

王 燕, 田 泰, 马 艳, 等. 中国果树新品种保护与 DUS 测试研究进展[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(3): 849-864.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2022.03.033

## 中国果树新品种保护与 DUS 测试研究进展

王 燕<sup>1,2</sup>, 田 泰<sup>1</sup>, 马 艳<sup>1</sup>, 杨佳铭<sup>1</sup>, 陈隆隆<sup>1</sup>, 廖翊雯<sup>1</sup>, 罗雪文<sup>1</sup>, 周小杰<sup>1</sup>, 王小蓉<sup>1,2</sup>

(1. 四川农业大学园艺学院, 四川 成都 611130; 2. 四川农业大学果蔬研究所, 四川 成都 611130)

**摘要:** 中国是世界第一果品生产大国, 2020 年果树栽培面积超过  $1.26 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 总产量达  $2.87 \times 10^8 \text{ t}$ 。果树新品种保护是知识产权战略的重要组成部分, 也是激励育种创新和发展现代果业的基本保障。本文对 2000–2020 年中国果树新品种保护现状以及品种特异性、一致性和稳定性测试发展进行了综述。中国进入植物新品种保护名录且已有品种权申请记录的果树包括仁果类、核果类和浆果类等。2000–2020 年, 国内外共有 2 522 个果树品种(包括少量观赏和砧木品种)提交品种权申请, 1 108 个果树品种获得授权。蓝莓申请数量最多, 为 217 件, 其次为苹果、猕猴桃、樱花、葡萄、草莓、梨、桃、柑橘等。猕猴桃授权数量最多, 为 95 件, 其次为蓝莓、葡萄、梨和苹果。国内主体和国外主体的申请数量分别为 2 048 件和 474 件, 授权数量分别为 960 件和 148 件。国内申请主体中科研主体的申请数量和授权数量最多, 分别达 1 021 件和 541 件, 表明其已成为中国果树新品种选育和种质资源创新的主体。中国各省(市、自治区)在果树新品种培育及保护意识上存在很大差异, 东部和中部地区走在前列, 西部地区较为落后。国外品种权申请以美国、日本和韩国为主, 其中企业是最主要的申请主体。国内、国外品种权申请年限分别为 2.22 年和 5.64 年。中国果树新品种权转让实施不多, 猕猴桃、苹果等走在前列。中国已颁布了 45 个果树特异性、一致性和稳定性(DUS)测试指南, 并在数量性状分级、已知品种数据库构建以及 DNA 分子标记辅助 DUS 测试等方面取得了一些进展。建议进一步扩大果树品种保护名录范围, 加强中国果树新品种申请国际植物新品种权的力度, 采用多核苷酸多态性(MNP)等新型分子标记辅助 DUS 测试, 提升果树新品种 DUS 测试效率。

**关键词:** 果树; 新品种保护; DUS 测试; 测试指南; 分子标记

**中图分类号:** S66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2022)03-0849-16

## Research progress of plant variety protection and test for distinctness, uniformity and stability of fruit trees in China

WANG Yan<sup>1,2</sup>, TIAN Tai<sup>1</sup>, MA Yan<sup>1</sup>, YANG Jia-ming<sup>1</sup>, CHEN Long-long<sup>1</sup>, LIAO Yi-wen<sup>1</sup>, LUO Xue-wen<sup>1</sup>, ZHOU Xiao-jie<sup>1</sup>, WANG Xiao-rong<sup>1,2</sup>

(1. College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. Institute of Pomology and Olericulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

**收稿日期:** 2021-10-04

**基金项目:** 樱桃资源四川省科技资源共享服务平台基金项目; 四川农业大学国家级大学生创新训练计划基金项目(202010626010)

**作者简介:** 王 燕(1987–), 女, 四川南充人, 博士, 讲师, 主要从事果树种质资源与遗传育种研究。(E-mail) wangyanwx@sicau.edu.cn

**通讯作者:** 王小蓉, (E-mail) wangxr@sicau.edu.cn

**Abstract:** China is the largest fruit production country in the world. In 2020, the cultivation area of fruit trees is more than  $1.26 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , and the total output is  $2.87 \times 10^8 \text{ t}$ . The protection of new varieties of fruit trees is an important part of intellectual property strategy, and it is also the basic guarantee for encouraging breeding innova-

tion and developing modern fruit industry. The statuses of plant variety protection and test for distinctness, uniformity and stability (DUS) of fruit trees in China from 2000 to 2020 were summarized in this paper. Fruit trees had been listed in the plant variety protection and had been submitted plant breeders' rights applications, included nuts, drupes and berries. From 2000 to 2020, a total of 2 522 applications from domestic and foreign subjects were submitted, and 1 108 applications were authorized. Blueberry was the species with the highest number of applications, followed by apple, kiwifruit, flowering cherry, grapevine, strawberry, pear, peach and citrus, etc. Kiwifruit was the species with the highest number of grants, followed by blueberry, grapevine, pear and apple. The number of applications by domestic and foreign entities was 2 048 and 474, and the number of authorization was 960 and 148, respectively. Domestic scientific institution was the largest applicant subject with the number of applications and grants of 1 021 and 541 respectively, indicating that it was the main subject for breeding new varieties of fruit trees and innovating germplasm resources in China. Compared with western region, eastern and central regions showed better cultivation and protection awareness of new fruit tree varieties. Foreign applications were mainly from the United States, Japan and Republic of Korea, and companies were the main applicants. The grant lag from application was 2.22 years and 5.64 years for domestic and foreign applicants. There were few examples for transfer of fruit tree plant breeders' rights, such as kiwifruit and apple. There were forty-five DUS guidelines developed for fruit trees in China. Many studies have focused on the grade standard of quantitative characteristics, database construction of fruit tree reference varieties and application of DNA molecular markers for assisting DUS testing. It is suggested to further expand the range of plant variety protection list, accelerate the application of domestic fruit tree variety to International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV), and identify the essentially derived varieties by the novel molecular markers such as multiple nucleotide polymorphism (MNP).

**Key words:** fruit trees; plant variety protection; distinctness, uniformity and stability (DUS) testing; guidelines; molecular markers

中国是世界第一果品生产大国,同时也是第一消费大国<sup>[1]</sup>。果树在园艺产业中占据重要地位,在近年的乡村振兴和特色产业发展中地位突出,是实现第一、第三产业融合发展的重要媒介。2020 年,中国果树种植面积超过  $1.26 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,总产量达  $2.87 \times 10^8 \text{ t}$ <sup>[2]</sup>。随着育种家们不断培育新品种,果树品种权保护逐渐成为果树产业的重要环节。植物新品种是指经过人工培育的或者对发现的野生植物加以开发,具备新颖性、特异性、一致性和稳定性并有适当命名的植物品种<sup>[3]</sup>。《中华人民共和国植物新品种保护条例》规定,新品种的授权必须同时满足特异性、一致性和稳定性,且在中国植物品种保护名录范围内。植物新品种保护是知识产权战略的重要组成部分,也是激励育种创新和发展现代种业的基本保障。植物新品种特异性、一致性和稳定性测试,即 DUS 测试,是植物申请新品种权、审(认)定和登记的科学依据<sup>[3]</sup>。DUS 测试指南是开展 DUS 测试的技术依据。中国于 2004 年颁布了《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南总则》<sup>[4]</sup>,标志着中国开始建立以国际植物新品种保护联盟(UPOV)果树 DUS 测试指南为基础的,符合中国主要果树性状特征的新

品种测试指南。本文拟以中国种业大数据平台(<http://202.127.42.145>)以及国家林业和草原局(<http://www.forestry.gov.cn>)数据为基础,对2000–2020 年中国果树新品种保护特点和 DUS 测试研究现状进行总结,分析存在问题并提出建议,以期为中国果树品种权保护和 DUS 测试提供参考。

## 1 中国果树新品种保护现状

### 1.1 中国果树新品种保护名录

1999 年,中华人民共和国农业农村部、国家林业和草原局分别公布了第一批农业、林业植物新品种保护名录,截至 2021 年,中国已公布了 11 批农业植物新品种保护名录(191 个种属)和 8 批林业植物新品种保护名录(293 个种属),其中涉及的果树种属包括仁果类、核果类、浆果类、柑果类以及干果类等多种类型的果树(表 1)。比较发现,入选新品种保护名录的果树种类少于蔬菜和花卉。同时,中华人民共和国农业农村部、国家林业和草原局颁布的新品种保护名录存在着重复现象,如梅、桃、李、苹果、猕猴桃属、桑属中新品种,其中林业名录中的桃、李和苹果均为除水果外的观赏种类。

