

阿月浑子与黄连木的杂种果实发育及幼胚培养研究

庞曼^{1,2}, 李旭新^{1,2}, 董倩³, 王洁³, 白志英⁴, 路丙社^{2,3,*}

¹河北农业大学林学院, 河北保定 071000; ²河北省林木种质资源与森林保护重点实验室, 河北保定 071000;
³河北农业大学园林与旅游学院, 河北保定 071000; ⁴河北农业大学生命科学学院, 河北保定 071000)

摘要: 以阿月浑子与黄连木的杂种果实和杂种幼胚为试材, 对果实生长发育规律及幼胚培养进行了研究, 探讨了胚龄、培养基类型和 6-BA 浓度等对杂种胚培苗再生的影响。结果表明: (1) 杂种果实的纵、横径生长呈“S”型曲线变化, 果实鲜质量生长呈双“S”型曲线变化。(2) 杂种胚的发育始于授粉后 80 d, 80 ~ 100 d 是杂种胚败育的关键时期。(3) 授粉后 80 d 的杂种幼胚难以成苗, 授粉后 100 和 120 d 的杂种幼胚成苗率分别为 37.04% 和 83.33%。(4) 适宜杂种胚培苗增殖的培养基为: DKW + 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA + 0.05 g · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP, 增殖系数为 3.47, 苗高为 3.32 cm。(5) 适宜杂种胚培苗生根的培养基为: 1/2WPM + 2.0 mg · L⁻¹ IBA + 0.05 mg · L⁻¹ NAA, 生根率为 80%。

关键词: 阿月浑子; 杂种; 胚培养

中图分类号: S 664

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2012) 05-0970-07

Studies on Fruit Growth Pattern and Immature Embryo Culture of Hybrids Between *Pistacia vera* and *Pistacia chinensis*

PANG Man^{1,2}, LI Xu-xin^{1,2}, DONG Qian³, WANG Jie³, BAI Zhi-ying⁴, and LU Bing-she^{2,3,*}

(¹College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; ²The Key Laboratory of Germplasm Resources of Forest Trees and Forests Protection, Baoding, Hebei 071000, China; ³College of Landscape and Tourism, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; ⁴College of Life Science, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: Fruits and immature embryos sampled from hybrids between *Pistacia vera* and *Pistacia chinensis* were used to study the fruit growth pattern and the effects of different embryo developmental stages, the varieties of medium and concentrations of 6-BA in culture medium on hybrid plants regeneration. The results showed that: (1) The hybrid fruit growth had a single-peak curve pattern in terms of the changing of fruit length and diameter during fruit development, and had a double “S” curve in terms of the changing of fresh weight. (2) The development of hybrid embryo began from 80 days after pollination, and the critical period for the hybrid embryo abortion was from the 80 to 100 days. (3) The hybrid immature embryos collected at 80 days after pollination did not germinated while that collected at 100 days and 120 days germinated at rates of 37.04% and 83.33% respectively. (4) The suitable

收稿日期: 2012-02-08; **修回日期:** 2012-04-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31070609); 河北省自然科学基金项目 (C2012204001)

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

multiplication medium for immature embryo seedlings was $DKW + 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA} + 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{LH} + 1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{PVP}$, with which the multiplication coefficient of 3.47 and the seedling height of 3.32 cm were obtained. (5) The suitable rooting medium was $1/2 \text{ WPM} + 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA} + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ with a rooting rate of 80%.

Key words: pistachio; hybrid; embryo culture

杂种胚败育是限制果树杂交新品种培育的主要障碍, 幼胚培养是解决杂交胚败育的有效途径, 已在苹果、柑橘、葡萄、李等杂交育种上广泛应用 (Roen, 1994; Koukhartchik et al., 2000; Obukosia & Kimani, 2000; Ding & Qi, 2001)。阿月浑子 (*Pistacia vera* L.) 是黄连木属重要干果树种, 利用黄连木与阿月浑子杂交能够培育优良阿月浑子新品种, 但杂种胚败育严重, 难以获得杂交种子。近年来国内外虽有阿月浑子组织培养的研究报道 (Buyukalaca et al., 1997; Onay et al., 2000; 宋锋惠等, 2002; 于菲 等, 2009), 但绝大多数是对其成熟胚和茎段组织培养。研究表明, 组培苗增殖和生根受培养基类型、激素种类、添加浓度等因子影响 (梁海永 等, 1998; 王莉萍, 2004; 于菲 等, 2009), 有关杂种幼胚的组织培养研究未见报道。

