

吴娟子,潘玉梅,张建丽,等. 植物生长调节物质对象草花粉管离体生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):276-278.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.078

植物生长调节物质对象草花粉管离体生长的影响

吴娟子,潘玉梅,张建丽,刘智微,钟小仙

(江苏省农业科学院畜牧研究所,江苏南京 210014)

摘要:采用花粉离体培养法研究了 7 种植物生长调节物质对象草花粉管离体生长的影响。结果表明:10 mg/L GA_3 、2 ~ 10 mg/L KT 显著促进象草花粉管离体生长,促进作用由大到小依次为 5 mg/L KT > 10 mg/L KT > 2 mg/L KT > 10 mg/L GA_3 ; 2 ~ 20 mg/L IAA 和 2 ~ 50 mg/L 2,4-D、6-BA、CPPU、NAA 均抑制象草花粉管生长,浓度为 20 ~ 50 mg/L 时这些生长调节物质的抑制作用最显著。

关键词:象草;植物生长调节物质;花粉管生长

中图分类号: Q945.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0276-03

杂交狼尾草为国家审定品种,是二倍体美洲狼尾草(*Penisetum americanum*)不育系 Tift23A ($2n = 14$) 与四倍体象草(*P. purpureum*) N51 ($2n = 28$) 远缘杂交获得的三倍体杂交种,兼具母本美洲狼尾草品质优、口感好、能结实和父本象草产草量高、耐旱、耐瘠薄、抗病、光合效率高等特点,是热带和亚热带地区重要的优质、高产、抗逆的多用途牧草^[1]。国内外的研究表明,杂交狼尾草是畜禽和水产养殖业的优质青饲料、理想的水土保持作物、中高档纸浆和绿色环保型复合人造板的优质原料^[2-4],还是理想的能源作物^[5]。由于杂交亲本的生长发育进程受光照和温度交互作用的影响,同时近年来灾害性天气频发,不同年度间父母本花期相遇不够稳定,影响商品化种子生产的规模和效益。

生产上,人工辅助授粉能有效避免花期相遇不稳定,研究表明在人工辅助授粉的花粉悬液中添加适宜的植物生长调节物质能够促进梨^[6]、桃^[7]、杏梅^[8]、草莓^[9]、甘薯^[10]等多种植物授粉后花粉管的生长并促进结实。但植物生长调节物质的处理效果,随其种类、浓度、不同物质配比、处理时间和植物种类的不同而有差异^[11]。截至目前,还未见植物生长调节物质在象草花粉上的研究。本试验以象草为材料,研究了常用的 7 种植物生长调节物质吲哚乙酸(indole-3-acetic acid, IAA)、氯化苯氧乙酸(2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 2,4-D)、赤霉素(gibberellin, GA_3)、6-苄基腺嘌呤(6-benzylaminopurine, 6-BA)、氯吡苯脲(forchlorfenuron, CPPU)、6-糠基氨基嘌呤(kinetin, KT)和 α -萘乙酸(1-naphthylacetic acid, NAA)对象草花粉管离体生长的影响,以期为提高杂交狼尾草人工辅助授粉结实率提供理论依据。

1 材料与方法

收稿日期:2015-07-24

基金项目:江苏省自然科学基金(编号:BK2011682);江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2015]334)。

作者简介:吴娟子(1977—),女,湖北京山人,博士,副研究员,主要从事牧草育种和产业化关键技术研究。Tel: (025) 84390239; E-mail: jzwu2014@jaas.ac.cn。

1.1 试验材料

苏牧 2 号象草(*P. purpureum* Schum. cv. 'Sumu No. 2')种植于江苏省农业科学院试验田,用黑塑料薄膜进行每天 9 h 光照、15 h 黑暗的短日照处理,23 d 诱导象草幼穗分化。8 月 22 日象草抽穗散粉后,于每天 09:00—09:30 用硫酸纸袋收集淡黄色新鲜花粉,立刻用于花粉离体培养。

1.2 试验方法

1.2.1 花粉离体培养 采用液体培养的方式,基本培养基为 150 g/L 蔗糖 + 100 mg/L 硼酸 + 50 mg/L 氯化钙,取 1.5 mL 培养基于直径为 3 cm 培养皿中,用微针挑取适量的花粉洒入培养基中,再将培养皿置于黑暗、30 ℃ 恒温培养箱中培养。