表 1 中国果树新品种保护名录

Table 1 The list of plant breeders' rights for fruit trees in China

时间	名录	果树
1999 年	林业	梅( <i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.)
2000 年	农业	梨属( <i>Pyrus</i> L.) 果树
	林业	板栗( <i>Castanea mollissima</i> )、核桃属( <i>Juglans</i> L.) 果树、枣( <i>Zizyphus jujuba</i> )、柿( <i>Diospyros kaki</i> )、杏( <i>Prunus armeniaca</i> )、桃花( <i>Prunus persica</i> L. Batsch.)、榆叶梅( <i>Prunus triloba</i> )
2002 年	农业	桃( <i>Prunus persica</i> L. Batsch.)、荔枝( <i>Litchi chinensis</i> Sonn.)
	林业	松属( <i>Pinus</i> Linn.) 果树、木瓜属( <i>Chaenomeles</i> Lindl.) 果树、沙棘( <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn.)
2003 年	农业	苹果属( <i>Malus</i> Mill.) 果树、柑橘属( <i>Citrus</i> L.) 果树、香蕉( <i>Musa acuminata</i> Colla.)、猕猴桃属( <i>Actinidia</i> Lindl.) 果树、葡萄属( <i>Vitis</i> L.) 果树、李( <i>Prunus salicina</i> Lindl.、 <i>P. domestica</i> L.、 <i>P. cerasifera</i> Ehrh.)
2004 年	林业	榛属( <i>Corylus</i> Linn.) 果树、桑属( <i>Morus</i> Linn.) 果树、榕属( <i>Ficus</i> Linn.) 果树、黄皮属( <i>Clausena</i> Burm. f.) 果树、石榴属( <i>Punica</i> Linn.) 果树
2005 年	农业	桑属( <i>Morus</i> Linn.) 果树、草莓( <i>Fragaria ananassa</i> Duch.)
2008 年	农业	龙眼( <i>Dimocarpus longan</i> Lour.)
2013 年	农业	枇杷( <i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)、樱桃( <i>Prunus avium</i> L.)、芒果( <i>Mangifera indica</i> L.)
	林业	沙拐枣( <i>Calligonum mongolicum</i> Turcz.)、山核桃属( <i>Carya</i> Nutt.) 果树、栗属( <i>Castanea</i> Mill.) 果树、南酸枣[ <i>Choerospondias axillaris</i> (Roxb.) B. L. Burt et A. W. Hill]、构子属( <i>Cotoneaster</i> Medik.) 果树、山楂属( <i>Crataegus</i> L.) 果树、沙棘属( <i>Hippophae</i> L.) 果树、苹果属(除水果外)[ <i>Malus</i> Mill. (except fruits)] 果树、杨梅( <i>Myrica rubra</i> Sieb. et Zucc.)、李属(除水果外)[ <i>Prunus</i> L. (except fruits)] 果树、悬钩子属( <i>Rubus</i> L.) 果树、榧树属( <i>Torreya</i> Am.) 果树、越桔属( <i>Vaccinium</i> L.) 果树、文冠果( <i>Xanthoceras sorbifolium</i> Bunge)、枣属( <i>Zizyphus</i> Mill.) 果树
2016 年	农业	杨梅属( <i>Myrica</i> L.) 果树、椰子( <i>Cocos nucifera</i> L.)、凤梨属( <i>Ananas</i> Mill.) 果树、番木瓜( <i>Carica papaya</i> L.)、木菠萝( <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.)、无花果( <i>Ficus carica</i> L.)
	林业	火棘属( <i>Pyracantha</i> M. Roem.) 果树
2019 年	农业	可可( <i>Theobroma cacao</i> L.)、芭蕉属( <i>Musa</i> L.) 果树、量天尺属[ <i>Hylocereus</i> (Berg.) Britt. et Rose] 果树、西番莲属( <i>Passiflora</i> L.) 果树、梅( <i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.)
2020 年	林业	澳洲坚果( <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche)、鳄梨( <i>Persea americana</i> Mill.)、茶藨子属( <i>Ribes</i> L.) 果树
2021 年	林业	猕猴桃属( <i>Actinidia</i> Lindl.) 果树

## 1.2 中国果树新品种权申请、授权概况

1.2.1 申请数量和授权数量的变化 自 2000 年起,中国开始受理果树品种权申请,2000–2010 年申请数量缓慢增长,2011 年略有回落,2014 年起,每年申请数量均在 100 件以上,2018 年达到 487 件,2019–2020 年申请数量略有回落(图 1)。截至 2020 年,已有 45 个种属申请了植物新品种保护,沙拐枣、木菠萝、火棘、澳洲坚果、鳄梨等暂时未有申请记录(表 2)。2000–2020 年,国内外已有 2 522 个果树品种向中国提交品种权申请(图 1、表 2),蓝莓申请数量居首位,为 217 件,其次为苹果(199 件)、猕猴桃(195 件)、樱花(173 件)、葡萄和草莓(各 168 件)、梨(137 件)、桃(133 件)、柑橘(129 件),合计申请数量为 1 519 件,占申请总量的 60.23%,其他果树种类申请数量均少于 100 件,山楂、椰子等 13 种果树进入新品种保护名录较晚,申请数量较少,均在 10 件以下(表 2)。

2002 年,艾思油栗成为中国第一个被授予品种

权的果树品种,此后每年果树新品种授权数量呈波动性增长,至 2009 年,仅 42 个果树品种获得授权,2010 年后,果树品种权授权数量明显增加,2012 年授权数量为 49 件,2018 年达到 176 件,2020 年为 262 件(图 1)。表 2 显示,截至 2020 年,果树品种授权总量达 1 108 件,猕猴桃以 95 件授权数量位居第一,其次为蓝莓(87 件)、葡萄(85 件)、梨(83 件)、苹果(82 件)、桃(72 件)、柑橘(59 件)、观赏海棠(58 件)和草莓(56 件)。授权数量 10~50 件的种属有 18 个,芒果、无花果、榛、火龙果和榆叶梅各有 1 个品种获得授权。山核桃、西番莲、果梅、龙眼、可可、番木瓜 6 个种属果树品种虽有申请,但目前尚未有品种获得授权。沙棘授权比例最高,达 100.00%,其次为南酸枣(87.50%)、银杏(70.59%)和枇杷(64.71%),柑橘、苹果、梨和葡萄等大宗果树的授权比例为 41.21%~61.11%,草莓和蓝莓的授权比例分别为 33.33%和 40.09%,芒果的授权比例较低,仅 3.03%。

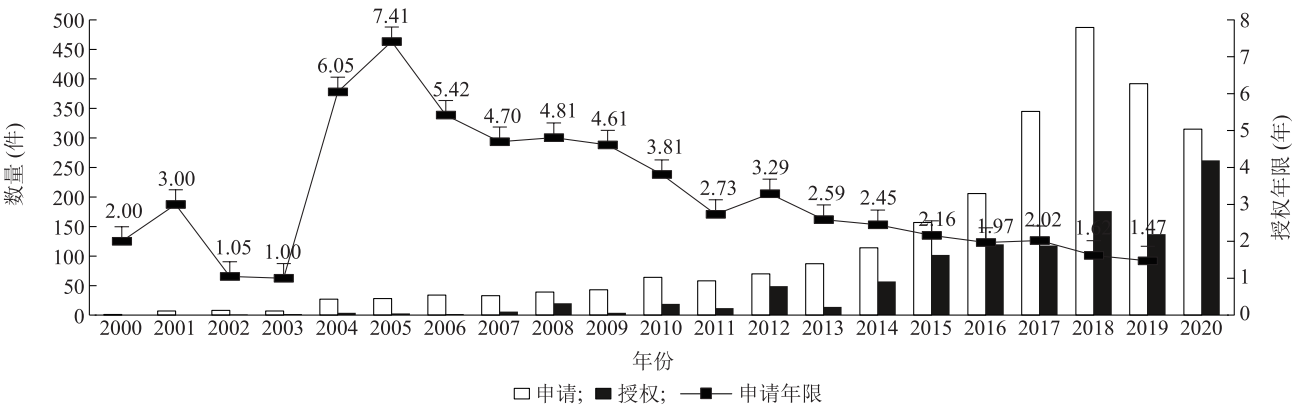


图 1 2000–2020 年中国果树新品种权申请数量、授权数量及申请年限变化情况

Fig.1 Fruit tree plant breeders' rights applications and grants, and grant lag in China from 2000 to 2020

表 2 不同种类果树品种权申请数量、授权数量及授权年限

Table 2 Fruit tree plant breeders' rights applications and grants, and grant lag in China

果树	首次申请时间	申请数量 (件)	授权数量 (件)	授权比例 (%)	申请年限 (年)
板栗( <i>Castanea mollissima</i> Bl.)	2000 年	33	16	48.48	1.54±0.80
梨( <i>Pyrus</i> L.)	2001 年	137	83	60.58	3.94±2.65
杏( <i>Prunus armeniaca</i> Lam.)	2001 年	54	33	61.11	1.62±1.35
桃( <i>Prunus persica</i> L. Batsch)	2002 年	133	72	54.14	3.10±1.79
枣( <i>Ziziphus jujuba</i> Mill.)	2002 年	65	30	46.15	1.15±0.32
猕猴桃( <i>Actinidia</i> L.)	2003 年	195	95	48.72	3.22±1.77
核桃( <i>Juglans</i> L.)	2003 年	82	50	60.98	1.24±0.49
苹果( <i>Malus domestica</i> Borkh.)	2004 年	199	82	41.21	3.66±2.99
葡萄( <i>Vitis</i> L.)	2004 年	168	85	50.60	3.98±2.37
柑橘( <i>Citrus</i> L.)	2004 年	129	59	45.74	3.39±1.64
草莓( <i>Fragaria</i> L.)	2005 年	168	56	33.33	4.73±1.76
观赏桃( <i>Prunus persica</i> L. Batsch)	2005 年	36	10	27.78	1.65±0.88
桑葚( <i>Morus</i> L.)	2006 年	41	24	58.54	2.92±1.59
银杏( <i>Ginkgo biloba</i> L.)	2006 年	34	24	70.59	1.44±0.64
石榴( <i>Punica</i> L.)	2006 年	34	18	52.94	1.61±0.31
李( <i>Prunus</i> spp.)	2007 年	36	12	33.33	2.65±1.13
观赏梅( <i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.)	2007 年	52	22	42.31	1.30±0.49
木瓜( <i>Chaenomeles</i> L.)	2010 年	38	22	57.89	1.27±0.46
柿( <i>Diospyros kaki</i> Thunb.)	2010 年	25	11	44.00	1.25±0.42
香蕉( <i>Musa</i> L.)	2011 年	48	22	45.83	2.36±0.84
榆叶梅( <i>Prunus trilob</i> Lindl.)	2011 年	4	1	25.00	0.80±0
蓝莓( <i>Vaccinium</i> spp.)	2013 年	217	87	40.09	2.33±1.15
文冠果( <i>Xanthoceras</i> )	2013 年	98	38	38.78	1.57±0.63
樱桃( <i>Prunus avium</i> L.)	2013 年	32	12	37.50	1.58±0.67
南酸枣[ <i>Choerospondias axillaris</i> (Roxb.)]	2013 年	8	7	87.50	1.09±0.41
山楂( <i>Crataegus</i> L.)	2013 年	7	3	42.86	1.07±0.15
樱花( <i>Prunus</i> L.)	2013 年	173	17	9.83	1.21±0.40
观赏海棠( <i>Malus</i> Mill.)	2013 年	92	58	63.04	1.25±0.51
树莓( <i>Rubus</i> L.)	2014 年	54	21	38.89	2.24±1.32