作者以黄连木与阿月浑子杂交获得的杂交幼胚为材料, 开展了杂种胚培养和胚挽救研究, 以期阿月浑子杂交群体的构建和优良新品种选育奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料及其杂种果实生长和种胚发育观察

试验于 2010—2011 年在河北涉县阿月浑子栽培示范园和河北省林木种质资源与森林保护重点实验室进行。供试材料为阿月浑子 ‘Kerman’ (引自美国) 与黄连木的杂交果实及幼胚。

黄连木父本雄株开花前 1 d 采集雄花序, 置于室内水培, 待花粉自然散出后及时收集备用。选择发育正常的阿月浑子母本植株, 开花前 3 d 套袋, 并于开花当天 9: 00—11: 00 柱头分泌大量粘液时采用毛笔蘸取父本花粉弹播在柱头上。

杂交授粉完成后, 选择 5 株发育正常的植株, 每株选取不同方位果穗 5 个, 标记挂牌。以阿月浑子 ‘Peter’ 雄株自然授粉的植株为对照。从子房开始膨大起每 10 d 采样 1 次, 每次采集 30 个果实, 用游标卡尺测量果实的横径和纵径, 取均值绘制其生长动态曲线; 用 1/1000 天平称量果实质量, 计算平均值绘制果实质量生长曲线; 用解剖刀切割果皮, 观察种仁的发育状况并以正常发育的果实为对照, 统计败育率。

1.2 杂种胚离体培养

采集不同发育时期的杂种果实, 分别置于冰箱 5 °C 冷藏 60 d 后剥离出幼胚, 灭菌后接种在预试验筛选的 DKW 培养基 ($DKW + 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA} + 0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{LH} + 1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{PVP} + 30.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{糖} + 5.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{琼脂}$, pH 5.8) 上进行启动培养。30 d 后, 将胚培苗接种在附加 $2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA}$ 、 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA}$ 、 $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{LH}$ 和 $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{PVP}$ 的 DKW 、 $1/2DKW$ 、 MS 、 $1/2MS$ 培养基上进行增殖基本培养基的筛选, 并以 DKW 为基本培养基进行 6-BA (质量浓度梯度为 1.0、2.0、3.0、4.0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 适宜浓度优化。将增殖的 3.0 cm 胚培苗在添加 $2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA}$ 和 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ 的 $1/2WPM$ 、 $1/2MS$ 和 $1/2DKW$ 培养基上进行生根培养基筛选。上述材料均置于 25 °C、光照 $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$, 光照强度 2 000 ~ 2 500 lx 下培养。各处理接种 10 ~ 15 瓶, 3 次重复, 30 d 后统计结果。

采用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析, 用邓肯氏新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 杂种果实生长规律

由图 1 可知, 阿月浑子自然授粉果实和杂种果实的纵径和横径生长动态曲线均呈“S”型变化。授粉后 20 d 内果实纵、横径生长速度较慢; 授粉后 20 ~ 40 d 果实纵径生长速度较快, 此时期为果实迅速膨大时期; 授粉后 40 ~ 50 d 果实纵、横径生长速度明显变缓; 授粉 50 d 后纵、横径生长基本停滞, 说明果实形态生长已基本完成。

图 2 表明, 阿月浑子自然授粉果实和杂种果实鲜质量生长均呈双“S”型变化。授粉后 10 ~ 50 d 果实鲜质量增加迅速, 是果实膨大形成期; 授粉后 50 ~ 80 d 果实鲜质量增长缓慢, 是果实硬核期即内果皮木质化时期; 授粉 80 ~ 130 d 果实鲜质量再次迅速增加, 该时期种胚生长迅速, 种仁储存和积累大量营养物质, 是种仁形成的关键时期; 授粉 140 d 后, 果实鲜质量增加基本停止, 是种仁物质转化和品质形成期。

