

生长调节剂对芦笋雄性两性花诱导效应的研究

刘 孟, 王 珊珊, 乜 兰 春, 李 俊 萍

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以3年生芦笋“冠军”为试材,分别用不同浓度的保花保果剂(PBO)、多效唑(PP₃₃₃)和赤霉素(GA₃)在笋期和蕾期处理芦笋雄株,研究了不同生长调节剂对芦笋雄花发育的影响。结果表明:PBO和PP₃₃₃处理的雄花及其雄蕊小于对照,但均促进了子房发育,子房均大于对照。GA₃处理的雄花及其雄蕊显著大于对照,也促进了雌蕊的发育,不仅子房显著大于对照,且具有发育良好的花柱和柱头。3种生长调节剂对芦笋雄花发育的影响均以笋期处理效应最大。笋期300 mg·L⁻¹ GA₃处理的雄花子房最大,花柱最长,成为形态上的雄性两性花。

关键词:芦笋;生长调节剂;雄性两性花

中图分类号:S 644.603.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)11-0024-03

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)属百合科天门冬属宿根性多年生草本植物,雌雄异株,雄株产量高,经济寿命长^[1-3]。芦笋性别由一对基因xy控制。雌株为同质型(xx),雄株为异质型(xy)。雌、雄株上花的发育都先经历“两性花”时期,之后在特定发育阶段,雌花上雄蕊发育停滞,雄花上雌蕊发育停滞,也有极少量的雄株为两性花植株,自交可得到超雄株(yy)。雄性两性花植株和超雄株(yy)是培育全雄品种(xy)的重要种质材料^[1,3-4]。但自然条件下,雄性两性花植株出现的比例仅有0%~2%,且自交结实率极低,加之田间筛选困难等问题,仅靠自然群体产生的极少量的两性花植株,芦笋遗传育种研究受到很大限制^[1,3]。能否人为诱导两性花形成,并使其发育完全、正常结实对芦笋种质创新具有重要意义。生长调节剂已应用于其它植物性别分化的调控^[5-7],但在芦笋上相关报道还很少,该研究利用保花保果剂(PBO)、多效唑(PP₃₃₃)和赤霉素(GA₃)分别处理雄株嫩茎和花蕾,研究了3种生长调节剂对芦笋雄花发育的影响,以期探索通过生长调节剂诱导芦笋雄性两性花的技术方法,丰富雌雄异株植物性别调控的研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试芦笋“冠军”为3年生,取自河北农业大学农林

试验基地,露地栽培,上一年秋季选长势良好的雄株做好标记。春季4月萌芽后开始处理标记的雄株。

1.2 试验方法

分别在笋期和蕾期进行试验。笋期处理自雄株嫩茎(笋)出土至侧枝展开,每天处理1次。蕾期处理自雄株上出现肉眼可见花蕾至开花,每天处理1次。2个时期处理的生长调节剂种类和浓度均为保花保果剂(PBO,2 000、2 500、3 300 mg·L⁻¹),赤霉素(gibberellic acid,GA₃,100、300、500 mg·L⁻¹)和多效唑(paclobutrazol,PP₃₃₃,100、200、300 mg·L⁻¹),采用喷雾处理的方式,每天08:00—09:00进行,以喷等量清水为对照,每处理5株。

1.3 项目测定

开花期每株取50朵正开放的花,用数显游标卡尺测量花的大小,在OLYMPUS-SZX12体视显微镜下,用测微尺测量子房、柱头和花柱的长度。

1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 17.0软件对数据进行处理和差异显著性检验(LSD法)。

2 结果与分析

2.1 PBO对芦笋雄花发育的影响

PBO处理对芦笋雄花发育的影响见表1、2和图1。可以看出,PBO处理的雄花形态上显著小于对照,雄蕊发育健全,但也相应变小;而子房较对照却有显著发育,子房长度显著大于对照。可见PBO具有使雄花及雄蕊变小,但却促进雄花中子房发育的效应。比较表1、2的数据可以看出,这种效应笋期处理更为明显。各处理中笋期2 500 mg·L⁻¹ PBO处理的雄花子房长度最大,是对照的1.33倍,但各处理雄花均未出现花柱。

