

外源激素对结球芥菜种子萌发的影响

李海彬, 吴 维, 刘玉花, 尹凤屏

(揭阳职业技术学院 应用生物工程系, 广东 揭阳 522000)

摘 要:以结球芥菜种子为材料,研究了外源激素赤霉素(GA₃)、萘乙酸(NAA)、6-苄氨基嘌呤(6-BA)和脱落酸(ABA)对芥菜种子萌发的影响。结果表明:除6-BA外,NAA、GA₃和ABA均对芥菜种子的萌发产生影响。在50 mg/L浓度以上时,NAA可抑制芥菜种子的发芽指数和活力指数;GA₃能提高芥菜种子的萌发特性,最佳处理浓度为50 mg/L;ABA能有效抑制芥菜种子的萌发,最佳有效抑制浓度均为150 mg/L。

关键词:外源激素;结球芥菜;萌发

中图分类号:S 637.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)10-0024-04

结球芥菜(*Brassica juncea* var. *capitata* Bailey)为十字花科芸薹属2 a生草本植物,又称包心芥菜、盖芥,是潮汕地区名优特产蔬菜之一。结球芥菜种子有休眠的特性^[1],普遍存在发芽率偏低、发芽整齐度差且发芽速度慢等缺点。使用植物外源激素浸种可以打破种子休眠,破坏妨碍种子萌发的活性物质,从而有利于种子的吸水萌发^[2]。在生产中,外源激素已广泛应用于促进蔬菜种子的萌发,用GA₃浸种处理白菜和甘蓝^[3]、早白菜苔^[4]、洋葱^[5]、苦瓜^[6]、韭菜^[7]、大葱^[8],用萘乙酸处理韭菜^[7]、茄子^[9]等种子均具促进种子萌发和提高种子活力作用。该试验探讨不同激素对芥菜种子发芽的影响,为外源激素在芥菜种子处理上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以结球芥菜品种“包心大肉芥菜”为供试材料,购自广东保丰种子商行。细胞分裂素6-苄氨基嘌呤(6-BA)为上海中国新兴化工试剂研究所的产品。生长素萘乙酸(1-naphthalene acetic acid, NAA)为中国医药(集团)上海化学试剂公司产品。赤霉素(Gibberellin acid, GA₃)为上海蓝申生化科技有限公司产品,GA₃≥80%。脱落酸(Abscisic acid, ABA)为上海蓝季科技发展有限公司产品,ABA含量为99%。

1.2 试验方法

随机挑选颗粒饱满的种子,分别置于GA₃、NAA、6-BA和ABA溶液中进行浸种处理。各种激素均设50、150、250、350、500 mg/L浸种浓度,同时用清水处理作对

照,在恒温25℃下浸种处理24 h。按照国家标准《农作物种子检验规程》的方法进行发芽试验,采用纸床发芽法,3次重复,每重复100粒种子,在20℃室温中培养,以初生子叶完全展开为发芽标准。每天记录发芽的种子数,分别于第5天统计各处理的种子发芽势,第7天统计各处理发芽率。发芽第7天测量幼苗鲜重,并计算发芽指数(GI)和活力指数(VI)。计算公式:GI=∑(Gt/Dt),VI=GI×S(其中Dt为发芽天数,Gt为与Dt相对应的每天发芽种子数,S为正常幼苗平均鲜重)^[10]。运用SPSS 16.0统计软件进行数据统计分析,其中当方差具有齐次性时,采用最小显著差数法(Least-significant difference, LSD)对各处理浓度进行多重比较;当方差不具有齐次性时,采用Dunnett's T3法对各处理浓度作多重比较。

2 结果与分析

2.1 NAA对结球芥菜种子发芽的影响

由表1可知,NAA对结球芥菜种子的发芽特性具有一定的抑制作用。NAA对结球芥菜种子的发芽势、发芽率和幼苗生长(重量)没有影响,但能显著降低种子的发芽指数和活力指数。从对发芽指数和活力指数的影响浓度中可知,NAA的不同处理浓度之间的影响差异不显著,说明最佳抑制浓度为50 mg/L。在该浓度下,种子的发芽指数和活力指数分别为8.29和0.10,比对照组分别减少8.78和0.08,说明在该浓度下NAA可有效降低种子的发芽速度和幼苗生长速度。

