

大蒜未受精子房离体诱导单倍体的研究

刘颖颖, 刘世琦*, 薛小艳, 刘景凯, 陈祥伟, 冯磊

(山东农业大学园艺科学与工程学院, 作物生物学国家重点实验室, 农业部黄淮地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 山东泰安 271018)

摘要: 以苍山大蒜品种‘糙蒜’为试材, 通过花茎离体培养获得发育健壮的花器官。以其未受精子房为外植体进行离体培养, 研究不同培养基 (MS、B5、N6) 及外源植物生长调节剂对单倍体诱导的影响, 以建立大蒜单倍体诱导体系。结果表明, 诱导未受精子房产生愈伤组织的适宜培养基为 $B5 + 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$, 愈伤组织及雌核发育胚总诱导率可达 12.24%; 诱导愈伤组织分化不定芽的适宜培养基为 $B5 + 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$, 不定芽分化频率可达 46.15%; 将不定芽转移至 $B5 + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ 培养基中可诱导生根, 发育成完整植株。以再生植株叶片为材料, 采用流式细胞仪进行倍性鉴定, 所得 18 株再生植株中有 16 株为单倍体植株。

关键词: 大蒜; 单倍体; 未受精子房; 流式细胞仪

中图分类号: S 633.4

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2013) 06-1178-07

Studies on Haploid Plant Induction via *in Vitro* of Unfertilized Ovary of Garlic

LIU Ying-ying, LIU Shi-qi*, XUE Xiao-yan, LIU Jing-kai, CHEN Xiang-wei, and FENG Lei

(College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, State Key Laboratory of Crop Biology, Agriculture Ministry Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crop (Huanghuai Region), Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: The flower buds of garlic (*Allium sativum* L.) were used to get well-developed floral organ by means of garlic stem culture *in vitro*. With the unfertilized ovary, a regeneration system of garlic *in vitro* was established by analysis the effects of different medium (MS, B5, N6) and different hormones on haploid induction. The suitable media for callus induction was $B5 + 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$, the highest induction rate of callus and gynogenic embryos was 12.24%; The suitable media for adventitious bud was $B5 + 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$, the regeneration frequencies was 46.15%; Adventitious bud and embryos could grow root and develop into complete plant in the media $B5 + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$. Eighteen regeneration plants were obtained in total. Ploidy analysis of the regenerations with flow cytometry analysis of leaf tissue revealed that 16 regeneration plants are haploid.

Key words: garlic; haploid; unfertilized ovary; flow cytometry

大蒜 (*Allium sativum* L.) 为无性繁殖作物, 由于长期使用鳞茎繁殖, 病毒逐代积累, 再加上不

收稿日期: 2013-02-05; 修回日期: 2013-05-02

基金项目: 国家公益性行业科研专项 (20080318); 山东省农业重大创新项目

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: liusq99@sda.edu.cn)

良环境条件、不良栽培措施的影响, 导致大蒜“退化”现象严重, 给生产造成极大损失(陈典等, 1996)。通过种蒜脱毒, 虽然可使部分种性得以恢复, 但脱毒后植株易再次感毒, 故在生产上推广受到极大限制(刘世琦, 2005)。因此, 加强大蒜种质资源的创新和新品种的培育意义重大。

单倍体在植物育种和遗传学基础理论研究和应用中有很大学术潜力。单倍体植株经染色体加倍, 可成为加倍单倍体或双单倍体(DH系), 能快速获得纯系, 加速育种进程。自1976年San Noeum从大麦未受精子房首次培育诱导单倍体植株以来, 共有20科40余种种子植物通过未受精胚珠与子房诱导了雌核发育, 成功获得的单倍体植株有10科25种2变种(王文和, 2005)。目前已从洋葱(Muren, 1989; Campion & Alloni, 1990; Geoffriau et al., 1997a, 1997b; 刘冰江等, 2010, 2012)、韭菜(田惠桥和杨弘远, 1989)、百合(谷祝平和郑国锴, 1983)中成功诱导出单倍体植株。栾非时等(1995)对脱毒大蒜花原始体进行培养获得试管苗, 但未发现有染色体变异, 未获得大蒜单倍体植株。Suh和Park(1986)在MS、LS和B5基本培养基上添加生长调节物质和谷氨酸, 对大蒜栽培种Nagano White、Jaeju进行花粉组织培养, 25 d后形成愈伤组织, 但未见有胚状体。郭洪云等(1999)用大蒜花药培养出大蒜植株, 但未进行染色体倍性鉴定。由于自然状态下大蒜花器官发育极不健全, 至今尚未培育出单倍体植株。

