

吴祝华,詹德智,施季森,等.百合尖孢镰刀菌鳞茎腐烂病研究进展[J].江苏农业科学,2013,41(6):1-5.

# 百合尖孢镰刀菌鳞茎腐烂病研究进展

吴祝华,詹德智,施季森,席梦利

(南京林业大学林木遗传与生物技术省部共建教育部重点实验室,江苏南京 210037)

**摘要:**由尖孢镰刀菌引起的百合鳞茎腐烂病是百合生产中危害最严重的病害之一,对百合切花生产影响很大。本文综述了该病的发生规律、防治方法及病原菌的鉴定方法,总结了不同百合品系对病原菌的抗性,介绍了百合抗鳞茎腐烂病育种研究现状,并对百合抗病育种的前景进行了展望。

**关键词:**百合;鳞茎腐烂病;尖孢镰刀菌;抗性;抗性育种

**中图分类号:** S436.8<sup>+</sup>1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0001-04

百合是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)著名球根花卉,其花姿雅致、花色丰富、馨香宜人,是世界第五大鲜切花,同时也是高档盆花和优良的庭院栽培用花。百合不仅可观赏,还有较高的药用与食用价值,经济价值高;但是百合也是一种较易感病的花卉,随着栽培面积的扩大,栽培时间的延长,病害发生会更趋严重。在百合病害中,由尖孢镰刀菌引起的百合鳞茎腐烂病是百合生产中危害最严重的一种真菌性病害。本文综述了近年来该方面研究的进展,为百合抗性育种提供参考。

## 1 百合鳞茎腐烂病概况

### 1.1 百合鳞茎腐烂病的危害

1926 年荷兰学者发现百合镰刀菌鳞茎腐烂病<sup>[1]</sup>,在我国 20 世纪 90 年代末至今有梁巧兰等<sup>[2]</sup>、陈秋萍<sup>[3]</sup>、唐祥宁等<sup>[4]</sup>对甘肃、江西、福建等地发生的镰刀菌引起的百合鳞茎腐烂病进行了报道,发病率高达 20%~30%,危害十分严重。近年来在我国华东一带的百合温室生产中,危害也十分严重,该病已成为观赏百合生产中的主要限制因素。百合鳞茎腐烂病(又称为基腐病、枯萎病)是土传病害,尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)是其主要致病菌<sup>[1]</sup>。尖孢镰刀菌可危害百合植株各器官,但主要危害地下鳞茎。植株受害后明显矮化,叶片自下而上黄化、变紫后萎蔫干枯,叶柄缢缩呈线状,将叶片悬挂在茎秆上。严重时茎基部缢缩,叶片全部变黄枯萎,拔时茎秆易断。地下鳞茎受害多从根尖变褐开始,直达鳞茎盘,染病鳞茎常从鳞茎盘上脱落,严重时鳞茎腐烂,病株于开花前提早枯死,对百合产量和品质影响很大<sup>[5]</sup>。

百合鳞茎腐烂病常用化学防治,但不易根治。由于该病为土传病害,土壤、种球、田间病残体均可带菌,病菌几乎可以无限期地生活在土壤中,因而防治十分困难。百合栽培土壤需严格消毒,使百合生产成本增加。

### 1.2 百合鳞茎腐烂病的发病规律

百合鳞茎腐烂病的病原菌主要以菌丝体方式在种球内蔓

延,或以菌丝体、厚垣孢子及菌核随百合的病残体在土壤中越冬,成为翌年的主要初侵染源<sup>[6]</sup>。翌年春末条件适宜时,病菌活动加剧,4 月中旬左右开始发病,5 月上旬发病数量急剧上升,5 月中旬达到高峰期,5 月下旬植株大量死亡和枯萎,6—7 月持续发生,采收后的百合鳞茎也能继续发病。染病的种球和病株也常常成为次年百合发病的初侵染来源,并可随着种球的调运而造成病区扩大<sup>[7]</sup>。百合鳞茎腐烂病的发生与连作、根部线虫的存在、栽培措施不当及气候因素等密切相关。百合为喜光耐旱作物,高温多湿、排水不良、氮肥施用过多、通风不畅、湿气迟滞、土壤偏酸等均有利于该病发生<sup>[8]</sup>。

百合鳞茎腐烂病的发生与温湿度关系密切。潘其云等<sup>[9]</sup>研究表明,日均气温稳定在 10℃ 以上,百合芽苞出土展叶时,植株就可发病,20~26℃ 为发病适温。在适温条件下,雨水是影响发病的关键因素。此外,土壤肥力和排水条件也影响发病。