续表2 Continued2

果树	首次申请时间	申请数量 (件)	授权数量 (件)	授权比例 (%)	申请年限 (年)
芒果( <i>Mangifera indica</i> L.)	2014 年	33	1	3.03	2.80±0
枇杷( <i>Eriobotrya</i> Lindl.)	2014 年	17	11	64.71	2.29±0.54
荔枝( <i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	2015 年	11	4	36.36	1.75±0.50
凤梨( <i>Ananas</i> Merr.)	2016 年	10	5	50.00	1.80±0.45
沙棘( <i>Hippophae</i> L.)	2015 年	9	9	100.00	1.53±0.16
无花果( <i>Ficus carica</i> L.)	2016 年	3	1	33.33	1.70±0
山核桃( <i>Carya illinoensis</i> K. Koch.)	2016 年	2	0	0	—
杨梅( <i>Myrica</i> Linn.)	2017 年	5	3	60.00	1.53±0.46
榛( <i>Corylus</i> L.)	2017 年	10	1	10.00	1.00±0
椰子( <i>Cocos nucifera</i> L.)	2018 年	8	2	25.00	2.30±0
火龙果[ <i>Hylocereus undatus</i> (Berg.) Britt. et Rose]	2019 年	3	1	33.33	1.00±0
西番莲( <i>Passiflora</i> L.)	2019 年	14	0	0	—
果梅( <i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.)	2019 年	2	0	0	—
龙眼( <i>Dimocarpus longan</i> Lour.)	2019 年	1	0	0	—
可可( <i>Theobroma cacao</i> L.)	2019 年	1	0	0	—
番木瓜( <i>Carica papaya</i> L.)	2020 年	1	0	0	—

1.2.2 申请年限变化 以 5 年时间为阶段划分,对果树品种权申请年限进行分析,结果(图 2)表明,随着时间的推移,中国果树品种权审查程序历时逐渐缩短。2000–2004 年授权品种平均申请年限为 5.04 年,申请年限最长为 12.00 年(苹果品种福丽、鲁加 4 号)。2005–2009 年授权品种平均申请年限为 4.92 年,申请年限最短为 0.40 年(银杏品种夏金、秋叶),最长达 10.00 年。2010 年后,果树品种权申请年限大大缩短,2010–2014 年授权品种平均申请年限为 2.91 年,2015–2019 年申请品种仅需要 1.89 年即可获得授权。与发达国家相比,中国果树品种权授权申请年限较长,如 2000–2005 年,美国果树品种权授权申请年限为 2.79 年<sup>[5]</sup>;2010 年后,差距逐渐缩短,如 2014 年,加拿大果树品种权申请年限约为 3.30 年<sup>[6]</sup>。

表 2 显示,不同种属果树品种权申请年限存在明显差异,这与 DUS 审查测试方式密切相关。草莓作为草本果树,其测试方式为官方集中测试,平均需要 4.73 年才能获得授权,最短授权年限为 3.00 年,最长可达 10.00 年。木本果树主要采用现场考察的方式进行测试,即由申请人提交申请并自行测试,然后在申请品种特异性最佳观测期间委托测试人员亲自到场考察测试。葡萄和梨的平均申请年限为 3.98 年和 3.94 年,苹果、柑橘、猕猴桃和桃的平均

申请年限均在 3.00 年以上,树莓、蓝莓、枇杷等 8 种果树的平均申请年限为 2.24~2.92 年。国家林业和草原局受理的果树品种如枣、核桃和杏等平均不到 2.00 年就能获得授权,榆叶梅的申请年限仅为 0.8 年,申请年限的缩短与鼓励自主测试有关,对申请时已提交合规 DUS 测试报告的品种,不再组织测试和现场考察。

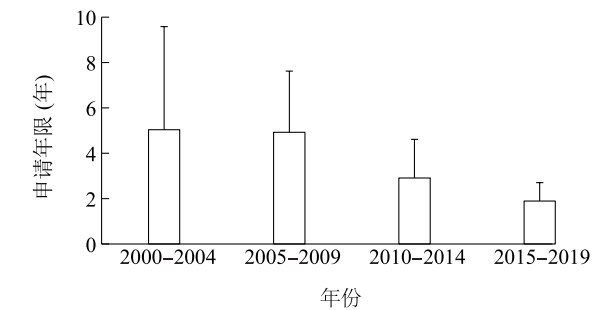


图2 不同阶段中国果树品种权申请年限变化情况  
Fig.2 Changes of fruit tree plant breeders' rights grant lag in China at different stages

1.3 国内主体果树品种权申请、授权情况  
1.3.1 中国各省市申请、授权情况 截至 2020 年,中国 31 个省(市、自治区)的果树新品种权申请数量和授权数量分别为2 048件和 960 件,占国内外申请总量和授权总量的 81.21%和 86.64%(表 3、图 3)。申请



数量居前十的地区累计申请数量和授权数量分别为 1 549 件和 762 件, 占国内主体申请总量和授权总量的 75.63% 和 79.38%。表 3 显示, 山东省果树新品种权申请数量和授权数量最高, 分别为 342 件和 175 件, 占国内主体申请总量和授权总量的 16.70% 和 18.23%; 北京市位列第二, 申请数量和授权数量分别为 244 件和 126 件, 占国内主体申请总量和授权总量的 11.91% 和 13.13%; 辽宁省、河南省、广东省、江苏

省、浙江省和湖北省的申请数量均在 100 件以上, 授权数量为 37~82 件; 甘肃省、贵州省、台湾地区、天津市、黑龙江省、青海省的申请数量在 10 件以下, 其中台湾地区和青海省尚无授权记录。这些数据表明, 中国各省(市、自治区)在果树新品种培育及保护意识上存在很大差异, 东部和中部地区走在前列, 西部地区较为落后。

表 3 中国各省(市、自治区)果树品种权申请数量、授权数量及申请年限

Table 3 Fruit tree plant breeders' rights applications and grants, and grant lag in different provinces (cities, autonomous regions) of China

省(市、自治区)	首次申请时间	申请		授权		授权比例 (%)	申请年限 (年)
		数量(件)	占比(%)	数量(件)	占比(%)		
河南省	2000 年	151	7.37	82	8.54	54.30	2.08±1.09
山东省	2001 年	342	16.70	175	18.23	51.17	1.76±1.47
新疆维吾尔自治区	2001 年	15	0.73	4	0.42	26.67	3.03±1.59
江苏省	2002 年	141	6.88	72	7.50	51.06	2.13±1.31
云南省	2002 年	38	1.86	20	2.08	52.63	2.66±1.22
北京市	2003 年	244	11.91	126	13.13	51.64	1.77±1.17
辽宁省	2003 年	152	7.42	58	6.04	38.16	2.01±1.07
四川省	2003 年	52	2.54	29	3.02	55.77	3.11±2.17
山西省	2003 年	12	0.59	6	0.63	50.00	1.85±0.50
浙江省	2004 年	110	5.37	41	4.27	37.27	2.68±1.19
河北省	2005 年	95	4.64	61	6.35	64.21	2.32±1.39
福建省	2005 年	57	2.78	6	0.63	10.53	2.88±1.40
广西壮族自治区	2005 年	43	2.10	17	1.77	39.53	2.28±0.45
湖北省	2006 年	105	5.13	55	5.73	52.38	3.12±1.61
上海市	2006 年	66	3.22	55	5.73	83.33	3.01±1.91
吉林省	2006 年	19	0.93	8	0.83	42.11	2.53±0.57
重庆市	2007 年	26	1.27	13	1.35	50.00	3.04±1.19
湖南省	2008 年	56	2.73	20	2.08	35.71	2.75±1.21
陕西省	2008 年	41	2.00	23	2.40	56.10	2.14±0.74
甘肃省	2008 年	9	0.44	6	0.63	66.67	2.07±0.85
广东省	2009 年	143	6.98	37	3.85	25.87	2.09±0.90
江西省	2009 年	22	1.07	13	1.35	59.09	2.02±1.30
海南省	2012 年	32	1.56	9	0.94	28.13	2.07±0.88
安徽省	2012 年	16	0.78	1	0.10	6.25	1.00±0
贵州省	2012 年	9	0.44	5	0.52	55.56	3.00±0.71
宁夏回族自治区	2013 年	15	0.73	5	0.52	33.33	1.00±0
内蒙古自治区	2013 年	13	0.63	4	0.42	30.77	1.68±0.65
台湾地区	2014 年	8	0.39	0	—	0	—
天津市	2015 年	8	0.39	6	0.63	75.00	2.00±0
黑龙江省	2017 年	7	0.34	3	0.31	42.86	2.13±0.75
青海省	2019 年	1	0.05	0	—	0	—

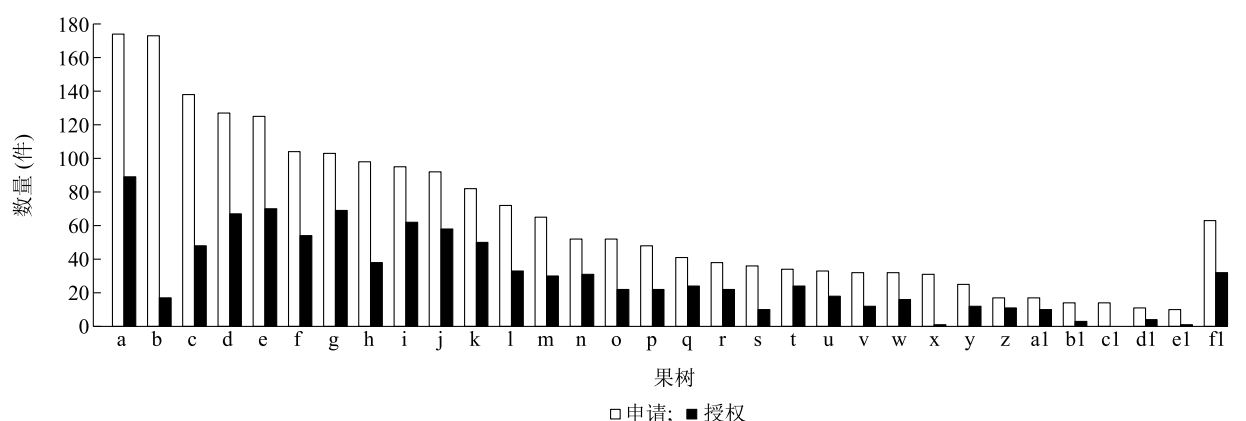


图3 国内果树品种权申请、授权情况

□ 申请; ■ 授权

a: 猕猴桃; b: 樱花; c: 蓝莓; d: 苹果; e: 桃; f: 柑橘; g: 葡萄; h: 文冠果; i: 梨; j: 海棠; k: 核桃; l: 草莓; m: 枣; n: 杏; o: 梅花; p: 香蕉; q: 桑; r: 木瓜; s: 桃花; t: 银杏; u: 石榴; v: 李; w: 板栗; x: 杧果; y: 樱桃; z: 枇杷; al: 柿; bl: 树莓; cl: 西番莲; dl: 荔枝; el: 榛; fl: 其他。

