

## 柿种质资源及育种研究进展

杨 勇, 阮小凤, 王仁梓, 李高潮

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**综述了世界上柿主要生产国尤其是我国和日本对柿品种资源的拥有及研究现状;对柿的育种从引种、杂交育种、芽变选种、各主要性状的遗传规律及生物工程方法进行种质创新方面进行了阐述,并对柿种质资源及育种提出努力的方向及前景展望。

**关键词:**柿;种质资源;品种;育种;遗传

**中图分类号:**S665.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2005)02-0133-05

Advances in Research of Germplasm Resources and Breeding of *Diospyros kaki* L.

YANG Yong, RUAN Xiao-feng, WANG Ren-zi, LI Gao-chao

(College of Horticultural, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Research status of persimmon varieties and germplasm in the world, especially in China and Japan is reviewed, which includes introduction of varieties, cross-breeding, selection of bud mutation, inherent rule of different main characters and creating new germplasm by bio-engineering way. Meanwhile, prospects on persimmon germplasm and breeding are discussed.

**Key words:** Persimmon (*Diospyros kaki* L.); germplasm; varieties; breeding; inheritance

柿属于柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros*),是柿属植物中作为果树利用的代表种。世界柿产区主要在暖温带,其中尤以东北亚的中国、日本和韩国栽培最多,东南亚的部分国家也有少量栽培。欧美国家以意大利栽培较多。近年来巴西、以色列、美国、智利、新西兰、澳大利亚等国也开始竞相发展柿树,尤其是甜柿的生产。有关柿种质资源的研究,以日本最为系统和深入,已基本完成了本国原产柿品种的调查、收集、保存、鉴定等工作,并从20世纪30年代起就开展了以培育完全甜柿为目标的柿的育种工作。我国是栽培柿树最早的国家,作为果树栽培已有2 000 a的历史。我国也是柿属植物的分布中心和原产中心之一,从20世纪60年代开始,我国开始对柿种质资源进行调查收集鉴定评价工作,90年代开始柿的杂交选育,取得了初步结果。柿种质资源的收集鉴定评价及育种是一项持续性的工作,对我国柿种质资源继续深入系统的研究,是我国柿生产和科学研究的基本课题之一。

### 1 柿种质资源

#### 1.1 柿属植物资源

柿属(*Diospyros kaki* L.)植物全世界约有190种<sup>[1,2]</sup>,主要分布在热带、亚热带,其中,东北亚占38%,南亚、东南亚占38%、非洲占12%、美洲占8%,大洋洲占4%<sup>[1]</sup>。作为果树利用的主要分布于暖温带。我国柿属植物有64个种和变种<sup>[3]</sup>,还有报导说有58种和变种<sup>[4]</sup>,大多分布于海南岛、广东省、广西省、福建省和云南省的热带和亚热带地区,长江以南的温带也有少数分布,黄河流域一般仅有柿及君迁子2个种,作为果树利用的有柿、油柿、君迁子、浙江柿、老鸦柿等9个种<sup>[3,4]</sup>。

#### 1.2 柿品种资源

我国是世界上柿树栽培最早、面积和产量最多的国家,也是拥有品种资源最丰富的国家。据各地资源调查不完全统计,我国柿品种数原认为有864或963个<sup>[5,6]</sup>,现在增加到1 058个,分布在陕西、山

收稿日期:2003-12-10

基金项目:科技部基础性工作专项“柿种质资源收集整理与保存”(2001DEA10005)

作者简介:杨勇(1964-),男,陕西宝鸡人,副研究员,主要从事柿种质资源研究。

西、河南、河北、山东、湖北、湖南、浙江、江西、江苏、广东、广西、福建、台湾、海南、安徽、贵州、甘肃、云南、四川、辽宁、北京、天津等省市自治区。这些品种中包含同物异名品种,尚有地方偏远,未进行资源调查的地方品种<sup>[7]</sup>。除 20 世纪 80 年代报道的“罗田甜柿”<sup>[8]</sup>及几个变异类型<sup>[9]</sup>和近两年新发现的“甜宝盖”、“秋焰”<sup>[10]</sup>属于完全甜柿外,其余品种均为完全涩柿,至今尚未发现有不完全甜柿和不完全涩柿的存在。我国的柿子品种主要是历史上遗留下来的地方品种,少数为芽变和偶发实生品种<sup>[11]</sup>。

