

瓜类作物雌性系诱雄研究进展

梁少华, 宋慧娟, 楚箫, 王蓓, 黎豪, 孙小武*

(湖南农业大学园艺园林学院/湖南省瓜类工程技术研究中心, 长沙 410128)

摘要: 利用雌性系制种是葫芦科瓜类作物中常用的制种方法, 而如何保持雌性系也是育种工作者研究的重要课题。对特定时期的幼苗进行诱雄处理是雌性系保持的重要手段, 本文综述了幼苗大小、调节剂种类、调节剂浓度、处理次数、外界环境等因素对瓜类雌性系诱雄效果的影响, 以为雌性系诱雄试验以及瓜类性别研究提供理论参考。

关键词: 瓜类; 雌性系; 植物生长调节剂; 诱雄

中图分类号: S642

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)04-0072-04

Progress of Researches on Factors Influencing Staminate Flower-inducing in Gynoecious Inbred Line of Cucurbits

LIANG Shaohua, SONG Huijuan, CHU Xiao, WANG Bei, LI Hao, SUN Xiaowu*

(College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University/Cucurbitaceae Engineering Research Center of Hunan Province, Changsha 410128, China)

Abstract: It is common for seed production by gynoecious inbred line in Cucurbitaceae melon crops, and how to keep female line is also an important research topic for breeders. It is an important method of keeping female line to induce male flower in a specific period of seedlings. In this paper, some factors influencing male flowers induction of the gynoecious plants were reviewed, including the age of seedling, types of plant growth regulator, concentrations of regulator, times of treatment and seasons of cultivation, etc. Some suggestions were put forward to provide references to the future staminate flower-inducing in gynoecious plants and Cucurbits gender experiments.

Key words: Cucurbits; Gynoecious inbred line; Plant growth regulator; Staminate flower-inducing

瓜类作物如黄瓜、苦瓜、西瓜等是人们日常饮食中的重要组成部分, 具有极大的营养和经济价值, 因而提高瓜类作物品质, 培育优良新品种是瓜类育种工作者的永久课题。利用雌性系制种简便易行^[1], 可以简化制种程序、降低制种成本^[2]、提高种子质量以及增加作物产量^[3-4], 是育种过程中常用的技术手段, 但是雌性系植株本身不开雄花或很少雄花, 故而雌性系难以产生种子得以保持。利用植物生长调节剂处理特定时期的幼苗可以有效诱导雌性系开雄花^[5], 从而达到保持雌性系的目的。

瓜类作物人工诱雄受多种因素的影响, 首先瓜类作物的性别调控本身就是一个十分复杂的过

程。在常见的黄瓜、西瓜、甜瓜等瓜类作物中, 花的类型有雄花、雌花和两性花三种, 而从植株产生的花型来看又可分为雌雄同株异花株系、雌性系、雌花完全花株系、雄花完全花株系、两性花株系以及雄花雌花完全花株系^[6-7], 这就导致了控制瓜类性别的基因型的复杂性, 控制每种株系形成的基因型不同。因此在不同瓜类作物中, 植物生长调节剂等对其性别表达的影响也不同。此外, 幼苗大小、处理次数、环境因素等对诱雄效果也有着非常重要的影响。笔者在前人试验结果的基础上, 对诱雄效果的影响因素进行了总结和探讨, 以为后续研究者进行诱雄试验提供理论参考。

1 幼苗大小对诱雄效果的影响

不同苗龄的幼苗组织发育程度不同, 对外界诱雄剂的敏感程度也不同, 所以苗龄对诱雄效果有很大的影响。有研究发现, 瓜类花的性别分化过程实质就是从两性花向单性花转化的过程^[8]: 先经过一个两性期^[9], 而且是先出现雄蕊原基再

收稿日期: 2019-01-16

基金项目: 国家西甜瓜产业技术体系(CARS-25)

