

王爱玲, 张敏, 郑贺云, 等. 甜瓜红心脆和早皇后再生体系的建立[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 82-85.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.024

甜瓜红心脆和早皇后再生体系的建立

王爱玲, 张敏, 郑贺云, 努热亚·艾合买提
(新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所, 新疆鄯善 838200)

摘要: 为了初步筛选出适宜诱导甜瓜红心脆、早皇后子叶和下胚轴愈伤组织和不定芽的培养基, 以及筛选适宜其不定芽伸长和生根的培养基, 采用组织培养的方法, 以甜瓜红心脆和早皇后种子为材料、子叶和下胚轴为外植体, 进行添加不同浓度 6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)、吲哚乙酸(IAA)激素组合的 MS 培养基诱导愈伤组织和不定芽、不定芽伸长、芽生根的研究。试验结果表明, MS+0.5 mg/L IAA、MS+1.0 mg/L IAA 培养基不利于红心脆子叶愈伤组织的诱导, 其余培养基均有利于其子叶和下胚轴愈伤组织的形成; MS 和 MS+0.3 mg/L IAA 培养基不利于早皇后子叶愈伤组织的形成, MS 培养基不利于其下胚轴愈伤组织的诱导, 其余培养基均有利于其愈伤组织的形成; 适宜诱导红心脆子叶不定芽的培养基是 MS+0.5 mg/L 6-BA+1.0 mg/L IAA, MS+1.0 mg/L 6-BA+0.5 mg/L IAA, 适宜诱导早皇后子叶不定芽培养基为 MS+2.0 mg/L 6-BA+0.3 mg/L IAA; 适宜诱导红心脆、早皇后下胚轴不定芽的培养基分别为 MS+1.0 mg/L 6-BA+0.3 mg/L IAA、MS+0.3 mg/L 6-BA+0.5 mg/L IAA; MS+0.5 mg/L 6-BA、MS+1.0 mg/L IAA 培养基分别适宜红心脆、早皇后不定芽伸长; 2 个品种适宜的生根培养基均是 1/2MS+1.0 mg/L IBA。研究初步建立了甜瓜红心脆、早皇后的再生体系, 为其遗传转化研究作了准备。

关键词: 甜瓜; 子叶; 下胚轴; 不定芽; 生根; 愈伤组织诱导; 适宜培养基

中图分类号: S652.04⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0082-03

红心脆甜瓜, 原名阿依思汗可口奇, 原产于鄯善县鲁克沁, 主要分布于新疆吐鲁番盆地, 全疆各地也有栽培。红心脆甜瓜植株生长势较强, 较耐贮藏运输, 抗病性较差, 品种品质较佳, 目前是新疆地区的主要出口品种之一。甜瓜早皇后是从新蜜 1 号和新疆地方品种黄皮瓜中选出的自交系配制而成的厚皮甜瓜一代杂种, 全生育期 84 d, 果实发育期 38~40 d, 生长势较强, 果实椭圆形, 果皮金黄色, 网纹细密, 果形整齐, 果肉橘红色, 肉质松脆、爽口, 风味好, 耐运输, 抗病性优于早皇后^[1]。上述甜瓜优良的商品性状一直受到人们的青睐, 也已成为甜瓜育种者的研究目标之一。转基因技术的出现, 使得增加甜瓜的优良性状成为可能。建立甜瓜再生体系的研究报道很多, 但几乎都缺乏可重复性, 没有一套完整的可重复的建立再生体系的培养基^[2-3]。本研究的目的是通过建立甜瓜红心脆、早皇后再生体系, 为以后提高其再生率作初步研究, 进而为提高遗传转化率、获得转基因植株作准备。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为红心脆、早皇后甜瓜种子, 由新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所提供。

1.2 试验方法

1.2.1 无菌材料的获得

种子去壳后, 在无菌条件下分别用
收稿日期: 2014-10-28
基金项目: 新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务经费(编号: KY2012080)。
作者简介: 王爱玲(1983—), 女, 山西运城人, 硕士, 农艺师, 主要从事甜瓜育种的研究。E-mail: ailing210@126.com。