图3 国内果树品种权申请、授权情况

Fig.3 Fruit tree plant breeders' rights applications and grants in China

中国提交新品种权申请的主要果树种类与果树栽培分布情况一致。图3显示,品种权申请数量最多的果树种类是猕猴桃,申请数量为174件,15个省(市)均有申请,湖北省申请数量最多(65件),四川省、湖南省、陕西省和江苏省等次之,浙江省、安徽省、吉林省、江西省、广西省、河南省、辽宁省、广东省、上海市和重庆市10个省(市)申请数量分别为1~7件。苹果品种权的申请主体主要集中在中国东部和中部地区,如山东省(59件)、北京市(37件)和河南省(10件)等。柑橘为中国第一大水果,国内主体共提交品种权申请104件,申请主体主要来自重庆市、浙江省、广西壮族自治区、福建省、湖南省和湖北省等柑橘主产区。蓝莓的品种权申请数量为138件,其中100件来自辽宁省;桃和葡萄的品种权申请数量也在100件以上,全国约一半的省(市、自治区)均有申请记录;梨的品种权申请数量为95件,河南省、河北省、湖北省、山东省和上海市等17个省(市)均有申请记录。香蕉、杧果、荔枝和凤梨等热带亚热带果树的品种权申请主要来自广东省、广西壮族自治区和海南省等。

国内申请主体的果树品种授权比例为46.88%,略高于总授权比例(43.93%)。获授权最多的果树为猕猴桃(89件),桃(70件)、葡萄(69件)、苹果(67件)和梨(62件)次之。上海市授权比例最高,达到83.33%,其次为天津市(75.00%)、甘肃省(66.67%)和河北省(64.21%),山东省、北京市、河南省、江苏省和湖北省等省(市、自治区)的授权比例均在50.0%以上,安徽省授权比例较低,仅6.25%。在符合特异性、一致性和稳定性标准的情

况下,国内申请品种一般能在1.00~3.00年获得授权。23个省(市、自治区)的申请年限为1.00~2.88年,四川省、湖北省、贵州省、重庆市、上海市和新疆维吾尔自治区的申请年限在3.00年及以上。

1.3.2 不同申请主体申请、授权情况 一直以来,中国果树新品种权申请、授权主体以国家和省级农林科学研究所等科研主体为主。图4显示,科研主体申请数量由2001年的3件增长到2019年的186件,2000~2020年科研主体果树新品种权申请总量为1021件,占国内主体申请总量的49.85%。申请品种涉及41个种属,以猕猴桃(108件)、桃(101件)、梨(69件)、核桃(65件)和葡萄(61件)等为主。2002~2020年科研主体获得品种权授权数量为541件,授权比例为52.99%,占国内主体授权总量的56.35%。授权品种主要为猕猴桃(56件)、桃(55件)、梨(51件)、葡萄(44件)和核桃(42件)等。中国农业科学院郑州果树研究所累计提交品种权申请125件,涉及桃、梨、葡萄和石榴等11种果树,69件获得授权,授权比例为55.20%。山东省果树研究所品种权申请数量和授权数量分别为61件和32件。山东省林业科学研究院品种权申请数量为40件,其中24件获得授权。中国科学院武汉植物园提交了39件品种权申请,均为猕猴桃。广东省农业科学院果树研究所品种权申请数量为34件。说明,果树品种权申请主要集中在中国中部和东部地区的科研主体,西部和东北地区较少。

图4、图5显示,以农林类大专院校为主的36个教学主体果树新品种权申请数量呈波动增长,2000~

2020 年共提交 411 件品种权申请, 占国内主体申请总量的 20.07%, 申请品种主要集中在观赏品种海棠(54 件)、梅花(42 件)、樱花(16 件)以及果树品种苹果(51 件)、文冠果(39 件)、银杏(23 件)、蓝莓(22 件)等, 230 件已获得授权, 授权比例最高(55.96%), 占国内主体授权总量的 23.96%, 授权品种主要为苹果(37 件)和海棠(33 件)等。南京林业大学共提交品种权申请 64 件, 主要为海棠和樱花。北京林业大学提交品种权申请数量为 60 件, 以梅花和文冠果为主。山东农业大学和中国农业大学分别提交 42 件和 39 件申请, 主要为苹果、海棠、银杏和李等。

2001–2014 年, 企业主体申请的果树新品种权申请数量低于教学主体, 2015 年后企业主体申请的果树新品种权申请数量明显增加, 超过教学主体, 截至 2020 年累计申请数量为 461 件, 占国内主体申请总量

的 22.51%, 表明国内企业逐渐成为继科研主体之后的第二大申请主体(图 4、图 5)。国内企业申请品种以樱花(108 件)、蓝莓(100 件)、猕猴桃(37 件)和柑橘(31 件)等为主, 授权数量仅 131 件, 授权比例在国内申请主体中最低(28.42%), 占国内主体授权总量的 13.65%, 授权品种以蓝莓(28 件)、猕猴桃(19 件)、海棠(17 件)和柑橘(11 件)为主, 申请数量最大的樱花仅 8 件获得授权。大连森茂现代农业有限公司专注于蓝莓新品种的选育, 共申请蓝莓品种权 76 件。

国内个人主体申请的果树品种权申请数量也呈现出缓慢增长的趋势, 2000–2020 年累计申请数量、授权数量分别为 155 件和 58 件, 授权比例为 37.42%。国内品种权申请年限为 1.87~2.51 年, 不同申请主体之间无明显差异。

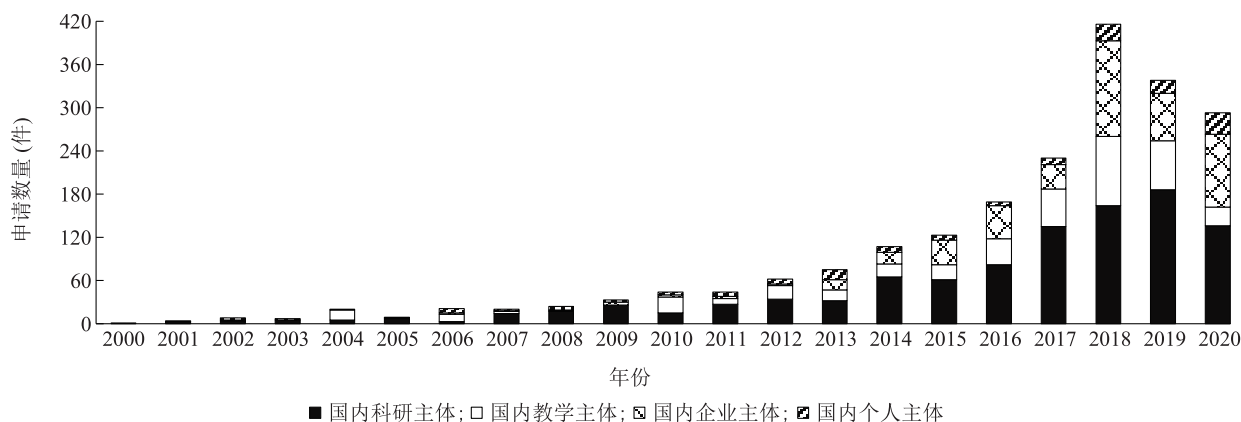


图 4 2000–2020 年国内申请主体品种权申请数量变化情况

Fig.4 Fruit tree plant breeders' rights applications by domestic application subjects from 2000 to 2020

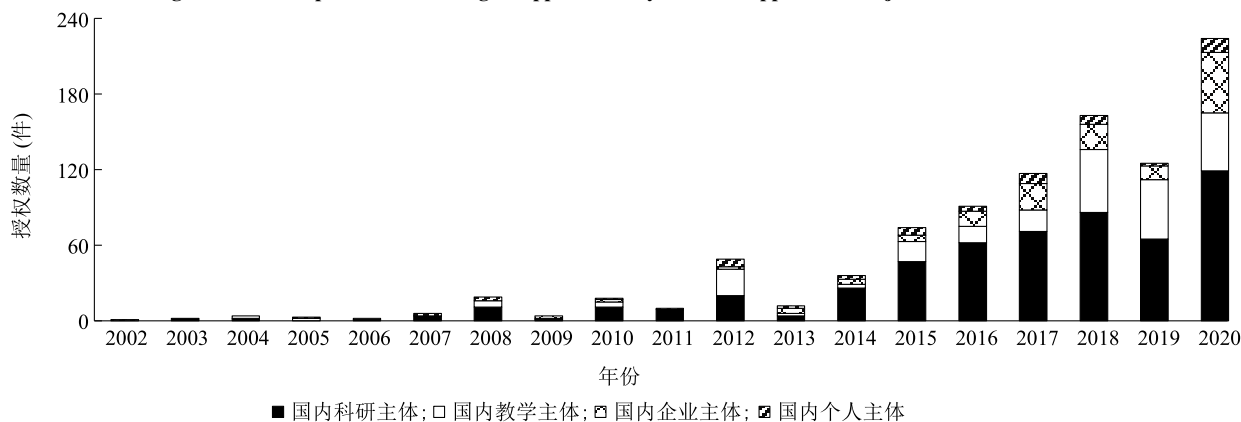


图 5 2000–2020 年国内申请主体品种权授权数量变化情况

Fig.5 Fruit tree plant breeders' rights grants by domestic application subjects from 2000 to 2020

#### 1.4 国外主体果树品种权申请、授权情况

表 4 显示, 2001 年韩国农村振兴厅最早开始向

中华人民共和国农业农村部提交梨品种权申请。截至 2020 年, 已有 19 个国家向中国提交了 474 件果



树品种权申请,涉及 17 个种属,主要包括草莓(96 件)、蓝莓(79 件)、葡萄(65 件)、树莓(40 件)、苹果(72 件)、梨(42 件)等(图 6),其中草莓和树莓的申请总量超过国内主体提交的申请总量(图 3、图 6)。美国、日本和韩国的申请数量位居前三,美国共提交 210 件申请,占国外主体申请总量的 44.30%,以蓝莓(55 件)、草莓(52 件)、葡萄(46 件)、树莓(38

件)为主。日本提交了 80 件果树品种权申请,主要为草莓、苹果、梨、柑橘和柿等。韩国申请数量为 48 件,梨品种申请数量较多,为 23 件,葡萄和苹果次之。意大利、澳大利亚和西班牙的果树品种权申请数量分别为 30 件、27 件和 23 件。新西兰、德国、南非等 13 个国家的果树品种权申请数量分别为 1~14 件(表 4)。

表 4 国外向中国提交的果树品种权申请数量、授权数量及申请年限  
Table 4 Fruit trees plant breeders' rights applications, grants and grant lag by foreign applicants