作者简介: 梁少华(1995-), 男, 在读硕士, 主要从事西瓜性别研究。

通讯作者: 孙小武, 男, 硕士, 教授, E-mail: sun0070@139.com

出现雌蕊原基^[10],之后分别向雄花或者雌花方向发育^[11]。因此,在进行性别诱导时,应当选取花芽分化的两性期,此时雄性特征和雌性特征均存在,经过植物生长调节剂处理后,促进或抑制某一花蕊的发育,达到调控性别表达的目的。谭云峰等^[12]研究结果表明,丝瓜在2叶期的诱雄效果最好。徐勋志等^[13]发现黄瓜2片真叶时处理的诱雄效果最佳,并在后人的试验中得到了验证^[14]。金洪等^[15]对不同苗龄的黄瓜喷施硝酸银对诱雄效果的影响进行了探究,试验从子叶期开始一直到十片真叶,证明在二叶期和三叶期处理诱雄效果最佳。后续研究也证明了金洪等试验结果的可靠性^[16,17]。在桔瓜上,朱丽华等^[18]研究表明,在四叶一心期处理诱雄效果最佳。除研究特定时期幼苗对诱雄处理的反应外,也有一些试验研究了组合处理对诱雄效果的影响。顾兴芳等^[19]研究了三个组合苗龄对黄瓜诱雄效果的影响,即一叶一心和三叶一心、二叶一心和四叶一心、三叶一心和五叶一心,发现在二叶一心和四叶一心的组合处理诱雄效果最佳。此外,邓强等^[20]对黄瓜一叶一心,二叶一心,三叶一心三个时期进行了7个不同的排列组合设计,结果表明强雌自交系材料‘G5-2’和全雌自交系材料‘298’分别在一叶一心期、二叶一心期的组合和一叶一心期、三叶一心期的组合进行诱雄处理效果最好。

2 植物生长调节剂种类及其浓度对诱雄效果的影响

众所周知,植物激素不仅影响着作物的生长发育^[21],更与作物的抗逆性息息相关^[22-23]。此外,植物激素还对作物性别的分化和表达起着重要的作用,可以对一种性别的花进行诱导从而相反性别的花发育受到抑制,或者对其进行抑制从而相反性别的花能正常发育。研究表明,赤霉素^[24]、乙烯^[25-26]、生长素^[27]等植物激素可以影响瓜类性别表达^[28],而有些化学药剂如硝酸银等也对瓜类性别表达有一定的影响,其机理可能是通过对激素的影响进而影响性别分化表达。张鹏等^[29]研究表明,银离子能竞争性结合乙烯受体蛋白,其原理是银离子能将乙烯受体蛋白上的铜离子置换出来,使乙烯不能与受体蛋白结合。不同的调节剂对同一作物诱雄效果会不同,而同一种调节剂对不同作物的诱雄效果也不相同,甚至可能相反,如赤霉素对西瓜、黄瓜、丝瓜、瓠瓜等具有诱雄作用,而对苦瓜、玉米等作物来说却是诱雌剂^[28-30]。

一直以来,大部分相关的瓜类诱雄研究都是以黄瓜为试验材料完成的,只有较少一部分以其他瓜类为试验材料。应振土等^[31]研究结果表明硫代硫酸银促进瓠瓜雄花发育,而赤霉素和硫代硫酸银两种植物生长调节剂都能对乙烯利的诱雌效应产生拮抗^[32],这从侧面说明硫代硫酸银和赤霉素均具有诱雄作用。谭云峰等^[12]发现赤霉素对丝瓜有诱雄效果,100 mg/L的赤霉素诱雄效果最佳,高浓度的矮壮素对雄花有促进作用。因此,矮壮素对某些瓜类作物性别分化表达的影响可能有剂量效应^[33]。史建廷等^[34]研究显示300 mg/L的硝酸银是诱导西瓜雌性系产生两性花的最佳质量浓度,在迷你桔瓜上也有相同的结果^[18]。而在黄瓜上,相应的研究就较多。早在1950年,就有学者表明生长素处理黄瓜导致雌雄花比例显著升高^[35]。至此以后,越来越多的研究者以黄瓜为试验材料对诱雄进行探究,杨鼎新等^[36]和崔鸿文等^[37]对黄瓜的研究结果显示,硫代硫酸银和赤霉素处理比硝酸银的诱雄效果好。但是,于晓莹等^[17]发现硝酸银的诱雄效果极显著地好于赤霉素,两种调节剂均在900 mg/L时诱导雄花效果最好^[38]。同一调节剂对一种作物也存在诱雄效果有差异的情况^[39-40],姜跃文等^[41]和杨国志等^[42]都对赤霉素、硝酸银、硫代硫酸银对黄瓜的诱雄效果进行了探究:前者研究表明500 mg/L的赤霉素、300 mg/L的硝酸银、996 mg/L的硫代硫酸银诱雄效果最佳,而后者研究表明相应的各药剂最佳浓度为300 mg/L、400 mg/L、600 mg/L。