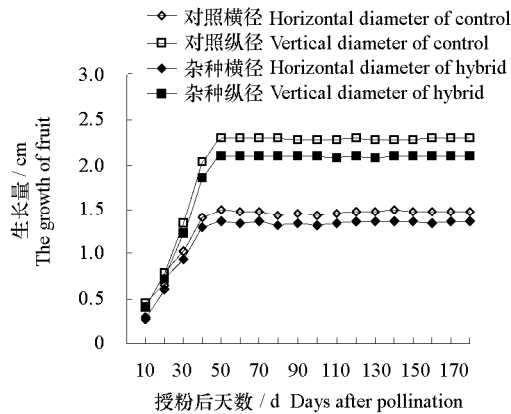


图 1 阿月浑子果实生长曲线图

Fig. 1 The graph of fruit and hybrid-fruit growth of pistachio

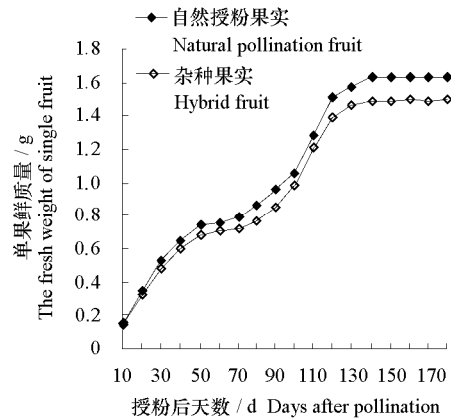


图 2 阿月浑子单果鲜质量变化曲线

Fig. 2 The graph of fresh weight of single pistachio fruit

2.2 杂种果实种胚发育规律

对果实的解剖学观察发现, 杂交授粉完成后杂交果实即开始生长膨大, 但种胚保持较长时间的休眠 (约 70 ~ 80 d)。授粉后 70 d (6 月 25 日) 杂种果实内只见疏松珠柄膨大, 未见种胚发育; 授粉后 80 d (7 月 5 日) 种胚已发育, 但胚体很小; 授粉后 100 d (7 月 25 日) 种胚已明显发育, 约占果腔的 1/2; 授粉后 120 d 时果实正常发育的种胚已充满果腔 (图 3, A)。

杂种果实的解剖学观察还表明, 阿月浑子杂种胚发育有 3 种情形。(1) 早期败育: 果实内只见膨大疏松珠柄, 而种胚没有发育 (图 3, A - 1、2); (2) 中途败育: 种胚早期发育正常但在发育过程中逐渐萎缩枯死 (图 3, A - 3); (3) 正常发育: 极少数果实种胚能够正常发育形成种子 (图 3, A - 4)。由此可见, 阿月浑子与黄连木杂交存在严重的杂种幼胚败育。由图 1 可以看出, 80 ~ 120 d 的果实大小 (纵横径) 没有显著差异, 但如表 1 所示, 100 和 120 d 的杂交种胚败育率显著高于 80 d 的, 说明 80 ~ 120 d 是杂种胚败育的关键时期。