75% 乙醇处理 1 min、15% NaClO 处理 30 min, 再用无菌水冲洗 3~4 次, 然后接种到 MS 培养基上(含蔗糖 30 g/L、琼脂 6.5 g/L、pH 值 6.0), 放置于 24~28 ℃ 下培养, 每天光照 9~10 h, 光照度为 1 500~2 000 lx^[4]。

1.2.2 愈伤组织及不定芽的诱导 将生长 5 d 无菌苗在无菌条件下切成 4 mm×4 mm 的子叶和长度为 5 mm 的下胚轴作为外植体, 分别接种至表 1 的 25 种培养基上, 6-BA、IAA 激素浓度单位为 mg/L, 下同。每种培养基接种 5 瓶, 每瓶 5 个外植体。30 d 后统计甜瓜红心脆、早皇后子叶、下胚轴の出愈率、出芽率, 观察外植体接种后的形态变化并统计数据。

1.2.3 不定芽伸长的诱导 将长出的不定芽接种至表 2 的 9 种培养基上, 每种培养基接 3 瓶, 每瓶接种 4 个不定芽, 之后统计甜瓜红心脆、早皇后不定芽的伸长率, 观察其伸长情况进行并统计数据。

1.2.4 生根 将不定芽伸长的植株, 接种至配方为 1/2MS+1.0 mg/L IBA、1/2MS+2.0 mg/L IBA 的 2 种生根培养基上, 观察其生根情况^[5-6]。

1.2.5 数据分析 用 SAS 软件对试验数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 诱导红心脆、早皇后子叶愈伤组织和不定芽的情况

从表 3 看出, 除 23、24 号培养基外, 其余培养基均有利于红心脆子叶愈伤组织的诱导, 10、14 号培养基有利于其不定芽的生长, 出芽率可达到 8%; 除 1、22 号培养基外, 其余培养基均有利于早皇后子叶愈伤组织的诱导, 18 号培养基有利于其不定芽的生长, 出芽率可达到 12%。可见, 除 MS+0.5 mg/L IAA、MS+1.0 mg/L IAA 培养基外, 其余培养基均有利于诱导红心脆子叶愈伤组织的形成, 适宜其不定芽生长

表 1 愈伤组织诱导培养基编号及激素配比

培养基编号		培养基激素配比
1	MS	
2	MS + 0.3 mg/L 6 - BA	
3	MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA	
4	MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
5	MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
6	MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 2.0 mg/L IAA	
7	MS + 0.5 mg/L 6 - BA	
8	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA	
9	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
10	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
11	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 2.0 mg/L IAA	
12	MS + 1.0 mg/L 6 - BA	
13	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA	
14	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
15	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
16	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 2.0 mg/L IAA	
17	MS + 2.0 mg/L 6 - BA	
18	MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA	
19	MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
20	MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
21	MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 2.0 mg/L IAA	
22	MS + 0.3 mg/L IAA	
23	MS + 0.5 mg/L IAA	
24	MS + 1.0 mg/L IAA	
25	MS + 2.0 mg/L IAA	

表 2 不定芽诱导培养基

培养基编号		培养基激素配比
1	MS	
2	MS + 0.5 mg/L 6 - BA	
3	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
4	MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
5	MS + 1.0 mg/L 6 - BA	
6	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	
7	MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	
8	MS + 0.5 mg/L IAA	
9	MS + 1.0 mg/L IAA	

的培养基是 MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA、MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA；除 MS 和 MS + 0.3 mg/L IAA 培养基外,其余培养基均有利于早皇后子叶愈伤组织的诱导,最适宜其不定芽生长的培养基是 MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA。