本研究中试图通过创造适于大蒜花器官发育的良好条件, 促使子房健壮发育肥大, 并采取最适培养条件和技术, 以诱导大蒜单倍体的形成, 为培育大蒜新品种创造原始材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大蒜取自山东农业大学园艺科技创新园苍山蒜品种‘糙蒜’。切取田间生长中后期的蒜薹, 流水冲洗1~2 h。转移至超净工作台内, 75%酒精消毒30 s, 无菌水冲洗2~3次, 4%次氯酸钠消毒35 min, 最后用无菌水冲洗3~5次。切去最下端, 将蒜薹放入液体MS培养基(含30 g·L⁻¹蔗糖)中培养(图1, a)。光照条件为2 600 lx, 16 h·d⁻¹, 室温为(25±2)℃。4~6 d后, 在无菌条件下剥除气生鳞茎, 继续培养至花苞开放前1~2 d, 剥去花瓣及雄蕊, 获得大蒜未受精子房。

1.2 愈伤组织诱导

愈伤组织的诱导培养基采用四因素三水平的L₉(3⁴)正交设计, 共9个处理(表1), 以MS、B5、N6为基本培养基, 添加不同浓度的6-BA(6-苄基腺嘌呤)、2,4-D(2,4-二氯苯氧乙酸)、NAA(萘乙酸)。选取生长良好、大小一致的未受精子房接种到愈伤组织诱导培养基上培养, 每瓶接种数为6。

1.3 不定芽的诱导

将愈伤组织继代培养后, 转入分化培养基中诱导不定芽。分化培养基以B5为基本培养基, 分别添加不同浓度的6-BA和NAA(表2)。

1.4 植株再生

待芽伸长后转入含有0.05 mg·L⁻¹ NAA的B5培养基中诱导生根, 形成再生植株。

以上所有培养基均添加30 g·L⁻¹蔗糖和7 g·L⁻¹琼脂, pH 5.8, 121℃灭菌20 min。组培室培养条件为: 温度(25±2)℃, 光照2 600 lx, 16 h·d⁻¹。

试验数据采用DPS 6.55和Excel 2003进行统计分析。

1.5 倍性鉴定

倍性鉴定采用流式细胞仪法。取少量新鲜叶片, 放于 55 mm 培养皿中, 加入 200 μL 提取液。在提取液用锋利的手术刀片把材料切碎, 浸泡在提取液中保存 60 ~ 90 s, 整个过程在冰上操作。将样品通过 30 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ PartecCelltrics™ 微孔膜过滤到测试管中, 加 800 μL Partec HR-B 溶液(DAPI 溶液)于样品中, 上样于德国 Partec PA 流式细胞仪测定植株细胞 DNA 的相对含量。测定结果由仪器直接打印输出 DNA 曲线图。