### 1.3 百合鳞茎腐烂病的防治措施

百合鳞茎腐烂病是土传性病害,病菌主要以菌丝体在鳞茎内或以菌丝体、厚垣孢子随病残体在土壤中越冬,成为次年百合发病的初侵染来源。因此,防治此病应以农业措施为基础,在采取增施腐熟有机肥、实行水旱轮作、深耕晒垡、高畦深沟、彻底清除田间病残体和精选种球的前提下,辅以化学防治。化学防治百合鳞茎腐烂病的关键是要做好百合种球消毒和苗期灌根,在百合种球播种前,使用多菌灵和福美双浸种,可有效预防病害发生<sup>[10-11]</sup>;苗期药液灌根可以减轻病情的发展。60% 百菌通可湿性粉剂 400 倍液、50% 代森锰锌可湿性粉剂 600 倍液和 45% 噁菌灵悬浮剂 600 倍液是防治此病比较理想的杀菌剂及适宜浓度<sup>[12]</sup>。李诚等<sup>[13]</sup>、诸葛龙等<sup>[14]</sup>通过种球包衣(用 18% 绿野种衣剂按药剂:种子重量=1:50 的比例对百合种球进行包衣)对百合鳞茎腐烂病进行综合防治,也取得了较好效果,对茎腐病和根腐病的防效分别达 89.41% 和 8.85%。邹一平等通过多次田间药效试验,发现 75% 治萎灵可湿性粉剂含有的水杨酸可能增强百合的抗病性,并且对百合枯萎病的防效明显高于 40% 多菌灵可湿性粉剂<sup>[8]</sup>。

近年来,生物防治百合鳞茎腐烂病逐渐得到应用,真菌、细菌、植物提取物、放线菌、真菌与细菌混合以及水杨酸、抗生素等都可以用于尖孢镰刀菌的防治<sup>[15]</sup>。生防真菌中目前已

收稿日期:2013-03-18

基金项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2009319-1)。

作者简介:吴祝华(1971—),女,重庆人,博士,副研究员,从事花卉遗传育种研究。E-mail:nlwuzhu@126.com。

报道用于防治致病性尖孢镰刀菌引起枯萎病的主要有哈茨木霉 (*Trichoderma harzianum*)、绿色木霉 (*T. viride*) 和拟康氏木霉 (*T. pseudokoningii*)<sup>[16-17]</sup>。此外,一些植物提取液也具有抑制尖孢镰刀菌的作用,李丽等报道紫茎泽兰液、沼液及二者的混合液对百合镰刀菌均有抑制作用,紫茎泽兰液的抑制效果较沼液好<sup>[18]</sup>。

## 2 百合鳞茎腐烂病原菌研究现状

尖孢镰刀菌根据侵染寄主的不同分为许多专化型,侵染百合的镰刀菌称为尖孢镰刀菌百合专化型 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii*),为百合鳞茎腐烂病的主要病原菌<sup>[19]</sup>。Dean 在 1884 年的《英国园艺年鉴》上首次报道了百合鳞茎腐烂病,但在荷兰,直到 1926 年才有关于百合鳞茎腐烂病的报道。虽然 Imle 在 1942 年分离出了尖孢镰刀菌的百合专化型菌株,并确认其是 *L. formosanum* 的病原,但他认为没有足够的证据表明其为百合专化型,直到 1971 年 Bald 才从百合的根、鳞茎和茎中分离了 *F. oxysporum* f. sp. *lilii*,并证明其仅对百合有致病性<sup>[19]</sup>。Baayen 等<sup>[20]</sup>对从百合上分离出的 24 个尖孢镰刀菌菌株进行了致病性、营养特性及 RFLP 检测,并同唐菖蒲和郁金香上的尖孢镰刀菌进行了比较,发现百合专化型尖孢镰刀菌仅对百合有致病性,对唐菖蒲和郁金香无致病性,仅有 1 个菌株例外。同样,尖孢镰刀菌郁金香专化型只侵染郁金香而对百合和唐菖蒲无致病性。Löffler 等<sup>[21]</sup>检测了 31 个尖孢镰刀菌百合专化型菌株的毒性与致病性,认为不同菌株对种及品种的致病力显著不同。其中 4 号与 11 号致病力最强,用高竞争力的菌株做抗性检测是有效的。迄今为止,这 2 个菌株一直为研究百合抗病检测所用。

