794
500	200	0	—	85.56 a	72.22 a	12.02	55.51	2.902	1.716
500	200	20	—	85.57 a	78.89 a	12.16	63.96	3.348	1.912
500	0	0	+	50.23 bc	28.89 bc	5.31	19.54	1.974	1.705
0	200	0	+	47.77 bc	24.44 cd	4.32	15.92	2.539	1.147
0	0	0	+	33.33 d	18.33 de	3.11	10.15	2.295	0.969

注:“+”表示未去种皮,“—”表示去除种皮。

3 小结与讨论

3.1 研究已经证明<sup>[10]</sup>, ABA 对种子休眠有调节作用,

可诱导发育种子的休眠, 并抑制胚过早萌发。不同 ABA 浓度水平处理杜梨种子的试验结果表明, 无论对于已部

分休眠解除的种子(低温 20 d)还是未作任何处理的种子, 低浓度 ABA 处理对种子休眠解除未表现明显的抑制作用, 而较高浓度的 ABA 表现出对种子萌发的抑制效应, 而这种抑制效应在去皮种子和未去皮种子之间表现明显差异: 未去皮种子对 ABA 的敏感性强于去皮种子, 相对较低浓度的 ABA (5 mg/L) 处理就产生了明显的抑制效应(与对照相比), 而去皮种子在 20 mg/L ABA 浓度处理时才表现明显的抑制萌发效应。不同 ABA 浓度水平对未经过低温处理的未去皮杜梨种子萌发无显著差异影响, 但对低温 20 d 已部分解除休眠<sup>[1]</sup>的未去皮种子表现随 ABA 浓度的增加, 抑制种子萌发的效应增强。休眠程度在不同生理状态的杜梨种子中亦表现不同, 当年采收新种子发芽率为 0 而自然条件贮藏 1 a 后发芽率为 14.45%, 说明杜梨种子在自然条件下可部分解除休眠, 这或许也与杜梨种胚的后熟有关。

3.2 许多研究认为, 种皮与种子的休眠和萌发有密切关系<sup>[5]</sup>, 对一些需低温层积解除休眠的种子, 一旦剥去种皮, 即使不经过低温处理, 种子也有较高的萌发率<sup>[6-8]</sup>。该试验结果也显示杜梨种皮对种子萌发具有较强的抑制效应, 去除种皮的种子各项萌发指标均显著高于不去种皮的种子。这可能是由于种皮内 ABA 含量较高, 种胚中存在少量的赤霉素, 剥去种皮后 ABA 含量减少, 使赤霉素起到促进萌发的作用, 发芽率显著提高。而且, 种皮与 ABA 产生双重抑制效应, 使种子对 ABA 浓度水平差异的敏感性增强。当然, 关于种皮的这种抑制效应究竟来源于种皮的通透性、机械障碍还是种皮中存在抑制物质, 其机理有待进一步研究。

3.3 种子休眠是种子发育的一个时期, 休眠的解除与抑制物的消失、促进物的出现以及“抑制物/促进物”比例的变化有关。Khan 提出了种子萌发的三因子学说,

即 GA, 细胞分裂素和发芽抑制物(如 ABA) 决定种子的休眠与萌发, 并且认为 GA<sub>3</sub> 在调节种子萌发中起“原初作用”, 是控制萌发的主要因子。该试验结果显示: 不同激素组合处理种子的萌发效应明显不同, 单独使用 GA<sub>3</sub>、6-BA 处理或两者组合处理的种子各项发芽指标显著高于其它组合处理; 6-BA+ABA 和 GA<sub>3</sub>+ABA 组合处理的种子各项发芽指标最低, 而在 6-BA+ABA 组合中补充 GA<sub>3</sub>, 在 GA<sub>3</sub>+ABA 组合中补充 6-BA 时, 各项发芽指标明显提高, 也说明了 GA<sub>3</sub> 在种子休眠解除过程中的“根基”作用, 6-BA 的“解抑”作用和 ABA 的“抑制”作用。

### 参考文献

- [1] 陶俊. 桃种子的休眠与萌发研究[J]. 果树科学, 1996, 13(4): 233-236.
- [2] 杨军, 徐凯, 杨明祥, 等. 中国李种子休眠与萌发的研究[J]. 安徽农业大学学报, 1998, 25(2): 187-190.
- [3] 浦心春, 韩建国, 李敏. 结缕草种子脱落酸含量及打破休眠的研究[J]. 草地学报, 1994(1): 30-35.
- [4] 张培玉, 杨晓玲. 山楂种子休眠萌发与内源激素含量的变化[J]. 河北农业技术师范学院学报, 1999(1): 7-10.
- [5] 陶俊, 陈云志. 桃种子的休眠与萌发研究一种皮的调控作用[J]. 果树科学, 1996, 13(4): 233-236.
- [6] 徐凯, 孙启祥, 肖圣元. 板栗种子休眠与萌发的研究[J]. 中国农学通报, 1998, 14(1): 24-25.
- [7] 杨军, 徐凯. 中国李种子休眠与萌发的研究[J]. 安徽农业大学学报, 1998, 25(2): 187-190.
- [8] 孟新法. 赤霉素和种皮对桃种子萌发和实生苗生长的影响[J]. 北京农业大学学报, 1987, 13(4): 463-466.
- [9] Khan. 种子休眠和萌发的生理生化[M]. 王沙生, 高荣孚, 洪铁宝, 译. 北京: 农业出版社, 1989.
- [10] 孙果忠, 肖世和. 脱落酸与种子休眠[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(1): 115-120.
- [11] 程奇, 吴翠云, 阿依买木. 不同处理对梨种子休眠与萌发的影响[J]. 塔里木大学学报, 2005, 17(1): 28-30.

## Inducement Influences of ABA and Seed Coat on the Dormancy and Germination of Seed of *Pyrus betulaefolia* Bunge

WU Cui-yun<sup>1</sup>, JIANG Hui<sup>2</sup>, LIU Jin-dong<sup>3</sup>, ZONG Juan<sup>3</sup>

(1. Plant Science and Technology College of Tarim University, Alar, Xinjiang 843300, China; 2. College of Life Science, Alar, Xinjiang 843300, China; 3. Shanshan Agro-Technology Extension Center, Tulu fan, Xinjiang 838200, China)

**Abstract:** The effects of seed coat and different ABA concentration on seed dormancy and germination were studied based on seed of *Pyrus betulaefolia* Bunge. The results showed that seed dormancy of *Pyrus betulaefolia* Bunge could be induced by ABA or seed coat. The prohibited effect of seed coat on seed germination was more significant than that of ABA. Seed dormancy can be broken partly by removing seed coat. Moreover, there were significant difference on the influence of prohibited germination of ABA between seed with covered and uncovered coat. The seed with covered coat was more sensitive to ABA than uncovered coat seed. Significant prohibited effect on seed with seed coat was indicated at 5 mg/L ABA while 20 mg/L ABA on seed without seed coat. It showed that seed coat and ABA can play double prohibited effect role which made the seed sensitivity to different ABA concentration level more stronger. The experiment also indicated the reciprocity of hormone (GA<sub>3</sub>, 6-BA and ABA) on dormancy and germination of seed.

**Key words:** *Pyrus betulaefolia* Bunge; Seed coat; ABA; Dormance; Germination index