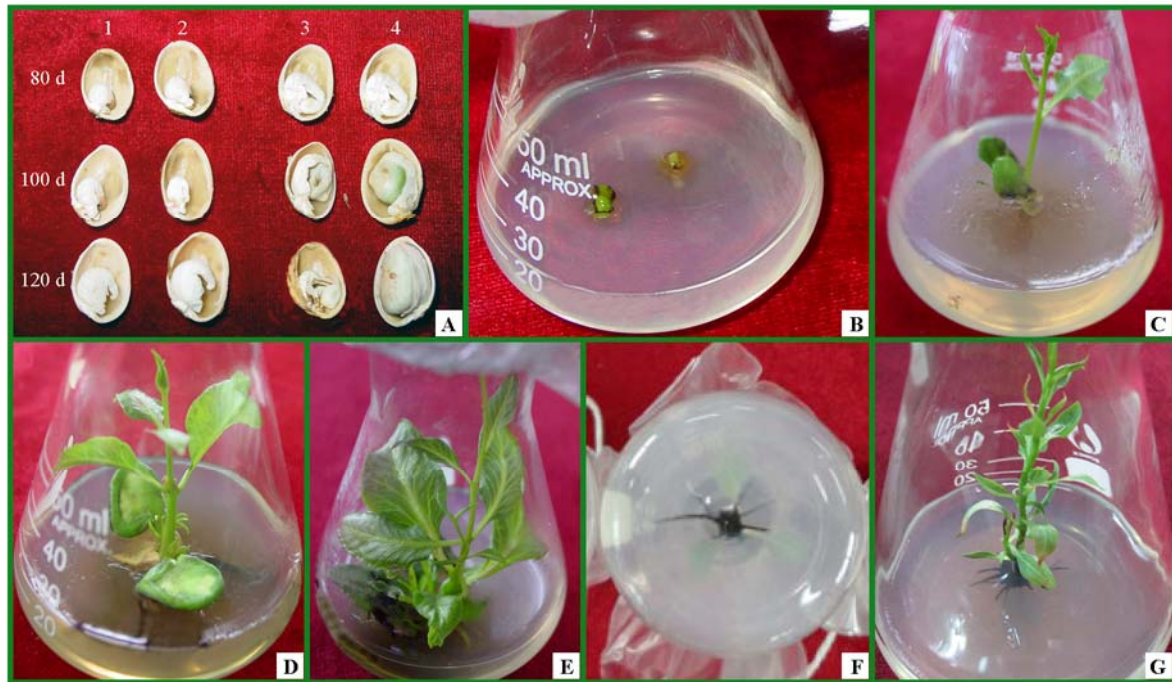


图 3 杂种胚的发育及幼胚培养

A: 不同发育阶段的杂种幼胚 (1 和 2 为败育的胚; 3 为萎缩的胚; 4 为正常胚);

B ~ D: 幼胚启动培养 (依次为 80 d、100 d 和 120 d 的幼胚萌发);

E: 幼苗的增殖培养; F、G: 杂种胚培苗的生根。

Fig. 3 The development of hybrid-embryos and immature embryo culture

A: The hybrid fruits and embryo at different ages (1 and 2 mean aborted embryos; 3 means atrophied embryos; 4 means normal embryos);

B - D: The germination of hybrid embryo at different ages (Followed by 80, 100 and 120 days immature embryo germination);

E: The multiplication of hybrid's shoots; F, G: The rooting of hybrid's shoots.

2.3 胚龄对杂种幼胚萌发的影响

从表 1 可以看出, 胚龄对幼胚萌发率、幼苗真叶数及苗高有显著影响。授粉后 80 d 时, 幼胚刚开始发育, PF 值很小, 接种在培养基上的幼胚仅子叶变绿, 体积略有增大, 但难以萌发成苗 (图 3, B); 授粉后 100 d 时, 幼胚 PF 值为 0.3 ~ 0.5, 幼胚萌发成苗率为 37.04%, 胚培苗生长较慢, 平均真叶数为 4.3 个, 平均苗高为 2.18 cm (图 3, C); 授粉后 120 d 时, 幼胚 PF 值为 0.5 ~ 0.9, 幼胚萌发成苗率为 83.33%, 胚培苗生长较快, 平均真叶数为 4.87 个, 平均苗高为 4.04 cm (图 3, D)。

表 1 胚龄对杂种胚萌发的影响

Table 1 Effect of the embryo age on embryo set fruit percentage and germination

| 胚龄/d | 种胚败育率/% | PF 值 | 幼胚萌发率/% | 真叶数 | 平均苗高/cm |
|------------|-------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Embryo age | Rate of aborted embryos | PF value | Rate of embryo germination | Number of average leaves | Average length of shoot |
| 80 | 33.33 ± 0.09 aA | 0 ~ 0.2 | 0 aA | 0 aA | 0 aA |
| 100 | 72.78 ± 0.06 bB | 0.3 ~ 0.5 | 37.04 ± 0.98 bB | 4.30 ± 0.65 bB | 2.18 ± 0.28 bB |
| 120 | 83.33 ± 0.03 bB | 0.5 ~ 0.9 | 83.33 ± 0.33 cC | 4.87 ± 0.39 bB | 4.04 ± 0.93 cC |

注: 表中大写字母表示 1% 差异显著性水平, 小写字母表示 5% 差异显著性水平。下同。

Note: Letter a, b mean significant difference at $P < 0.05$ level, and capital letter of A, B mean significant difference at $P < 0.01$ level. The same below.

2.4 不同培养基及 6-BA 浓度对杂种胚培苗增殖的影响

从表 2 可以看出, 胚培苗在 DKW 培养基的增殖系数和苗高分别为 2.49 和 2.96 cm, 均显著高于 MS、1/2MS 和 1/2DKW 培养基的胚培苗, 且生长健壮, 表现为叶片浓绿, 苗粗壮 (图 3, E)。

表 2 不同培养基对杂种胚培苗增殖的影响

Table 2 Effect of different medium on multiplication of hybrid's shoots

| 培养基 Medium | 增殖系数 Multiplication coefficient | 平均苗高/cm Seedling height |
|---------------|------------------------------------|----------------------------|
| DKW | 2.49 ± 0.04 dC | 2.96 ± 0.10 cC |
| 1/2DKW | 1.69 ± 0.04 bB | 1.54 ± 0.04 aA |
| MS | 1.83 ± 0.03 cB | 2.46 ± 0.06 bB |
| 1/2MS | 1.49 ± 0.05 aA | 1.77 ± 0.05 aA |

注: 添加物质为 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA + 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP。

Note: The additives were 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA + 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP.