在国内,唐祥宁等<sup>[4]</sup>对江西、刘妍等<sup>[22]</sup>对云南采集的百合种球鳞茎腐烂病病原用镰刀菌分离方法分离纯化病原菌,经鉴定分离得到的菌种为尖孢镰刀菌百合专化型。李诚等<sup>[23]</sup>对甘肃省百合主产区进行了调查,发现造成当地百合枯萎病的主要病原菌为尖孢镰刀菌。用分离频率较高的尖孢镰刀菌和串珠镰刀菌接种 8 科 21 种植物,结果除引起百合发病外,对其余 20 种植物均不能致病,表明百合专化型尖孢镰刀菌有着严格的寄主专一性。可见,在百合尖孢镰刀菌鳞茎腐烂病的研究中,获得强致病性的菌株是研究的第一步。

## 3 抗性育种研究进展

### 3.1 抗性评价

3.1.1 资源评价 有效而准确地评估百合寄主对镰刀菌的抗性是进行百合抗病资源筛选、杂交后代抗病个体选择及品种抗性评价的基础。Straathof 等<sup>[24-25]</sup>对 28 个亚洲百合品种进行苗期镰刀菌抗性测试,发现亚洲百合组间及组内品种对镰刀菌的抗性存在显著差异。研究发现,亚洲百合 Orlito、Connecticut King 表现高抗,而 Pirate、Acapulco、Stargazer、Snow Queen、Gelria 等品种表现为易感病。在苗期致病性试验中,共筛选出了 18% 的抗性苗,其中有 15% 表现出对镰刀菌免疫。双亲都抗病的杂交组合,子代群体的抗性优于只有 1 个亲本抗病的子代群体,只有 1 个亲本抗病的子代抗性优于 2 个亲本都感病的组合。

Lim 等<sup>[26]</sup>研究发现,抗性品种在杂交组合中作父本与作

母本其后代的抗病力也会表现出差异。例如 Connecticut King (康涅狄格国王)对尖孢镰刀菌表现高抗,母本为 Connecticut King 的子代一般都表现为抗病,而 Connecticut King 作父本、Mont Blanc 作母本的组合,其子代表现为感病。大部分抗病×抗病组合的子代也表现为抗病。百合鳞茎对尖孢镰刀菌的抗病性反应与幼苗相似,Löffler 等<sup>[27]</sup>所做的不同大小鳞茎对镰刀菌的抗性试验表明,幼年鳞茎比成年鳞茎对镰刀菌更为敏感。

Straathof 等调查发现,不同品种(系)百合对镰刀菌的抗性存在显著差异,亚洲百合杂交种(系)对镰刀菌有较强的抗性,毛百合的抗性最强,其次为麝香百合<sup>[28-29]</sup>,东方百合对镰刀菌的抗性最差,但到目前为止,还未发现对镰刀菌完全免疫的种或栽培品种。

3.1.2 评价方法 百合对尖孢镰刀菌的抗性评价主要方法是接种病原菌后,在田间对植株进行直接观察,通过症状的分级来判断植株的抗病力强弱。Straathof 等<sup>[24-25]</sup>应用土壤接种尖孢镰刀菌,侵染百合种球 6~8 周以观察百合发病情况。抗病性评价主要采用 2 种测定方法:一种方法是调查鳞茎的发病率,采用病情 6 级分类法统计百合病情指数(DSS);另一种方法是测定鳞茎发病前后的相对重量变化(RWC),百合感病后鳞茎腐烂,导致增重缓慢甚至重量减轻,因此,发病鳞茎的重量变化能反映其发病程度。DSS 和 RWC 2 种方法的测定结果都很明确,且高度相关,但由于鳞茎重量变化的测定十分费时费力,影响鳞茎重量的因素较多,且需要大量的对照,而 DSS 法只需少量的对照就可进行,因而在品种的大规模抗性测定中 DSS 法较 RWC 法更为适用。

在国内,唐祥宁等<sup>[4]</sup>根据田间调查、病原鉴定和人工接种试验,调查鉴定了江西的百合病害,发现庭园百合比龙牙百合更易感病。刘妍等<sup>[22]</sup>从云南百合主产区东方百合种球上分离的尖孢镰刀菌对 34 份百合材料进行抗性试验,发现东方百合种或栽培种的镰刀菌抗性均较差,四倍体植株的抗性较二倍体植株强,对抗性最强的 Car74 研究表明,其鳞茎内总皂苷的含量比镰刀菌感病株系 SF4T4-5 高出 29.8%,说明总皂苷含量可以指示东方百合对镰刀菌的抗性强弱。综上所述,百合的抗性评价以田间接种后症状观察、分级评价为主,这种评价方式的准确性受栽培环境条件的影响较大,栽培环境的温湿度指标都影响病害的发生,因此,建立更客观的科学评价体系对抗性百合种质筛选至关重要。