2.2 诱导红心脆、早皇后下胚轴愈伤组织和不定芽的情况

从表 4 可看出,25 种培养基均有利于红心脆下胚轴愈伤组织的诱导,13 号培养基有利于其不定芽的生长,出芽率可达到 8%；除 1 号培养基外,其余培养基均有利于早皇后下胚轴愈伤组织的诱导,4 号培养基有利于其不定芽的生长,出芽率可达到 20%。可见 25 种培养基均有利于诱导红心脆下胚轴愈伤组织的形成,最适宜其不定芽生长的培养基是 MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA；除 MS 培养基外,其余培养基均有利于早皇后下胚轴愈伤组织的诱导,最适宜其不定芽生长的培养基是 MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA。

2.3 红心脆、早皇后的不定芽伸长情况

由表 5 可以看出,MS + 0.5 mg/L 6 - BA 培养基适宜红心

表 3 诱导红心脆和早皇后子叶愈伤组织和不定芽情况

培养基编号	愈伤组织数(个)		出愈率(%)		不定芽数(个)		出芽率(%)	
	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后
1	20	0	80a	0d	0c	0d	0c	0d
2	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
3	19	19	76b	76b	0c	0d	0c	0d
4	20	20	80a	80a	0c	2b	0c	8b
5	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
6	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
7	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
8	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
9	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
10	20	20	80a	80a	2a	0d	8a	0d
11	20	20	80a	80a	0c	1c	0c	4c
12	20	20	80a	80a	0c	1c	0c	4c
13	20	20	80a	80a	1b	2b	4b	8b
14	20	20	80a	80a	2a	1c	8a	4c
15	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
16	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
17	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
18	20	20	80a	80a	0c	3a	0c	12a
19	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
20	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
21	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
22	20	6	80a	24c	0c	0d	0c	0d
23	2	20	8c	80a	0c	0d	0c	0d
24	0	20	0d	80a	0c	0d	0c	0d
25	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d

注:同列数据后标有不同小写字母代表在 0.05 水平上差异达显著水平。表 4、表 5 同。

表 4 诱导红心脆、早皇后下胚轴愈伤组织和不定芽情况

培养基编号	愈伤组织数(个)		出愈率(%)		不定芽数(个)		出芽率(%)	
	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后
1	20	10	80a	40c	0c	0d	0c	0d
2	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
3	20	20	80a	80a	0c	2b	0c	8b
4	20	20	80a	80a	0c	5a	0c	20a
5	20	20	80a	80a	0c	1c	0c	4c
6	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
7	20	20	80a	80a	0c	1c	0c	4c
8	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
9	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
10	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
11	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
12	20	20	80a	80a	1b	0d	4b	0d
13	20	20	80a	80a	2a	0d	8a	0d
14	20	20	80a	80a	1b	1c	4b	4c
15	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
16	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
17	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
18	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
19	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
20	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
21	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
22	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
23	20	19	80a	76b	0c	0d	0c	0d
24	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d
25	20	20	80a	80a	0c	0d	0c	0d