2 结果与分析

2.1 大蒜花器官的发育变化

培养于 MS 液体培养基中的蒜薹(图 1, a), 经过约 5 ~ 7 d, 气生鳞茎膨大(图 1, b)。在无菌

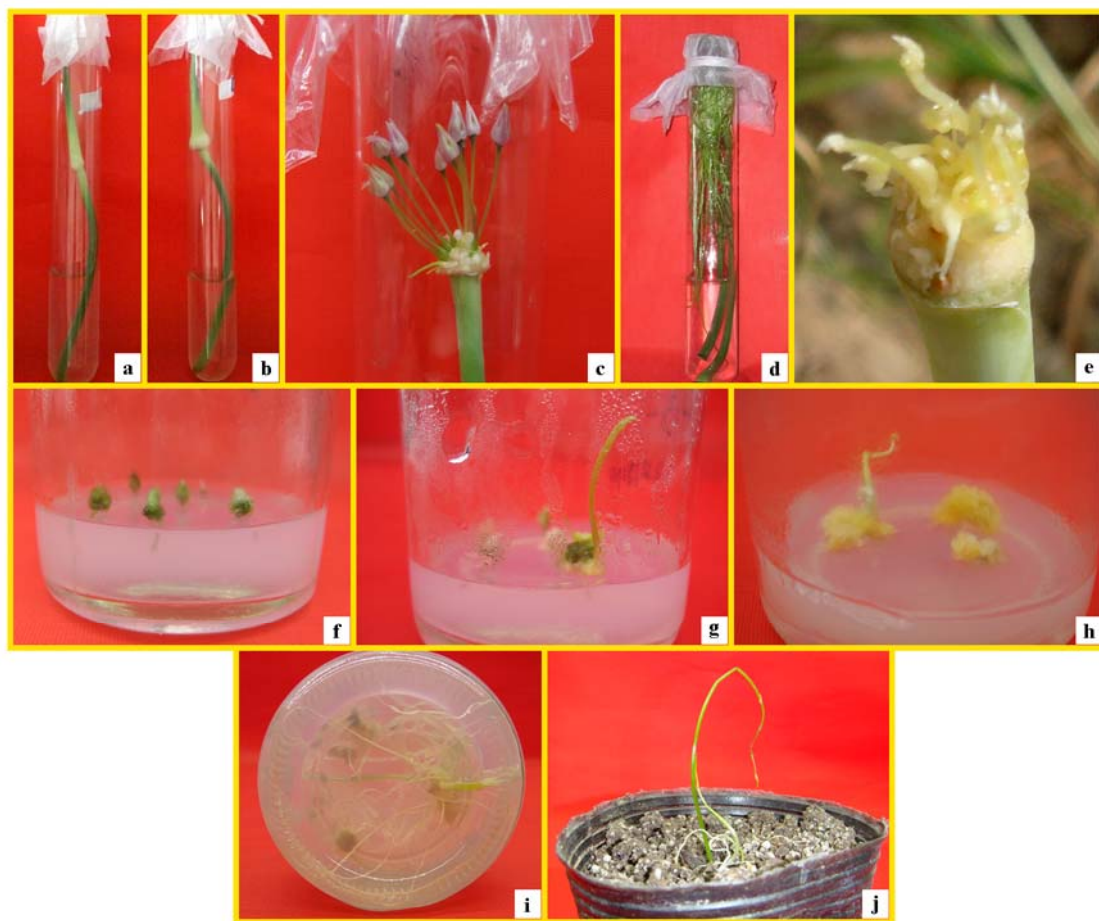


图 1 大蒜花器官的发育情况及未受精子房单倍体植株再生

- a: 初始状态的蒜薹; b: 培养 5 ~ 7 d 后气生鳞茎膨大; c: 剥除气生鳞茎后发育健壮的花器官; d: 未剥除气生鳞茎的花器官退化;
e: 未进行离体培养, 自然状态下的大蒜花器官退化; f: 子房内部形成愈伤组织; g: 雌核发育胚萌发出芽;
h: 愈伤组织诱导分化出芽; i: 不定芽诱导生根; j: 单倍体再生植株。

Fig. 1 Changes in garlic flower organ development and plant regeneration of unfertilized ovary

- a: The initial state of garlic stem; b: Aerial bulb enlarged after 5 - 7 days; c: Well-developed garlic flowers with aerial bulb removed;
d: Degeneration of flowers without aerial bulb removed; e: Degeneration of flowers under the natural state without *in vitro* culture;
f: Callus induction in unfertilized ovary; g: Forming adventitious bud from gynogenesis embryo;
h: Forming adventitious bud after callus differentiation; i: Rooting of adventitious bud; j: A haploid regenerated plant.

条件下，剥除膨大的气生鳞茎，每支蒜薹留 8~15 个花蕾。约经过 20 d，花蕾呈现淡紫色（图 1，c）。离体培养条件下未剥除气生鳞茎的蒜薹，气生鳞茎发芽，大蒜花器官退化消失（图 1，d）。自然状态下未经过离体培养的大蒜花器官退化（图 1，e）。

2.2 不同培养基对愈伤组织及胚状体诱导的影响

将子房接种于诱导培养基中培养，20~30 d 后子房开始膨大。60 d 后，子房壁逐渐变薄变透明，子房内部形成愈伤组织，膨大并胀破子房壁，呈现淡绿色或淡黄色的颗粒状（图 1，f）。