3 植物生长调节剂处理次数对诱雄效果的影响

植物生长调节剂喷施总量与处理次数存在着一定的关系,相同的植物生长调节剂的量如果分为适当的次数施用,会利于瓜类作物对生长调节剂的吸收从而诱雄效果更好。张春平等^[44]研究表明在黄瓜上喷施2次是最佳的处理,具有最好的诱雄效果。邓强等^[20]在黄瓜的研究中发现,多种喷施次数处理中喷施2次能够取得最好的诱雄效果。而于晓莹等^[17]认为在黄瓜上喷施次数越多,诱雄效果越好,不同次数间结果差异极显著。

4 环境因素对诱雄效果的影响

除了幼苗大小和植物生长调节剂外,环境因素也会影响植物的性别分化。短日照、低光照强度和低温促进雌花的产生,相反条件下促进雄花

的产生^[43]。有研究证明光照和温度的组合效应影响黄瓜的性别分化,高的光温比显著增加雌花节位,减少雄花节位^[44]。Manzano等^[45]发现,高温诱导西瓜产生更多的两性花,因此雌花更少了,其原理可能是雌花中本应退化的雄蕊并没有退化,而高温使得雄蕊继续发育,最终形成两性花。光照强度和光照长度对于植物花的性别都有一定的作用,但一般以光照长度更重要^[46]。龚军辉^[47]认为黄瓜在连续的光照下生长,几乎全部开雄花,而缩短光照时间后雌花的数量增多。Yamasaki等^[48]研究也表明短日照促进黄瓜雌花开放,长日照有利于雄花开放。在人们的认知中矿质元素最主要的作用是影响作物的生长以及产量^[49],但是曹宗异等^[50]发现黄瓜施用磷肥会增加其雌花数目。此外,湿度和CO₂浓度也对性别表达有一定的影响。有报道较高的空气湿度和土壤湿度均促进黄瓜的雌性表达^[51]。Rudich等^[52]研究证明CO₂浓度会抑制黄瓜中乙烯形成,显著增加雄花数目。

5 结 语

在育种过程中,利用雌性系制种是十分简单高效的制种方式,而制约这种方式发展的最大问题就是雌性系自身的繁殖问题。使用植物生长调节剂诱导雄花产生可以在一定程度上解决这个问题。但是也存在着一些问题,如诱雄使用的植物生长调节剂种类不多,其中少数还对作物存在一定的不良作用;植物生长调节剂的施用方法与标准未见统一以及对黄瓜以外的瓜类相关研究较少。因此,对于雌性系的诱雄应当加以重视,随着生物合成技术的发展,发现和寻找其他对作物生长副作用更小的植物生长调节剂,并探究其成为诱雄剂的可能性。此外,研究重心应该从黄瓜分散到西瓜,甜瓜等瓜类中,形成齐头并进的研究局面。

参考文献:

- [1] 王鹤冰, 向华丰, 张 生, 等. 中国黄瓜雌性系研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(10): 92-96.
- [2] 万 翔, 宋 明. 雌性系在黄瓜育种中的研究与利用[J]. 长江蔬菜, 2004(12): 37-39.
- [3] Zhang J, Shi J, Gaojie J I, et al. Modulation of Sex Expression in Four Forms of Watermelon by Gibberellin, Ethephone and Silver Nitrate[J]. Horticultural Plant Journal, 2017, 3(3): 91-100.
- [4] 陈清华, 彭庆务, 何晓明, 等. 瓜类雌性系(强雌系)高产育种原理的形成及发展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(11): 273-278.
- [5] Mishra S, Behera T K, Munshi A D. Induction and Morphological Characterization of Hermaphrodite Flowers in a Gynocious Line of Bitter Gourd by Silver Nitrate, Gibberellic Acid, and Silver Thiosulfate[J]. International Journal of Vegetable Science, 2015, 21(2): 204-211.
- [6] 马克奇, 陈年来, 王 鸣. 甜瓜优质栽培理论与实践[M]. 农业出版社, 2001: 28-29.
- [7] Ji G, Zhang J, Gong G, et al. Inheritance of sex forms in watermelon (*Citrullus lanatus*) [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 193: 367-373.
- [8] 汪俏梅, 曾广文. 苦瓜性别分化的形态与组织化学研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 1997(2): 149-153.
- [9] 全 江, 吴 震, 蒋芳玲, 等. 乙烯利诱导网纹甜瓜主蔓两性花芽分化的形态和解剖学研究[J]. 植物研究, 2008, 28(6): 746-750.
- [10] 高林旭. 西瓜植株性器官的分化与形成[J]. 中国瓜菜, 2001(4): 2-5.
- [11] 张海英, 张 洁, 赵 泓, 等. 西瓜3种性型花器官性别分化的细胞形态学观察[J]. 中国蔬菜, 2016(1): 49-54.
- [12] 谭云峰, 苏小俊, 宋 波, 等. 普通丝瓜性别分化的化学调控[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(4): 439-442.
- [13] 徐勋志, 吴九根. 黄瓜雌性系诱雄药剂及其应用效果初探[J]. 广东农业科学, 1996(3): 27-28.
- [14] 张春平, 何 平, 曲志才, 等. 硝酸银对黄瓜雌性系的诱雄效应[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(2): 49-52.
- [15] 金 洪, 崔秀敏, 王志国, 等. 不同苗龄喷施硝酸银对黄瓜雌性系诱雄效果的研究[J]. 山东农业科学, 2010(1): 32-35.
- [16] 葛长军, 闫 良, 徐丽荣. 赤霉素处理对黄瓜雌性系的诱雄效果[J]. 江苏农业科学, 2017(5): 111-114.
- [17] 于晓莹, 宋铁峰. 黄瓜雌性系诱雄方法研究[J]. 吉林蔬菜, 2013(Z1): 48-49.
- [18] 朱丽华, 陈龙英, 王 颖, 等. 硝酸银对迷你甜瓜性别分化及坐果性的影响研究[J]. 江西农业学报, 2013(3): 39-41.
- [19] 顾兴芳, 张圣平, 徐彩清, 等. 黄瓜雌性系诱雄方法研究[J]. 北方园艺, 2003(5): 41.
- [20] 邓 强, 曹明明, 王惠哲, 等. 黄瓜雌性系诱雄效果的研究[J]. 中国瓜菜, 2016, 29(10): 38-40.
- [21] 崔辉梅, 马兵钢, 樊新民, 等. 乙烯利对南瓜座果节位和果实发育的影响[J]. 吉林农业科学, 2003, 28(1): 44-46.
- [22] 杨洪兵, 杨世平. ABA和乙烯利对荞麦幼苗耐盐性的效应[J]. 东北农业科学, 2014, 39(1): 13-15.
- [23] 尹松松, 赵婷婷, 李景富, 等. 外源ABA对番茄幼苗抗冷性差异的研究[J]. 东北农业科学, 2016, 41(4): 94-99.
- [24] Adhikari S, Bandyopadhyay T K, Ghosh P. Hormonal control of sex expression of cucumber (*Cucumis sativus* L.) with the identification of sex linked molecular marker[J]. Nucleus, 2012, 55(2): 115-122.
- [25] Mahida S V, Valia R Z, Sitapara H H. Growth, yield and sex-expression as influenced by plant growth regulators in sponge gourd cv. PUSA CHIKNI[J]. Asian Journal of Horticulture, 2015, 10(1): 122-125.
- [26] 张淑平. 应用乙烯利促进南瓜雌花分化试验研究[J]. 现代