陕西省果树研究所自 1963 年开始筹建柿原始材料圃,对全国柿品种资源进行调查并从全国收集柿品种,于 20 世纪 80 年代在柿原始材料圃基础上建成了国家柿种质资源圃。共从国内外引入近缘种、野生种质、各地主栽品种和特异性状的品种资源 830 多份。这些资源分布于 24 个省市,已覆盖了我国(包括台湾)柿能够生存的全部省市。并从日本、韩国、美国等国家引入我国短缺的柿种质资源,丰富了遗传基因。这些资源均保存在国家柿种质资源圃内。目前对柿资源圃内的柿种质资源在统一记载项目与标准情况下对品种进行了详细观察记载和照相,建立了一套完整的品种记载技术档案及图片档案;已完成 324 份资源的编目、338 份柿资源农艺性状观察及评价、290 份柿资源的品质鉴定、212 份资源的抗寒性鉴定<sup>[12]</sup>、385 份资源圆斑病田间调查及 21 份人工接种鉴定、对 282 份柿资源进行了脱涩难易程度的鉴定,并对 64 份柿属种及品种的染色体倍数性进行了观察<sup>[13]</sup>;对 103 个品种的单宁细胞形态特征进行了观察<sup>[14]</sup>。在鉴定的基础上,将发现的 121 个同物异名品种鉴定归并为 33 个,同名异物的品种有 68 个。并制作出柿品种果期检索表和柿品种花期检索表。

日本是仅次于我国的柿子生产大国,日本虽在 7 世纪时已有柿树栽植种植的记载,但作为果树栽培,并得到迅速发展是在 17 世纪以后<sup>[15]</sup>。日本国内所栽培的柿品种一部分是在唐朝以后直接或间接从中国引入的,一部分品种是日本原有的。共有品种 937 个,将柿品种分成甜柿与涩柿两大部分,共归并为 63 个类型,并选出 58 个地方良种<sup>[16]</sup>。目前由农林水产省果树试验场安芸津支场、京都大学等 19 个单位收集、保存了柿品种资源上千余份,其中日本农林水产省果树试验场安芸津支场<sup>[17,18]</sup>(现名为柿、葡萄支场)保存有日本原产和部分中国(包括台湾)、韩国、美国产的品种 354 个,分属于完全甜柿

(PCNA)、完全涩柿(PCA)、不完全甜柿(PVNA)和不完全涩柿(PVA)四种类型。

韩国在 1959~1969 年间, Kim-hea 试验场分场收集了 233 个地方品种。从 188 个地方品种中,经栽培鉴定选出 74 个优良品种<sup>[19]</sup>。

## 2 柿品种的相互引进

世界上柿主产国除了发掘和收集本国的柿品种资源外,也都非常注重从其他国家引入本国所没有的品种,以丰富本国的柿遗传基因库。我国的国家柿种质资源圃直接从日本引入日本原产柿品种 63 个,韩国原产品种 5 个,我国台湾省品种 2 个;引入的我国短缺的一些资源,如优良的甜柿资源、优良加工品种资源、雄性资源及特异种质资源。这些品种资源的引入,丰富了我国柿遗传基因,填补了我国柿资源地区上的空白,而且为调整生产品种结构和培育新品种创造了条件。日本也从我国、韩国、美国引入本国所没有的柿资源;日本的主要甜柿品种也被美国、意大利、法国、智利、新西兰、澳大利亚、韩国等各国引入本国进行生产和研究。

## 3 柿有性杂交育种

柿为杂性株,有只着生雌花的,有雌雄同株异花的,也有着完全花的,一般优良的甜柿品种及我国的绝大多数涩柿品种都只着生雌花<sup>[15]</sup>。由于选择合适的父本比较困难,因而将优良基因传递给子代的过程具有很大的盲目性,而且杂交后种子形成的能力在不同品种间有较大差异,因此,常规杂交育种比较困难<sup>[15]</sup>。另外用有性杂交方法育种需要较长的时间,一般杂交苗需要 8 a 方能结果,又需大量苗木,最少有 3 000 株苗才有可能出现优良单株。