由表 1 可知，B5 培养基为适宜的诱导培养基，MS 次之；N6 培养基中未形成愈伤组织，不适合大蒜未受精子房的培养。在 6-BA 1~3 mg·L⁻¹ 浓度范围内，诱导率在 6-BA 2 mg·L⁻¹ 时最大；在 NAA 0~1 mg·L⁻¹ 浓度范围内，诱导率在 1 mg·L⁻¹ 时最大；在 2,4-D 浓度 0~1 mg·L⁻¹ 范围内，诱导率以培养基中不添加 2,4-D 时最大。以诱导率最高者为最优来判断，适宜的诱导培养基为：B5 + 2 mg·L⁻¹ 6-BA + 1 mg·L⁻¹ NAA，而且在此培养基中，未受精子房可直接产生雌核发育胚并萌生出芽（图 1，g）。

表 1 不同培养基类型及激素配比对愈伤组织诱导及胚状体的影响
Table 1 Effect of different medium and hormones proportion on callus and embryo induction

培养基 Medium	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	NAA/ (mg·L ⁻¹)	2,4-D/ (mg·L ⁻¹)	接种子房数 Number of ovaries inoculated	产生愈伤组织 的子房数 Number of calli induced	产生胚的子房数 Number of embryo induced	总诱导率/% Percentage of induction
MS	1	0	0	151	2	0	1.32 c
	2	0.5	0.5	150	14	0	9.33 a
	3	1	1	148	8	0	5.41 b
B5	1	0.5	1	149	4	0	2.68 bc
	2	1	0	153	17	2	12.42 a
	3	0	0.5	146	5	0	3.42 bc
N6	1	1	0.5	150	0	0	0 c
	2	0	1	152	0	0	0 c
	3	0.5	0	149	0	0	0 c

注：小写字母表示 $P < 0.05$ 水平，不同字母代表差异显著。
Note: Small letter express $P < 0.05$ level, significant differences treatments are indicated by different letter.

2.3 不同激素浓度及配比对不定芽诱导的影响

将 B5 + 2 mg·L⁻¹ 6-BA + 1 mg·L⁻¹ NAA 培养基中诱导产生的愈伤组织继代培养 2 次，共获得 84 块愈伤组织（表 2）。以 B5 为基本培养基，分别添加不同浓度的植物生长调节剂，在 6 种分化培养基中均可诱导产生不定芽，分化频率不仅受植物生长调节剂浓度的影响，且受不同植物生长调节剂配比的影响也较大。当 NAA 浓度为 0.5 mg·L⁻¹ 时，不定芽分化频率随 6-BA 浓度的升高先上升

表 2 6-BA、NAA 浓度及配比对不定芽产生的影响及植株再生
Table 2 Effects of 6-BA and NAA on shoot differentiation and plant regeneration

激素/(mg·L ⁻¹) Hormone	接种愈伤组织数 Number of callus	出芽数 Number of growing shoot	分化频率/% Regeneration frequency
NAA 0.5	6-BA 15	1	6.67
	14	3	21.43
	15	3	20.00
1	14	1	7.14
	13	2	15.38
	13	6	46.15

后下降, 6-BA 浓度为 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时分化频率最大; 当 NAA 浓度 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 不定芽的分化频率随 6-BA 浓度的升高而上升, $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时最高。以不定芽的分化频率最高者为最优, 适宜的分化培养基为 $\text{B5} + 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{6-BA} + 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$, 不定芽的分化频率最高可达 46.15%。

2.4 植株再生与倍性鉴定

将不定芽转移到 $\text{B5} + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ 培养基中均可诱导生根, 生根率达 100%。以正常二倍体大蒜叶片为对照, 利用流式细胞仪对再生植株进行倍性鉴定。检测发现, 正常二倍体的峰值出现在相对荧光强度为 100 时 (图 2, 二倍体植株), 据此判断若所得再生植株为单倍体, 峰值应出现在相对荧光强度为 50 时。检测发现, 直接由雌核发育胚产生的 2 株再生植株均为单倍体, 由愈伤组织诱导而成的 16 株再生植株中, 14 株为单倍体 (图 2, 单倍体植株), 2 株为 $\text{B5} + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA} + 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{6-BA}$ 培养基上的不定芽发育而成的二倍体。