我国百合资源丰富,有 49 个种分布,占世界百合种(89 种)的大多数。多数种对尖孢镰刀菌的抗性没有经过检测,对百合资源进行评价,筛选出抗性强的种质,为进一步的百合抗性育种提供材料,是百合抗性育种的重要基础。

### 3.2 百合抗性种质的育种利用

近 30 年来,在百合抗病育种研究方面,荷兰作出了令世人瞩目的贡献。目前百合抗镰刀菌品种选育主要采用种间杂交的方法。Löffler 等<sup>[21]</sup>用毛百合 (*L. dauricum*) 与麝香百合 (*L. longiflorum*) 杂交,将毛百合的抗真菌病害的特性渐渗到麝香百合中,选育出了抗真菌的新品种,其抗性可以传递给子代,从而证明了常规杂交抗病育种的可行性。荷兰瓦赫宁根 (Wageningen) 植物育种与繁殖中心在 20 世纪 80 年代进行了亚洲百合杂交种的抗病性评价,Kim 等<sup>[30]</sup>用植株形态变化分级计分法对 28 种亚洲百合进行苗期镰刀菌抗性测试,发现亚

洲百合间及种内品种对镰刀菌的抗性存在显著差异。对于双亲都是抗病的杂交组合,子代群体的抗性优于只有 1 个亲本抗病的子代群体,只有 1 个亲本子代的抗性优于 2 个亲本都感病的组合。Lim 等<sup>[31]</sup>为了研究 LA 百合和 LO 百合杂交代抗性,以 *L. formolongi* 作父本、亚洲百合作母本,8 个子代用于抗性检测,Hae-wool、Sinavro 和 LA 96-16 被认为是高抗品种,Supia 和 Doran 为中抗品种。此外 Rhee 等<sup>[32]</sup>对韩国的百合远缘杂交后代选育出的几个品种进行抗尖孢镰刀菌的检测,结果表明其中有高抗品种、中抗品种以及易感品种。我国百合种质资源十分丰富,一些抗病能力强的种,如湖北百合、毛百合、山丹、岷江百合等,在抗病育种中得到了广泛应用。中国科学院植物研究所龙雅宜等<sup>[33]</sup>利用对镰刀菌抗性强的细叶百合与欧洲百合杂交,将抗病基因渐渗入欧洲百合中,从而培育出新品种金橙花山丹。利用野生种与商品种多代杂交以及回交,将野生百合的抗镰刀菌基因渐渗到栽培品种中,是培育抗镰刀菌品种切实可行的育种之路。

除常规杂交育种外,近年来随着分子生物学的迅猛发展,分子标记技术也被应用于百合辅助育种。Straathof 等<sup>[24]</sup>运用 RAPD 分子标记对亚洲百合杂种系的镰刀菌抗性进行了遗传分析,筛选出了 3 个与镰刀菌抗性显著相关的分子标记。荷兰观赏植物育种研究院(CPRO-DLO)现已开发了 1 个 RAPD 分子标记系统,将镰刀菌抗性进行分子标记,构建了百合抗镰刀菌基因图谱,利用这一图谱可以进行早期抗性检测,这将缩短百合抗病品种的选育时间,并提高定向选择的效率。

## 4 展望

### 4.1 高抗种质的获得

抗性种质是培养抗性品种的基础,在我国丰富的百合资源中筛选出高抗种质,再通过杂交育种与基因工程育种,将抗性种质整合到观赏性状优良的百合品种中,提高现有品种的抗性,将是百合抗性育种的道路。目前的百合栽培品种中备受青睐的东方百合系品种抗茎腐病能力较弱,亟待有高抗性基因的导入改良。

准确评价种质资源的抗性,是获得抗性种质的基础。传统的田间接种观察性状法易受环境条件的影响,导致结果的不稳定性。在今后的研究中,可利用植物的离体材料对病原菌毒素的抵抗力反映植株的抗病性来进行研究,利用毒素处理可以代替病原菌进行致病性试验。由于镰刀菌毒素致病性试验不受时间、地点及环境条件的影响,且避免了寄主与病原菌之间的相互干扰,检测结果迅速准确。