1.2.2 植物生长调节物质处理 选用生产上常用的 7 种植物生长调节物质 IAA、2,4-D、 GA_3 、6-BA、CPPU、KT、NAA,分别用少许无水乙醇溶解 IAA、2,4-D、CPPU、NAA,热盐酸溶解 KT、6-BA,丙酮溶解 GA_3 后配制相应的激素母液,相应地配制仅含相同含量无水乙醇、盐酸、丙酮的蒸馏水作为对照激素母液。基本培养基中分别加入 2、5、10、20、50 mg/L 单种生长调节物质作为处理组,以基本培养基添加相同含量的对照激素母液作为对照。

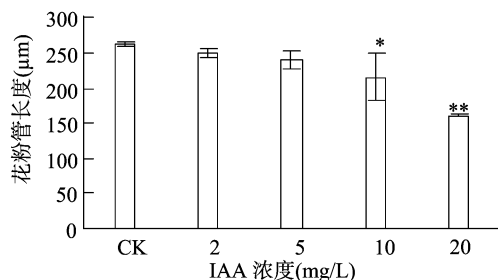
1.2.3 花粉管长度测量和数据处理 培养 3 h 后离心收集花粉管,于 75% 的乙醇中固定,蒸馏水清洗 3 遍后,利用 Olympus CX31 型显微镜观察、拍照,使用笔者编写的软件 Celiang^[12] 测量花粉管长度,采用 Excel 2003 进行数据处理,SPSS11.0 软件进行显著性统计分析。试验中发现,培养 3 h 时,2,4-D、6-BA、CPPU 和 NAA 显著抑制花粉管生长,KT、 GA_3 显著促进花粉管的生长,而 IAA 作用不明显;培养 6 h 时,2,4-D、6-BA、CPPU 和 NAA 具有肉眼即可准确判定的抑制作用,因此培养 6 h 时,仅对 KT、 GA_3 和 IAA 处理组的花粉管长度进行测量、统计,方法同上。每组试验重复 2 次。

2 结果与分析

2.1 IAA 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时,IAA 对象草花粉管生长有一定抑制作用,且浓度越大抑制作用越强。当 IAA 浓度为 2 ~ 5 mg/L 时,与对照相比,花粉管长度略有降低,但差异不显著($P >$

0.05); 10 mg/L IAA 显著抑制花粉管生长 ($P < 0.05$); 当 IAA 浓度为 20 mg/L 时, 花粉管长度为 160.5 μm , 比对照降低了 38.8% (图 1)。



所有处理均与对照 (CK) 相比较, *表示在 0.05 水平差异显著, **表示在 0.01 水平差异显著。下同

图 1 IAA 对离体生长 3 h 的象草花粉管长度的影响

离体培养 6 h 时, 供试的各浓度 IAA (5 ~ 10 mg/L) 均抑制花粉管生长, 当 IAA 浓度为 10 mg/L 和 20 mg/L 时, 花粉管长 389.5 μm 和 210.0 μm , 分别为对照的 95.1% ($P < 0.05$) 和 51.2% ($P < 0.01$) (图 2)。

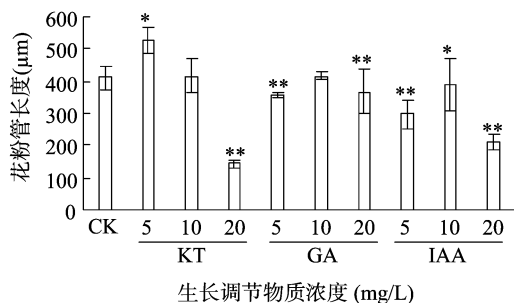


图 2 KT、GA₃、IAA 对离体生长 6 h 的象草花粉管长度的影响

2.2 2,4-D 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时, 2 ~ 50 mg/L 2,4-D 显著抑制象草花粉管的生长: 当 2,4-D 浓度为 2 ~ 5 mg/L 时, 花粉管长度为 204.1 ~ 209.3 μm , 比对照降低了 20.2% ~ 22.2% ($P < 0.01$); 当 2,4-D 浓度为 10 mg/L 时, 花粉管长度为 240.5 μm , 比对照降低了 8.3% ($P < 0.05$); 当 2,4-D 浓度增加到 20 mg/L 和 50 mg/L 时, 花粉管长度仅为对照的 55.5% 和 53.6% ($P < 0.01$) (图 3)。