脆不定芽伸长,其不定芽伸长率为 75%;最适宜早皇后不定芽伸长的培养基为 MS + 1.0 mg/L IAA,其不定芽伸长率为 37.5%。

2.4 红心脆、早皇后生根情况

1/2MS + 1.0 mg/L IBA 培养基均适宜红心脆、早皇后生

根,根粗壮且分支多,芽繁殖数较高(表 6)。

2.5 甜瓜子叶和下胚轴再生体系初步建立的全过程

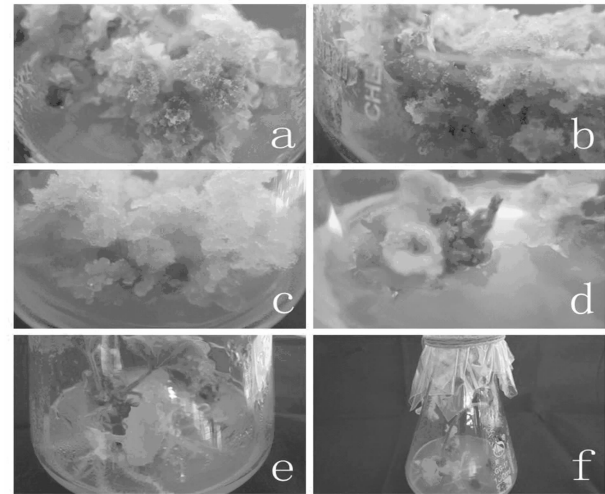
选择甜瓜子叶和下胚轴再生体系建立过程中的典型特征组合,详见图 1。

表 5 红心脆、早皇后不定芽伸长情况

培养基激素配比	不定芽伸长苗数(株)		不定芽伸长率(%)	
	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后
MS	0c	0b	0c	0b
MS + 0.5 mg/L 6 - BA	3a	0b	75a	0b
MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA	1b	0b	25b	0b
MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA	0c	0b	0c	0b
MS + 1.0 mg/L BA	0c	0b	0c	0b
MS + 1.0 mg/L BA + 0.5 mg/L IAA	0c	0b	0c	0b
MS + 1.0 mg/L BA + 1.0 mg/L IAA	0c	0b	0c	0b
MS + 0.5 mg/L IAA	0c	0b	0c	0b
MS + 1.0 mg/L IAA	0c	3a	0c	37.5a

表 6 红心脆和早皇后生根情况

培养基激素配比	生根情况		成苗情况	
	红心脆	早皇后	红心脆	早皇后
1/2MS + 1.0 mg/L IBA	根粗壮且分支多	根粗壮且分支多	芽繁殖数较高	芽繁殖数较高
1/2MS + 2.0 mg/L IBA	根粗壮,但分支少	根粗壮,但分支少	芽繁殖数低	芽繁殖数低



a.子叶诱导出愈伤组织; b.子叶诱导出不定芽; c.下胚轴诱导出愈伤组织; d.下胚轴诱导出不定芽; e.不定芽伸长; f.再生苗生根

图1 甜瓜子叶和下胚轴再生体系建立的全过程

3 讨论与结论

选择不同基因型的甜瓜品种,以不同的组织作外植体,适宜的培养基也不同。基因型对不定芽发生和植株再生体系的建立具有决定性的作用^[7],国内外对甜瓜再生体系的研究很多,但都不能建立起一套通用的甜瓜再生体系。研究者们都采用不同的甜瓜品种和不同组织材料,筛选出的最适宜培养基也不同。陶兴林等以 6 个厚皮甜瓜品种的子叶为外植体材料,发现其再生能力各不相同^[2]。陶兴林等用绿宝石、甘甜一号甜瓜为材料,研究了 6 - BA、IAA 激素浓度组合培养基对 5 d 苗龄的子叶愈伤组织和不定芽的分化情况,结果表明,绿宝石的最适宜不定芽的诱导培养基是含有 2.0 mg/L 6 - BA 的,甘甜一号品种的最适宜不定芽的诱导培养基是含有 1.0、2.0 mg/L 6 - BA 的^[8]。乔永旭用甜瓜鑫福 999 的 5 d 苗龄的

子叶、下胚轴、真叶作为材料,研究 6 - BA、IAA、2,4 - D 的诱导培养基对其愈伤组织、不定芽、不定芽伸长和生根的影响,结果表明:适宜愈伤组织诱导的材料为子叶,MS + 0.5 mg/L IAA + 2 mg/L 6 - BA 是最适宜愈伤组织的诱导培养基^[9]。子叶是适宜诱导不定芽的外植体,MS + 1.0 mg/L 6 - BA 为适宜不定芽诱导的培养基,MS 培养基为适宜其生根的培养基。这些均与本试验的研究结果一致,都认为不同基因型的甜瓜品种,以不同的组织作外植体,适宜的培养基各不相同。本试验结果表明,红心脆和早皇后,取各自的子叶、下胚轴作外植体,适宜的培养基各不相同。

