

# 樱桃组织培养及遗传转化研究进展

徐世彦<sup>1</sup>, 武凯翔<sup>2</sup>, 吴延军<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>陕西省果树良种苗木繁育中心, 陕西铜川 727031; <sup>2</sup>浙江省农业科学院园艺研究所, 杭州 310021)

**摘要:** 樱桃果实甜美, 营养丰富, 深受消费者喜爱, 是极具市场潜力的水果之一。但是由于其易裂果、不耐贮藏且抗性较弱, 使樱桃产业的发展受到了极大影响, 因此加快樱桃优良品种的选育十分重要。采用传统育种方式在一定程度上所需周期较长、工作量大, 且杂交胚败育率较高, 严重阻碍了樱桃育种工作的进程。而通过植物组织培养与遗传转化可以克服樱桃传统育种的局限性, 加速育种工作的进程。笔者分析了樱桃茎尖、茎段和叶等器官培养以及胚培养的影响因素, 如基因型、外植体类型、培养条件和激素组合等; 综述了有关樱桃标记基因和目的基因的遗传转化, 包括转化方法、转化材料、所用基因类型、转化植株的鉴定方法、转化结果以及转化率等, 并对生物技术在樱桃研究中存在的问题及今后在樱桃中的应用前景进行了讨论。

**关键词:** 樱桃; 组织培养; 遗传转化

中图分类号: S662.5

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2018)10-1277-09

## Advances in the research of tissue culture and genetic transformation in cherry

XU Shiyan<sup>1</sup>, WU Kaixiang<sup>2</sup>, WU Yanjun<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>Shaanxi Provincial Fruit Trees Propagation Center, Tongchuan 727031, Shaanxi, China; <sup>2</sup>Institute of Horticulture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China)

**Abstract:** Cherry is one of the most popular fruits in the world for its good taste, abundant nutrients and high economic benefit for the growers. However, the development of cherry industry is limited for serious cracking and poor storage life of the fruits. Breeding new varieties with good quality and long storage life is very urgent for the industry. As a perennial plant, cherry has a long life cycle that limits conventional breeding. The technology of tissue culture and genetic transformation provides an efficient method for overcoming the obstacles of traditional breeding and accelerating the breeding programs. Plant tissue culture can produce a large number of healthy and uniform plants in a short period in controlled environment. Tissue culture and genetic transformation of cherry were reviewed in the present paper. The genotype type was an important internal factor affecting regeneration. Different varieties had diverse regeneration rates. Meanwhile, the survival rates varied with the times of collecting apical buds and dark treatment of leaves. The young leaves in the upper part of the cherry tree had stronger morphogenesis abilities. The light quality also affected *in vitro* regeneration of the leaves of Chinese cherry. The duration of low temperature was key factor affecting embryo culture of cherry. The embryonic age was an important factor affecting the success of embryo rescue and the growth of the embryo seedling. The media greatly affected the regeneration rate of plantlets. *Agrobacterium*-mediated transformation was one of the most widely used methods in cherry. By means of genetic transformation the marker genes and target genes such as growth characteristic related genes, frozen tolerance genes, disease resis-

收稿日期: 2018-05-03

接受日期: 2018-08-29

基金项目: 浙江省“十三五”育种专项(2016C02052-9); 浙江省科技厅公益技术研究农业项目(2016C32040)

作者简介: 徐世彦, 女, 硕士, 高级农艺师, 主要从事苹果、樱桃等果树的组织培养与无病毒苗木的快繁研究。Tel: 18309275696, E-mail:

xsy-2121@163.com

\*通信作者 Author for correspondence. Tel: 0571-86058831, E-mail: wyjwjht@163.com

tant genes, softening and aging related genes had been transformed. The prospects and problems of the genetic transformation in cherry were also discussed in this article: Cherry tissue culture stays in suitable medium screening yet, and wide used nursery production system has not formed. Most of the transformation of cherry target genes absent the field testing only carried out on molecular level. Most cherry genetic transformation use rootstocks not cultivar as explants. In addition, single transformation and low the regeneration rate of explants lead to fewer successful cases of genetic transformation. Therefore, we should actively strengthen the cherry tissue culture and regeneration system, nursery production system, genetic transformation system especially for the cultivars in order to lay the foundation for cherry breeding.

**Key words:** Cherry; Tissue culture; Genetic transformation

樱桃是蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus*)樱桃亚属(*Ceraras*)植物,果实色泽艳丽,味道香甜,富含维生素、钙、铁等多种元素,是落叶果树中成熟期较早的树种之一<sup>[1]</sup>。目前世界上栽培较为普遍的樱桃种类有:欧洲甜樱桃(*Prunus avium* L.)、欧洲酸樱桃(*P. cerasus* L.)、中国樱桃(*P. pseudocerasus* L.)和毛樱桃(*P. tomentosa* Thunb.)等。

樱桃有多种繁殖方式,包括种子繁殖、扦插繁殖、分株繁殖、嫁接繁殖和组织培养等,其中生产上常用的为嫁接繁殖。组织培养不仅可在短期内获得大量苗木,进行全年生产,同时还有利于植物种质资源的收集和保存等<sup>[2]</sup>。现今随着樱桃产业的发展,建立高频、高效的樱桃再生体系,并对其进行遗传转化已成为提高育种效率的有效方法。

## 1 樱桃组织培养研究进展

国内外研究人员对樱桃的组织培养已经做了一定程度的探索研究,其中大多集中于茎尖、茎段培养、叶片培养和胚培养等方面。

### 1.1 茎尖、茎段培养

早在1986年,国内就有樱桃茎尖培养的有关研究,其中董义虎等<sup>[3]</sup>进行了影响毛樱桃(*P. tomentosa* Thunb.)茎尖培养的有关因素研究,并获得毛樱桃茎尖增殖和生根的最佳培养基配方;在国外,1982年Ancora等<sup>[4]</sup>进行了有关樱桃茎尖的研究,并成功获得植株。茎尖培养受品种、取材时期、培养基以及植物生长调节物质等多种因素的影响<sup>[5]</sup>。

1.1.1 品种基因型 在相同的培养条件下,基因型不同,樱桃分化能力差别很大。在6种樱桃砧木中,‘1193’的分化能力强于‘北海道’‘山东草樱’‘Colt’‘水桃’以及‘本溪山樱’<sup>[6]</sup>。5个甜樱桃品种中,‘红