此外,近年来根据抗性基因的同源性开展的抗性基因同源克隆(resistant gene analogs, RGA)技术发展起来的 RGA 分子标记与一般的分子标记如 RAPD 或 RFLP 相比,存在自身的优越性,不仅可以用于揭示品种的遗传差异,而且还可以反映品种的功能,有助于选择品种组合和控制病害,可以作为分子标记用于抗病基因的标记<sup>[35-37]</sup>。目前,RGA 分子标记的方法已经在多种植物中广泛应用,分离得到的 RGA 在 Gen-Bank 上记录的已有 200 多种,涉及的植物种类广泛,主要集中在水稻、麦类等粮食作物上<sup>[38-42]</sup>。

通过分离 RGA 的方法得到与 R 基因紧密连锁的分子标记,特别是针对复杂的基因组来说,是相对简便的一种标记方

法。百合属植物基因组大,笔者所在课题组对现有资源进行了 MS-FA 毒素组织培养性状观测评价,在此基础上应用 RGA 分子标记对现有资源进行抗性评价,有助于进一步了解我国百合资源的抗性特征。

### 4.2 抗性基因挖掘

抗病基因(resistance gene, R)是指寄主体内能特异性识别病原菌并激发抗病反应的基因。它与病原菌的无毒基因 *Avr* (avirulence gene) 直接或间接编码产物(配体)互作后,启动并传导信号,激发如过敏反应 HR (hypersensitive response) 和系统获得抗性 SAR (system acquired resistance) 的抗病反应<sup>[43-44]</sup>。

RGA 既可以是一种 DNA 的分子标记,也可以是个体本身所携带的特异抗病基因,在植物中是普遍存在的,多以成簇的方式随机分布于植物基因组中。近年来根据抗性基因的同源性开展的抗性基因同源克隆(RGA, resistant gene analogs)技术具有技术简便、与抗病基因的相关性较高的特点,对基因组庞大的物种可以有效地缩小研究范围<sup>[38,45]</sup>。通过分离 RGA 的方法克隆 R 基因是一种经济有效的方法,成为近年来的研究热点。在主要粮食作物和蔬菜中 R 基因同源克隆研究开展较多。其中小麦的抗性基因克隆开展较多<sup>[46-53]</sup>。在花卉方面,曾对水仙<sup>[54]</sup>与玫瑰(*Rubus idaeus*)<sup>[55]</sup>进行过抗性基因克隆。

综上,利用抗病基因的序列保守性,设计同源序列简并引物,进行对不同抗性反应的品种进行差异筛选,或是对不同抗性反应的品种的同源序列进行亚克隆,然后利用生物信息学方法分析功能差异,进而进行整个抗病基因的克隆,这是一个分离克隆抗病基因和寻找新的抗病基因的经济、快捷的途径。百合的基因组非常庞大( $32 \times 10^6 \sim 40 \times 10^6$  kb),用该法克隆抗性基因是相对简便有效的途径。

### 4.3 利用镰刀菌无毒基因克隆抗性基因

镰刀菌是一类寄主广泛的土传病害,在多种作物上危害。有学者把镰刀菌视为土传病害的模式菌种并对其进行多方面的研究<sup>[56]</sup>。真菌的基因组相比百合而言要小很多,从镰刀菌上进行无毒基因克隆,获得无毒基因相对容易,将携带无毒基因的菌株接种到抗性百合中,可较准确地克隆抗性基因。

### 4.4 抗性基因的导入

获得抗性基因后,将抗性基因导入到现在经济价值高的百合品种中获得高抗品种是抗性育种的有效途径。转基因育种是导入目标基因的最佳手段,虽然百合转基因研究众多,但多集中在农杆菌介导培养、影响因素筛选以及外植体选择等方面,百合高效转基因体系仍待建立与完善<sup>[57-58]</sup>。

## 参考文献:

- [1] Straathof T P, Löffler H J M. Breeding for resistance to *Fusarium oxysporum* in flower bulbs[J]. Acta Hort, 1997(430): 477-486.
- [2] 梁巧兰, 魏列新, 徐秉良. 侵袭观赏百合病毒寄主范围研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(4): 94-96.
- [3] 陈秋萍. 福建省百合病害调查初报[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(2): 97-100.
- [4] 唐祥宁, 游春平, 刘福秀, 等. 江西百合病害调查与鉴定[J]. 江西农业学报, 1997, 9(4): 1-8.