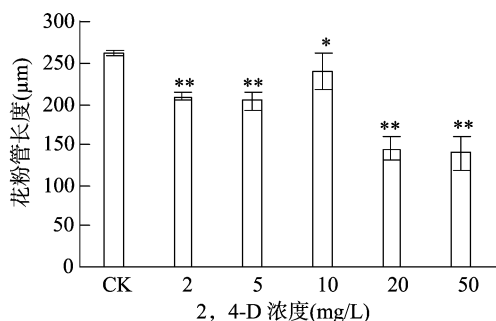


图 3 2,4-D 对离体生长 3 h 的象草花粉管长度的影响

2.3 GA₃ 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时, 10 mg/L GA₃ 促进象草花粉管生长 ($P < 0.05$), 此时花粉管长度为 298.5 μm , 比对照增加了 13.1%; 20 mg/L GA₃ 抑制象草花粉管生长, 此时花粉管长度为 220.2 μm , 与对照相比降低了 16.0% (图 4)。其他供试浓

度无明显效果。

离体培养 6 h 时, 10 mg/L GA₃ 对象草花粉管生长有一定的促进作用, 但作用不明显 ($P > 0.05$); 5 mg/L 和 20 mg/L GA₃ 均抑制花粉管生长, 此时花粉管长度分别为 358.4 μm 和 368.3 μm , 与对照相比降低了 12.5% 和 10.1% (图 2)。

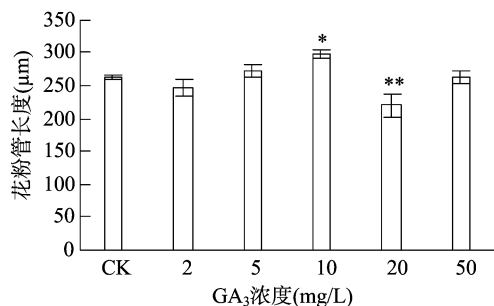


图 4 GA₃ 对离体生长 3 h 的象草花粉管长度的影响

2.4 6-BA 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时, 2 ~ 50 mg/L 6-BA 对象草花粉管生长有抑制作用, 且抑制程度随其浓度的提高而增强。当 6-BA 浓度为 2 ~ 5 mg/L 时, 与对照相比, 花粉管长度略有降低, 但差异不显著 ($P > 0.05$); 当 6-BA 浓度为 10 mg/L 时, 花粉管长度为 158.2 μm , 仅为对照的 60.3% ($P < 0.01$); 当 6-BA 浓度为 20 mg/L 和 50 mg/L 时, 花粉管长度分别为 145.3 μm 和 127.1 μm , 与对照相比显著降低了 44.6% 和 51.5% (图 5)。

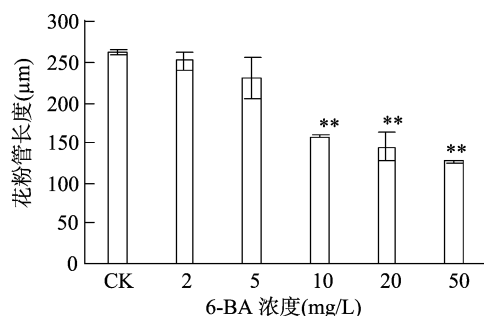


图 5 6-BA 对离体生长 3 h 的象草花粉管长度的影响

2.5 CPPU 对象草花粉管生长的影响

2 mg/L CPPU 对象草花粉管生长无明显影响; 5 ~ 50 mg/L CPPU 抑制象草花粉管生长 ($P < 0.01$), 不同浓度的 CPPU 抑制作用无明显差异 (图 6)。当 CPPU 浓度为 5、10 mg/L 时, 花粉管长度分别为 187.1、180.6 μm ; 当 CPPU 浓度为 50 mg/L 时, 花粉管长度 175.9 μm , 比对照显著降低了 32.9% (图 6)。