2.2 6-BA对结球芥菜种子发芽的影响

由表2可知,6-BA对结球芥菜种子的各种发芽特性均没有显著性影响,各浓度处理下的种子萌发情况与清水浸种的萌发情况一致。

第一作者简介:李海彬(1980-),男,硕士,助教,现主要从事植物生理生化与遗传教学与研究工作。E-mail:gdplhb@yahoo.com.cn
收稿日期:2010-02-10

表 1 NAA 处理对结球芥菜种子发芽特性的影响

Table 1 Effect of NAA on germinating characteristic of *Brassica junces* var *capitata*

处理 Treatment / mg · L ⁻¹	发芽势 Germination energy/ %	发芽率 Germination percentage/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	重量 Weight/ g
500	55.00a	80.33a	6.66a	0.07a	0.0101a
350	65.60a	88.12a	7.27a	0.08a	0.0108a
250	74.21a	79.23a	7.55a	0.08a	0.0110a
150	62.33a	74.67a	6.70a	0.08a	0.0119a
50	72.63a	76.33a	8.29a	0.10a	0.0121a
CK	71.00a	76.33a	17.07b	0.18b	0.0098a

注: 不同字母代表在 0.05 水平差异显著, 下同。

Note: The different letters indicated significance at $P=0.05$ level the same below.

表 2 6-BA 处理对结球芥菜种子发芽特性的影响

Table 2 Effect of 6-BA on germinating characteristic of *Brassica junces* var *capitata*

处理 Treatment / mg · L ⁻¹	发芽势 Germination energy/ %	发芽率 Germination percentage/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	重量 Weight/ g
500	80.33a	94.00a	20.84a	0.24a	0.0114a
350	80.67a	90.00a	19.83a	0.23a	0.0112a
250	66.67a	86.00a	19.02a	0.19a	0.0100a
150	73.67a	76.67a	17.28a	0.15a	0.0087a
50	71.81a	81.54a	17.99a	0.17a	0.0095a
CK	71.00a	76.33a	17.07a	0.18a	0.0098a

2.3 GA₃ 对结球芥菜种子发芽的影响

由表 3 可知, GA₃ 的浸种处理能显著提高结球芥菜种子的各种发芽特性, 可有效地促进种子萌发。其中, GA₃ 浸种处理可有效提高种子的发芽势和发芽率, 但不同浓度之间的处理效果没有显著性差异, 最佳有效促进效果浓度为 50 mg/L。在 50 mg/L 时, 种子的发芽势和发芽率分别达 98.33% 和 99.67%, 比对照组分别提高 27.33% 和 23.34%。各浓度处理均对种子发芽指数具促进作用, 其中 500 mg/L 和 350 mg/L 处理均与 50 mg/L 处理作用效果达到显著性差异, 而 350 mg/L 与 500 mg/L

处理之间的促进效果一致, 所以 350 mg/L 为最佳处理浓度, 可有效提高结球芥菜的发芽指数。各浓度处理均具促进种子活力指数和幼苗生长的作用, 250 mg/L 的处理与其它各不同浓度的处理效果具有显著性差异, 浓度 500、350、150 mg/L 和 50 mg/L 之间的促进效果一致, 所以最佳处理浓度为 50 mg/L。综上所述, 50 mg/L 为最佳处理浓度时, 该浓度下 GA₃ 可最有效提高芥菜种子的发芽率、发芽整齐度和增强幼苗活力, 同时可有效地提高种子的发芽速度。

表 3 GA₃ 处理对结球芥菜种子发芽特性的影响Table 3 Effect of GA₃ on germinating characteristic of *Brassica junces* var *capitata*

处理 Treatment / mg · L ⁻¹	发芽势 Germination energy/ %	发芽率 Germination percentage/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	重量 Weight/ g
500	99.67a	100.00a	25.95a	0.40ac	0.0156ac
350	99.33a	100.00a	26.83a	0.42ac	0.0156ac
250	98.67a	99.67a	25.28ab	0.33b	0.0131b
150	98.33a	100.00a	25.36ab	0.40c	0.0157c
50	98.33a	99.67a	24.74b	0.41c	0.0166c
CK	71.00b	76.33b	17.07c	0.18d	0.0098d