第一作者简介:刘孟(1989-),女,硕士研究生,研究方向为蔬菜逆境生理与分子生物学。E-mail:hbndsclm10@163.com。

责任作者:乜兰春(1966-),女,博士,教授,研究方向为蔬菜生理生态及生长调控。E-mail:nlch66@126.com。

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(C2012204065)。

收稿日期:2016-01-29

表 1 笋期 PBO 处理对芦笋雄花发育的影响

Table 1 Effect of PBO treatment at spear stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33a	4.90±0.28a	1.20±0.09b	0	无
2 000	3.06±0.23c	2.61±0.22c	1.37±0.07a	0	无
2 500	3.97±0.32b	3.37±0.33b	1.60±0.10a	0	无
3 300	3.58±0.34b	3.01±0.28b	1.42±0.11a	0	无

注:表中数据为平均值±标准差,对数据进行 LSD 法显著性检验,同列数字旁不同小写字母表示 0.05 水平上的差异显著,以下同。

Note: Data in the table meant average± standard deviation, significance test was conducted by LSD method, different lowercase letter showed significant difference at 0.05 level, the same as below.

表 2 蕾期 PBO 处理对芦笋雄花发育的影响

Table 2 Effect of PBO treatment at flower bud stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33a	4.90±0.28a	1.20±0.09b	0	无
2 000	3.66±0.35c	3.03±0.26c	1.22±0.10b	0	无
2 500	4.60±0.33b	3.82±0.31b	1.31±0.09a	0	无
3 300	4.25±0.25b	3.49±0.31b	1.34±0.08a	0	无

2.2 PP₃₃₃ 对芦笋雄花发育的影响

从表 3、4 和图 1 可以看出,与 PBO 处理的效果相似,PP₃₃₃ 处理的雄花形态上也小于对照,雄蕊发育健全,但也相应变小,而子房也有显著发育,子房长度显著大于对照。可见,PP₃₃₃ 也有使雄花及雄蕊变小,但却促进雄花中子房发育的效应。笋期处理比蕾期处理的效应大。各处理中笋期 200 mg · L⁻¹ PP₃₃₃ 处理的雄花子房长度最大,是对照的 1.35 倍。但雄花中也未出现花柱。

2.3 GA₃ 对芦笋雄花发育的影响

从表 5、6 和图 1 可知,GA₃ 处理的雄花形态上显

著大于对照,雄蕊发育完全,且也相应增加,所有处理的雄花不仅有比对照显著大的子房,且具有发育较好的花柱和柱头。可见 GA₃ 处理不仅促进了雄花的发育,也促进雄花雌蕊的发育。笋期 300 mg · L⁻¹ GA₃ 处理的雄花子房最大,花柱最长,子房是对照的 1.55 倍,花柱和柱头发育良好。其雌性器官与芦笋雌花形态上无明显差异,成为形态上的雄性两性花。

表 3 笋期 PP₃₃₃ 处理对芦笋雄花发育的影响

Table 3 Effect of PP₃₃₃ treatment at spear stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33a	4.90±0.28a	1.20±0.09c	0	无
100	5.05±0.28b	3.61±0.24b	1.48±0.11b	0	无
200	4.79±0.50c	3.45±0.27b	1.62±0.13a	0	无
300	4.33±0.36c	3.11±0.26c	1.52±0.12b	0	无