- 农村科技,2010(20):54.
- [27] Mia B. Altered sex expression by plant growth regulators: An overview in medicinal vegetable bitter melon (*Momordica charantia* L.) [J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2014 (8).
- [28] 寿森炎,汪俏梅.高等植物性别分化研究进展[J].植物学通报,2000,17(6):528-535.
- [29] 张鹏,傅爱根,王爱国. $AgNO_3$ 在植物离体培养中的作用及可能的机制[J].植物生理学通讯,1997,33(5):376-379.
- [30] 丁一,徐启江.被子植物成花诱导和性别决定机制的研究进展[J].植物生理学报,2014,50(1):19-36.
- [31] 应振土,李曙轩.乙烯控制瓠瓜性别分化的机理研究[J].中国科学,1991(3):276-283.
- [32] 应振土,李曙轩. GAs 和 STS 对乙烯利诱导瓠瓜产生雌花的拮抗[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),1989(3):247-252.
- [33] 汪俏梅,曾广文.赤霉素及矮壮素对苦瓜性别表现的影响[J].Journal of Zhejiang Agricultural University, 1996. 22(5):541-546.
- [34] 史建廷,张洁,张海英,等.硝酸银和赤霉素对西瓜雌性系诱雄效果的影响[J].中国瓜菜,2016,29(4):10-14.
- [35] 邹竣竹,韩蕾,孙振元.环境因子和植物激素在植物性别表达中的作用[J].世界林业研究,2017,30(2):26-30.
- [36] 杨鼎新,孙妍芳.硫代硫酸银诱导黄瓜雌性系雄花试验[J].陕西农业科学,1990(5):31-43.
- [37] 崔鸿文,张檀.黄瓜雌性系诱雄方法研究[J].陕西农业科学,1990(3):31-32.
- [38] 葛长军,闫良,徐丽荣,等.赤霉素对黄瓜雌性系的诱雄效果及诱导性状间的相关性研究[J].湖南农业科学,2016(2):5-8.
- [39] 许明,王世刚.黄瓜雌性系不同处理方式诱雄试验[J].北方园艺,2001(4):50.
- [40] 邓强,曹明明,王惠哲,等.不同诱雄试剂对黄瓜诱雄效果的比较试验[J].吉林蔬菜,2016(7):41-42.
- [41] 姜跃文,王世文.黄瓜雌性系诱雄效果的比较研究[J].农业与技术,2009,29(1):54-57.
- [42] 杨国志,袁伟,叶立华,等.水果黄瓜化学诱雄技术[J].浙江农业科学,2017(2):209-210,213.
- [43] Peã ± Aranda A, Payan M C, Garrido D, et al. Production of fruits with attached flowers in zucchini squash is correlated with the arrest of maturation of female flowers[J]. Journal of Pomology & Horticultural Science, 2007, 82(4): 579-584.
- [44] Ren Z. The Co-Involvement of Light and Air Temperature in Regulation of Sex Expression in Monoecious Cucumber(*Cucumis sativus* L.)[J]. Agricultural Sciences, 2014, 5(10): 858-863.
- [45] Manzano S, Martinez C, Garcia J M, et al. Involvement of ethylene in sex expression and female flower development in watermelon (*Citrullus lanatus*) [J]. Plant Physiol Biochem, 2014, 85: 96-104.
- [46] 鲍东兵.植物生长物质及环境因素对瓜类植物性别分化的影响[J].辽宁师专学报(自然科学版),2002,4(2):4-6.
- [47] 龚军辉.环境与性别分化[J].高等函授学报,2005,19(3):48-49.
- [48] Yamasaki S, Fujii N H. Photoperiodic regulation of CS-ACS2, CS-ACS4 and CS-ERS gene expression contributes to the femaleness of cucumber flowers through diurnal ethylene production under short-day conditions[J]. Plant Cell & Environment, 2010, 26(4): 537-546.
- [49] 吴春燕,宋廷宇,张晓明,等.氮肥对大白菜生长及产量的影响[J].东北农业科学,2014,39(5):80-83.
- [50] 曹宗异,李佳格,金以丰,等.在环境因子影响下黄瓜雌雄花比例之改变[J].北京大学学报(自然科学),1957(2):233-246.
- [51] 邵宏波,姜恩来,初立业.高等植物的性别表达及其调控——外界因子对植物性别表达的影响[J].四川师范学院学报(自然科学版),1992(4):275-279.
- [52] Rudich J, Halevy A H, Kedar N. The level of phytohormones in monoecious and gynoecious cucumbers as affected by photoperiod and ethephon[J]. Plant Physiology, 1972, 50(5): 585-590.

(上接第62页)

- [5] 李艳霞,王敏健,王菊思.有机固体废弃物堆肥的腐熟度参数及指标[J].环境科学,1999,20(2):98-103.
- [6] 尹红梅,刘标,许隽,等.发酵床养猪垫料基础参数变化[J].家畜生态学报,2016,37(1):76-80.
- [7] 蒋海燕,雷平,杜东霞,等.发酵床陈化垫料堆肥效果研究[J].家畜生态学报,2016,39(4):59-62.
- [8] 王晓霞,易中华,计成,等.果寡糖和枯草芽孢杆菌对肉鸡肠道菌群数量、发酵粪中氨气和硫化氢散量及营养素利用率的影响[J].畜牧兽医学报,2006(4):337-341.
- [9] 单奇华,俞元春,傅利剑,等.除臭酵母的筛选及其除臭机理[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(4):101-104.
- [10] Armando G S, Clemens P. Fate of H_2S during the cultivation of *Chlorella* sp. deployed for biogas upgrading[J]. Journal of Environmental Management, 2017, 191: 252-257.
- [11] Carrera-Chapela F, Donoso-Bravo A, Jeison D, et al. Development, identification and validation of a mathematical model of anaerobic digestion of sewage sludge focussing on H_2S formation and transfer[J]. Biochemical Engineering Journal, 2016, 112: 13-19.
- [12] 苏娟.脱除养殖场臭气的微生物菌种筛选及其性能测定[D].太原:太原理工大学,2012.
- [13] 简保权.猪粪堆肥过程中 NH_3 和 H_2S 的释放特点及除臭微生物的筛选研究[D].武汉:华中农业大学,2006.
- [14] 任顺荣,院多本华夫,前川孝昭.畜禽废弃物高温好氧堆腐过程中气体产生与变化[J].农业环境科学学报,2004,23(2):355-358.