表 4 ABA 处理对结球芥菜种子发芽特性的影响

Table 4 Effect of ABA on germinating characteristic of *Brassica junces* var *capitata*

处理 Treatment / mg · L ⁻¹	发芽势 Germination energy/ %	发芽率 Germination percentage/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	重量 Weight/ g
500	0.00a	0.00a	0.07a	0.00a	0.0000a
350	0.33a	4.33a	0.73ab	0.00a	0.0004a
250	0.33a	9.33a	1.47bc	0.00a	0.0006a
150	2.00a	15.33a	2.54c	0.00a	0.0012a
50	65.33b	67.33b	14.96d	0.14b	0.0092b
CK	71.00b	76.33b	17.07e	0.18b	0.0098b

2.4 ABA 对结球芥菜种子发芽的影响

由表 4 可知, 150~500 mg/L 的 ABA 浸种处理均能有效抑制种子的发芽势、发芽率、活力指数和幼苗生长量, 但各浓度之间的影响并没有差异性, 所以最佳有效抑制浓度均为 150 mg/L, 分别可降低各性状的 69.00%、61.00%、0.18 和 0.0086 g。各浓度处理均能有效抑制种子的发芽指数, 50 mg/L 浓度处理的种子发芽指数为 14.96 与其它各浓度处理的效果呈显著性差异; 浓度 500 mg/L 与 350 mg/L 处理之间、浓度 350 mg/L 与 250 mg/L 处理之间、浓度 250 mg/L 与 150 mg/L 处理之间产生的抑制作用效果两两一致, 所以最佳有效抑制浓度为 150 mg/L, 比对照组小 14.53。所以, ABA 对芥菜种子萌发的抑制作用的最佳处理浓度为 150 mg/L。

3 结论与讨论

NAA 对不同作物种子萌发的作用效应存在差异, 对韭菜^[7]、水稻^[11]、仙客来^[12]、南紫薇^[13]和茄子^[9]等种子具有一定的提高种子萌发和种子活力作用, 但对胡萝卜^[14]种子的发芽势和发芽率却有抑制作用。该研究中, NAA 对芥菜种子的发芽势和发芽率没有影响, 但对种子的发芽指数和活力指数均具一定的抑制作用, 且抑制作用存在一定阈值, 当浓度大于 50 mg/L 时, 作用效果没有差异。

6-BA 作为一种细胞分裂素, 可促进细胞分裂, 诱导芽的分化, 也可促进种子发芽。6-BA 能提高南紫薇^[13]种子的发芽率和发芽势, 促进柴胡^[15]种子的萌发。该研究发现 6-BA 不影响芥菜种子的发芽情况, 说明 6-BA 对种子萌发的影响效应随着所作用作物的不同而不同。

在解除种子休眠过程中起关键作用的内源信号分子是赤霉素^[6]。GA 在促进种子萌发中至少起到 2 种信号作用: 第一是软化种胚周围的组织, 克服种皮机械限制; 第二是促进种胚的生长^[17]。Ogawa 等^[18]在番茄种子中发现, GA 能诱导与细胞壁松弛有关的基因如内 β -甘露聚糖酶基因、木葡聚糖内转糖基酶/水解酶基因和几丁质酶基因等的表达, 且其中的某些基因只在与胚根对应的株孔处特异表达, 有利于胚芽对种皮的突破。GA 是启动淀粉酶合成的化学信使^[9], 可诱导种子 α -淀粉酶的合成并提高其活性, 加速胚乳中淀粉的水解, 促进种胚的生长和种子的萌发。有研究报道 GA 能诱导野燕麦^[20]、水稻^[21]、早白菜苔和薜荔^[4]等种子中 α -淀粉酶的产生并能提高其活性。另外, 外源 GA₃ 可被种子吸收转化为内源 GA₃, 且内源 GA₃ 含量具饱和性, 处理后种子中总 GA₃ 含量基本维持在一稳定水平^[21]。