2.6 KT 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时, 2 ~ 10 mg/L KT 显著促进象草花粉管离体生长 ($P < 0.01$), 且作用效果依次为 5 mg/L > 10 mg/L > 2 mg/L; 当 KT 浓度为 5 mg/L 时, 象草花粉管生长达最高值 347.5 μm , 比对照增加了 32.5%; 20 mg/L 和 50 mg/L KT 均显著抑制象草花粉管生长 ($P < 0.01$), 2 个浓度之间无明显差异, 此时花粉管长度仅为对照的 38.8% ~ 41.1% (图 7)。

离体培养 6 h 时, 5 mg/L KT 显著促进象草花粉管生长 ($P < 0.01$), 10 mg/L KT 对象草花粉管生长有一定的促进作用 ($P > 0.05$), 当 KT 浓度为 5 mg/L 时, 象草花粉管生长达到

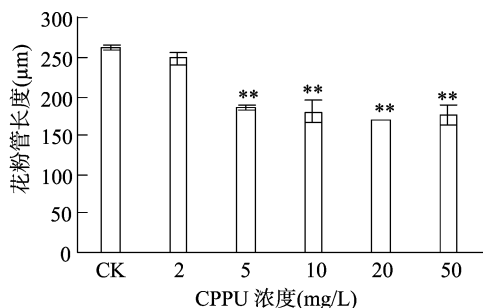


图6 CPPU对离体生长3h的象草花粉管长度的影响

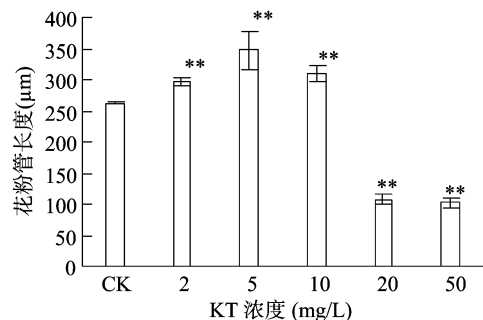


图7 KT对离体生长3h的象草花粉管长度的影响

最高值 527.8 μm , 比对照增加了 28.8%; 当 KT 浓度高达 20 mg/L, 象草花粉管生长明显被抑制, 此时花粉管长度为 144.8 μm , 仅为对照的 35.5% (图 2)。

2.7 NAA 对象草花粉管生长的影响

离体培养 3 h 时, 2~50 mg/L NAA 显著抑制象草花粉管的生长: 当 NAA 浓度为 2 mg/L 时, 花粉管长度为 232.2 μm , 比对照降低了 11.4% ($P < 0.05$); 当 NAA 浓度为 10 mg/L 时, 花粉管长度为 205.7 μm , 比对照降低了 21.5% ($P < 0.01$); 当 NAA 浓度增加到 20 mg/L 和 50 mg/L 时, 花粉管长度仅为对照的 60.8% 和 48.1% ($P < 0.01$) (图 8)。

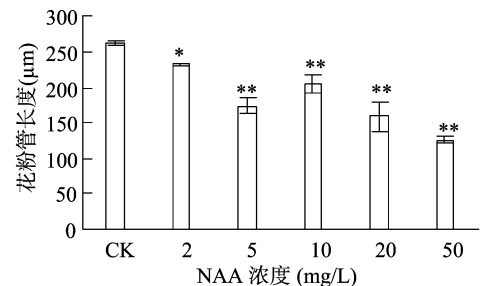


图8 NAA对离体生长3h的象草花粉管长度的影响

3 讨论

激素在植物有性生殖过程中起重要的调控作用, 如控制雄蕊、雌蕊的发育, 调控花粉萌发和花粉管生长等^[12]。人工合成的各种植物生长调节物质通过影响植物体内源激素的平衡关系, 从而实现对植物生长发育的调节^[6]。大量的研究表明, 植物生长调节物质 IAA、2,4-D、6-BA、KT、NAA 和 GA₃ 在适宜浓度时能促进花粉萌发和花粉管生长, 提高结实率和坐果率^[6-10]。但植物激素的处理效果, 随激素种类、浓度、不同物质配比、处理时间和植物种类的不同而有差异^[11]。例如 IAA 能促进梨^[6]、草莓^[10]花粉萌发和花粉管生长, 2,4-D 和