- [5] 龙雅宜, 张金政, 张兰年. 百合——球根花卉之王[M]. 北京: 金盾出版社, 1999.
- [6] 赵彦杰. 百合茎腐病的发生规律及防治方法[J]. 北方园艺, 2005(5): 45.
- [7] 湛超贤. 百合病害的发生与防治[J]. 湖南农业科学, 2003(4): 57–60.
- [8] 邹一平, 晏文武, 邹卫来, 等. 百合枯萎病发生规律研究[J]. 江西植保, 1999, 22(3): 4–8.
- [9] 潘其云, 朱明德, 邓建玲, 等. 百合镰刀菌枯萎病的发生与防治研究[J]. 上海农业科技, 2004(3): 103–104.
- [10] 梁巧兰, 徐秉良, 刘艳梅. 观赏百合根腐病病原鉴定及药剂筛选[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(1): 25–28.
- [11] 叶世森, 林芳. 百合真菌性病害化学防治方法的研究[J]. 福建林业科技, 2007, 34(3): 65–68.
- [12] 叶世森, 林芳, 宋建英. 百合病害的研究综述[J]. 西南林学院学报, 2005, 25(3): 84–87.
- [13] 李诚, 李俊杰, 薛春胜, 等. 百合枯萎病发生规律及防治研究[J]. 植物保护学报, 1994, 21(2): 135–139.
- [14] 诸葛亮, 曹开慰, 胡金和, 等. 百合种球包衣防治鳞茎病害的试验研究[J]. 江西农业学报, 2004, 16(1): 61–64.
- [15] 刘新月, 李凡, 陈海如. 致病性尖孢镰刀菌生物防治研究进展[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(增刊): 89–93.
- [16] 李宏科. 拮抗微生物的开发和利用[J]. 世界农业, 1998(2): 28–30.
- [17] 柳春燕, 郭敏, 林学政, 等. 拟康氏木霉和枯草芽孢杆菌对黄瓜枯萎病的协同防治作用[J]. 中国生物防治, 2005, 21(3): 206–208.
- [18] 李丽, 尹芳, 张无敌, 等. 紫茎泽兰液和沼液抑制百合镰刀菌的研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(3): 136–137.
- [19] Bollen G J. Pathogenicity of fungi isolated from stems and bulbs of lilies and their sensitivity to benomyl[J]. Eur J Pl Path, 1973, 83: 317–329.
- [20] Baayen R P, Forch M G, Waalwijk C, et al. Pathogenic, genetic and molecular characterisation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii* [J]. European Journal of Plant Pathology, 1998, 104: 887–894.
- [21] Löffler H J M, Meijer H, Straathof T P, et al. Segregation of *Fusarium* resistance in an interspecific cross between *Lilium longiflorum* and *Lilium dauricum* [J]. Acta Horticulturae, 1996(414): 203–208.
- [22] 刘妍, 郑思乡, 吴红芝, 等. 东方百合对镰刀菌鳞茎腐烂病的抗性[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(1): 4–7.
- [23] 李诚, 李俊杰, 薛春胜, 等. 百合枯萎病病原菌鉴定[J]. 植物病理学报, 1996, 26(2): 192–193.
- [24] Straathof T P, van Tuyl J M, Dekker B, et al. Genetic analysis of inheritance of partial resistance to *Fusarium oxysporum* in Asiatic hybrids of lily using RAPD markers [J]. Acta Horticulturae, 1996(414): 209–218.
- [25] Straathof T P, Löffler H J M. Screening for *Fusarium* resistance in seedling populations of Asiatic hybrid lily [J]. Euphytica, 1994, 78: 43–51.
- [26] Lim J H, Rhee H K, Kim Y J, et al. Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii* in *Lilium* [J]. Acta Hort, 2003(620): 311–318.
- [27] Löffler H J M, Straathof T P, Mouris J R, et al. Durability of resistance in lily to basal rot – evaluation of virulence and aggressiveness among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii* [J]. European Journal of Plant Pathology, 1995, 101(3): 261–271.
- [28] Straathof T P, van Tuyl J M. Genetic variation in resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii* in the genus *Lilium* [J]. Annals of Applied Biology, 1994, 125: 61–72.
- [29] Straathof T P, Löffler H J M, L infield C A. Breeding for resistance to *Fusarium oxysporum* in flower bulbs [J]. Acta Horticulturae, 1997(430): 477–486.
- [30] Kim J Y, Lee S Y, Kim H R, et al. Survey on virus diseases of *Lilium* spp. and their indexing by tissue and dot immunobinding assays [J]. Acta Horticulturae, 1996, 414: 189–194.
- [31] Lim J H, Choi S T, Rhee H K, et al. Level of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii* (Fol 4 and 11) using endogenous antifungal substances extracted from bulbs and/or roots in *Lilium* genus [J]. Acta Horticulturae, 2005(673): 645–652.
- [32] Rhee H K, Lim J H, Kim Y J, et al. Improvement of breeding efficiency for interspecific hybridization of lilies in Korea [J]. Acta horticulturae, 2005(673): 107–112.
- [33] 龙雅宜, 张金政, 张兰年. 百合——球根花卉之王[M]. 北京: 金盾出版社, 1999.
- [34] 赵敬, 万红建, 杨悦俭, 等. 辣椒 NBS–LRR 类型抗病基因同源序列的克隆及分析[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(3): 611–616.
- [35] Hanai L R, Santini L, Camargo L E, et al. Extension of the core map of common bean with EST–SSR, RGA, AFLP, and putative functional markers [J]. Mol Breeding, 2010, 25: 25–45.
- [36] Tekeoglu M, Rajesh P N, Muehlbauer F J. Integration of sequence tagged microsatellite sites to the chickpea genetic map [J]. Theor Appl Genet, 2002, 105: 847–854.
- [37] 孙石, 赵晋铭, 武晓玲, 等. 大豆品种 RGA 分析与疫霉根腐病抗性鉴定[J]. 作物学报, 2008, 34(10): 1704–1711.
- [38] Wang J L, Liu C Y, Wang J, et al. An integrated QTL map of fungal disease resistance in soybean (*Glycine max* L. Merr.): A method of meta–analysis for mining R genes [J]. Agricultural Sciences in China, 2010, 9(2): 223–232.
- [39] 张胜利, 李东方, 许桂芳. 利用 Mlo 蛋白保守域 MrcD2–MJ5 区扩增小麦抗白粉病基因 RGA [J]. 江苏农业科学, 2011, 39(3): 53–54.
- [40] Hori K, Kobayashi T, Sato K, et al. QTL analysis of *Fusarium* head blight resistance using a high–density linkage map in barley [J]. Theor Appl Genet, 2005, 111: 1661–1672.
- [41] Huettel B, Santra D, Muehlbauer F J, et al. Resistance gene analogues of chickpea (*Cicer arietinum* L.): isolation, genetic mapping and association with a *Fusarium* resistance gene cluster [J]. Theor Appl Genet, 2002, 105: 479–490.
- [42] Carmen Palomino M D, Fernández–Romero, Rubio J, et al. Integration of new CAPS and dCAPS–RGA markers into a composite chickpea genetic map and their association with disease resistance [J]. Theor Appl Genet, 2009, 118: 671–682.
- [43] Guo P G, Bai G H, Li R H. Resistance gene analogs associated with *Fusarium* head blight resistance in wheat [J]. Euphytica, 2006, 151: 251–261.
- [44] Mohler V, Klahr A, Wenzel G, et al. A resistance gene analog useful for targeting disease resistance genes against different pathogens on group 1S chromosomes of barley, wheat and rye [J]. Theor Appl Genet, 2002, 105: 364–368.