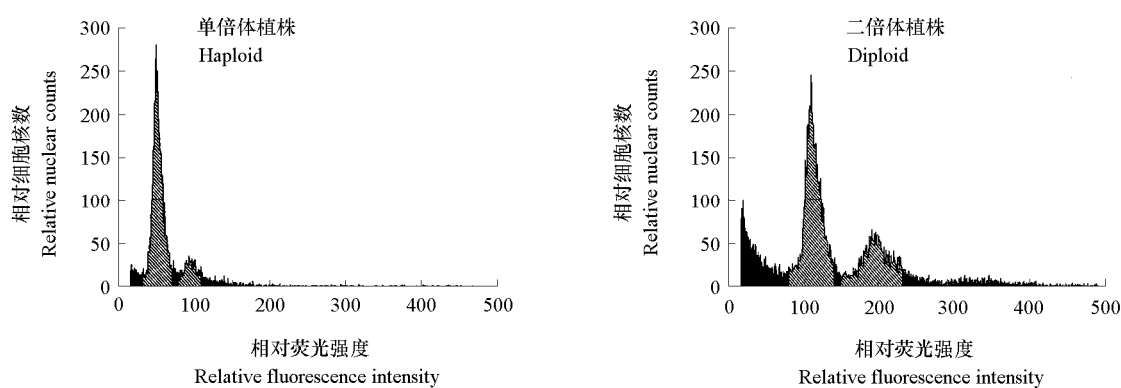


图 2 大蒜单倍体和二倍体植株 DNA 含量分布图

Fig. 2 The DNA distribution of haploid and diploid plants in garlic

3 讨论

通过子房或胚珠的离体培养, 诱导产生单倍体植株, 无论在育种实践或遗传学、胚胎学、细胞学等理论上都具有重大意义 (熬光明 等, 1982)。大蒜单倍体培养技术的建立对于大蒜育种、分子标记、遗传图谱构建、基因定位、基因克隆均极其重要。本试验中以品质良好的苍山蒜品种‘糙蒜’未受精子房为试材, 通过两种途径成功诱导植株再生, 说明此方法可用于大蒜单倍体诱导体系的建立, 为大蒜育种提供新途径。

自然状况下, 大蒜花器官退化, 主要表现为不分化花芽或雄性不育等。郑海柔和沈敏健 (1992) 研究表明, 植株上的花不能正常发育, 可能与气生鳞茎和花器官竞争营养有关。本试验中对离体大蒜花薹在不含植物生长调节剂的 MS 液体培养基上培养, 剥除膨大的气生鳞茎并继续培养, 获得发育良好的未受精子房。说明消除气生鳞茎的营养竞争后, 可获得发育正常的大蒜花器官。

培养基和外源植物生长调节剂是影响植物未受精子房诱导成功的关键因素。大多未受精子房或胚珠培养通常采用 Miller、N6、MS、H、White 或其改良型培养基 (张伶俐 等, 2009) 进行培养。朱献辉等 (2008) 研究表明, 不同培养基对黄瓜未受精子房愈伤组织诱导率的影响差异极显著, MS 优于 B5, MS、B5 均优于 N6。谷祝平和郑国锜 (1983) 研究表明, 百合未授粉子房的诱导以改良 MS 效果较好, N6 效果较差。本试验中以 MS、B5、N6 为基本培养基, 发现在 MS 和 B5 基本培养基上均可诱导形成大蒜未受精子房愈伤组织, B5 优于 MS, 二者均好于 N6, 表明不同作物未受精

子房或胚珠的诱导培养,适用的基本培养基有所不同。激素浓度及对比对子房愈伤组织的诱导和分化影响较大。本试验发现,NAA 与 6-BA 的激素组合有利于大蒜未受精子房愈伤组织诱导,6-BA 适宜浓度为 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,NAA 为 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,培养基中不宜添加 2,4-D。对不定芽分化研究表明,6-BA $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、NAA $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为适宜浓度。在基本培养基中添加微量 NAA,可诱导不定芽生根,但不定根的数量较少,根系较细。由于本研究采用四因素三水平的不完全试验设计方案,得出最适宜激素组合并不一定是最优,需要进一步细化研究。