植物生长素与分裂素的种类对不同植物的敏感差异很大,因此激素种类的选择应根据植物种类的不同而异。由于甜瓜本身的内源生长素含量比较高,所以也需要根据不同的目的调整植物生长素与分裂素的比值^[10]。6 - BA 是甜瓜再生分化的关键物质^[11-15]。马国斌等认为,甜瓜组织培养的适宜外植体是未成熟子叶、幼苗子叶和真叶,甜瓜未成熟子叶和幼苗子叶不定芽诱导的适宜培养基是改良的 Miller + 3 mg/L ZT + 0.1 mg/L IAA^[16],本试验研究也认同上述观点。

本研究以红心脆、早皇后的子叶和下胚轴作外植体,初步建立一套完整的再生体系。结果表明,MS + 0.5 mg/L IAA、MS + 1.0 mg/L IAA 培养基不利于红心脆子叶愈伤组织的诱导,其余培养基均有利于其子叶和下胚轴愈伤组织的形成;MS 和 MS + 0.3 mg/L IAA 培养基不利于早皇后子叶愈伤组织的形成,MS 培养基不利于其下胚轴愈伤组织的诱导,其余培养基均有利于其愈伤组织的形成;适宜诱导红心脆子叶不定芽的培养基是 MS + 0.5 mg/L 6 - BA + 1.0 mg/L IAA、MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA,最适宜早皇后子叶不定芽培养基为 MS + 2.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA;适宜诱导红心脆、早皇后下胚轴不定芽的培养基分别为 MS + 1.0 mg/L 6 - BA + 0.3 mg/L IAA、MS + 0.3 mg/L 6 - BA + 0.5 mg/L IAA;MS + 0.5 mg/L 6 - BA、MS + 1.0 mg/L IAA 培

张方方, 刘海元, 张晓琼, 等. 4 株石杉碱甲生产菌原生质体制备与再生条件的研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 85–89.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.025

4 株石杉碱甲生产菌原生质体制备与再生条件的研究

张方方¹, 刘海元², 张晓琼¹, 郑雅焯¹, 谌赛男¹, 黄小强¹, 吴水生

(1. 福建中医药大学, 福建福州 350122; 2. 上海医药工业研究院, 上海 200437)

摘要:为高效获得内生真菌 U29、U32、U50、U51 石杉碱甲生产菌株的原生质体和为原生质体融合及基因组改组选育高产石杉碱甲菌株提供参考, 研究了溶解酶的浓度、加酶量、酶解温度、稳定剂等因子对 4 株菌原生质体制备的影响。通过研究获得了菌株原生质体制备的优化条件: 溶壁酶浓度为 3.0%、加酶量为 2.0 mL/100 mg、菌龄为 5 d、酶解时间为 2.5 h、酶解温度为 30 ℃、0.6 mol/mL 氯化钠为稳定剂、CYM 培养基为再生培养基。在此优化条件下, 4 株菌的原生质体的产量均大于 7.0×10^7 个/mL, 再生率可达 20% 以上。

关键词:内生真菌; 溶解酶; 原生质体制备; 原生质体再生

中图分类号: S336 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0085-05

石杉碱甲(huperzine A, HupA) 是 20 世纪 80 年代, 我国学者从药用植物蛇足石杉[*Huperzaserrata* (Thunb.) Trev.] 中分离到的一种石松类倍半萜生物碱, 具有高效、低毒、可逆性的乙酰胆碱酯酶抑制作用, 目前已成为治疗阿尔茨海默病最有效的药物之一^[1-3]。

内生真菌长期生活在植物体内能够产生与宿主植物相同或相似的化学成分^[4]。自从 1996 年 Strobel 等^[5]从短叶红豆杉中分离到 1 株产紫杉醇的内生真菌, 利用内生真菌生产化

合物被人们广泛接受^[6]。笔者从闽泽马尾杉中分离到 1 株产石杉碱甲的内生真菌炭团菌 NX9, 但产量仅为 1.12 μg/L, 经紫外诱变得到 4 株产量较高的石杉碱甲生产菌 U29、U32、U50、U51, 产量分别为 17.10、17.46、19.89、16.85 μg/L, 但该产量仍较低无法实现工业化生产。通过菌种选育获得产量高、遗传稳定性好的菌种是实现利用内生真菌发酵生产石杉碱甲的首要前提。