全爱华. 农业科技制度与农村金融制度的完善与创新[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 5-7.

# 农业科技制度与农村金融制度的完善与创新

全爱华

(宿迁学院经济贸易系, 江苏宿迁 223800)

**摘要:** 主要分析了我国农业科技制度与农村金融制度目前所存在的一些主要问题。提出通过一些对策和建议来完善农业科技制度, 并完善支持农业科技创新与推广的农村金融制度, 主要包括明确金融机构在支持农业科技创新与推广中的职责分工, 增设农业科技支行或农业科技信贷部门, 完善农业科技信贷管理制度, 创新支持农业科技创新与推广的金融产品和服务方式, 积极开办农业科技保险, 完善政策性农业保险制度, 完善相应的财政金融政策扶持体系。

**关键词:** 农业科技制度; 农村金融制度; 创新

**中图分类号:** F304.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0005-03

技术与资本是农业的重要生产要素, 制约着农村经济的发展与农业现代化的实现。2012 年中央一号文件《关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见》指出, 实现农业持续稳定发展、长期确保粮食有效供给, 根本出路在科技; 明确农业科技是确保国家粮食安全的基础支撑, 是突破资源环境约束的必然选择, 是加快现代农业建设的决定力量。依靠科技进步, 加快农业科技创新, 提升农业科技成果的推广与应用, 推动农业发展方式的转变, 是我国现代农业发展的必然选择, 也直接关系到我国的粮食安全和农民收入的持续稳定增长。我国的农村金融制度经过 30 多年