GA₃ 能使种子细胞分裂和分化而促进种子胚的发

育和种子发芽^[6], 提高种子中 α -淀粉酶的含量和活力^[4,20-22], 增加过氧化物酶的活力^[22-23], 促进种子解除休眠, 提高发芽率。有报道用 GA₃ 可促进白菜和甘蓝^[3]、早白菜苔^[4]、洋葱^[5]、苦瓜^[24]、黑籽南瓜^[25]、韭菜^[7]、大葱^[8]等种子的萌发和提高种子活力。该研究表明, GA₃ 能促进芥菜种子的萌发和提高种子活力, 其中对发芽势、发芽率、活力指数和幼苗生长的最佳有效促进浓度为 50 mg/L, 当浓度大于 50 mg/L 时并不能增强各性状的促进作用, 可能与种子内源 GA₃ 的饱和性有关, 其饱和度可能在 50 mg/L 以下; 对提高发芽指数的最适浓度为 350 mg/L; GA₃ 对芥菜种子各发芽性状的有效促进浓度不一致, 可能是外源激素浸种并不完全是通过影响种子活力而作用于幼苗的生长发育, 而是通过影响内源激素调节着幼苗的生长发育^[9]。

脱落酸是种子在休眠获得过程中起关键作用的内源信号分子^[6], 种胚中 ABA 含量及其对 ABA 的敏感性在诱导和维持种子休眠中起着关键作用。种子成熟阶段受 ABA 信号诱导, 细胞分裂停止, 贮藏物质进一步积累, 获得脱水耐性, 种胚进入休眠状态。Wang 等^[26]报道 ABA 能诱导拟南芥种胚内依赖周期蛋白的激酶抑制物的产生, 从而使细胞周期不能进入 S 期, 仅停滞于 G1 期; 在烟草中, ABA 延迟胚乳裂解、种皮破裂, 抑制与休眠解除有关的 β -GLU 基因的诱导, 从而使种子处于休眠状态^[27]。同时, ABA 在萌发中的主要作用是拮抗 GA 诱导贮藏物质的转化。Ritchie 等^[28]发现 ABA 可抑制大麦糊粉层细胞中 GA 诱导的 α -淀粉酶活性的过程; 周述波等^[21]报道 ABA 不但可抑制水稻的 α -淀粉酶表达及其活性, 还可降低蛋白酶催化可溶性蛋白的分解, 从而阻止种子萌发时物质的相互转化。该研究表明, 在浓度 150 mg/L 以上时, ABA 能有效抑制芥菜种子的萌发, 可能是 ABA 被种子吸收后从种皮转移到胚^[21], 降低了种子胚的蛋白酶活性及 α -淀粉酶的含量和活性, 从而抑制了芥菜种子的萌发。

该试验表明, 几种外源激素中, 除 6-BA 外, NAA、GA₃ 和 ABA 均对芥菜种子的萌发产生影响。在 50 mg/L 浓度以上时, NAA 可对芥菜种子的萌发产生一定抑制作用, 可有效抑制种子的发芽指数和活力指数。GA₃ 对芥菜种子的萌发能产生显著促进作用, 最佳处理浓度为 50 mg/L。ABA 能有效抑制芥菜种子的萌发, 最佳有效抑制浓度均为 150 mg/L。

由于该试验各外源激素的应用浓度最小为 50 mg/L。对于 NAA 和 GA₃, 在浓度 50 mg/L 以下是否存在更佳的作用浓度; 以及对于 ABA, 是否在 50~150 mg/L 的