灯’成苗率最高,‘砂蜜豆’次之,‘雷尼尔’‘高砂’‘大紫’较低<sup>[7]</sup>。

1.1.2 取材时期 取材时期不同,成苗率差异显著。樱桃夏季取材比冬季成苗率高<sup>[7]</sup>,如樱桃矮化砧木‘SD-13’<sup>[8]</sup>、‘Mahaleb’<sup>[9]</sup>、日本抗寒砧木‘北海道’<sup>[10]</sup>、‘乌克兰大樱桃’<sup>[11]</sup>、酸樱桃<sup>[12-13]</sup>皆取春季萌动芽枝条作外植体,而‘大紫’和‘Colt’则在休眠后取材,其成活率显著高于其他时期<sup>[14]</sup>。另外,‘草原樱桃’<sup>[15]</sup>、甜樱桃矮化砧木‘ZY-1’<sup>[16]</sup>、毛樱桃<sup>[17]</sup>、‘蒙古樱桃’‘南京樱桃’<sup>[18]</sup>、‘乌皮樱桃’<sup>[19]</sup>以及矮化砧木GM和GC两个系列<sup>[20]</sup>皆取冬季休眠芽作外植体。

1.1.3 培养基及植物生长调节物质 茎尖、茎段的组织培养常以MS为基本培养基,生根则为1/2 MS或MS。同时培养基物理状态不同,茎尖、茎段的生长也会受影响。Muna等<sup>[21]</sup>用液体培养基体外繁殖矮化樱桃砧木‘Maxma-14’,其生根效率高达100%。目前国内樱桃组培多以固体培养基为主,液体状态的培养基使用较少。

BA是樱桃茎尖、茎段分化必不可少的植物生长调节物质,由表1可知,以MS为基本培养基诱导丛生芽BA质量浓度范围为0.2~1.0 mg·L<sup>-1</sup>, IAA、IBA、NAA等激素的质量浓度为0~1.0 mg·L<sup>-1</sup>,但BA质量浓度过高会导致试管苗玻璃化<sup>[22]</sup>。褪黑素在低质量浓度下促进生根,但高质量浓度下会抑制樱桃正常生长<sup>[23]</sup>。

1.1.4 炼苗及移栽 当瓶苗在生根培养基中培养30 d即根长约2 cm时开瓶炼苗<sup>[28-29]</sup>。炼苗4~6 d后移栽至适宜基质中。组培苗的成活率因基质成分不同而存在显著差异<sup>[30]</sup>。同时为提高其成活率,要求移栽基质养分充足,保水性、透气性好,温室温度、湿度适宜。

表1 不同品种的茎尖、茎段组织培养  
Table 1 Stem tissue culture of different cultivars

品种 Cultivar	最佳培养基 The best medium	增殖系数 Propagation coefficient	参考文献 Reference
极早	MS + 0.8 mg·L <sup>-1</sup> BA+	11.00	[24]
<i>P. mahaleb</i> L.	0.1 mg·L <sup>-1</sup> IAA		
ZY-1	MS + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA+	9.42	[16]
<i>P. mahaleb</i> L.	1.0 mg·L <sup>-1</sup> GA		
红灯	MS + 0.8 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA+	3.00	[25]
Hongdeng	0.02 mg·L <sup>-1</sup> NAA		
友谊樱桃	MS + 1.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA+	7.40	[26]
<i>P. mahaleb</i> L.	0.3 mg·L <sup>-1</sup> IAA		
Gisela-5	MS + 0.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA+	5.40	[27]
<i>P. mahaleb</i> L.	0.2 mg·L <sup>-1</sup> IBA		

## 1.2 叶片培养

由于品种、叶片生理状态、培养条件、培养基以及植物生长调节物质等的不同,叶片再生频率差异很大。

1.2.1 品种基因型 基因型不同,樱桃离体叶片的再生能力也存在一定差异<sup>[31]</sup>:在相同培养条件下,樱桃‘Gisela-5’和‘Gisela-6’的叶片再生率最高。在樱桃砧木‘98-1’‘Colt’‘大青叶’中,‘98-1’可在多种供试培养基中再生<sup>[32]</sup>。此外,基因型相同,不同品种之间也存在差异,其中‘Gisela-6’比‘Gisela-5’的再生频率高<sup>[31]</sup>。

1.2.2 叶片生理状态 叶片再生率因其生理状态不同而存在一定差异。将樱桃上、中和下部叶片接种于相同培养基中,其上部叶片再生率明显高于中下部叶片<sup>[33-34]</sup>,其中组培苗上部的1~3枚幼叶、半展开叶片再生率最高,完全展开叶片次之,合拢叶片分化能力最差<sup>[35]</sup>。

1.2.3 培养条件 接种后的黑暗处理对叶片再生有很大影响。研究表明,接种后对叶片进行10~15 d的黑暗处理,离体叶片再生能力明显提高<sup>[36]</sup>。另外,在5℃下黑暗处理5 d后转入23℃黑暗处理10 d,愈伤组织可迅速从切口处发生,再转移到23℃光照条件下培养,愈伤组织会很快变得致密,并有不定芽出现<sup>[35]</sup>。另有研究认为在(25±2)℃下黑暗处理3 d,叶片再生率可达到最大值,若继续增加暗处理时间,叶片再生率反而降低<sup>[33]</sup>。

不同光质对中国樱桃叶片离体再生也有一定影响,其中新型照明光源——T5(28 W 蓝光:红光=1:2)效果最好<sup>[37]</sup>。

1.2.4 培养基及植物生长调节物质 基本培养基不同,樱桃离体叶片再生率差异显著。用于樱桃离体叶片再生的基本培养基主要有WPM和MS等。激素种类、质量浓度及其配比对离体叶片再生培养有显著影响<sup>[38-41]</sup>,如表2所示。