DKW 基本培养基添加不同浓度 6-BA 的试验结果 (表 3) 表明, 4 种 6-BA 浓度对增殖系数和苗高的影响均存在显著差异。其中添加 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA 的胚培苗增殖系数和苗高均显著高于其他 3 个浓度处理, 胚培苗增殖系数达 3.47, 苗高为 3.32 cm, 且胚培苗生长健壮, 明显好于其他处理 (图 3, E)。因此, 适宜杂种胚培苗增殖的培养基为 DKW + 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA + 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP。

表 3 不同 6-BA 对杂种胚培苗增殖的影响

Table 3 The effects of 6-BA on multiplication of hybrid's shoots

| 6-BA/ (mg · L ⁻¹) | 增殖系数 Multiplication coefficient | 平均苗高/cm Seedling height |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1.0 | 2.45 ± 0.04 cC | 2.17 ± 0.07 cB |
| 2.0 | 3.47 ± 0.06 dD | 3.32 ± 0.02 dC |
| 3.0 | 1.76 ± 0.06 bB | 1.56 ± 0.05 aA |
| 4.0 | 1.45 ± 0.05 aA | 1.77 ± 0.07 bA |

注: 基本培养基为 DKW, 添加物质为 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP。

Note: The basic medium was DKW and additives were 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP.

2.5 不同培养基对杂种胚培苗生根的影响

从表 4 可以看出, 3 种基本培养基对杂种胚培苗的生根率和生根数量均有极显著影响。1/2WPM 培养基上杂种胚培苗生根率最高, 平均每株生根条数为 3.97 (图 3, F、G); 1/2DKW 培养基上杂种胚培苗的生根率次之, 长势一般; 而在 1/2MS 培养基上杂种胚培苗的生根率最低, 且长势较弱。因此, 适宜杂种胚培苗生根的培养基为 1/2WPM + 2.0 mg · L⁻¹ IBA + 0.05 mg · L⁻¹ NAA。

表 4 不同培养基对杂种胚培苗生根的影响

Table 4 Effects of different medium on rooting of hybrid's shoots

| 基本培养基 Medium | 生根率/% Rooting rate | 平均生根数 Number of rooting |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| 1/2MS | 48.63 ± 0.63 aA | 2.25 ± 0.07 aA |
| 1/2DKW | 64.15 ± 0.73 bB | 2.86 ± 0.06 bB |
| 1/2WPM | 80.03 ± 1.02 cC | 3.97 ± 0.09 cC |

注: 添加物质为 2.0 mg · L⁻¹ IBA + 0.05 mg · L⁻¹ NAA。

Note: The additives were 2.0 mg · L⁻¹ IBA + 0.05 mg · L⁻¹ NAA.

3 讨论

本研究表明,阿月浑子杂交果实的纵、横径生长均呈“S”形曲线变化,只有 1 次生长高峰,授粉后 10~50 d(4 月中旬至 5 月下旬)为果实形态形成期,授粉 50 d(5 月下旬)以后果实纵、横径生长基本停滞,果实体积基本不再膨大(图 1),说明果实形态生长和发育在 5 月下旬已基本完成。杂种果实鲜质量生长呈双“S”型曲线变化,果实质量的增加有 2 两个高峰;第 1 个高峰出现在授粉后 10~50 d(4 月中旬至 5 月下旬),与果实纵、横径生长期重叠,说明果实鲜质量的增加是果实体积增加和膨大的结果;第 2 个高峰出现在授粉后 80~130 d(7 月初至 8 月末),与正常种胚的发育时期相重叠,说明果实鲜质量第 2 次高峰的出现是果种仁生长和发育结果所致。