### 3.1 日本

日本在 1935 年起于兴津园艺试验场(现改为国家果树科学研究所柑桔栽培室)开始进行以培育完全甜柿为目标的柿的育种工作,1968 年移到安芸津支场继续进行,1975 年先后杂交 6 000~8 000 株苗,选出能推广的仅骏河和伊豆两个品种。至目前为止,经过 60 多年的努力,已育成发表的完全甜柿品种有 9 个<sup>[20-26]</sup>(表 1)。

### 3.2 韩国

近几年,韩国对柿栽培及研究投入了更大的关注。已经建起了两个柿试验场,一个是 1994 年建起的甜柿试验场,另一个是 1995 年建成的涩柿试验场。1995 年开始进行柿的育种项目,把从日本引入

的完全甜柿进行了杂交,其目标是选育高品质、大果、早熟的完全甜柿优良品种<sup>[16]</sup>。

表1 日本通过常规杂交育成的完全甜柿品种

Table 1 PCNA cultivars obtained by cross-breeding in Japan			
品种名称	亲 本	发表时间	主要特性
骏河	花御所×晚御所	1961	晚熟,果汁少
伊豆	富有×A4(晚御所×晚御所)	1971	早熟,不耐贮,产量低
新秋	兴津20号×兴津1号	1991	中早熟,高糖度,果面易污染
阳丰	富有×次郎	1991	中熟,单性结实率高,果肉硬
丹丽	兴津2号×兴津15号	1993	观叶品种,秋季叶亮红色
锦秀	兴津2号×兴津15号	1993	观叶品种,秋季叶亮红色
大秋	富有×IIcG-16	1995	大果,中熟,果汁多,果肉软
夕红	松本早生富有×F-2(次郎×御所)	1998	晚熟,大红色果诱人
早秋	伊豆×(109-27)	2002	早熟,果汁多

3.3 中国

西北农林科技大学园艺学院果树研究所从20世纪60年代开始就进行柿品种的收集鉴定工作,于80年代建成国家柿种质资源圃并承担柿种质资源的收集、保存、鉴定评价及利用任务,目前已收集国内外柿品种资源540份,已鉴定评价300多份。从1991年开始进行柿的有性杂交工作,目的是想通过我国的雄性资源与日本完全甜柿资源杂交,再与甜柿回交几代以获得我国自育的完全甜柿品种。现已获得杂交一代果实,表现为不完全甜柿特征。若该性状稳定,就会加快培育完全甜柿品种的进程。华中农业大学园艺系正在利用禅寺丸的非减数配子<sup>[27,28]</sup>(巨大花粉)给完全甜柿授粉,再通过胚挽救的方法获得杂交后代,期望获得无核、大果甜柿新品种。并已获得了有价值的中间材料。

3.4 其他国家

在非亚洲国家中,只有少数几个国家进行了柿的育种工作。在以色列,曾启动了一个以培育耐贮藏完全甜柿的项目,但由于缺乏资金而中止;1950年在巴西圣保罗的堪培那斯农业研究所进行了一个柿的研究计划,以培育可延长采收期的柿品种。发布的品种包括‘花富有’(IAC15207),属完全甜柿,由‘富有’和‘花御所’杂交而成;‘Pomelo’(PCA),‘Rubi’(PCA)及‘Kaoru’(PVA)等,均属于早熟高产类型。但这些品种的应用范围很有限<sup>[29]</sup>。19世纪末,柿被引入意大利,同时,也开发出许多地方品种,

这些地方品种及从亚洲国家引入的新品种保存在佛罗伦萨大学园艺系资源保存圃中。1971年开始进行柿的育种工作,以获得新品种及砧木<sup>[30]</sup>,其育种目标是大果、圆形或稍扁形,风味好,适合工业化用途的完全甜柿。自1971年以来,已从90个杂交组合中获得大约5000个实生苗,并发现几个优良组合。其中的DOFI86.2.034(完全甜柿)无论从果实大小、外观形状及早熟性上都是最佳的<sup>[31]</sup>。