表2 不同品种离体叶片再生培养基

Table 2 Regeneration medium of leaves *in vitro* of different cultivars

品种 Cultivar	最佳再生培养基 The best regeneration medium	不定芽再生率 Adventitious shoot regeneration rate/%	参考文献 Reference
本溪山樱 <i>Cerasus sachalinesis</i>	MS + 1.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 0.1 mg·L <sup>-1</sup> IAA + 0.5 mg·L <sup>-1</sup> GA	76.30	[42]
Gisela-5、7 <i>P. mahaleb</i> L.	WPM + 5~7 mg·L <sup>-1</sup> BA + 0.1~1.0 mg·L <sup>-1</sup> IBA	70.00	[43]
Colt <i>P. mahaleb</i> L.	MS + 6.0 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> NAA + 0.5 mg·L <sup>-1</sup> GA	21.30	[44]
Summit <i>P. mahaleb</i> L.	MS + 0.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 0.05 mg·L <sup>-1</sup> IBA + 2.0 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	91.00	[45]
Mahaleb <i>P. mahaleb</i> L.	WPM + 5 mg·L <sup>-1</sup> BA + 0.7 mg·L <sup>-1</sup> IBA	52.40	[46]
SL64 <i>P. mahaleb</i> L.	DKW + 2.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 0.05 mg·L <sup>-1</sup> IBA	90.00	[35]

## 1.3 胚培养

胚培养在克服果树远缘杂交胚败育、胚挽救和生产无病毒苗木等研究领域发挥着重要作用<sup>[47]</sup>,主要受基因型、胚龄等内因和物理处理、基本培养基以及激素等外因的影响。

1.3.1 品种基因型及胚龄(胚发育指数) 樱桃胚培养的萌发率因品种基因型不同而存在差异。中国樱桃不同品种与‘红灯’进行杂交,其中以‘五莲红樱

桃’为父本所得的杂种萌发率最高,达93.33%,且苗生长健壮;以‘平度长把红’为父本得到的杂种胚萌发率最低,且苗体矮小,生长势最差<sup>[48]</sup>。

胚龄或PF值是影响胚挽救成功的关键因素,直接影响到胚培养成苗率的高低和胚培养苗的长势。在同一时期采样,早熟品种胚的发芽率高于中熟品种<sup>[49]</sup>。当樱桃胚发育指数大于0.7即胚发育到最佳状态但又尚未败育时,成株

率较高<sup>[50-52]</sup>。

1.3.2 物理处理 花粉辐照对克服果树远缘杂交不亲和和自交不孕有重要作用。在 434 kV·m<sup>-1</sup> 的静电场处理下,‘五莲红樱桃’与‘杂优 1 号’进行杂交,杂种胚的成苗率达到 100%<sup>[49]</sup>。

胚的低温处理是樱桃胚培养能否成功的一个重要因素。当胚经过 1~5 °C 的低温处理时,可使其活

力增强,萌芽率提高,胚培苗生长健壮。‘拉宾斯’在 2~4 °C 低温中处理不同时间,20 d 就有胚打破休眠,而低温处理时间以 60~80 d 为宜<sup>[50]</sup>。

1.3.3 培养基及其植物生长调节剂 樱桃胚培养的基本培养基大多为 1/2 MS。植物生长调节剂由于品种不同,种类、浓度和配比的要求差异很大,如表 3 所示。

表 3 不同品种的胚培养

Table 3 Embryo culture of different cultivars

品种 Cultivar	最佳培养基 The best medium	成苗率 Rate of Plantlet/%	参考文献 Reference
养老 Elton	1/2 MS + 2.0 mg·L <sup>-1</sup> BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> IAA + 10.0 mg·L <sup>-1</sup> Vc	100.00	[53]
红灯×五莲红樱桃 Hongdeng × Wulian Red Cherry	1/2 MS + 2.0 mg·L <sup>-1</sup> BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> IAA + 10.0 mg·L <sup>-1</sup> Vc	93.33	[49]
红灯×郁李 Hongdeng × <i>P. japonica</i> (Thunb.) L.	1/2 MS + 2.0 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> IAA + 10.0 mg·L <sup>-1</sup> Vc	92.60	[54]
斯特拉×红灯 Stella × Hongdeng	MS + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> BA + 0.4 mg·L <sup>-1</sup> IAA	93.30	[51]
红灯 Hongdeng	MS + 2.0 mg·L <sup>-1</sup> BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> IAA + 10 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 1 g·L <sup>-1</sup> 活性炭(Activated carbon)	90.00	[55]
先锋×对樱 Van × <i>P. pseudocerasus</i>	F14 + 0.5 mg·L <sup>-1</sup> 6-BA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> IBA + 1.0 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	57.10	[56]

## 2 樱桃遗传转化研究

目前,果树上应用较多的遗传转化方法包括基因枪法<sup>[57]</sup>、农杆菌介导法<sup>[58]</sup>、聚乙二醇(PEG)法<sup>[59]</sup>、电激法<sup>[60]</sup>等。在樱桃上应用最多的是农杆菌介导的遗传转化方法<sup>[61-64]</sup>(表 4)。

### 2.1 标记基因转化

试验采用甜樱桃矮化砧木‘Gisela-6’的离体叶片进行再生培养,通过根癌农杆菌介导法进行转基因,最终确定 *gus* 基因已整合到‘Gisela-6’染色体上,获得了 11 个转基因株系,同时试验还证明了培养基中的生长素(IBA 或 NAA)可提高遗传转化效率<sup>[61]</sup>。

### 2.2 目的基因转化

2.2.1 转改良品种和砧木生长特性基因 通过采用遗传转化可以改良果树栽培品种和砧木的生长特性<sup>[62]</sup>。采用根癌土壤杆菌介导法将 *rolC* 基因导入中国矮樱‘99-02’叶片,发现苗的根数和根长显著增加<sup>[63]</sup>。将 *PsTFL1* 通过农杆菌介导法导入‘黑樱桃’,使其与 *FLOWERING LOCUST* 抵消并抑制花相关基因的转录可以调节开花时间以达到繁殖不育的目的<sup>[64]</sup>。此外,将 *AGAMOUS(AG)* 基因导入‘黑樱桃’中,最终也获得了转基因植株。但种植时,部分枝梢和叶片发生坏死,使根系转基因植物对环境的适应变得困难<sup>[65]</sup>。

2.2.2 转抗冻性基因 在抗冻性转基因研究方面,樱桃已经获得了 7 个含抗冻基因的遗传转化体系<sup>[66]</sup>,但最终其蛋白质并未在转化植株中表达出来。

2.2.3 转抗病性基因 在抗病害研究方面,樱桃已获得茎尖再生体系<sup>[67]</sup>和叶片再生体系<sup>[32,68]</sup>。将抗菌肽基因通过农杆菌介导法导入樱桃砧木,最终在转化植株中得到了有效表达。