国家	首次申请时间	申请数量(件)	授权数量(件)	授权比例(%)	申请年限(年)
韩国	2001 年	48	31	64.58	8.05±1.67
美国	2004 年	210	72	34.29	4.35±2.50
澳大利亚	2004 年	27	15	55.56	3.27±2.43
新西兰	2004 年	14	5	35.71	6.00±1.41
日本	2006 年	80	7	8.75	5.73±2.60
德国	2006 年	11	2	18.18	6.55±1.20
南非	2006 年	7	1	14.29	10.00±0
西班牙	2007 年	23	8	34.78	6.38±0.74
法国	2007 年	5	0	0	—
英国	2007 年	3	1	33.33	9.00±0
比利时	2007 年	4	2	50.00	9.00±0
荷兰	2007 年	4	1	25.00	9.00±0
意大利	2008 年	30	3	10.00	7.33±1.15
希腊	2011 年	1	0	0	—
智利	2013 年	1	0	0	—
新加坡	2016 年	1	0	0	—
以色列	2017 年	3	0	0	—
捷克	2017 年	1	0	0	—
卢森堡	2018 年	1	0	0	—

2008 年新西兰猕猴桃品种新园 16A 率先获得中国果树新品种权。图 6 显示,目前共 148 个国外品种获得授权,主要包括蓝莓(39 件)、草莓(23 件)、梨(21 件)、树莓(18 件)、葡萄(16 件)、苹果(15 件)等,总授权比例仅 31.22%,远低于国内申请主体。韩国的授权比例最高,为 64.58%,其次为澳大利亚(55.56%)、比利时(50.00%),美国、新西兰、德国、南非、西班牙、英国、荷兰和意大利的授权比例为 10.00%~35.71%,日本较低,仅 8.75%,法国、以色列、希腊、智利、新加坡、捷克和卢森堡尚未有果树品种获得授权(表 4)。

2001–2006 年,国外科研主体作为申请主体的果树品种权申请数量最多;2007 年后,国外企业主体申请数量逐渐超过科研主体,2015 年后申请数量进一步增多(图 7)。就总量而言,国外企业作为申请主体的果树品种权申请数量和授权数量均最高,分别为 287 件和 89 件,授权比例为 31.01%(图 7、图 8)。美国德瑞斯克公司(申请数量 82 件)是国外企业的典型代表,专注于草莓、蓝莓和树莓等浆果类果树新品种的培育和保护。2001–2020 年,国外科研主体申请数量为 134 件,44 件获得授权,授权比例为 32.84%,其中日本和韩国的科研主体申请数

量和授权数量分别为 112 件和 37 件。这期间,以加利福尼亚大学为代表的国外教学主体申请数量和授权数量分别为 39 件和 13 件,授权比例在国外申请主体中最高(33.33%)。国外个人主体申请数量仅 14 件,2 件获得授权。

与国内申请品种权相比,国外申请品种权申请年限较长,平均为 5.64 年(表 4)。澳大利亚申请年限最短,为 3.27 年,其次为美国(4.35 年),多数国家需要 6.00~9.00 年才能获得授权。就不同申请主体而

言,国外企业主体的申请年限最短,只需 4.00 年,教学主体次之,为 6.59 年,科研主体和个人主体均至少需要 8.00 年。张海晶等<sup>[7]</sup>认为,国外品种权申请年限较长,主要有 2 个原因,一是国外品种的繁殖材料入境困难,导致繁殖材料延迟提交;二是国外品种入境后需重新嫁接,经 3.00~5.00 年后方可进行现场考察。此外,国外品种一般需要委托国内相关测试机构进行测试,测试周期至少为 2 个正常的生长结果周期,这也是国外品种审查程序耗时较长的原因之一。

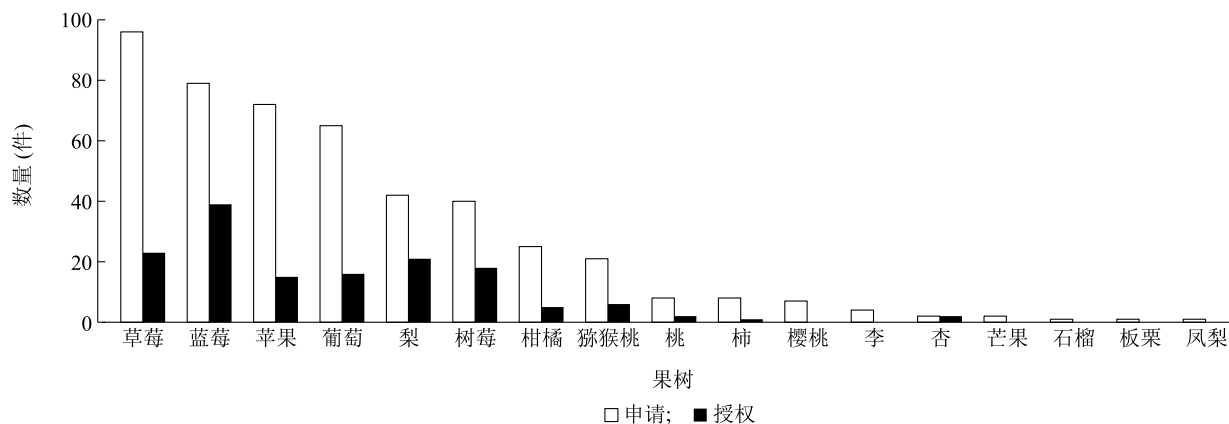


图6 国外果树品种权申请、授权情况

Fig.6 Fruit tree plant breeders' rights applications and grants in foreign countries

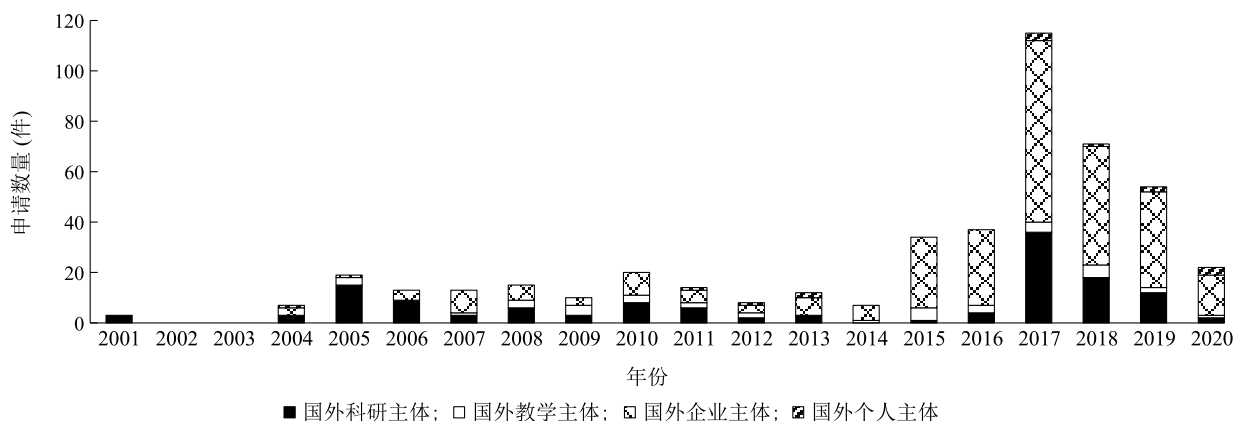


图7 2001-2020年国外申请主体品种权申请数量变化情况

Fig.7 Fruit tree plant breeders' rights applications by foreign application subjects from 2001 to 2020

### 1.5 中国果树品种权转让情况

目前,中国果树品种权转让实施不多,仅猕猴桃、苹果、梨、樱桃和杏 5 种果树的 16 个品种权实现转让(表 5)。2007 年,猕猴桃品种金艳首次实现国内产业化品种使用权转移。2017 年以来,青岛农业大学先后实现了苹果品种福丽、福九红和梨品种琴岛红的品种权转让。近几年,甜樱桃砧木品种矮杰、梨品种丹霞红和苹

果品种鲁丽、瑞香红均以超过  $1.0 \times 10^7$  元的费用将品种权转让给相关企业,创下国内果树品种权转让费的新高。说明中国果树品种权已逐步实现转让。

2007 年以来,猕猴桃品种华优、楚红、金农、金阳和金什 1 号的品种权相继转让至新西兰、美国和澳大利亚,表明中国猕猴桃品种的推广和保护已走向国际。

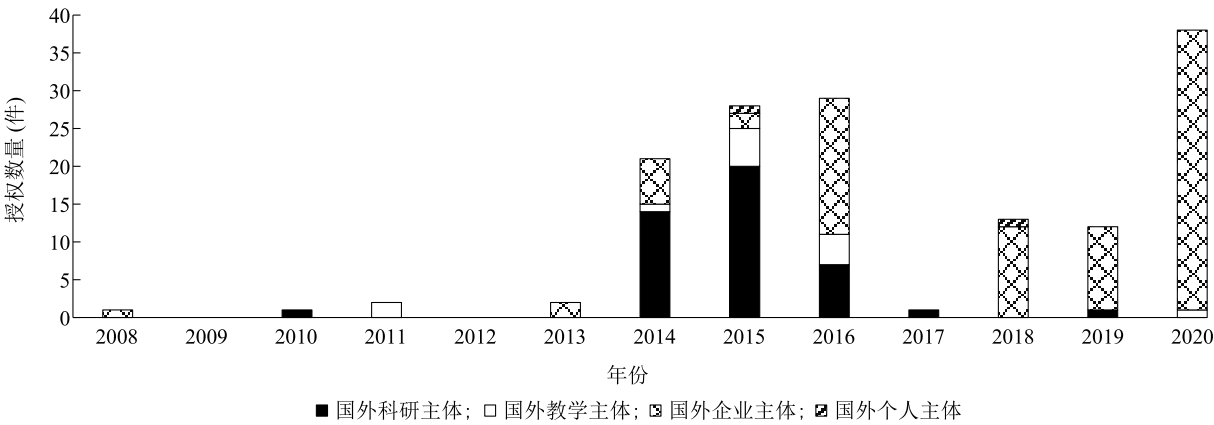


图 8 2008~2020 年国外申请主体品种权授权数量变化情况  
Fig.8 Fruit tree plant breeders' rights grants by foreign application subjects from 2008 to 2020