浓度范围之间存在着更佳的作用浓度,拟再设适宜浓度进行进一步研究。

参考文献

- [1] 李庆怀,陈之佳.万福大肉包心芥及其栽培[J].长江蔬菜,2004(9):20-21.
- [2] 饶贵珍.两种植物生长调节剂浸种对芹菜种子发芽的影响[J].种子,2000(4):18-20.
- [3] 赵美华,薛娟,逮保德.不同浓度赤霉素对十字花科蔬菜种子发芽、出苗及活力的影响[J].山西农业科学,2009,37(2):16-18.
- [4] 潘德灼,李凤玉. Ca^{2+} 和 GA_3 对小白菜苔和薺荔种子萌发的影响[J].福建师范大学学报(自然科学版),2007,23(6):92-96.
- [5] 屈海泳,刘连妹,王艳伶,等.赤霉素打破洋葱种子休眠的效果及其对洋葱生长发育的影响[J].江苏农业科学,2008(2):131-132.
- [6] 叶要妹.赤霉素和硝酸钾对高羊茅四个品种发芽的影响[J].种子,1999(5):28-30.
- [7] 丁映.几种外源激素对非葱种子发芽的影响[J].种子,2004,23(12):50-52.
- [8] 尹燕标,张琳,高荣岐,等.外源激素对大葱种子萌发、休眠的调控效应[J].种子,2005,24(3):28-32.
- [9] 司亚平,陈殿奎.外源激素对茄子种子萌发的影响[J].蔬菜,1995(5):29.
- [10] 尹燕标,董学会.种子学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008:210.
- [11] 姜孝成,陈益芳.蔡乙酸浸种对“湘早籼11号”种子萌发的影响[J].种子,1997(6):68-70.
- [12] 张福平,杨淑贞.植物生长调节剂对仙客来种子发芽与生长的影响[J].中国种业,2008(8):34-36.
- [13] 宋平,张启翔,潘会堂,等.3种植物生长调节剂对南紫薇种子萌发的影响[J].种子,2009,28(3):58-60.
- [14] 崔辉梅,樊新民,张永先.几种外源激素浸种对胡萝卜种子发芽的影响[J].中国种业,2006(11):31-32.
- [15] 邓友平,赵力强,张立鸣.外源激素促进北柴胡和三岛柴胡种子萌发的研究[J].中草药,1996,27(7):427-429.

- [16] Brady S M, McCourt P. Hormone cross-talk in seed dormancy [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2003, 22(1): 25-31.
- [17] Yamaguchi S, Kamiya Y. Gibberellins and light-stimulated seed germination [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2001, 20(4): 369-376.
- [18] Ogawa M, Hanada A, Yamauchi Y, et al. Gibberellin biosynthesis and response during Arabidopsis seed germination [J]. The Plant Cell, 2003, 15: 1591-1604.
- [19] 郑峰才,高勇,焦爱琴.气调储藏对大米 α -淀粉酶活性影响的研究[J].粮食储藏,1996,25(3):25-31.
- [20] Jones H D, Smith S J, Deskan R, et al. Heterotrimeric G proteins are implicated in gibberellin induction of α -amylase gene expression in wild oat aleurone [J]. The Plant Cell, 1998(10):245-254.
- [21] 周述波,林伟,萧浪涛,等.外源 GA_3 和 ABA 对杂交水稻种子萌发的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2005,31(3):269-271.
- [22] 宋亮,俞祥群,洪狄俊,等.植物生长调节物质浸种对甜玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J].玉米科学,2007,15(1):92-95,99.
- [23] 匡银近.猕猴桃种子经赤霉素处理后几种酶的活力变化的初步研究[J].孝感师专学报,1998,18(4):58-61.
- [24] 万茜,胡志辉.赤霉素对苦瓜种子活力影响[J].北方园艺,2001(1):12-13.
- [25] 刘翠珍.不同浓度赤霉素对黑籽南瓜种子发芽率的影响[J].北方园艺,2008(4):58-59.
- [26] Wang H, Qi Q, Schorr P, et al. ICK1, a cyclin-dependent protein kinase inhibitor from Arabidopsis thaliana interacts with both Cdk2a and Cdk3, and its expression is induced by abscisic acid [J]. The Plant Journal, 1998, 15(4): 501-510.
- [27] Leubner-metzger G. Seed after-ripening and over-expression of class β -1,3-glucanase confer maternal effects on tobacco testa rupture and dormancy release [J]. Plant, 2002, 215(6): 959-968.
- [28] Ritchie S, Gilroy S. Abscisic acid signal transduction in the barley aleurone is mediated by phospholipase D activity [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1998, 95(5): 3697-3702.

The Effect of Exogenous Hormone on Germination of *Brassica juncea* var. *capitata* Bailey

LI Hai-bin, WU Wei, LIU Yu-hua, YIN Feng-pin

(Jieyang Vocational and Technical College, Jieyang, Guangdong 522000)

Abstract: With seeds of *Brassica juncea* var. *capitata* Bailey used as experimental material, the study was focused on the effect of exogenous GA_3 , NAA, 6-BA and ABA on the germination of mustard seeds. The results showed that the seed germination was significantly affected by GA_3 , NAA and ABA, but not by 6-BA. Germination index and vigor index were restrained by 50 mg/L NAA. All characteristics of germination were promoted by 50 mg/L GA_3 , restrained by 150 mg/L ABA.

Key words: exogenous hormone; *Brassica juncea* var. *capitata* Bailey; germination