2.2.4 转抗软化衰老基因 樱桃作为一个优良果树树种,不仅需要良好的果实性状,而且应具有耐储性。ACC 氧化酶、多聚半乳糖醛酸酶(PG)、果胶酶以及纤维素酶等都会影响果实耐储性。将桃的反义 ACC 氧化酶基因导入樱桃‘京引 1 号’基因组中获得了抗性芽<sup>[69]</sup>。利用农杆菌介导法将多聚半乳糖醛酸酶(PG)反义基因转入中国樱桃,最终获得了含有 PG 反义基因的转基因植株,但还需实际鉴定果实耐储性<sup>[70]</sup>。以上都仅单转了一种酶的反义基因,这是否能从根本上解决樱桃果实耐储性问题,还有待实践验证。

遗传转化研究将对樱桃品种改良起到积极推动作用,在改良樱桃某些性状、选育新品种方面具有广阔的应用前景。

## 3 展 望

十几年来,生物技术在樱桃遗传育种、品质改良

表4 樱桃的遗传转化  
Table 4 Genetic transformation of cherry

方法 Method	品种 Cultivar	外植体 Explant	目的基因 Target gene	检测方法 Detection method	转化结果 Conversion results	转化率 Conversion rate/%	参考文献 Reference
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Gisela-6	叶片 Leaf	Gus	PCR、Southern blot	转化植株 Transgenic plants	2.20	[61]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	中国矮樱99-02 <i>Cerasus humilis</i> (Bge.) Sok. 99-02	叶片 Leaf	rolC	PCR、RT-PCR、gus	转化植株 Transgenic plants	-	[63]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	黑樱桃 <i>P. serotina</i>	叶片 Leaf	TERMINAL FLOWER1 (PsTFL1)	PCR、RT-PCR	大田苗 Field plants	-	[64]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	黑樱桃 <i>P. serotina</i>	叶片 Leaf	AGAMOUS(AG)	PCR、Southern blot	转化植株 Transgenic plants	1.20	[65]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	矮化砧木 <i>P. pseudocerasus</i> L.	茎尖 Stem	抗菌肽基因 Antibacterial polypeptide gene	Gus、Southern blot	转化植株 Transgenic plants	0.91	[67]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	砧木98-1 <i>P. pseudocerasus</i> L.	叶片 Leaf	抗菌肽基因 Antibacterial polypeptide gene	PCR、Southern blot	转化植株 Transgenic plants	3.09	[32]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	对樱 <i>P. pseudocerasus</i> L.	叶片 Leaf	抗菌肽B基因 Antibacterial polypeptide B gene	PCR、Southern blot	转化植株 Transgenic plants	-	[68]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	京引1号 <i>P. cerasus</i>	叶片 Leaf	反义ACC氧化酶基因 Antisense ACC oxidase gene	PCR、km	转化株系 Transgenic plants	-	[69]
根癌农杆菌 <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	中国樱桃玉珠 <i>P. pseudocerasus</i> L.	叶片 Leaf	多聚半乳糖醛酸酶(PG)反义基因 Anti-polygalacturonase gene	PCR、Southern blot	转化株系 Transgenic plants	-	[70]

上已经取得重大进展。目前樱桃组织培养及遗传转化存在的主要问题有:1)樱桃茎尖、茎段培养目前仅停留在实验室培养基的筛选阶段,而对继代次数、瓶苗玻璃化现象以及炼苗移栽时对苗木具体要求的研究甚少,生产上育苗还未形成程序化;2)在杂种胚培养过程中,出现了随继代时间延长,胚培苗叶形发生变化,杂交后代遗传不稳定性的现象;3)樱桃叶片再生率低,缺乏完善的转化体系,且遗传转化主要采用农杆菌介导法,转化方法单一,致使樱桃遗传转化成功事例较少;4)樱桃遗传转化多以砧木苗为试材,对品种苗转基因研究甚少,且结果多以瓶苗为主,并未进行大田移栽,转化结果缺乏实际鉴定。

针对以上出现的问题,未来樱桃研究应从以下几方面着手:第一,加强对樱桃组织培养过程中光质、苗木玻璃化和遗传分离等问题的研究,以期为樱桃育种和工厂化育苗奠定基础;第二,进一步完善樱桃外植体再生系统,建立高效、稳定且对基因型可较广泛应用的转化体系,提高外植体再生效率;第三,积极开发或创新更有效的遗传转化方法,并广泛收

集樱桃种质资源,以便利于筛选出易再生的基因型进行遗传转化,提高转化效率;第四,加强樱桃目的基因的分离与克隆研究,目前樱桃目的基因的转化研究较少,如樱桃裂果基因。裂果现象在樱桃成熟期极易发生,果实开裂后易受病虫害的侵染,严重影响樱桃果实品质和贮藏,是樱桃生产中急需解决的问题之一。因此如果将樱桃的一些优良功能基因分离和克隆出来,将会极大地促进樱桃转基因技术的发展和运用。

#### 参考文献 References:

- [1] 吴雅琴,赵艳华,程和禾,张玉星. 甜樱桃胚培养育种研究进展[J]. 河北果树,2008(5): 1-3.  
WU Yaqin, ZHAO Yanhua, CHEN Hehe, ZHANG Yuxing. Advances of research on embryo breeding of sweet cherry[J]. Hebei Fruits, 2008(5): 1-3.
- [2] 陈涛,李良,张静,黄智林,张洪伟,刘胤,陈清,汤浩茹,王小蓉. 中国樱桃种质资源的考察、收集和评价[J]. 果树学报, 2016,33(8): 917-933.  
CHEN Tao, LI Liang, ZHANG Jin, HUANG Zhilin, ZHANG Hongwei, LIU Yin, CHEN Qin, TANG Haoru, WANG