近年来,流式细胞仪法广泛应用于倍性鉴定,通过测定叶片单个细胞核内 DNA 含量的曲线图推断细胞倍性,一次可鉴定多个样品,快速准确(韩丽华,2004)。本试验以叶片为试材,通过流式细胞仪对再生植株进行倍性检测,发现再生植株中既有单倍体也有二倍体,二倍体植株是由愈伤组织途径诱导再生。植物在离体培养下经过愈伤组织阶段,容易发生使染色体加倍的遗传性不稳定现象。而由未受精子房胚状体直接形成再生植株,可不经愈伤组织阶段,避免脱分化和再分化过程中引起的不良变异,从而可保持材料的遗传稳定性。因此,关于大蒜未受精子房胚状体直接诱导单倍体植株再生的培养条件还有待深入探究。

References

- Ao Guang-ming, Zhao Shi-xu, Li Guang-hua. 1982. *In vitro* induction of haploid plantlets from unpollinated ovaries of corn (*Zea mays* L.). *Acta Genetica Sinica*, 9 (4): 281 - 283. (in Chinese)
- 熬光明,赵世绪,李广华. 1982. 从未受精的玉米子房培养出单倍体植株. *遗传学报*, 9 (4): 281 - 283.
- Campion B, Alloni C. 1990. Induction of haploid plants in onion (*Allium cepa* L.) by in vitro culture of unpollinated ovules. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 20 (1): 1 - 6.
- Chen Dian, Ouyang Guang-qi, Li Peng. 1996. The effect of different media on virus-free tube breeding of garlic. *Northern Horticulture*, (110): 4 - 5. (in Chinese)
- 陈典,欧阳广琪,李鹏. 1996. 不同培养基质对大蒜脱毒试管苗生育影响. *北方园艺*, (110): 4 - 5.
- Geoffriau E, Kahane R, Bellamy C, Rancillac M. 1997a. Ploidy stability and in vitro chromosome doubling in gynogenic clones of onion (*Allium cepa* L.). *Plant Science*, 122: 201 - 208.
- Geoffriau E, Kahane R, Rancillac M. 1997b. Variation of gynogenesis ability in onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica*, 94: 37 - 44.
- Gu Zhu-ping, Zheng Guo-chang. 1983. *In vitro* induction of haploid plantlets from unpollinated young ovaries of lily and its embryological observations. *Acta Botanica Sinica*, 25 (1): 24 - 30. (in Chinese)
- 谷祝平,郑国钊. 1983. 百合未授粉子房的培养及其胚胎学观察. *植物学报*, 25 (1): 24 - 30.
- Guo Hong-yun, Fan Zhi-cheng, Li Ji-rong, Fu Lian-hai. 1999. The tissue culture of garlic anther. *Journal of Shandong Agricultural University*, 30 (2): 183 - 185. (in Chinese)
- 郭洪云,樊治成,李纪蓉,傅连海. 1999. 大蒜花药组织培养的研究. *山东农业大学学报*, 30 (2): 183 - 185.
- Han Li-hua. 2004. *In vitro* gynogenesis in melon (*Cucumis melo* L.) from unpollinated ovules [M. D. Dissertation]. Baoding: Agricultural University of Hebei. (in Chinese)
- 韩丽华. 2004. 厚皮甜瓜未受精胚珠离体培养技术[硕士论文]. 保定: 河北农业大学.
- Liu Bing-jiang, Miao Jun, Wang Wei, Zhang Zhong-ning, Yang Yan-yan, Zhang Yi-hui, Wu Xiong. 2010. Research progress in onion (*Allium cepa* L.) haploid culture. *China Vegetable*, (6): 8 - 13. (in Chinese)
- 刘冰江,缪军,王伟,张中宁,杨妍妍,张一卉,吴雄. 2010. 洋葱单倍体培养研究进展. *中国蔬菜*, (6): 8 - 13.
- Liu Bing-jiang, Miao Jun, Huo Yu-meng, Yang Yan-yan, Xu Kun, Wu Xiong. 2012. Haploid plant induction via *in vitro* gynogenesis and plant regeneration in onion (*Allium cepa* L.). *Acta Horticulturae Sinica*, 39 (11): 2265 - 2270. (in Chinese)
- 刘冰江,缪军,霍雨猛,杨妍妍,徐坤,吴雄. 2012. 离体雌核发育诱导洋葱单倍体与植株再生. *园艺学报*, 39 (11): 2265 - 2270.
- Liu Shi-qi. 2005. Development state & countermove of China's organic garlic. *International Agricultural Trade*, (4): 54. (in Chinese)
- 刘世琦. 2005. 中国有机大蒜发展现状与对策. *国际农产品贸易*, (4): 54.