表 5 中国果树品种权转让情况  
Table 5 Transfer of fruit tree plant breeders' rights in China

果树	品种名称	选育单位	品种权状态	品种权受让方	转让时间
猕猴桃	金艳	中国科学院武汉植物园	授权	四川中新农业科技有限公司(中国)	2007 年
	华优	陕西省农村科技开发中心	授权	环球园艺(西安)有限责任公司(新西兰)	-
	楚红	长沙楚源果业有限公司	授权	环球园艺(西安)有限责任公司(新西兰)	-
	金农、金阳	湖北省农业科学院果树茶叶研究所	授权	奥本大学(美国)	-
	金什 1 号	四川省自然资源科学研究院、四川华胜农业股份有限公司	授权	-	2019 年
苹果	福丽	青岛农业大学	授权	农法自然(上海)农业科技有限公司(中国)	2017 年
	鲁丽	山东省果树研究所	授权	威海奥孚苗木繁育有限公司(中国)	2019 年
	福九红	青岛农业大学	授权	莱州大自然园艺科技有限公司(中国)	2020 年
	瑞香红	西北农林科技大学	实质审查	木美土里生态农业有限公司(中国)	2020 年
梨	苏翠 1 号	江苏省农业科学院	授权	北京北方丰达种业有限公司(中国)	2020 年
	新玉	浙江省农业科学院	授权	-	2020 年
	丹霞红	中国农业科学院郑州果树研究所	实质审查	海南奔象梨业有限公司(中国)	2021 年
	琴岛红	青岛农业大学	授权	诸城市万景源农业科技有限公司(中国)	2021 年
樱桃	矮杰(砧木)	山东省果树研究所	授权	山东天地园艺科技有限公司(中国)	2020 年
杏	开园	山东省果树研究所	授权	-	2020 年

2 中国果树 DUS 测试研究进展

DUS 测试以 DUS 测试指南作为技术基础,一般由审批机关委托指定的测试机构进行,经过2~3 年的重复观察,做出客观合理的评价。DUS 测试包括官方测试、委托测试和自主测试 3 种<sup>[8]</sup>。大田作物的 DUS 测试通常采用官方集中测试,果树的 DUS 测试多数是由育种者提交自行测试报告,审批机关进行现场考察,少数是官方集中测试(如草莓和国

外果树品种)。  
2.1 果树 DUS 测试指南研制  
中国果树 DUS 测试指南参考 UPOV 测试指南进行研制。2004 年 6 月,中国颁布了第一个果树 DUS 测试指南——李<sup>[9]</sup>。自 2010 年起,中国果树 DUS 测试指南研制进入快速发展阶段<sup>[10-16]</sup>,仅 2013 年就发布了 19 个果树 DUS 测试指南。截至 2021 年,中国已发布了 45 个果树 DUS 测试指南,涉及 42 个种属,包括仁果类的梨<sup>[17-18]</sup>、苹果<sup>[19]</sup>、木瓜<sup>[20]</sup>、枇

杷<sup>[21]</sup>和山楂<sup>[22]</sup>,核果类的李<sup>[9]</sup>、桃<sup>[23]</sup>、杏<sup>[24]</sup>、樱桃<sup>[25]</sup>、欧李<sup>[26]</sup>、扁桃<sup>[27]</sup>和果梅<sup>[28]</sup>,浆果类的柿<sup>[29-30]</sup>、果桑<sup>[31-32]</sup>、草莓<sup>[33]</sup>、猕猴桃<sup>[34]</sup>、醋栗<sup>[35]</sup>、树莓<sup>[36]</sup>、蓝莓<sup>[37]</sup>、葡萄<sup>[38]</sup>、无花果<sup>[39]</sup>、石榴<sup>[40]</sup>和柑橘<sup>[41]</sup>,热带和亚热带果树类的龙眼<sup>[42]</sup>、芒果<sup>[43]</sup>、木菠萝<sup>[44]</sup>、椰子<sup>[45]</sup>、西番莲<sup>[46]</sup>、番木瓜<sup>[47]</sup>、荔枝<sup>[48]</sup>、凤梨<sup>[49]</sup>、香蕉<sup>[50]</sup>、杨梅<sup>[51]</sup>和可可<sup>[52]</sup>,坚果类的板栗<sup>[53]</sup>、榛<sup>[54]</sup>和核桃<sup>[55]</sup>,干果类的枣<sup>[56]</sup>、沙棘<sup>[57]</sup>和银杏<sup>[58]</sup>以及观赏类的榆叶梅<sup>[59]</sup>和梅<sup>[60]</sup>,涵盖了新品种保护名录中的大多数果树。从植物学分类来看,蔷薇科果树所占比例最高,达 40.00%。45 个果树 DUS 测试指南中,包括 7 个国家标准、27 个农业行业标准和 11 个林业行业标准。其中,梨<sup>[17-18]</sup>、柿<sup>[29-30]</sup>和桑<sup>[31-32]</sup>各有 2 个 DUS 测试指南,两者在适用范围、繁殖材料以及测试性状上存在差异。

## 2.2 数量性状分级研究

DUS 基于表型性状进行测试,数量性状是 DUS 测试指南中重要的性状之一,极易受年份和环境影响,难以准确描述。果树 DUS 测试指南中,虽然给出了相应的标准品种,但标准品种的多数量性状没有明确的分级标准。同时,实际 DUS 测定中,很难获取标准品种原种或原种不适宜试验种植地,因此有必要对数量性状进行合理分级。猕猴桃<sup>[61]</sup>和芒果<sup>[62]</sup>的研究采用传统的等距法进行数量性状分级,其计算简便,但分级点的选取可能存在误差,并不是很可靠。随后,枣<sup>[63]</sup>、杏<sup>[64-65]</sup>和平榛<sup>[66]</sup>等果树采用了概率分级法进行分级,该方法虽然符合数据分布规律,但只能将数量性状分为 3 级或 5 级,对于测试指南级数较多(如 7 级和 9 级)或偶数级(如 2 级、4 级、6 级、8 级)无法确定分级范围<sup>[67]</sup>。有学者通过建立方差分析数学模型的方法对欧洲栗的测试性状进行了详细评价<sup>[68]</sup>。最近,方超等<sup>[67]</sup>在荔枝的研究中,对符合正态分布和不符合正态分布的数量性状分别采用最小显著差法和极差法进行分级,以确定每个数量性状不同表达状态的分级范围。因此,应该在明确数据分布特征的基础上,综合考虑外部环境因素和内部因素,科学、合理地确定数量性状的分级标准。

## 2.3 已知品种数据库构建

在品种特异性测试中,近似品种的筛选尤为重要。植物已知品种数据库包含 DUS 性状数据、图像数据和 DNA 指纹图谱信息,能够有效整合品种命

名、审(认)定、保护、推广、转让、培育、栽培、保藏等管理信息和技术信息,模仿人为判断过程,实现自动命名审查和近似品种筛选<sup>[69]</sup>。杜淑辉<sup>[70]</sup>建立了木瓜属 63 个已知品种的 31 个表型性状数据库。颜国荣等<sup>[71]</sup>发现,在西瓜的近似品种筛选中,倍性、果实表皮条纹和种子种皮底色等性状在品种区分中起到重要作用。与 DUS 性状数据相比,图像数据具有更直观、更全面的优点,尤其对于假质量性状中同一代码下的显著差异,具有更加高效的判别能力,但仅基于表型性状的传统近似品种筛选效率低、试验成本高。因此,利用简单重复序列(SSR)等共显性分子标记构建已知品种 DNA 指纹数据库,能够快速、准确地筛选近似品种。研究人员已基于 SSR 标记构建了梨<sup>[72]</sup>、葡萄<sup>[73]</sup>和柑橘<sup>[74]</sup>部分品种的 DNA 指纹图谱库。但是,目前尚未见果树新品种 DUS 分子检测实践的报道。未来应加强果树 DUS 测试已知品种数据库表型性状以及 DNA 指纹数据库的构建,在此基础上,确定近似品种的筛选阈值,提高新品种测试效率。

## 2.4 DNA 分子标记在果树 DUS 测试中的应用

随着分子生物学的发展,DNA 分子标记技术的快速发展为 DUS 测试提供了强有力的辅助工具<sup>[75-76]</sup>。相较于传统的以形态特征为基础的 DUS 测试,分子标记具有多态性高、测试周期短、不受环境影响等优势。在早期,研究人员采用扩增片段长度多态性(AFLP)和 SSR 等标记对橄榄、葡萄品种进行鉴定和特异性判定<sup>[77-79]</sup>。目前,中国已颁布了苹果<sup>[80]</sup>、枣<sup>[81]</sup>、仁用杏<sup>[82]</sup>和柑橘<sup>[83]</sup>等果树的 SSR 分子标记法品种鉴定,该技术的应用明显提高了果树品种鉴定的速度和效率。在葡萄品种的 SSR 分子鉴定体系中,最多使用 8 个标记就可以完全区分 52 个品种<sup>[84]</sup>。基于 DNA 测序技术开发的单核苷酸多态性(SNP)作为最新一代遗传分子标记,也在果树品种鉴定中发挥着越来越重要的作用<sup>[85]</sup>。如 Peace 等<sup>[86]</sup>开发的樱桃 6 K SNP 芯片,可用于区分二倍体和异源四倍体酸樱桃。Montanari 等<sup>[87]</sup>对 55 种梨品种进行测序,开发出梨 Axiom<sup>TM</sup> 70 K 基因芯片,并利用芯片将 1 416 份种质分为 5 大类。基于高通量测序技术开发的 SNP 标记也已广泛应用于柑橘<sup>[88]</sup>、苹果<sup>[89]</sup>和葡萄<sup>[90-92]</sup>等果树的品种鉴定中。Merkouropoulos 等<sup>[93]</sup>采用高分辨率熔解曲线(HRM)技术检测 SNP 分子标记,应用于希腊李品



种的基因型分型研究中。

## 3 展 望

### 3.1 扩大果树新品种保护名录范围

中国拥有丰富的果树种质资源,栽培历史悠久,也是众多果树的起源和分布中心之一。据统计,中国现有的果树(包括原产和引入的)有 50 多科,近 300 种<sup>[94]</sup>,但目前列入品种保护名录的远不能满足不同果树育种者开展新品种保护的需要。有学者认为,应该进一步扩大果树品种保护的属、种,并将中国独具特色、经济价值高、产业化程度较高的特色果树尽快纳入保护范围<sup>[95]</sup>;也有学者建议将果树品种保护期限延长至 25 年,并将仅限于授权的繁殖材料拓宽到授权品种的收获物甚至是初级的加工产品,以更好地保护果树育种者的权利<sup>[96]</sup>。