- Xiaorong. Investigation, collection and preliminary evaluation of genetic resources of Chinese cherry [*Cerasus pseudocerasus* (Lindl.) G. Don.] [J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33 (8): 917-933.
- [3] 董义虎, 杨增海, 胡霓云, 路广明. 毛樱桃茎尖培养的初步研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 1986, 4(2): 109-116.
- DONG Yihu, YANG Zenghai, HU Niyun, LU Guangming. Initial research of shoot tip culture on sour cherry (*Prunus tomentosa*) [J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 1986, 4(2): 109-116.
- [4] ANCORA G, BENVENUTO E, ROSELLI G, DONINI B, CUOZZO L. Micropropagation of cherry rootstock F12/1 clones originated from irradiation: the isolation of solid mutants [J]. Rivista Di Ortoflorofrutti Coltura Italiana, 1982, 66 (3): 231-238.
- [5] 郑红军, 刘庆忠. 樱桃离体培养研究进展 [J]. 山东农业科学, 2005(6): 69-72.
- ZHENG Hongjun, LIU Qingzhong. Advances of research in culture of cherry [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2005 (6): 69-72.
- [6] 宁淑香, 张春明, 姜长阳. 六种樱桃砧木无性系的建立与再生能力的比较 [J]. 辽宁农业科学, 2001(5): 15-17.
- NING Shuxiang, ZHANG Chunming, JIANG Changyang. Founding of asexual syssexual system and comparison of regeneration capability in six varieties of big cherry [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2001(5): 15-17.
- [7] 代红艳, 张志宏, 吴禄平, 侯义龙, 吕德国. 甜樱桃茎尖培养及 PNRSV 的 RT-PCR 检测 [J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 87-89.
- DAI Hongyan, ZHANG Zhihong, WU Luping, HOU Yilong, LU Deguo. *In vitro* shoot tip culture of sweet cherry cultivars and detection of PNRSV by RT-PCR [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2003, 30(1): 87-89.
- [8] 孙满芝. 樱桃矮化砧木 SD-13 组培快繁技术研究 [J]. 山东林业科技, 2000(4): 25-27.
- SUN Manzhi. Study on tissue culture and rapid propagation of cherry dwarf rootstock [J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2000(4): 25-27.
- [9] 张志勤, 王喆之. 马哈利樱桃砧木组培快繁技术研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(11): 23-28.
- HANG Zhiqin, WANG Zhezhi. Study on rapid propagation technology of *Prunus mahaleb* [J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 2005, 33(11): 23-28.
- [10] 谷迎春, 钟向阳, 刁成义, 朱逸筠, 王林. 北海道樱桃组培技术研究 [J]. 北方果树, 2003(3): 15.
- GU Yingchun, ZHONG Xiangyang, DIAO Chengyi, ZHU Yijun, WANG Lin. Study on tissue culture of sweet cherry [J]. Northern Fruits, 2003(3): 15.
- [11] 刘翠兰, 钱泽民, 徐凤军. 乌克兰大樱桃的组培快繁试验 [J]. 山东林业科技, 2000(1): 15-16.
- ZHENG Cuilan, QIAN Zemin, XU Fengjun. Study on rapid propagation technology of sweet cherry [J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2000(1): 15-16.
- [12] 唐晓杰, 孟庆繁, 杨振国, 高文韬. 酸樱桃组织培养及快速繁殖技术研究 [J]. 北华大学学报(自然科学版), 2004, 5(4): 355-357.
- TANG Xiaojie, MENG Qingfan, YANG Zhenguo, GAO Wentao. On the technology of tissue culture and rapid propagation of *Prunus cerasus* [J]. Journal of Beihua University (Natural Science), 2004, 5(4): 355-357.
- [13] OZZAMBAK E, SCHMIDT H. *In vitro* and *in vivo* micrografting of cherry [J]. Gartenbauwissenschaft, 1991, 56 (5): 221-223.
- [14] 覃兰英, 李青, 邓世秀, 黄宇. 核果类病毒识别鉴定及脱毒技术 [J]. 北京农业科学, 1997(5): 24-29.
- QIN Lanying, LI Qing, DENG Shixiu, HUANG Yu. Identification and detoxification of nuclear fruit virus [J]. Beijing Agricultural Sciences, 1997(5): 24-29.
- [15] 代汉萍, 李宝江, 林丽华, 刘凤君. 草原樱桃茎尖培养技术试验 [J]. 中国果树, 2001(6): 21-23.
- DAI Hanping, LI Baojiang, LIN Lihua, LIU Fengjun. Stem tip culture technology test of sour cherry (*Cerasus fruticosa*) [J]. China Fruits, 2001(6): 21-23.
- [16] 刘仁道, 廖明安. 甜樱桃矮化砧木 ZY-1 组培快繁技术研究 [J]. 北方园艺, 2004(5): 61-63.
- LIU Rendao, LIAO Ming'an. Tissue culture and propagation technology of sweet cherry dwarf rootstock ZY-1 [J]. Northern Horticulture, 2004(5): 61-63.
- [17] 周素平, 张骞, 程斐, 王学军. 毛樱桃苗木的快速繁殖 [J]. 植物生理学通讯, 1998(6): 441-442.
- ZHOU Suping, ZHANG Qian, CHEN Fei, WANG Xuejun. *In vitro* rapid propagation of sour cherry (*Prunus tomentosa*) [J]. Plant Physiology Communications, 1998(6): 441-442.
- [18] PRUSKI K, ASTATKIE T, NOWAK T. Tissue culture propagation of Mongolian cherry (*Prunus fruticosa*) and Nanking cherry (*Prunus tomentosa*) [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2005, 82 (2): 207-211.
- [19] 谢永红, 陈学年, 吕斌, 刁树平, 丁志祥, 代正林. 乌皮樱桃脱毒及快速繁育技术研究 [J]. 西南园艺, 2003, 31(2): 1-3.
- XIE Yonghong, CHEN Xuenian, LÜ Bin, DIAO Shuping, DING Zhixiang, DAI Zhenglin. Study on virus eradication and rapid breeding of sour cherry [J]. Southwest Horticulture, 2003, 31 (2): 1-3.
- [20] 姜中武, 沙玉芬. GM、GC 矮化樱桃砧木组培快繁技术 [J]. 烟台果树, 2004(2): 1-2.
- JIANG Zhongwu, SHA Yufen. Tissue culture and rapid propagation of dwarf cherry rootstocks GM and GC [J]. Yantai Fruits, 2004(2): 1-2.
- [21] MUNA A S, AHMAD A K, MAHMOND K, ABDULI-RAHMAN K. *In vitro* propagation of a semi-dwarfing cherry rootstock [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1999, 59 (3):