4 芽变选种

由于不同的生态气候条件、立地条件及环境胁迫等的影响均可造成柿属种内的不可逆枝变和芽变,因此柿的种内变异非常丰富。经观察和筛选完全可选出在某一性状上超过原品种的变异品种,从而直接应用于生产或做为品种改良的优异性状材料。如在日本品种平核无中发现了不同的芽变品种刀根早生、大核无、杉田早生、孝士丸;富有的早熟芽变松本早生、砂身及松本早生的芽变上西早生;前川次郎、一木系次郎、若杉系次郎等是次郎的芽变等<sup>[15,16]</sup>;我国原产的一些涩柿品种在各地也发现了不同类型的变异。如山东省的历城小面糊有圆顶小面糊和尖顶小面糊两种;陕西省的三原鸡心黄也有平顶鸡心黄和尖顶鸡心黄两种;富平尖柿有3种类型:大果称“升底柿”、中型果“牛心柿”、小型果称“辣角柿”;笔者亲自观察到眉县牛心柿、禅寺丸、火罐出现过扁圆形果的芽变;以及罗田甜柿中的一些变异类型等<sup>[9]</sup>。

5 柿育种中某些特征的遗传规律

5.1 甜涩的遗传

完全甜柿自然脱涩的属性属于质量遗传<sup>[32,33]</sup>。完全甜柿与其他非完全甜柿(PVNA, PVA, PCA)相比,属于隐性。F1子代要获得完全甜柿只能通过都是完全甜柿的父母本杂交。完全甜柿与原产日本的非完全甜柿杂交或非完全甜柿之间杂交,杂交一代不会出现完全甜柿<sup>[32]</sup>。Ikada. I认为日本的非完全甜柿品种似乎很少或没有带完全甜柿特征基因的杂合体。这也许是由于完全甜柿属于近代起源,完全甜柿特征基因还没有通过自然杂交进入非完全甜柿类型中。日本在育种实践中,完全甜柿品种(如富有、次郎、前川次郎等)与非完全甜柿第一代(来源于PCNA×non-PCNA)杂交后代中,产生完全甜柿基因型的个体占10%~22%(平均14.5%)。说明至少涉及2个或3个隐性基因。获得完全甜柿基因型

的几率很低,是柿育种中存在的主要障碍。因此,要获得完全甜柿后代,通常只能从完全甜柿品种或组合间的杂交中取得。

## 5.2 完全甜柿(PCNA)遗传的变异性

原产日本的完全甜柿品种,其表现型很少有变化,绝大多数表现为晚熟<sup>[33,34]</sup>、有蒂隙和果顶裂果现象<sup>[35]</sup>。Yamada<sup>[36]</sup>对16个PCNA、18个非PCNA品种的27项果实性状特征进行了主成分分析,每个类型的品种都很明显地分在第1,第2主成分中。完全甜柿都具有特别的形态特征,如果实较扁,蒂洼深,果底有皱折及晚熟,有裂果习性等。这种范围很窄的基因表达,日本学者认为与完全甜柿属于近代起源有关。

日本主要致力于完全甜柿的育种,其后代均表现有裂果习性和晚熟。因此,日本学者正寻求其它外来完全甜柿品种,如利用我国原产的,与日本完全甜柿亲缘关系较远的罗田甜柿做亲本,来克服其不断用本国完全甜柿杂交所带来的近亲退化现象。

## 5.3 裂果习性

日本完全甜柿品种与其他品种在果实裂果习性上有明显的不同<sup>[35]</sup>。无核果实很少发生果顶裂果。这主要由于它的单性结实能力强,不授粉也能坐住果<sup>[37]</sup>。裂果特性属于独立的数量遗传,不裂果的品种是纯合体,而裂果的属于杂合体<sup>[35]</sup>。抗裂果双亲的杂交后代极少或没有裂果,而有裂果习性双亲杂交后代均表现裂果。因此,选择抗裂果的亲本就成为选育抗裂果品种的必要条件。但在日本,这种选择并不容易,因为日本绝大多数完全甜柿品种均表现裂果。

## 5.4 果实成熟期

日本绝大多数完全甜柿品种都在晚秋才成熟,培育早熟的完全甜柿是最重要的目标之一。果实成熟期在遗传表现上属于数量型。具有较高的广义遗传力。绝大多数完全甜柿品种是晚熟品种,他们之间杂交很难产生早熟的后代,但经过50多年的几次回交选择,基因型逐渐向早熟性漂移<sup>[33]</sup>。

# 6 新技术在柿育种上的应用

## 6.1 组培法控制倍性

组织培养技术在柿育种上是一种很有效的方法,一些新育种技术也是以组织培养为基础的。1992年,日本学者<sup>[38]</sup>用茎尖培养及由愈伤组织和原生质体再生植株获得成功。1995年,Tamura<sup>[39]</sup>等将次郎和骏河品种的原生质体进行融合,经组培成