GA₃ 促进梨^[6]、桃^[7]、杏梅^[8]、草莓^[10]、猕猴桃^[13]花粉萌发和花粉管生长, 但是 IAA 和 GA₃ 抑制全球红葡萄花粉萌发、生长^[14]; 6-BA 促进桃^[7]、杏梅^[8]和草莓^[10]花粉萌发和生长, 却抑制猕猴桃^[13]花粉的萌发、生长; NAA 能提高甘薯杂交结实率^[10], 对梨^[6]、桃^[7]、杏梅^[8]花粉萌发和花粉管生长则有抑制作用。因此针对不同的植物, 必须寻找适宜的激素种类和配比以及使用浓度。

本研究表明, 植物生长调节物质能够影响象草花粉管的生长, 其效应取决于生长调节物质的种类和浓度, IAA、2,4-D、6-BA、NAA 和 CPPU 对象草花粉管生长均有一定的抑制作用, 促进象草花粉管生长最佳的植物生长调节剂是 5 mg/L KT, 其次是 10 mg/L GA₃。本研究筛选出了促进象草花粉管生长的植物生长调节物质, 并明确了其适宜的使用浓度, 研究结果可为生产上进行有效的人工辅助授粉提供有益参考。在实际应用时, 还须考虑着药量和吸收量等影响因素, 生长调节剂的使用浓度与离体培养试验结果可能不完全一致。

参考文献:

- [1] 顾洪如, 白淑娟, 杨运生, 等. 美洲狼尾草与象草杂交种生产的花期相遇及温稳定性研究[J]. 草地学报, 1994, 2(2): 27-32.
- [2] 宁连珍, 蒋红花. 象草烧碱-AQ 法制草浆纸试验[J]. 湖南造纸, 2000(1): 10-11.
- [3] Nyambati E M, Sollenberger L E, Kunkle W E. Feed intake and lactation performance of dairy cows offered napiergrass supplemented with legume hay [J]. Livestock Production Science, 2003, 83 (2/3): 179-189.
- [4] 周定国, 张晓伟, 徐咏兰, 等. 杨木/狼尾草复合中密度纤维板工艺研究[J]. 林业科技开发, 2007, 21(5): 58-60.
- [5] Ge X M, Burner D M, Xu J F, et al. Bioethanol production from dedicated energy crops and residues in Arkansas, USA [J]. Biotechnology Journal, 2011, 6(1): 66-73.
- [6] 张绍铃, 高付永, 陈迪新, 等. 植物生长调节物质对丰水梨花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(4): 586-591.
- [7] 薛晓敏, 王金政, 张安宁, 等. 植物生长调节物质对旭日桃花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(3): 274-278.
- [8] 周瑞金, 彭兴芝, 张丽丽, 等. 植物生长调节物质对杏梅花粉萌发及花粉管生长的影响[J]. 广东农业科学, 2010, 37(4): 70-73.
- [9] 张福平, 许婉娜. 植物生长调节剂对草莓离体花粉萌发的影响[J]. 中国南方果树, 2010, 39(4): 25-27.
- [10] 刘庆昌, 翟红, 刘法英, 等. 一种提高甘薯杂交结实率的方法及其专用处理剂: 中国, CN1640242[P]. 2005-07-20.
- [11] 陆淑韵, 李太元, 王克通, 等. 克服甘薯品种间杂交不亲和性方法研究[J]. 作物学报, 1994, 20(5): 548-556.
- [12] Wu J Z, Lin Y, Zhang X L, et al. IAA stimulates pollen tube growth and mediates the modification of its wall composition and structure in *Torenia fournieri* [J]. Journal of Experimental Botany, 2008, 59(9): 2529-2543.
- [13] 齐秀娟, 张绍铃, 方金豹. 植物生长调节剂对猕猴桃花粉萌发的影响[J]. 经济林研究, 2010, 28(3): 45-50.
- [14] 王忠, 廖康. 植物生长调节剂对全球红葡萄花粉活力的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2004, 27(4): 43-46.