- 203-208.
- [22] 夏国海,叶霞,赵冰梅,邵玉春. 樱桃组织培养研究进展[J]. 中国果树,2003,16(3): 49-53.  
XIA Guohai, YE Xia, ZHAO Bingmei, SHAO Yuchun. Advances of research in tissue culture of cherry[J]. China Fruits, 2003, 16(3): 49-53.
- [23] SARROPOULOU V N, THERIOS I N, DIMASSI-THERIOU K N. Melatonin promotes adventitious root regeneration in in vitro shoot tip explants of the commercial sweet cherry rootstocks CAB-6P (*Prunus cerasus* L.), Gisela 6 (*P. cerasus* × *P. canescens*), and MxM 60 (*P. avium* × *P. mahaleb*)[J]. Journal of Pineal Research, 2012, 52 (1): 38-46.
- [24] 王玉秋,侯修胜,钱茜. 优质大樱桃组培快繁技术的初步研究[J]. 山东林业科技,2000(6): 31-33.  
WANG Yuqiu, HOU Xiusheng, QIAN Qian. Preliminary study on tissue culture and rapid propagation technology of sweet cherry[J]. Shandong Forestry Science and Technology, 2000 (6): 31-33.
- [25] 李晓玲,边震,卢绪志,张金龙. ‘红灯’大樱桃的组织培养与快速繁殖[J]. 北方园艺,2014(20): 85-89.  
LI Xiaolin, BIAN Zhen, LU Xuzhi, ZHANG Jinlong. Study on rapid propagation of *Cerasus avium* ‘Hongdeng’ by tissue culture[J]. Northern Horticulture, 2014(20): 85-89.
- [26] 王计平,侯思宇,孙朝霞,王玉国. 欧洲大樱桃的组织培养与快速繁殖[J]. 安徽农业科学,2007,35(16): 4809-4810.  
WANG Jiping, HOU Siyu, SUN Zhaoxia, WANG Yugu. Tissue culture and rapid propagation of *Prunus avium* L.[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2007, 35(16): 4809-4810.
- [27] 徐世彦,曹秋芬. 优良大樱桃砧木吉塞拉5号组培快繁体系构建[J]. 陕西农业科学,2016,62(9): 18-22.  
XU Shiyan, CAO Qiufen. Construction of tissue culture system of sweet cherry rootstock ‘Gisela 5’ [J]. Shaanxi Agricultural Sciences, 2016, 62(9): 18-22.
- [28] 丁遥. 大樱桃“明珠”组培快繁研究[D]. 延吉: 延边大学, 2015.  
DING Yao. Micropropagation of sweet cherry ‘Mingzhu’ in vitro[D]. Yanji: Yanbian University, 2015.
- [29] 李金蓉,丁遥,姜利建,曲盈媛,李美兰,朴炫春. MS和生长素浓度对大樱桃“明珠”组培苗生根的影响[J]. 延边大学农学报, 2015, 37(2): 123-126.  
LI Jinrong, DING Yao, JIANG Lijian, QU Yingyuan, LI Meilan, PU Xuanchun. Effect of MS and auxin concentrations on rooting of sweet cherry ‘Mingzhu’ in vitro[J]. Agricultural Journal of Yanbian University, 2015, 37(2): 123-126.
- [30] 李晓青,张晓申,王慧瑜. 甜樱桃矮化砧木吉塞拉的组织培养和快速繁殖[J]. 北方园艺,2008(7): 226-227.  
LI Xiaoqing, ZHANG Xiaoshen, WANG Huiyu. Tissue culture and rapid propagation of sweet cherry dwarf rootstock Gisela[J]. Northern Horticulture, 2008(7): 226-227.
- [31] 黄文江,刘庆忠,孙清荣,赵红军. 樱桃离体叶片高效再生的影响因素[J]. 农业生物技术学报,2006,14(5): 822-823.  
HUANG Wenjiang, LIU Qingzhong, SUN Qingrong, ZHAO Hongjun. Affecting factors of high frequency regeneration from in vitro leaf of cherry[J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2006, 14(5): 822-823.
- [32] 王关林,夏秀英,钟文田,方宏筠,姜明兰. 樱桃砧木叶片再生系统建立及抗菌肽基因转化[J]. 园艺学报,2003,30(2): 209-211.  
WANG Guanlin, XIA Xiuying, ZHONG Wentian, FANG Hongjun, JIANG Minglan. Regeneration and antibacterial peptide gene transformation of cherry leaves[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2003, 30(2): 209-211.
- [33] 王均华,李文金,牟小翎,唐丽娜,沈向. 甜樱桃矮化砧木RUS-25离体叶片再生植株技术研究[J]. 山西果树,2007(2): 11-12.  
WANG Junhua, LI Wenjin, MOU Xiaoling, TANG Lina, SHEN Xiang. Study on regeneration from in vitro leaf of sweet cherry dwarf rootstocks ‘RUS-25’ [J]. Shanxi Fruits, 2007(2): 11-12.
- [34] 孙国利,闫国华,张开春,周宇,张晓明,于泽源. 樱桃不同杂种优系的组织培养与快速繁殖[J]. 中国农学通报,2009,25(2): 168-171.  
SUN Guoli, YAN Guohua, ZHANG Kaichun, ZHOU Yu, ZHANG Xiaoming, YU Zeyuan. In vitro culture and micropropagation of different hybrids in cherry plants[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(2): 168-171.
- [35] 李洪雯,刘建军,陈克玲,关斌,王建辉,何建,何礼. 欧洲甜樱桃砧木‘SL64’离体叶片再生体系研究[J]. 果树学报,2014,31(增刊): 74-77.  
LI Hongwen, LIU Jianjun, CHEN Keling, GUAN Bin, WANG Jianhui, HE Jian, HE Li. Studies on efficient plant regeneration system from in vitro leaves of sweet cherry rootstock ‘SL64’ [J]. Journal of Fruit Science, 2014, 31(Suppl.): 74-77.
- [36] 黄文江. 甜樱桃矮化砧木离体叶片再生及抗菌肽MB39基因转化植株的获得[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2002.  
HUANG Wenjiang. High frequency shoot regeneration from in vitro leaves of cherry dwarf rootstock, Gisela (*Prunus eerasus* × *P. canescens*) and obtainment of transgenic plants with MB39 gene[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2002.
- [37] 毛永成,刘璐,王小德. 不同光质对中国樱桃叶片离体再生的影响[J]. 湖北农业科学,2016(3): 746-748.  
MAO Yongcheng, LIU Lu, WANG Xiaode. Effects of different light quality on regeneration from leaf in vitro of Chinese cherry [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016(3): 746-748.
- [38] 范志强,李成刚,谭志坤,刘玲艳,孙仲序. 吉塞拉樱桃砧木组培苗分化的研究[J]. 北方果树,2006(1): 5-7.  
FAN Zhiqiang, LI Chenggang, TAN Zhikun, LIU Lingyan, SUN Zhongxu. Research of regeneration system on cherry rootstock of Gisela[J]. Northern Fruits, 2006(1): 5-7.
- [39] DIMASSI-THERIOU K, THERIOS I, SARROPOULOU V. Effects of exogenous indole-3-butyric acid and myo-inositol on in vitro rooting, vegetative growth and biochemical changes in