功获得了体细胞杂种;1996年,又把次郎品种通过组培并用秋水仙碱处理其原生质体加倍为12倍体( $2n=12x=180$ )。我国学者<sup>[40-44]</sup>在用柿的不同器官进行组织培养方面也有相当大的进展。另外,采用胚乳培养<sup>[45]</sup>及用未减数的巨大花粉进行授粉<sup>[46]</sup>也是控制多倍性的方法,这两种方法在理论上都能产生9倍体植株( $2n=9x=135$ )。而胚乳培养再生的植株或是6倍体( $2n=6x=90$ ),或是12倍体( $2n=12x=180$ )。用未减数的巨大花粉授粉,再辅以组培法进行胚挽救就可获得9倍体的无核品种。

## 6.2 基因转导

1997年,Tao<sup>[47]</sup>等通过用农杆菌向柿圆片中导入抗虫基因 *cryIA(c)*,由愈伤组织再生出了抗东方蠹蛾(*Monema flavescens* Walker)的小植株。另外,也进行了向柿导入耐环境胁迫基因的工作,只是该基因抗环境胁迫的效应还未作鉴定。

## 6.3 分子标记

Kanzaki<sup>[48]</sup>等用分子标记技术标记控制果实涩味的基因,认为果实的涩味特征似乎受2~3对等位基因控制,完全甜柿属于隐性,如果是完全甜柿,其基因型必须是纯合的隐性基因,相反,非完全甜柿的等位基因中至少有一个是显性基因。如果在非完全甜柿中能发现标记显性基因的谱带,则如果杂交后代是完全甜柿,就会缺少这一显性谱带。因此,用这一技术,可在杂交后代的早期鉴定出完全甜柿,大大提高育种进程。

# 7 小结

中日两国柿品种资源占全世界拥有量的80%多,资源可利用的潜在价值是十分巨大的,世界各国应从相互取长补短,共同发展的角度,制订出互利的资源交换条件,相互引种。柿的种内变异非常丰富,各国发现报导的芽变品种也多种多样,只要在田间认真观察,就有可能发现有益的变异类型,从而达到迅速应用的目的。柿的有性杂交育种,日本已开展了几十年,育出了多个品种,各国也都不同程度的进行了相应的工作,我国在这方面起步较晚,而且没有专门的单位进行这项工作,国家柿种质资源圃根据掌握的柿资源优势,一代杂交种已经结果,应继续坚持把工作进行下去,充分利用我国原产的完全甜柿品种与引自日本的优良的完全甜柿品种进行杂交,有可能培育出来自不同起源的完全甜柿杂交种。生物工程技术在柿育种中的应用前景十分广阔,基因转移、分子标记、利用巨大花粉杂交后进行胚挽救等