表 4 蕾期 PP₃₃₃ 处理对芦笋雄花发育的影响

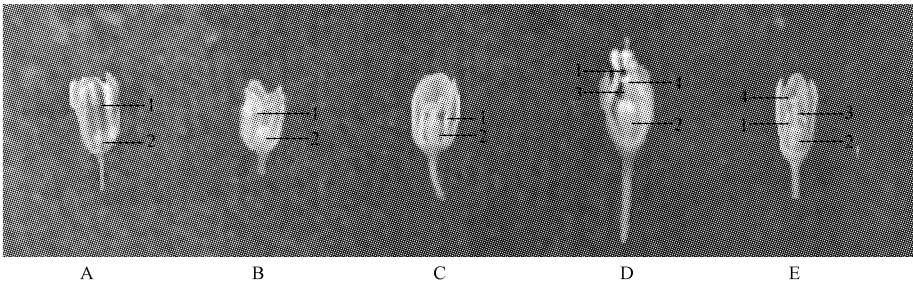
Table 4 Effect of PP₃₃₃ treatment at flower bud stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33a	4.90±0.28a	1.20±0.09b	0	无
100	4.51±0.27b	3.70±0.31c	1.26±0.10ab	0	无
200	4.52±0.11b	3.72±0.31b	1.31±0.08ab	0	无
300	3.80±0.27c	3.49±0.31b	1.36±0.09a	0	无

表 5 笋期 GA₃ 处理对芦笋雄花发育的影响

Table 5 Effect of GA₃ treatment at spear stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33c	4.90±0.28c	1.20±0.12c	0	无
100	6.13±0.35b	6.21±0.32b	1.46±0.11c	0.59±0.15c	有
300	7.13±0.32a	7.02±0.36a	1.86±0.17a	1.57±0.19a	有
500	6.54±0.46b	6.23±0.34b	1.68±0.16b	0.72±0.13b	有



注:A. 对照雄花; B. PBO 处理的雄花; C. PP₃₃₃ 处理的雄花; D. GA₃ 处理的雄花; E. 雌花; 1. 雄蕊; 2. 子房; 3. 花柱; 4. 柱头。

Note: A. Male control; B. PBO treatment; C. PP₃₃₃ treatment; D. GA₃ treatment; E. Female control; 1. Stamen; 2. Ovary; 3. Style; 4. Stigma.

图 1 PBO, PP₃₃₃ 和 GA₃ 对芦笋雄花发育的影响

Fig. 1 Effect of PBO, PP₃₃₃ and GA₃ on development of male flower of asparagus

表6 蕾期 GA₃ 处理对芦笋雄花发育的影响Table 6 Effect of GA₃ treatment at flower bud stage on development of male flower

浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	雄花长度 Male flower length /mm	雄蕊长度 Stamen length /mm	子房长度 Ovary length /mm	花柱长度 Styles length /mm	柱头 Stigma
0	5.42±0.33c	4.90±0.28d	1.20±0.12d	0	无
100	5.47±0.25b	5.46±0.31c	1.41±0.13b	1.04±0.09a	有
300	7.09±0.39a	6.95±0.36a	1.73±0.13a	1.12±0.10a	有
500	6.75±0.25a	6.63±0.34b	1.40±0.12c	0.63±0.06b	有

3 讨论与结论

植物的性别分化是在特殊信号诱导下分化程序表达的结果。植物激素作为诱导信号参与调控植物的性别表达^[8-9]。生长调节剂已应用于性别分化的调控,如人们在瓜类等作物上已成功地利用植物激素和多胺进行性别调控^[5-7,9]。芦笋性别分化调控是全雄种质创新的基础,围绕芦笋性别分化,前人虽在形态学及性别决定相关基因方面做了大量研究^[10-14],但如何人为进行性别调控特别是促进雄花中雌性器官发育,获得雄性两性花方面尚无突破性进展。该研究表明,GA₃处理的雄花及其雄蕊显著大于对照,且具有发育较好的雌蕊,子房、花柱和柱头与雌花上的雌蕊形态上相同。GA₃处理可诱导形成雄性两性花。尽管未获得种子,但该试验明确了最佳处理时期为笋期,最佳处理浓度为 300 mg · L⁻¹ GA₃,为这一领域的研究提供了参考和依据。在此基础上将进一步开展雄性两性花自交可结实性的探索和 GA₃ 作用的分子机理研究。

参考文献

- [1] 彭明生,冯晓棠.石刁柏两性花的研究及其在育种上的应用[J].中国蔬菜,1994(1):55-58.
- [2] 王克霞,寿森炎,吴蓉.雌雄芦笋嫩茎营养价值的比较研究[J].北方

园艺,2004(5):52-53.