- Luan Fei-shi, Chen Dian, Chen You. 1995. Studies on breeding technology of garlic virus-free initial flower. *China Vegetable*, (3): 4 - 6. (in Chinese)
栾非时, 陈 典, 陈 友. 1995. 脱毒大蒜花原始体培养增殖技术的研究. *中国蔬菜*, (3): 4 - 6.
- Muren R. 1989. Haploid plant induction from unpollinated ovaries in onion. *HortScience*, 24 (5): 833 - 834.
- Suh S K, Park H G. 1986. Studies on the anther culture of garlic (*A. sativum* L.) I. callus formation and plant regeneration. *Journal of the Korean Society for Hortsci*, 27 (2): 89 - 95.
- Tian Hui-qiao, Yang Hong-yuan. 1989. Haploid embryogeny and plant regeneration in unpollinated ovary culture of *Allium tuberosum*. *Acta Biologica Experimentalis Sinica*, 22 (2): 139 - 147. (in Chinese)
田惠桥, 杨弘远. 1989. 韭菜未传粉子房培养中单倍体的胚胎发生和植株再生. *实验生物学报*, 22 (2): 139 - 147.
- Wang Wen-he. 2005. Advances in induction of gynogenesis *in vitro* unpollinated ovary and ovule culture. *Chinese Bulletin of Botany*, 22: 108 - 117. (in Chinese)
王文和. 2005. 未授粉子房和胚珠离体培养诱导植物雌核发育研究进展. *植物学通报*, 22: 108 - 117.
- Zhang Ling-li, Cui Chong-shi, Qu Shu-ping. 2009. Progress of plants *in vitro* gynogenesis. *Journal of Northeast Agricultural University*, 40 (11): 133 - 136. (in Chinese)
张伶俐, 崔崇士, 屈淑平. 2009. 植物离体雌核发育的研究进展. *东北农业大学学报*, 40 (11): 133 - 136.
- Zheng Hai-rong, Shen Min-jian. 1992. Effect of tissue culture on garlic floral organ development. *Acta Agriculturae Shanghai*, 8 (2): 73 - 75. (in Chinese)
郑海柔, 沈敏健. 1992. 组织培养对大蒜花器发育的影响. *上海农业学报*, 8 (2): 73 - 75.
- Zhu Xian-hui, Gong Zhen-hui, Wang Qian-hong, Huang Wei, Lu Ming-hui. 2008. Studies on inducement of callus from unfertilized ovaries in pepper. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 17 (5): 310 - 316. (in Chinese)
朱献辉, 巩振辉, 王乾宏, 黄 炜, 逯明辉. 2008. 辣椒未受精子房愈伤组织诱导的研究. *西北农业学报*, 17 (5): 310 - 316.

征 订

欢迎订阅《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会和中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办的学术期刊,创刊于1962年,刊载有关果树、蔬菜、观赏植物、茶及药用植物等方面的学术论文、研究报告、专题文献综述、问题与讨论、新技术新品种以及园艺研究动态与信息,适合园艺科研人员、大专院校师生及农业技术推广部门专业技术人员阅读参考。

《园艺学报》是中文核心期刊,被英国《CAB文摘数据库》、美国CA化学文摘、日本CBST科学技术文献速报、俄罗斯AJ文摘杂志、CSCD中国科学引文数据库等多家数据库收录。《园艺学报》荣获第三届国家期刊奖及“中国精品科技期刊”、“中国权威学术期刊”、“新中国60年有影响力的期刊”、“中国国际影响力优秀学术期刊”等称号。

根据“中国学术期刊影响因子年报(2011版)”,《园艺学报》复合总被引频次为11 630,期刊综合总被引频次5 317,复合影响因子1.780,期刊综合影响因子1.124。

《园艺学报》为月刊,每月25日出版。每期定价40元,全年480元。国内外公开发行,全国各地邮局办理订阅,国内邮发代号82-471,国外发行由中国国际图书贸易总公司承办,代号M448。漏订者可直接寄款至编辑部订购。

编辑部地址:北京市海淀区中关村南大街12号中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部;

邮政编码:100081;电话:(010)82109523。

E-mail: yuanyixuebao@126.com。

网址: <http://www.ahs.ac.cn>。