技术在日本和我国均有成功的报导及获得了中间材料,常规杂交育种与生物技术的相互结合将会加快培育柿新品种的进程。

### 参考文献:

- [1] 嵯岛善次. 柿和人生[M]. 东京:明玄书房,1980. 1445.
- [2] 王仁梓. 柿[M]. 见:中国农业科学院郑州果树研究所等主编. 北京:农业出版社,1987. 619-636.
- [3] 李树钢. 中国植物志(第60卷第1分册)[M]. 北京:科学出版社,1987. 84-154.
- [4] 左大勋,柳盛,王希冀. 我国柿属植物的地理分布及利用[J]. 中国果树,1984,(3):27-34.
- [5] 王仁梓. 柿[M]. 见:沈隽主编,中国农业百科全书果树卷. 北京:农业出版社,1993. 310-314.
- [6] 王仁梓. 柿[M]. 见:中国作物遗传资源学会编. 中国作物遗传资源. 北京:中国农业出版社,1994. 887-890.
- [7] 王仁梓. 柿种质资源研究[A]见:陕西省果树研究所主编,陕西省果树所建所三十年和陕西果品研究中心成立科学研究论文集[C]. 1989. 25-27.
- [8] 王仁梓. 关于罗田甜柿原产地问题的探讨[J]. 中国果树,1983,(2):16-19.
- [9] 潘德森. 罗田甜柿资源调查及优良株系选育[J]. 经济林研究,1994,12(1):51-54.
- [10] 万方数据. 罗田甜柿——秋焰甜柿[J]. 落叶果树,2002,(2):17.
- [11] 王仁梓. 柿[M]. 北京:中国林业出版社,1979.
- [12] 杨勇,王仁梓,李高潮,等. 柿属植物及柿品种染色体数目研究[J]. 西北农业学报,1999,8(3):64-67.
- [13] Wang Renzi, Yang Yong. Research on cold hardiness of germplasm resources of persimmon[J]. Acta Horticulturae, 1997, 436:101-107.
- [14] 杨勇 阮小凤 王仁梓,等. 柿单宁细胞形态特征及发育动态研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(6):93-99.
- [15] 罗正荣,蔡礼鸿,胡春根. 柿属植物种质资源及其利用研究现状[J]. 华中农业大学学报,1996,(8):381-388.
- [16] 日本农水省果树试验场. 广岛县:种苗特性分类调查报告书[C]. 1979.
- [17] 农商务省农事试验场. 农事试验场特别报告第三十八号[R]. 1982.
- [18] 远藤融郎. 柿品种与栽培[M]. 东京:农山渔村文化协会,1982.
- [19] Kim T C, K C Ko. Classification of Persimmon cultivars on the base of horticultural traits[C]. Acta Hort. 1997, 436: 77-83.
- [20] Ikubo S T Sato, Nishida T. New Japanese persimmon variety suruga[C]. Bul. Hort. Sta., Natl. Tokai-Kinki Agr. Expt. Sta., 1961,6:33-37.
- [21] Hirose K, Yamamoto M, Sato T, et al. New Japanese persimmon variety Izu[C]. Bul. Hort. Res. Sta. 1971,B11:1-17.
- [22] Yamane H, Kurihara A, Nagata K, et al. New Japanese persimmon cultivar Youhou[C]. Bul. Fruit Tree Res. Sta. 1991a, 20:49-61.
- [23] Yamane H, Kurihara A, Nagata K, et al. New Japanese persimmon cultivar Shinsyuu[C]. Bul. Fruit Tree Res. Sta. 1991b, 19:13-27.
- [24] Yamane H, Yamada M, Kurihara A, et al. New Japanese persimmon cultivar Taishuu[J]. Japan. Soc. Hort. Sci. 1995,64(Suppl. 2):184-185.
- [25] Yamane H, Yamada M, Kurihara A, et al. Tanrei and Kinshuu, new Japanese persimmon cultivars[C]. Bul. Fruit Tree Res. Sta. 1998b,30.31:15-24.
- [26] Yamane H, Kurihara A, Yamada M, et al. Yubeni, a new cultivar of Japanese persimmon[J]. Japan. Soc. Hort. Sci. 1999, 67(Suppl. 1):51.
- [27] 谷晓峰,唐仙英,罗正荣. 柿品种‘禅寺丸’末减数花粉分离体系的建立[J]. 果树学报,2001,18(1):32-34.
- [28] 谷晓峰,罗正荣. 甜柿巨大花粉萌发特征及辐射敏感性研究[J]. 武汉植物学研究,2002,20(4):280-282.
- [29] Keizo Yonemori, Sugiura A, Yamada M. Persimmon breeding[J]. Plant Breeding Reviews. 2000,19. 208.
- [30] Bellini E, Giannelli G, Villa S. Oriental persimmon for the obtaining of new "PCNA" cultivars[J]. Abstr. 23th Int. Hort. Congr., 1990, (2):3049.
- [31] Bellini E, Giannelli G. Persimmon. [C]. 15th Congress of Eucarpia, Viterbo, Italy. 1998. 675-684.
- [32] Ikada I, Yamada M, Kurihara A, et al. Inheritance of astringency in Japanese persimmon(in Japanese with English summary)[J]. Japan. Soc. Hort. Sci. 1985, 54:39-45.
- [33] Yamada M. Persimmon breeding in Japan[J]. Japan. Agri. Res. Quart. 1993,27(1):33-37.
- [34] Yamada M, Yamane H, Sato A, et al. Variations in fruit ripening time, fruit weight and soluble solids content of oriental persimmon cultivars native to Japan[J]. Japan. Soc. Hort. Sci. 1994a,63:485-491.
- [35] Yamada M, Ikada I, Yamane H, et al. Inheritance of fruit cracking at the calyx end and stylar end in Japanese persimmon[J]. Japan. Soc. Hort. Sci. 1988, 57:8-16.
- [36] Yamada M, Sato A, Yakushiji H, et al. Characteristics of 'Luotian Tianshi', a non-astringent cultivar of oriental persimmon of Chinese origin in relation to non-astringent cultivars of Japanese origin[J]. Bul. Fruit Tree Res. Sta. 1993a, 25:19-32.
- [37] Yamada M, Kakutani M, Yamane H, et al. Influence of seed formation on the cracking at fruit apex in Japanese persimmon[J]. Bul. Fruit Tree Res. Sta. 1991,20:1-11.
- [38] Tao R, Sugiura A. Adventitious bud formation from callus cultures of Japanese persimmon[J]. Hort Science. 1992b,27:259-261.
- [39] Tamura M, Tao R, Sugiura A. Regeneration of plants from protoplasts of Diospyros kaki L[C]. In: Y. P. S. Bajaj, Biotechnology in agriculture and forestry, vol. 34. Plant Protoplasts and Genetic Engineering 6. Springer-Verlag, New York. 1995a,43-54.