### 3.2 加强中国果树新品种申请国际品种权保护

中国实施植物新品种保护制度 20 年来,果树新品种保护得到了长足发展。近年来,中国果树新品种的品种权申请数量和授权数量稳步增长,申请品种呈现多样化,授权比例进一步提高,申请年限逐步缩短。相较于粮食作物,园艺作物(如果树、蔬菜和花卉)的经济效益更好,产业附加值高,在国际贸易中占据非常重要的份额<sup>[97]</sup>。据中华人民共和国农业农村部植物新品种保护办公室统计,截至 2018 年,蔬菜和花卉品种权申请分别占总申请数量的 8.3% 和 7.0%,果树仅占 3.2%,这可能与果树的生长特性有关。果树大多为多年生木本植物,育种周期较长(15~20 年),新品种推广较慢,这在一定程度上影响了果树的新品种保护力度。与发达国家相比,中国果树新品种保护工作还有较大差距。同时,国外果树新品种的品种权申请数量不断增加,也使得中国果树品种权申请主体受到国外育种单位越来越大的竞争压力<sup>[98]</sup>。此外,中国自主培育果树新品种获得国际植物新品种权的报道很少,目前湖北省农业科学院果树茶叶研究所选育的猕猴桃品种 Z5z6 于 2019 年获得欧盟植物新品种权证书。陈学森等<sup>[99]</sup>指出,应进一步加强果树苗木繁育市场监管力度,建立有效运行的品种权保护、品种权转让制度,推动中国果树产业的有序、高效发展。同时,加强中国自主选育果树品种申请国际植物新品种保护,促进中国果树新品种走向国际市场。

### 3.3 加快果树 DUS 测试指南研制

王斐等<sup>[100]</sup>指出,相较于 UPOV 果树测试指南,中国果树 DUS 测试指南的适用范围过于宽泛。中国颁布的指南针对每个属仅有 1 个指南,但同属不同种的品种在一些性状上存在较大差异。以柑橘属为例,果用品种包括甜橙、宽皮柑橘、柚、柠檬 4 大类<sup>[101]</sup>,彼此之间性状差异明显,采用同一个指南作为测试标准可能会对性状表达状态的判断产生偏差。果用栽培樱桃包括欧洲甜樱桃和中国樱桃 2 类,前者为二倍体,多自交不亲和,果实较大,耐贮藏,但适应范围较窄;后者为四倍体,自交亲和,果实偏小,不耐贮藏,适应性好,抗逆性强,它们在物候期性状上也存在明显差异,现有的樱桃测试指南适用于欧洲甜樱桃<sup>[25]</sup>,而不适合中国樱桃。同时,中国目前颁布的绝大多数测试指南都是针对食用果实生产的品种,缺乏砧木、观赏、加工果实品种的相应指南。大多数果树都需要嫁接在砧木上进行生产,砧木在果树产业中地位突出。对于砧木而言,生产中应主要评价其与接穗品种的亲和性、适应性和抗逆性等性状,花和果实则不是重要性状。对于观赏品种,中国目前仅有榆叶梅<sup>[59]</sup>和梅<sup>[60]</sup>2 个测试指南,用于观赏的桃、樱花等测试指南尚为空白。此外,对于某些属间杂种(龙眼×荔枝)<sup>[102]</sup>,亲本之间同一性状的表达状态相同,但代码却不同,无法统一,为杂交品种的 DUS 测试带来了困难。因此,未来应根据果树实际生产用途,有针对性地研制果树 DUS 测试指南,使其测试结果更加精准。

### 3.4 加强分子标记辅助 DUS 测试

随着果树育种材料遗传基础的日益狭窄及选育品种的日益增多,品种间的差异越来越小。同时,依靠突变和遗传修饰培育出的果树新品种容易产生实质性派生品种(EDV)。基于测序技术开发的分子标记在鉴定实质性派生品种中具有明显优势<sup>[103]</sup>。最近,一种新的标记——多核苷酸多态性(MNP),即在基因组水平上由多个核苷酸引起的序列多态性,开始用于植物品种鉴定<sup>[104]</sup>,其原理是利用多重聚合酶链式反应和二代高通量测序扩增,检测样品基因组上的 MNP 标记位点,分析测序数据,获得标记位点的分型结果和鉴定结论。MNP 标记法具有 SSR 标记法等位基因型数量丰富的特点,避免了 SSR、SNP 标记法的局限,检测效率更高。更重要的是,MNP 标记法能够同时用于植物原始创新品种和



实质性派生品种鉴定以及品种真实性鉴定。《植物品种鉴定——MNP 标记法》<sup>[104]</sup>对龙眼、荔枝和猕猴桃 3 类果树分别开发了 650 个、600 个和 444 个标记位点,能够更加精确地用于品种鉴定。此外,随着多种果树全基因组测序的完成,未来能够更加高效、精确地开发与重要农艺性状、经济性状关联的功能基因标记,与 DUS 测试相结合,必将进一步推动中国果树产业知识产权规范化,提升中国果树育种水平。

## 参考文献:

- [1] 邓秀新,王力荣,李绍华,等.果树育种 40 年回顾与展望[J].果树学报,2019,36(4):514-520.
- [2] 国家统计局.中国统计年鉴 2021[DB/OL].(2021-09-20)[2021-10-01]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2021/indexch.htm>.
- [3] 唐 浩.植物品种特异性、一致性、稳定性测试总论[M].北京:中国农业出版社,2017:1-58.
- [4] 王汝锋,崔野韩,吕 波,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南总则:GB/T 19557-2004[S].北京:中国标准出版社,2004:1-6.
- [5] PARDEY P, KOO B, DREW J, et al. The evolving landscape of IP rights for plant varietal rights in the United States, 1930-2008 [J]. Nature Biotechnology, 2013, 31(1): 25-29.
- [6] CAREW R, FLORKOWSKI W, MENG T. Intellectual property rights and plant variety protection of horticultural crops: evidence from Canada[J]. Canadian Journal Plant Science, 2017, 97(5): 737-754.
- [7] 张海晶,温 雯,杨 扬,等.我国猕猴桃植物新品种权保护现状与分析[J].北方园艺,2019(18):140-145.
- [8] 钟海峰,黄敏玲,钟准钦,等.中国农业植物新品种保护与 DUS 测试技术发展现状[J].热带作物学报,2017,38(6):1155-1162.
- [9] 张静茹,王汝锋,陆致成,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 李:GB/T 19557.8-2004[S].北京:中国标准出版社,2004:1-32.
- [10] 刘 洪,陈德权,任永浩,等.龙眼新品种 DUS 测试指南的研制[J].中国农学通报,2012,28(22):293-297.
- [11] 高 玲,徐 丽,刘迪发,等.西番莲属植物新品种(DUS)测试指南的研制初报[J].热带农业科学,2012,32(9):33-37.
- [12] 黄志城,徐 岩,顾晓君,等.草莓属新品种 DUS 测试指南的修订[J].中国农学通报,2013,29(7):173-178.
- [13] 颜国荣,王 威,白玉亭,等.无花果新品种 DUS 测试指南的研制[J].北方园艺,2014(17):40-43.
- [14] 刘 蕊,吴 翼,高荣宝,等.椰子 DUS 测试性状的选择——花序与果实部分[J].中国农学通报,2013,29(34):111-114.
- [15] 赵登超,侯立群,侯乐峰,等.石榴属植物新品种特异性、一致性和稳定性(DUS)测试指南的研制[J].热带作物学报,2017,38(2):233-239.
- [16] 臧德奎,马 燕,杜淑辉,等.木瓜属植物新品种特异性、一致性和稳定性(DUS)测试指南的研制[J].林业科学,2011,47(6):64-69.
- [17] 方成泉,林盛华,王风华,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南梨:NY/T 2231-2012[S].北京:中国标准出版社,2012:1-20.
- [18] 王 斐,方成泉,王风华,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 梨:GB/T 19557.30-2018[S].北京:中国标准出版社,2018:1-28.
- [19] 丛佩华,高 华,程存刚,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 苹果:NY/T 2424-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-19.
- [20] 孙居文,赵永军,王 迎,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 木瓜属:LY/T 3001-2018[S].北京:中国标准出版社,2018:1-19.
- [21] 林顺权,饶得花,戴 亚,等.植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 枇杷属:NY/T 3433-2019[S].北京:中国标准出版社,2019:1-15.
- [22] 吕英民,马苏力娅,董文轩,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 山楂属:LY/T 3208-2020[S].北京:中国标准出版社,2020:1-24.
- [23] 姜 全,郭继英,赵剑波,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 桃:NY/T 2341-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-22.
- [24] 王玉柱,孙浩元,杨 丽,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 杏:GB/T 30362-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-16.
- [25] 张开春,张晓明,闫国华,等.植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 樱桃:NY/T 3056-2016[S].北京:中国标准出版社,2016:1-20.
- [26] 唐宇丹,杜俊杰,张立彬,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 欧李:LY/T 3210-2020[S].北京:中国标准出版社,2020:1-16.
- [27] 赵 罕,乌云塔娜,朱高浦,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 扁桃:LY/T 3211-2020[S].北京:中国标准出版社,2020:1-20.
- [28] 高志红,倪照君,侍 婷.植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 果梅:NY/T 3719-2020[S].北京:中国标准出版社,2020:1-19.
- [29] 龚榜初,杨 勇,李高潮,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 柿:LY/T 1870-2010[S].北京:中国标准出版社,2010:1-22.
- [30] 杨 勇,李硕碧,王仁梓,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 柿:NY/T 2522-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-16.
- [31] 谢特新,刘伟强,刘清神,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 桑属:NY/T 2352-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-15.
- [32] 孔庆云,辛学兵,周建仁,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 桑属:LY/T 2096-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-16.