杂种胚败育是远缘杂交存在的普遍问题。幼胚培养是解决杂种胚败育的有效途径,在杂交幼胚败育前及时进行离体培养可以获得杂种植株,胚龄是胚培养成功的关键因素之一,因此,准确把握幼胚获取时间至关重要(顾爱侠等,2010)。以往研究表明,杂交葡萄以授粉后 35~45 d 的胚培养效果较佳(王飞等,2006);极早熟油桃幼胚培养以花后发育 56 d 的果实低温处理 80 d 的幼胚成苗效果最佳(董晓颖等,2007)。对阿月浑子杂种胚败育率的调查表明,从授粉后 80 d 至 120 d 种胚败育率增加了 50.00%,说明 80~120 d 是杂种胚败育的关键时期(表 1);幼胚培养的结果表明,授粉后 80 d 的杂种幼胚难以萌发成苗,100 d 的幼胚萌发成苗率较高,120 d 的幼胚萌发成苗率最高(表 2),因此,阿月浑子杂种胚挽救的适宜胚龄为授粉后 100~120 d。

本试验在借鉴前人研究基础上,以阿月浑子杂种幼胚为外植体开展了增殖和生根培养初步研究,筛选出了适宜的增殖培养基为:DKW + 2.0 mg · L⁻¹ 6-BA + 0.05 mg · L⁻¹ IBA + 0.3 g · L⁻¹ LH + 1.5 g · L⁻¹ PVP,增殖系数为 3.5;适宜的生根培养基为:1/2WPM + 2.0 mg · L⁻¹ IBA + 0.05 mg · L⁻¹ NAA,生根率达 80%。本试验所用幼胚均为冷藏 60 d 的材料,低温冷藏是幼胚培养常用的处理方法,幼胚与成熟种子一样,需要通过一定的低温量完成休眠才能正常生长,如不经过低温(1~5 °C)处理常导致活力不强,萌芽率不高,易形成畸形苗,缩短或延长冷藏处理的试验有待于进一步研究。

References

- Buyukalaca S, Gulen H, Tanriver E, Kaska N. 1997. Embryo rescue on abortive pistachio seeds. *Acta Horticulturae*, 441: 307 - 308.
- Ding H F, Qi G M. 2001. Ovules culture and plant formation of hybrid progeny of seedless grape. *Journal of the Tropics and Subtropics*, 102 (2): 147 - 152.
- Dong Xiao-ying, Meng Xin-fa, Li Pei-huan, Wang Yong-zhang, Liu Cheng-lian. 2007. Studies on the correlative factors for normal seedling development in immature embryo culture of ultra-early maturing nectarine. *Acta Horticulturae Sinica*, 34 (3): 739 - 742. (in Chinese)
- 董晓颖, 孟新法, 李培环, 王永章, 刘成连. 2007. 极早熟油桃幼胚离体培养成苗相关因素探讨. *园艺学报*, 34 (3): 739 - 742.
- Gu Ai-xia, Feng Da-ling, Xuan Shu-xin, LI Xiao-feng, Luo Shuang-xia, Shen Shu-xing. 2010. Application of embryo rescue technology in plant breeding. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research*, 25 (1): 30 - 33. (in Chinese)
- 顾爱侠, 冯大领, 轩淑欣, 李晓峰, 罗双霞, 申书兴. 2010. 胚挽救技术在植物育种中的应用. *河北林果研究*, 25 (1): 30 - 33.
- Koukhartchik N V, Semen S, Geibel M. 2000. Embryo culture in *Prunus L.* breeding. *Acta Horticulturae*, 538: 663 - 665.
- Liang Hai-yong, Yang Min-sheng, Zheng Jun-bao. 1998. Tissue culture of *Pistacia vrea*. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research*, 13 (2): 158 - 161. (in Chinese)
- 梁海永, 杨敏生, 郑均宝. 1998. 阿月浑子组织培养研究. *河北林果研究*, 13 (2): 158 - 161.
- Obukosia S D, Kimani Waithaka. 2000. Nucellar embryo culture of *Citrus sinensis L.* and *Citrus limon L.* *African Crop Science Journal*, 8 (2): 109 - 116.
- Onay A, Jeffree C E, Theobald C, Yeoman M M. 2000. Analysis of the effects of maturation treatments on the probabilities of somatic embryo germination and plantlet regeneration in pistachio using a linear logistic method. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 60 (2): 121 - 129.