- leaves and roots in the sweet cherry rootstock M×M 14 using shoot tip explants[J]. Theoretical and Experimental Plant Physiology, 2015, 27 (4): 191-201.
- [40] YANG H Y, SCHMIDT H. Investigations on the regeneration of adventitious shoots *in vitro* in cherries II. Formation of adventitious shoots of *in vitro* leaves of sweet cherries[J]. Gartenbauwissenschaft, 1992, 57(1): 7-10.
- [41] 侯思宇, 孙朝霞, 王玉国. 外源激素配比对樱桃叶片再生体系的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011, 31(2): 104-108.  
HOU Siyu, SUN Zhaoxia, WANG Yuguo. Effect of phytohormone proportion on the *in vitro* cultured leaf regeneration system of *Prunus avium* L.[J]. Journal of Shanxi Agricultural University(Nature Science Edition), 2011, 31(2): 104-108.
- [42] 李怀梅, 张高华, 岳冬梅, 王旭达, 丰明. 樱桃砧木‘本溪山樱’离体叶片再生系统的建立[J]. 北方果树, 2011(4): 9-11.  
LI Huaimei, ZHANG Gaohua, YUE Dongmei, WANG Xuda, FENG Ming. Establishment of *in vitro* leaf regeneration system of cherry rootstock[J]. Northern Fruits, 2011(4): 9-11.
- [43] 刘庆忠, 赵红军, 李志强. 甜樱桃矮化砧木吉塞拉(Gisela)的离体叶片再生植株研究[J]. 果树学报, 2001, 18(5): 255-257.  
LIU Qingzhong, ZHAO Hongjun, LI Zhiqiang. Plant regeneration from *in vitro* leaves of cherry dwarf rootstocks[J]. Journal of Fruit Science, 2001, 18(5): 255-257.
- [44] 刘彦泓, 方宏筠. 樱桃砧木 Colt 离体叶片再生[J]. Developmental & Reproductive Biology, 2002, 11(2): 112-117.  
LIU Yanhong, FANG Hongjun. Regeneration of leaves *in vitro* in cherry rootstock colt[J]. Developmental & Reproductive Biology, 2002, 11(2): 112-117.
- [45] 周宇, 张开春, 闫国华, 赵玉辉, 牛爱国, 李文生. 影响甜樱桃离体小叶片再生的关键因子研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(6): 210-214.  
ZHOU Yu, ZHANG Kaichun, YAN Guohua, ZHAO Yuhui, NIU Aiguo, LI Wensheng. The keys of generation adventitious buds from leaves of sweet cherry *in vitro*[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(6): 210-214.
- [46] 黄文江, 刘庆忠, 赵红军, 孙清荣, 马锋旺. 马哈利樱桃叶片再生的研究[J]. 落叶果树, 2002, 34(4): 1-3.  
HUANG Wenjiang, LIU Qingzhong, ZHAO Hongjun, SUN Qingrong, MA Fengwang. Regeneration of shoots from *in vitro* leaves of ‘Mahaleb’ cherry[J]. Deciduous Fruits, 2002, 34(4): 1-3.
- [47] TUKEY H B. Artificial culture of sweet cherry embryos[J]. Journal of Heredity, 1933, 1: 7-12.
- [48] 梁青, 陈学森, 张立杰, 吴传金, 刘崇琪. 亲本品种对樱桃远缘杂交亲和性及胚抢救的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(3): 388-391.  
LIANG Qing, CHEN Xuesen, ZHANG Lijie, WU Chuanjin, LIU Chongqi. Effects of parental cultivars on cross compatibility and embryo rescue in interspecific crosses between *Prunus avium* and *Prunus pseudocerasus*[J]. Journal of Fruit Science, 2006, 23(3): 388-391.
- [49] 韩礼星, 赵改荣, 李红玉, 黄贞光, 李莉. 早中熟甜樱桃胚培养[J]. 中国果树, 1999(1): 28.  
HAN Lixing, ZHAO Gairong, LI Hongyu, HUANG Zhenguang, LI Li. Embryo culture of early maturing sweet cherry[J]. China Fruits, 1999(1): 28.
- [50] 王爱华, 戴洪义, 于士梅. 甜樱桃胚培养研究[J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(3): 162-164.  
WANG Aihua, DAI Hongyi, YU Shimei. Embryo culture of sweet cherry (*Prunus avium* L.)[J]. Journal of Laiyang Agricultural College, 2003, 20(3): 162-164.
- [51] 赵艳华, 程和禾, 吴雅琴, 张新忠, 刘国俭. 早熟甜樱桃胚挽救研究[J]. 河北农业科学, 2008, 12(4): 69-72.  
ZHAO Yanhua, CHENG Hehe, WU Yaqin, ZHANG Xinzhong, LIU Guojian. Study on the embryos rescue of early maturing sweet cherry[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2008, 12(4): 69-72.
- [52] 杨红花, 秦宏伟. 樱桃种间杂种成熟胚培养及 RAPD 鉴定[J]. 西北植物学报, 2009, 29(6): 1097-1103.  
YANG Honghua, QIN Hongwei. Mature embryo culture and RAPD identification of cherry interspecific hybrids[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2009, 29(6): 1097-1103.
- [53] 刘焕芳, 陈学森, 段成国, 杨红花, 冯宝春. 甜樱桃与中国樱桃杂种的胚抢救及杂种鉴定[J]. 园艺学报, 2004, 31(3): 303-308.  
LIU Huanfang, CHEN Xuesen, DUAN Chengguo, YANG Honghua, FENG Baochun. Embryo rescue and identification of hybrids between sweet cherry and Chinese cherry[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(3): 303-308.
- [54] 石俊. 甜樱桃‘红灯’与郁李的远缘杂交及杂种胚抢救体系的建立[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.  
SHI Jun. Distant hybridization and embryo rescue between *Prunus avium* L. ‘Hongdeng’ and *Prunus japonica*(Thunb.)Lois. [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2009.
- [55] 李明, 赵改荣, 刘聪利, 李玉红, 黄贞光, 耿乐乐. 早熟欧洲甜樱桃高效胚培养成苗技术研究[J]. 果树学报, 2014, 31(增刊): 70-73.  
LI Ming, ZHAO Gairong, LIU Congli, LI Yuhong, HUANG Zhenguang, GENG Lele. High seedling percentage obtained by embryo culture of the early maturing sweet cherry (*Prunus avium*) [J]. Journal of Fruit Science, 2014, 31(Suppl.): 70-73.
- [56] 李文生, 闫国华, 张晓明, 牛爱国, 张开春. 樱桃种间杂种胚培养及子叶植株再生[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 690.  
LI Wensheng, YAN Guohua, ZHANG Xiaoming, NIU Aiguo, ZHANG Kaichun. Embryo culture and plant regeneration from cotyledons in interspecies hybrids of cherry[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(5): 690.
- [57] HEBERT D, KIKKERT J R, SMITH F D, REISCH B I. Optimization of biolistic transformation of embryogenic grape cell suspensions[J]. Plant Cell Reports, 1993, 12(10): 585-589.