的改革与发展, 基本上形成了政策性金融机构、合作性金融机构与商业性金融机构并存且相互补充的农村金融体系, 农村金融产品较为丰富。然而, 目前我国农业科技制度与农村金融制度还存在一些问题有待进一步完善, 尤其是农村金融在支持农业科技创新与推广方面显得更为薄弱。因此, 本研究主要围绕上述相关问题展开分析, 并提出一些对策和建议, 以期完善农业科技制度并进一步完善支持农业科技创新与推广的农村金融制度。

## 1 农业科技制度还存在一些问题

随着现代农业步伐的推进, 我国农业科技发展既面临着重要战略机遇, 也面临着严峻挑战。我国农业科技制度还存在一些问题, 主要表现在以下几个方面: 农业企业技术创新主体地位没有真正确立, 产学研结合不够紧密, 并存在着科研力量分散、没有形成合力来研究一些基础性重大课题等问题。另外, 目前的农业科研主要依靠高等院校和科研院所通

收稿日期: 2012-12-05

基金项目: 2012 年江苏省教育厅高校哲学社会科学基金(编号: 2012SJD790065)。

作者简介: 全爱华(1981—), 女, 山东菏泽人, 硕士, 讲师, 主要从事农村金融方向的研究工作。E-mail: tongaihua12@163.com。

[45] Hemming M N, Basuki S, McGrath D J, et al. Fine mapping of the tomato I-3 gene for *Fusarium* wilt resistance and elimination of a co-segregating resistance gene analogue as a candidate for I-3 [J]. *Theor Appl Genet*, 2004, 109: 409-418.

[46] 黄宣, 徐子勤, 陈立余, 等. 小麦 NBS-LRR 类抗病基因同源序列的分离与鉴定[J]. *分子细胞生物学报*, 2006, 39(2): 91-96.

[47] 张楠, 王海燕, 刘大群. 小麦 STK 类抗病基因同源序列的克隆与分析[J]. *华北农学报*, 2010, 25(5): 20-24

[48] 刘松青, 何莎, 蒋芳, 等. 小麦抗病基因同源序列(RGAs)的克隆与分析[J]. *中国农学通报*, 2007, 23(3): 83-87.

[49] 张向明, 韦靖鸾, 张丹, 等. 野生稻 NBS 类抗病基因同源序列的分离与序列分析[J]. *植物遗传资源学报*, 2010, 11(6): 741-748.

[50] Kang H X, Weng Y Q, Yang Y H, et al. Fine genetic mapping localizes cucumber scab resistance gene *Ccu* into an *R* gene cluster[J]. *Theor Appl Genet*, 2011, 122: 795-803.

[51] 丁国华, 秦智伟, 刘宏宇, 等. 黄瓜 NBS 类型抗病基因同源序列的克隆与分析[J]. *园艺学报*, 2005, 32(4): 638-642.

[52] Azhar M T, Amin I, Bashir A, et al. Characterization of resistance

gene analogs from *Gossypium arboreum* and their evolutionary relationships with homologs from tetraploid cottons [J]. *Euphytica*, 2011, 178: 351-362.

[53] Zhang N, Wang S, Wang H Y, et al. Isolation and characterization of NBS-LRR class resistance homologous gene from wheat [J]. *Agricultural Sciences in China*, 2011, 10(8): 1151-1158.

[54] 吴菁华, 吴少华, 杨超. 中国水仙 STK 类抗病基因同源序列的克隆与分析[J]. *热带作物学报*, 2011, 32(5): 866-869.

[55] Suren K S, Angela M B, Jeremy A P, et al. Isolation and linkage mapping of NBS-LRR resistance gene analogs in red raspberry (*Rubus idaeus* L.) and classification among 270 Rosaceae NBS-LRR genes [J]. *Tree Genetics & Genomes*, 2008(4): 881-896.

[56] Roncero M I G, Hera C, Ruiz-Rubio M, et al. *Fusarium* as a model for studying virulence in soilborne plant pathogens [J]. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 2003, 62: 87-98.

[57] 王爱菊, 张凤美, 鹿金颖, 等. 农杆菌介导的百合遗传转化体系的建立[J]. *园艺学报*, 2006, 33(3): 664-666.

[58] 唐东芹, 钱虹妹, 唐克轩, 等. 根癌农杆菌介导半夏凝集素基因 pBIXPTA 对百合的转化[J]. *上海交通大学学报: 农业科学版*, 2004, 22(2): 135-138.