- [33] 张运涛,王桂霞,陈海荣,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 草莓:NY/T 2346-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-18.
- [34] 方金豹,齐秀娟,韩礼星,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 猕猴桃属:NY/T 2351-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-22.
- [35] 宋宏伟,王凤华,张冰冰,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 黑穗醋栗:NY/T 2514-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-10.
- [36] 宋宏伟,王凤华,张冰冰,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 树莓:NY/T 2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-12.
- [37] 张志东,王凤华,李亚东,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 蓝莓:NY/T 2521-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-13.
- [38] 刘崇怀,樊秀彩,孙海生,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 葡萄:NY/T 2563-2014[S].北京:中国标准出版社,2014:1-22.
- [39] 刘志勇,颜国荣,王 威,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 无花果:NY/T 2587-2014[S].北京:中国标准出版社,2014:1-16.
- [40] 侯立群,赵登超,韩传明,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 石榴属:GB/T 35566-2017[S].北京:中国标准出版社,2017:1-15.
- [41] 陈竹生,江 东,崔野韩,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 柑橘:NY/T 2435-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-21.
- [42] 叶自行,陈德汉,刘 洪,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 龙眼:NY/T 2431-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-14.
- [43] 龙开意,朱 敏,高 玲,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 杧果:NY/T 2440-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-17.
- [44] 吴 刚,谭乐和,张如莲,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 木菠萝:NY/T 2515-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-12.
- [45] 吴 翼,张如莲,刘 蕊,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 椰子:NY/T 2516-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-12.
- [46] 高 玲,张如莲,徐 丽,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 西番莲:NY/T 2517-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-19.
- [47] 李建国,陈 健,饶得花,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 番木瓜:NY/T 2519-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-12.
- [48] 陈厚彬,饶得花,李建国,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 荔枝:NY/T 2564-2014[S].北京:中国标准出版社,2014:1-17.
- [49] 张志胜,谢 利,杨旭红,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 凤梨属:NY/T 2750-2015[S].北京:中国标准出版社,2015:1-15.
- [50] 李建国,吕 顺,李春兰,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 香蕉:NY/T 2760-2015[S].北京:中国标准出版社,2015:1-20.
- [51] 戚行江,梁森苗,张新明,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 杨梅:NY/T 2761-2015[S].北京:中国标准出版社,2015:1-13.
- [52] 秦晓威,李付鹏,郝朝运,等.植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 可可:NY/T 3975-2021[S].北京:中国标准出版社,2021:1-18.
- [53] 周必成,欧阳绍湘,周建仁,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 板栗:LY/T 1851-2009[S].北京:中国标准出版社,2009:1-13.
- [54] 李 云,杨 华,赵广亮,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 榛属:GB/T 24886-2010[S].北京:中国标准出版社,2010:1-11.
- [55] 裴 东,张俊佩,周建仁,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 核桃属:GB/T 26909-2011[S].北京:中国标准出版社,2011:1-19.
- [56] 李新岗,黄 建,高文海,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 枣:LY/T 2190-2013[S].北京:中国标准出版社,2013:1-19.
- [57] 吕小红,史 鹏,段爱国,等.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 沙棘:LY/T 2287-2014[S].北京:中国标准出版社,2014:1-11.
- [58] 曹福亮,李广平,汪贵斌,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 银杏:LY/T 3000-2018[S].北京:中国标准出版社,2018:1-16.
- [59] 张启翔,周建仁,黄发吉,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 榆叶梅:LY/T 1848-2009[S].北京:中国标准出版社,2009:1-11.
- [60] 吕英民,张启翔,杨 果,等.植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 梅:GB/T 24884-2010[S].北京:中国标准出版社,2010:1-17.
- [61] 郎彬彬,朱 博,谢 敏,等.野生毛花猕猴桃种质资源主要数量性状变异分析及评价指标探讨[J].果树学报,2016,33(1):8-15.
- [62] 朱 敏,高爱平,邓穗生,等.杧果种质资源果实主要数量性状评价指标探讨[J].植物遗传资源学报,2010,11(4):418-423.
- [63] 刘 平,刘孟军,周俊义,等.枣树数量性状的分布类型及其概率分级指标体系[J].林业科学,2003,39(6):77-82.
- [64] 赵海娟,刘威生,刘 宁,等.普通杏(*Armeniaca vulgaris*)种质资源果实主要数量性状变异及概率分级[J].果树学报,2013,30(1):37-42.
- [65] 魏浩华.杏果实主要数量性状分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [66] 李京璟,梁丽松,王贵禧,等.平榛种质资源坚果主要数量性状评价与分级研究[J].塔里木大学学报,2016,28(3):96-102.
- [67] 方 超,唐 轩,胡桂兵,等.荔枝 DUS 测试数量性状分级研究[J].果树学报,2020,37(5):635-644.

- [68] FURONES-PEREZ P, FERNANDEZ-LOPEZ J. Usefulness of 13 morphological and phenological characteristics of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) for use in the DUS test[J]. Euphytica, 2009, 167: 1-21.
- [69] 杨坤, 张新明, 刘平, 等. 植物已知品种数据库构建方法的研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(33): 283-287.
- [70] 杜淑辉. 木瓜属新品种 DUS 测试指南及已知品种数据库的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.
- [71] 颜国荣, 王威, 白玉亭, 等. 西瓜已知品种 DUS 性状数据库构建与应用[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(8): 1548-1555.
- [72] 薛华柏, 杨健, 王龙, 等. 29 个梨品种 SSR 特征指纹数据表的构建[J]. 果树学报, 2015, 32(6): 1028-1035.
- [73] 李贝贝, 姜建福, 张颖, 等. 葡萄品种 DNA 指纹数据库的构建及遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19(2): 338-350.
- [74] 李益, 马先锋, 唐浩, 等. 柑橘品种鉴定的 SSR 标记开发和指纹图谱库构建[J]. 中国农业科学, 2018, 51(15): 2969-2979.
- [75] 王风格, 易红梅, 赵久然, 等. 植物品种鉴定 DNA 指纹方法总则: NY/T 2594-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014: 1-5.
- [76] LI L, FANG Z W, ZHOU J F, et al. An accurate and efficient method for large-scale SSR genotyping and applications[J]. Nucleic Acids Research, 2017, 1: 1-12.
- [77] ROTONDI A, MAGLI M, RICCIOLINI C, et al. Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars[J]. Euphytica, 2003, 132: 129-137.
- [78] IBANEZ J, VELEZ M D, DE ANDRES M T, et al. Molecular markers for establishing distinctness in vegetative propagated crops: a case study in grapevine[J]. Theoretic and Applied Genetics, 2009, 119: 1213-1222.
- [79] VELEZ M D, IBANEZ J. Assessment of the uniformity and stability of grapevine cultivars using a set of microsatellite markers[J]. Euphytica, 2012, 186: 419-432.
- [80] 高华, 李硕碧, 王立新, 等. 苹果品种鉴定技术规程 SSR 分子标记法: NY/T 2478-2013[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 1-16.
- [81] 庞晓明, 李颖岳, 续九如, 等. 枣品种鉴定技术规程 SSR 分子标记法: LY/T 2426-2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015: 1-14.
- [82] 傅大立, 刘梦培, 秦玥, 等. 仁用杏品种鉴定技术规程 SSR 分子标记法: LY/T 2745-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 1-11.
- [83] 唐浩, 李益, 韩瑞玺, 等. 柑橘属品种鉴定 SSR 分子标记法: NY/T 3436-2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019: 1-16.
- [84] 王富强, 李贝贝, 樊秀彩, 等. 葡萄品种 SSR 分子鉴定体系的建立及应用[J]. 果树学报, 2020, 37(9): 1281-1293.
- [85] 王富强, 樊秀彩, 张颖, 等. SNP 分子标记在作物品种鉴定中的应用和展望[J]. 植物遗传资源学报, 2020, 21(5): 1308-1320.
- [86] PEACE C, BASSIL N, MAIN D, et al. Development and evaluation of a genome-wide 6 K SNP array for diploid sweet cherry and tetraploid sour cherry[J]. PLoS One, 2012, 7(12): e48305.
- [87] MONTANARI S, BIANCO L, ALLEN B, et al. Development of a highly efficient Axiom™ 70 K SNP array for *Pyrus* and evaluation for high-density mapping and germplasm characterization[J]. BMC Genomics, 2019, 20(1): 331.
- [88] 魏召新. 柑橘单核苷酸多态性分子标记的筛选及其在遗传多样性研究中的应用[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [89] 刘更森. 苹果 SSR 和 SNP 标记开发及在遗传图谱构建和品种鉴定中的应用[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2018.
- [90] CABEZAS J, IBANEZ J, LJAVETZKY D, et al. A 48 SNP set for grapevine cultivar identification[J]. BMC Plant Biology, 2011, 11(1): 153.
- [91] DE LORENZIS G, CHIPASHVILI R, FAILLA O, et al. Study of genetic variability in *Vitis vinifera* L. germplasm by high-throughput Vitis 18kSNP array: the case of georgian genetic resources[J]. BMC Plant Biology, 2015, 15(1): 154.
- [92] 李贝贝, 张恒, 姜建福, 等. 基于 SLAF-seq 技术的葡萄种质遗传多样性分析[J]. 园艺学报, 2019, 46(11): 2109-2118.
- [93] MERKOUROPOULOS G, GANOPOULOS L, TSAFTARIS A, et al. Combination of high resolution melting (HRM) analysis and SSR molecular markers speeds up genotyping: case study genotyping the Greek plum GenBank collection[J]. Plant Genet Resources, 2016, 15(4): 1-10.
- [94] 张玉星. 果树栽培学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 6.
- [95] 程存刚, 王海波, 刘凤之, 等. 我国果树新品种保护的现状与发展对策[J]. 农业科技管理, 2008, 27(3): 12-14, 37.
- [96] 邓伟, 崔野韩. 中国农业植物新品种保护制度及发展的研究[J]. 中国种业, 2020(11): 1-7.
- [97] 李菊丹. 我国农业植物新品种保护问题与对策研究——以品种权申请授权数据统计为基础进行分析[J]. 知识产权, 2019(5): 70-82.
- [98] 王创业. 我国植物新品种权申请授权情况分析——基于申请主体视角[D]. 南昌: 江西农业大学, 2019.
- [99] 陈学森, 郭文武, 徐娟, 等. 主要果树果实品质改良与提升实践[J]. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3524-3540.
- [100] 王斐, 欧春青, 张艳杰, 等. UPOV 果树 DUS 测试指南综述及对我国果树指南研制的建议[J]. 果树学报, 2019, 36(9): 1204-1213.
- [101] 邓秀新, 彭抒昂. 柑橘学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [102] 樊淑园. 六个龙眼荔枝属间杂种优系的 DUS 测试[D]. 广州: 华南农业大学, 2018.
- [103] JAMALI S H, COCKRAM J, HICKEY L T. Insights into deployment of DNA markers in plant variety protection and registration[J]. Theoretic and Applied Genetics, 2019, 132: 1911-1929.
- [104] 彭海, 方治伟, 李论, 等. 植物品种鉴定 MNP 标记法: GB/T 38551-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020: 1-312.

(责任编辑: 王妮)