- [58] 刘松瑜, 谢深喜, 陶爱群, 周亚洲, 周力, 沈程清. 农杆菌介导的果树转基因研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(9): 179-183.  
LIU Songyu, XIE Shenxi, TAO Aiqun, ZHOU Yazhou, ZHOU Li, SHEN Chengqing. Research progress of gene transformation in fruit tree using *Agrobacterium tumefaciens*[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(9): 179-183.
- [59] VARDI A, BLEICHAN S, AVIV D. Genetic transformation of citrus protoplasts and regeneration of transgenic plants[J]. Plant Science, 1990, 69(2): 199-206.
- [60] SAGI L, REMY S, PANIS B, SWENNEN R, VOLCKAERT G. Transient gene expression in electroporated banana (*Musa* spp. 'Bluggoe', ABB group) protoplast isolated from regenerable embryogenic cell suspensions[J]. Plant Cell Report, 1994, 13(5): 262-266.
- [61] 刘庆忠, 艾呈祥, 张力思, 魏海蓉, 赵彦, 罗伯特·戴维斯, 韩振海. 樱桃矮化砧木 '吉塞拉 6 号' 基因转化体系的建立[J]. 园艺学报, 2008, 35(3): 415-418.  
LIU Qingzhong, AI Chengxiang, ZHANG Lisi, WEI Hairong, ZHAO Yan, ROBERTE D, HAN Zhenhai. Development of transformation system in cherry dwarf rootstock 'Gisela 6' [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2008, 35(3): 415-418.
- [62] HOLEFORS A, XUE Z T, WELANDER M. Transformation of the apple rootstock M26 with rolA gene and its influence on growth[J]. Plant Science, 1998, 136(1): 69-78.
- [63] MUA X P, LIUA M, WANGA P F, SHOU J P. Agrobacterium-mediated transformation and plant regeneration in Chinese dwarf cherry [*Cerasus humilis* (Bge.) Sok.][J]. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2016, 91(1): 71-78.
- [64] WANG Y, PIJUT P M. *Agrobacterium*-mediated transformation of black cherry for flowering control and insect resistance[J]. Plant Cell, 2014, 119(1): 107-116.
- [65] LIU X M, PIJUT P M. Plant regeneration from *in vitro* leaves of mature black cherry (*Prunus serotina*)[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2008, 94(2): 113-123.
- [66] DOLGOV S V, FIRSOV A P. Regeneration and agrobacterium transformation of sour cherry leaf discs[J]. Acta Horticulturae, 1998, 484(484): 577-580.
- [67] 方宏筠, 王关林, 王火旭, 贾士荣, 董云洲, 唐益雄. 抗菌肽基因转化樱桃矮化砧木获得抗根瘤病的转基因植株[J]. 植物学报, 1999, 41(11): 1192-1198.  
FANG Hongjun, WANG Guanlin, WANG Huoxu, JIA Shirong, DONG Yunzhou, TANG Yixiong. Pathogen-resistant transgenic plant from dwarfing rootstock of cherry by introducing antibacterial polypeptide genes[J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(11): 1192-1198.
- [68] 赵玉辉, 李作轩, 张开春, 周宇. 抗菌肽 B 基因导入中国樱桃对樱的初步检测[J]. 中国果树, 2006, 19(1): 21-22.  
ZHAO Yuhui, LI Zuoxuan, ZHANG Kaichun, ZHOU Yu. Introduction of antibacterial polypeptide B gene into Chinese cherry [J]. China Fruits, 2006, 19(1): 21-22.
- [69] 王志林. 反义 ACC 氧化酶基因对樱桃的遗传转化[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2002.  
WANG Zhilin. Genetic transformation of antisense ACC oxidase gene into cherry[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2002.
- [70] 李红双, 崔德才. 利用多聚半乳糖醛酸酶反义基因转化选育耐贮中国樱桃[J]. 生物技术通讯, 2006, 17(6): 885-887.  
LI Hongshuang, CUI Decai. Selections of long storage *Prunus pseudocerasus* Lindl. by anti-polygalacturonase gene transformation[J]. Letters in Biotechnology, 2006, 17(6): 885-887.

### 欢迎订阅2019年《植物遗传资源学报》

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的学术期刊, 中国科技核心期刊、全国中文核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊, 被国内多家数据库收录, 被CA化学文摘(美)(2014)收录, 荣获2015年度中国自然资源学会高影响力十佳期刊。据《中国科技期刊引证报告》(核心版)统计: 2017年影响因子1.180。据CNKI《中国学术期刊影响因子年报》统计: 2017年复合影响因子1.663, 综合影响因子为1.294, 分别比2016年提高11.24%和3.03%。

报道内容为有关植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。如种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新, 信息学、管理学等; 起源、演化、分类等系统学; 基因发掘、鉴定、克隆、基因

文库建立、遗传多样性研究。

双月刊, A4开本, 216页, 彩色铜版纸印刷。定价68元, 全年408元。邮发代号: 82-643。国内连续出版物号CN11-4996/S, 国际连续出版物号ISSN1672-1810。本刊编辑部常年办理订阅手续, 如需邮挂每期另加3元。

地址: 北京市中关村南大街12号《植物遗传资源学报》编辑部

邮编: 100081

电话: 010-82105794; 010-82109494

网址: www.zwyczy.cn

E-mail: zwyczyxb2003@163.com; zwyczyxb2003@caas.cn; zwyczyxb2003@sina.com

微信ID: 植物遗传资源学报 作者QQ群: 372958204