- tion methods, and measurement in populations of locoweeds (*Oxytropis* spp.) [J]. *J. Agric. Food. Chem.*, 2001, 49 (10): 4573-4580.
- [19] Akhmedzhanova V I, Alkaloids IV. Structure, synthesis, and possible routes of biosynthesis[J]. *Chem. Nat. Compd. (Engl. Transl.)*, 1996, 32(2): 187-189.
- [20] Ralphs M H, Welsh S L, Gardner D R. Distribution of locoweed toxin swainsonine in populations of *Oxytropis lambertii*[J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2002, 28(4): 701-707.
- [21] Akhmedzhanova V I, Moldagulov M A, Shkirov R. Alkaloids of *Oxytropis puberula*[J]. *Chem. Nat. Compd. (Engl. Transl.)*, 1993, 29(1): 76.
- [22] Somphkon R. Flavonoids of *Oxytropis strobilacea* [J]. *Chem. Nat. Compd. (Engl. Transl.)*, 1991, 27(5): 637.
- [23] 于荣敏, 李锐, 张海军, 等. 小花棘豆化学成分的研究[J]. *植物学报*, 1992, 34(5): 369-377.
- [24] 于荣敏, 李锐, 朱廷儒, 等. 小花棘豆中黄酮醇和黄酮醇甙的分离鉴定[J]. *沈阳药学院学报*, 1989, 6(1): 67.
- [25] 李玉林, 廖志新, 孙洪发, 等. 急弯棘豆化学成分的研究[J]. *中草药*, 1998, 29(3): 149-150.
- [26] 刘斌. 中国棘豆属药用植物及其现代研究[J]. *中国野生植物资源*, 1997, 16(2): 15-18.
- [27] Sun R, Chen J. Saponins from *Oxytropis bicolor*[J]. *Phytochemistry*, 1997, 44(3): 505-508.
- [28] 石方数据, Cheng D. Three saponins from *Oxytropis* species [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(8): 2707-2709.
- [29] 刘绪川, 张国伟, 张洁, 等. 棘豆草及其毒性成分中毒毒理[J]. *中国药理学与毒理学杂志*, 1997, 11(2): 123-124.
- [30] 童德文, 曹光荣, 赵献军. 甘肃棘豆中苦马豆素的分离与鉴定[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2001, 10(2): 6-8.
- [31] 张生民, 高其栋, 侯德慧, 等. 甘肃棘豆中毒[J]. *畜牧兽医学报*, 1981, 12(3): 145-150.
- [32] 孟协中, 张如明. 甘肃棘豆中有毒生物碱的研究[J]. *草业学报*, 1995, 4(1): 6-8.
- [33] 童德文, 曹光荣, 李绍君, 等. 甘肃棘豆中苦马豆素的分离与鉴定[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2001, 29 (3): 5-8.
- [34] Demeuov N B, Akhmedzhanova V I, Moldagulov M A, et al. Muricatisine-a new alkaloid from two species of *Oxytropis* [J]. *Chem. Nat. Compd. (Engl. Transl.)*, 1998, 34(4): 484-485.
- [35] 李勤凡, 王建华, 齐雪如, 等. 山羊冰川棘豆中毒的血液学指标分析[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2001, 29 (1): 97-99.
- [36] 邱丹. 绵羊宽苞棘豆中毒时四项血清生化指标的变化[J]. *甘肃农业大学学报*, 2000, 35(2): 219-221.
- [37] 谭远友, 王建华, 李勤凡, 等. 冰川棘豆生物碱的提取分离[J]. *畜牧兽医学报*, 2002, 33(4): 352-355.
- [38] 于荣敏, 李锐, 朱廷儒, 等. 小花棘豆毒性成分的研究[J]. *沈阳药学院学报*, 1991, 8(2): 113-116.
- [39] 李建科. 中国棘豆属植物开发利用研究现状及前景评述[J]. *草与畜杂志*, 1997, (4): 3-5.
- [40] 邹恒琴, 许峰, 张忠义, 等. 一种具有前景的抗癌药苦马豆素的研究进展[J]. *中草药*, 1997, 28(7): 437-439.
- [41] 曹光荣, 李绍军, 段得贤, 等. 黄花棘豆有毒成分的分析[J]. *中国兽医科技*, 1988(3): 41-43.
- [42] Jame L F, Shupe J I, Bings W. Abortive and teratogenic effects of locoweed on sheep and cattle[J]. *Am. J. Vet. Res.*, 1976, 28: 1379-1388.
- [43] 曹光荣, 段得贤, 李绍君, 等. 黄花棘豆对山羊的毒性研究[J]. *畜牧兽医学报*, 1990, 21(1): 80-86.
- [44] 曹光荣, 李绍君, 段得贤, 等. 黄花棘豆有毒成分的分离与鉴定[J]. *西北农业大学学报*, 1989, 17(3): 1-6.
- [45] 赵宝玉, 曹光荣, 童德文, 等. 甘肃棘豆毒性生物碱研究[J]. *中国兽医学报*, 2001, 21(2): 174-176.
- [46] 王凯, 何宝祥, 羊秀措, 等. 家兔实验性黄花棘豆中毒的临床病理学观察[J]. *中国兽医科技*, 1995, 25(2): 26-27.
- [47] 王凯, 何宝祥. 甘肃棘豆对绵羊的毒性研究[J]. *中国兽医杂志*, 1995, 21(10): 5-6.
- [48] 李洪业, 张才俊, 王勇, 等. 棘豆中毒绵羊血清酯酶多态性特性的研究[J]. *青海畜牧兽医学杂志*, 1997, 27(5): 16-17.
- [49] 顾百群, 段得贤, 催中林, 等. 山羊甘肃棘豆中毒临床病理学研究[J]. *西北农业大学学报*, 1990, 18(3): 62-68.