- [3] 陈光宇,周劲松,汤泳萍,等.芦笋两性株调查与初步利用研究[J].江西农业学报,2007,19(9):31-34.
- [4] CAPORALI E,CARBONI A,GALLI M G,et al. Development of male and female flowers in *Asparagus officinalis*. Search for point of transition from hermaphroditic to unisexual developmental pathway[J]. Sex Plant Reprod, 1994(7):239-249.
- [5] PAPADOPOULOU E,LITTLE H A,HAMMAR S A,et al. Effect of modified endogenous ethylene production on sex expression, bisexual flower development and fruit production in melon (*Cucumis melo* L.) [J]. Sexual Plant Reproduction, 2005,18(3):131-142.
- [6] THOMAS T D. The effect of in vivo and in vitro applications of ethrel and GA on sex expression in bitter melon (*Momordica charantia* L.) [J]. Euphytica, 2008,164(2):317-323.
- [7] HIDAYATULLAH A,BANO K,KHOKHOR M. Sex expression and level of phytohormones in monoecious cucumber as affected by plant growth regulators[J]. Sarhad Journal of Agriculture, 2009,25(2):173-177.
- [8] 汪肖梅,曾广文.激素和多胺对苦瓜果性别分化的影响[J].园艺学报,1997,24(1):48-52.
- [9] 宋世威,刘厚诚,陈日远.节瓜茎尖多胺含量和比值与花性别分化的关系[J].植物生理学报,2010,46(11):1151-1154.
- [10] 周劲松,汤泳萍,盛文涛,等.芦笋性别决定与性别分化研究进展[J].植物遗传资源学报,2010,11(5):600-604.
- [11] PARK J H,ISHIKAWA Y,YOSHIDA R,et al. Expression of AODEF, a B-functional MADS-box gene, in stamens and inner tepals of the dioecious species *Asparagus officinalis* L. [J]. Plant Cell Physiology, 2003,51:867-875.
- [12] LOSA A,CAPORALI E,SPADA A,et al. AOM3 and AOM4: two MADS box genes expressed in reproductive structures of *Asparagus officinalis* L. [J]. Sex Plant Reprod, 2004(16):215-221.
- [13] KANNO A,HIENUKI H,ITO T,et al. The structure and expression of SEPALLATA-like genes in asparagus species (*Asparagaceae*) [J]. Sex Plant Reprod, 2006(19):133-144.
- [14] HARKESS A,MERCATI F,SHAN H Y,et al. Sex-biased gene expression in dioecious garden asparagus (*Asparagus officinalis*) [J]. New Phytologist, 2015,207(3):883-892.

Effect of Growth Regulators on Hermaphroditic Flower Development on Male Asparagus Plants

LIU Meng,WANG Shanshan,NIE Lanchun,LI Junping

(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: Male plants of 3-year-old *Asparagus officinalis* L. were used as materials, treated with different concentration of PBO, PP₃₃₃ and GA₃ at spear stage and flower bud stage to study the effects on hermaphroditic flower development on male asparagus plants. The results showed that, PBO and PP₃₃₃ decreased male flower size and stamen but promoted ovary development. GA₃ increased the male flower size and promoted pistil development. All male flowers of GA₃ treatment not only had developed ovaries but also styles. These effects of 3 regulators all showed larger when treated at spear stage than that treated at flower bud stage. Pistil of male flower treated with 300 mg · L⁻¹ GA₃ at spear stage was well-developed with 1.6 mm length ovary and 1.54 mm length style with stigma. These male flowers were morphological bisexual flowers with full-developed pistils and stamens.

Keywords: asparagus; plant growth regulators; hermaphroditic flowers