原生质体育种能够快速、有效地提高菌株中代谢产物的产量, 包括原生质体再生育种、原生质体诱变育种、原生质体融合育种等方法^[7]。Jin 等以 10 株产量较高的多杀菌素产生菌(*Saccharopolyspora spinosa*) 为出发菌株, 进行原生质体融合后获得的融合菌株 *S. spinosa* 4~7, 其多杀菌素产量比出发菌株提高了 200.55% 以上^[8]。2002 年出现的基因组改组技术则是在原生质体融合的基础上通过对正向突变株库进行多亲本的原生质体递推式融合而实现高效的定向育种, 极大地加快了获得高产、稳产的菌株的速度^[9]。制备大量有活性的

收稿日期: 2015-05-14

基金项目: 福建省社会发展引导性项目(编号: 2015Y01010244); 福建省财政厅专项经费[编号: 闽财指(2011)1238]; 福建省大学生创新创业项目(编号: 201310393057)。

作者简介: 张方方(1990—), 女, 硕士研究生, 主要从事中药生物工程研究。E-mail: 1170563131@qq.com。

通信作者: 吴水生, 从事中药生物工程研究。E-mail: wushuishengwss@163.com。

培养基分别适宜红心脆、早皇后不定芽伸长; 生根培养基均是 1/2MS + 1.0 mg/L IBA。

参考文献:

- [1] 耿守东, 张辉, 廖新福, 等. 早熟厚皮甜瓜早皇后的选育[J]. 中国蔬菜, 2004(4): 28–29.
- [2] 陶兴林, 黄永红, 赵长增, 等. 厚皮甜瓜品种离体培养再生植株能力的基因型差异研究[J]. 果树学报, 2005, 22(3): 252–255.
- [3] 陆璐, 赵长增, 陆婷. 甜瓜“黄蛋子”子叶再生完整植株研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(8): 81–85.
- [4] 王爱玲, 廖新福, 张敏. 早皇后甜瓜无菌系的初步建立[J]. 中国瓜菜, 2012, 25(5): 40–41.
- [5] 王爱玲, 张敏, 廖新福, 等. 甜瓜“黄醉仙”下胚轴再生体系的初步建立[J]. 北方园艺, 2013(12): 100–103.
- [6] 王爱玲, 张敏, 赵荣华, 等. 甜瓜黄醉仙子叶再生体系的初步建立[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(5): 1908–1910.
- [7] 孔祥生, 张妙霞. 甜柿组织培养中玻璃化现象的发生与防治[J]. 北方园艺, 1999(4): 15–16.

- [8] 陶兴林, 黄永红, 陆璐, 等. 2 个甜瓜品种高效再生体系的建立[J]. 西北植物学报, 2005, 25(4): 806–811.
- [9] 乔永旭. 甜瓜再生体系的建立[J]. 北方园艺, 2010(13): 166–168.
- [10] 付秋实, 曹芸运, 谭明明, 等. 薄皮甜瓜离体再生体系的优化[J]. 中国瓜菜, 2014, 27(2): 16–19.
- [11] 于喜艳, 何启伟, 孔庆国. 甜瓜子叶组织培养的研究[J]. 山东农业科学, 2002(2): 22–23.
- [12] 葛屹松, 赵晓琴, 李冠. 新疆甜瓜组培体系的优化及抗病转基因研究[J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 2003, 20(1): 55–58.
- [13] 肖守华, 赵善仓, 王崇启, 等. 厚皮甜瓜高效再生体系的建立[J]. 山东农业科学, 2007(4): 35–39.
- [14] 骆开明. 甜瓜再生体系的建立[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(11): 4419–4423.
- [15] 孙天国, 沙伟, 金忠民. 薄皮甜瓜子叶组织培养的研究[J]. 北方园艺, 2005(2): 64–65.
- [16] 马国斌, 王鸣, 郑学勤. 甜瓜组织培养再生体系的比较研究[J]. 中国西瓜甜瓜, 1999(2): 2–6.