#### (上接第 137 页)

- [40] 孔祥生, 张妙霞, 张益民, 等. 甜柿离体快繁技术研究[J]. *华中农业大学学报*, 1998, 17(2): 178-186.
- [41] 艾鹏飞, 罗正荣. 甜柿试管苗生根条件研究[J]. *华中农业大学学报*, 2002, 21(2): 154-157.
- [42] 谷晓峰, 唐仙英, 罗正荣. 罗田甜柿幼胚培养条件的研究[J]. *果树学报*, 2001, 18(2): 80-83.
- [43] 谷晓峰, 罗正荣. 罗田甜柿原生体分离、培养及植株再生[J]. *园艺学报*, 2002, 29(4): 369-371.
- [44] 李卫东, 王文江, 刘永居, 等. 柿现代生物技术研究进展[J]. *果树学报*, 2002, 19(1): 58-61.
- [45] Tao R, Ozawa K, Tamura M, et al. Dodecaploid plant regeneration from endosperm culture of persimmon [C]. *Acta Hort.* 1997b, 436: 119-128.
- [46] Sugiura A, Ohkuma T, Choi Y A, et al. Production of nonaploid Japanese persimmon by pollination with unreduced pollen and embryo rescue culture[J]. *Amer Soc HortSci*, 2000, 125(5): 609-614.
- [47] Tao R, Dandekar A M, Uratsu S L, et al. Engineering genetic resistance against insects in Japanese persimmon using cryIA(c) gene of *Bacillus thuringiensis*[J]. *Am. Soc. Hort. Sci.* 1997b, 122: 764-771.
- [48] Kanzaki S, Yonemori K, Sato A, et al. Analysis of the genetic relationships among PCNA cultivars of persimmon from Japan and China using amplified fragment length polymorphism[J]. *Japan. Soc. Hort. Sci.* 2000a, 69: 45-49.