- Roen D. 1994. Prospects for shortening the breeding cycle of apple (*Malus × domestica* Borkh) using embryo culture, pt. 1: Reducing the period of cold treatment by hormone application. *Gartenbauwissenschaft*, 59 (2): 49 - 53.
- Song Feng-hui, Li Kang, Shi Yan-jiang. 2002. *Pistacia vera* tissue foster and fast generation technology. *Economic Forest Researches*, 20 (4): 45 - 47. (in Chinese)
- 宋锋惠, 李 康, 史彦江. 2002. 阿月浑子组织培养及快速繁殖技术研究. *经济林研究*, 20 (4): 45 - 47.
- Wang Fei, Wang Yue-jin, Zhou Jian-xi. 2006. Breeding technology of embryo rescue in seedless grape with chinese wild grape. *Acta Horticulturae Sinica*, 33 (5): 1079 - 1082. (in Chinese)
- 王 飞, 王跃进, 周坚锡. 2006. 无核葡萄与中国野生葡萄杂总种的胚挽救技术的研究. *园艺学报*, 33 (5): 1079 - 1082.
- Wang Li-ping. 2004. Studies on micropropagation techniques of *Pistacia vera* L. and Korla's pear[M. D. Dissertation]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University. (in Chinese)
- 王莉萍. 2004. 阿月浑子和库尔勒香梨微繁殖技术研究[硕士论文] 乌鲁木齐: 新疆农业大学.
- Yu Fei, Wei Fang, Su Shu-chai, Leng Ping-sheng, Ji Qian-long, Duan Yun-feng. 2009. Effects of K^+ on proliferation of *in vitro* cultured planlets of *Pistacia vera* L. *Journal of Beijing University of Agricultural*, 24 (2): 57 - 58. (in Chinese)
- 于 菲, 魏 芳, 苏淑钗, 冷平生, 姬谦龙, 段云峰. 2009. K^+ 对阿月浑子增殖培养的影响. *北京农学院学报*, 24 (2): 57 - 58.

征 订

《中国蔬菜栽培学》(第2版)

《中国蔬菜栽培学》(第2版)于2009年10月由中国农业出版社出版发行。全书约250万字,分总论、各论、保护地蔬菜栽培、采后处理及贮藏保鲜共4篇。总论篇概要地论述了中国蔬菜栽培的历史、产业现状,中国蔬菜的起源、来源和种类,蔬菜作物生长发育和器官形成与产品质量的关系,蔬菜生产分区、栽培制度和技术原理,蔬菜栽培的生理生态基础以及环境污染与蔬菜的关系等;各论篇较详细地介绍了根菜类、薯芋类、葱蒜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、叶菜类、瓜类、茄果类、豆类、水生类、多年生类、芽苗菜以及食用菌类蔬菜的优良品种、栽培技术、病虫害综合防治、采收等方面的技术经验和研究成果;保护地蔬菜栽培篇论述了中国蔬菜保护地的类型、构造和应用,主要栽培设施的设计、施工,保护地环境及调节,保护地蔬菜栽培技术;采后处理及贮藏保鲜篇重点介绍了蔬菜采后处理技术及贮藏原理和方法等。与原著(1987年版)相比较,具有如下特点:

1. 重点增加了自20世纪80年代后期以来,中国在蔬菜栽培理论、无公害蔬菜栽培技术、推广应用的新品种、病虫害综合防治以及在蔬菜产品质量、产品采后处理及贮藏保鲜原理和技术等方面取得的新成果、新进展;概述了改革开放以来中国蔬菜产、销通过商品基地建设、流通体系建设等在解决蔬菜周年生产和供应方面所取得的成绩。
2. 对蔬菜栽培历史,蔬菜的起源、来源,分类,蔬菜学名,病虫害学名等进行了复核,校勘。
3. 尽可能地反映不同学术思想和观点;尽量反映不同生态区,包括中国台湾地区在内的栽培技术特点。
4. 删去了“蔬菜的加工”和“野生蔬菜”两章,以使本书的内容更加切题。另在附录中增加了“主要野生蔬菜简表”、“主要野生食用菌简表”和“主要香辛料蔬菜简表”3个附表。

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编,组织全国有较高学术水平和实际工作经验的专家、学者和技术人员130余人分别撰写,反映了21世纪初中国蔬菜栽培科学研究和蔬菜生产技术的水平,内容较全面、系统,科学性、学术性强,亦有较强的实用性,插有近500张彩图,可供相关科研人员、农业院校师生、专业技术及管理人员等参考。定价330元(含邮费)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街12号中国农科院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部,邮编100081。