

新疆列当的种类、分布及其防治技术研究进展

姚兆群¹, 曹小蕾¹, 付超², 赵思峰^{1*}

¹石河子大学农学院植物保护系; ²新疆农垦科学院林园所, 新疆 石河子 832000

摘要: 列当是一种根寄生种子植物,是我国进境植物检疫对象,同时也是我国的内检对象。新疆是我国列当发生面积最大、危害最重和种类最多的地区,对新疆的主要经济作物,如加工番茄、向日葵、甜瓜等已造成严重危害。在新疆文献记载的列当种类有 18 种,常见的有埃及列当、大麻列当、向日葵列当和弯管列当,并已广泛分布于新疆各县、市、团场。列当的防治技术主要包括检疫、田间管理、轮作等,但目前的防治效果均不理想。本文通过对新疆列当的相关文献搜集、整理分析,总结了目前新疆列当的种类、分布情况,以及综合防治技术,为今后列当的研究和防治提供参考。

关键词: 新疆; 寄生植物; 列当; 种类; 防治技术

Review of the distribution and management technology of various *Orobanche* L. species in Xinjiang, China

YAO Zhaoqun¹, CAO Xiaolei¹, FU Chao², ZHAO Sifeng^{1*}

¹Department of Plant Protection, Agriculture College, Shihezi University; ²Forest and Horticulture Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Sciences, Shihezi, Xinjiang 832000, China

Abstract: *Orobanche* spp. are achlorophyllous holoparasites of many economically important dicotyledonous crops, and are on the plant quarantine list of China. *Orobanche* spp. in Xinjiang damage many important crops, such as tomato, sunflower, and muskmelon. There are 18 recorded *Orobanche* species in Xinjiang, *O. aegyptiaca*, *O. ramosa*, *O. cumana* and *O. cernua* being the main species. The primary control methods are quarantine, enhancing crops immunization, rotation, etc., but none of them are very effective. This review summarizes data on species, their distribution and integrated management methods to provide a reference for research and control.

Key words: Xinjiang; parasitic plant; *Orobanche*; species; management technology

列当是一类寄生植物根部、营寄生生活的列当科 *Orobanchaceae* 列当属 *Orobanche* (*Phelipanche*) 植物的总称 (Joel, 2009)。因其不含叶绿素,只能通过吸器从寄主植物获取水分和养分 (Westwood, 2013)。列当属植物的寄主包括茄科、豆科、菊科、伞形科、葫芦科等,如番茄、向日葵、油菜、胡萝卜、蚕豆、甜瓜等。寄主被寄生后表现出生长缓慢、黄化、萎蔫等症状,农作物产量和品质也下降,甚至绝收 (Parker & Riches, 1993)。目前,全世界约有 1.2% 的耕地已被列当种子感染,每年给农业生产造成的经济损失达几十亿美元 (Parker, 2009)。列当属植物主要分布于地中海、中东以及亚洲等干旱、半干旱地区 (Parker, 2009),为我国进境植物检疫对象,也是我国的内检对象。

在我国,列当主要分布于新疆、内蒙古、吉林、辽宁、黑龙江、西藏、青海、陕西、山西等省区 (李永金, 2016),新疆是列当危害最严重的地区。据调查,在新疆受列当属植物危害的农作物 (向日葵、甜瓜、加工番茄、打瓜、辣椒等) 面积为 5.3 万~6.7 万 hm^2 ,每年给新疆农业生产造成的损失超过 5 亿元人民币,且发生面积还有进一步扩大的趋势。本文对新疆列当的种类、分布地区以及目前可采取的防治方法等进行综述,以便为防治列当提供参考。

1 新疆列当的种类

张志耘 (1990) 报道,列当属在新疆有 11 个种;阴知勤和周桂玲 (1993) 在新疆发现 14 种;张金兰

收稿日期 (Received): 2016-08-31 接受日期 (Accepted): 2016-10-09

基金项目: 国家自然科学基金 (31260422)

作者简介: 姚兆群,男,博士研究生。研究方向: 寄生性种子植物防治。E-mail: yaozhaoqun@sina.com

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: zhsf_agr@shzu.edu.cn

等(1995)调查鉴定新疆列当有 8 种(表 1)。造成不同鉴定结果的原因可能有 2 个方面:(1)样品采集地点不同;(2)鉴定的主要依据是列当形态特征间的差异,但列当科形态多变,寄主及其所在的环

境气候条件改变,其形态结构会发生明显的变化,且一些重要的鉴定特征会在进化时退化或消失(Hristova *et al.*, 2011, Young *et al.*, 1999)。

表 1 新疆列当种类统计
Table 1 Records of *Orobanch* spp. in Xinjiang

编号 No.	列当种类 Species	参考文献 Reference			寄主 Hosts
		阴知勤和周桂玲, 1993	张志耘, 1990	张金兰等, 1995	
1	毛齿列当 <i>O. caesia</i>	✓	×	✓	蒿属和绣线菊属 <i>Artemisia</i> , <i>Spiraea</i>
2	短齿列当 <i>O. kelleri</i>	✓	✓	×	地肤属 <i>Kochia</i>
3	大麻列当 <i>O. ramosa</i>	✓	×	×	大麻和番茄 <i>Cannabis sativa</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i>
4	长齿列当 <i>O. coelestis</i>	✓	✓	×	矢车菊属、刺苞菊属、刺芹属、菊蒿属、姜味草属、糙苏属及百里香属等 <i>Centaurea</i> , <i>Carlina</i> , <i>Eryngium</i> , <i>Tanacetum</i> , <i>Micromeria</i> , <i>Phlomis</i> , <i>Thymus</i> , <i>et al.</i>
5	埃及列当(瓜列当) <i>O. aegyptiaca</i>	✓	✓	✓	瓜类、向日葵、番茄 <i>Melon</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i>
6	多齿列当 <i>O. uralensis</i>	✓	✓	×	蒿属和阿魏属 <i>Artemisia</i> , <i>Ferula</i>
7	缢筒列当 <i>O. kotschy</i>	✓	✓	✓	阿魏属、绣线菊属和刺芹属 <i>Ferula</i> , <i>Spiraea</i> , <i>Eryngium</i>
8	列当 <i>O. coerulescens</i>	✓	✓	✓	蒿属 <i>Artemisia</i>
9	向日葵列当 <i>O. cumana</i>	✓	×	✓	蒿属和向日葵 <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i>
10	弯管列当(二色列当、欧亚列当) <i>O. cernua</i>	✓	✓	×	寥属、蒿属 <i>Polygonum</i> , <i>Artemisia</i>
11	美丽列当 <i>O. amoena</i>	✓	✓	✓	蒿属和豆科植物 <i>Artemisia</i> , <i>Leguminosae</i>
12	淡黄列当 <i>O. sordida</i>	✓	✓	×	绣线菊、伞形科 <i>Spiraea</i> , <i>Umbelliferae</i>
13	短唇列当 <i>O. major</i>	✓	×	✓	矢车菊属、蓝刺头属 <i>Centaurea</i> , <i>Echinops</i>
14	丝毛列当 <i>O. caryophyllacea</i>	✓	✓	✓	拉拉藤属 <i>Galium</i>
15	阿地列当 <i>O. alsaiica</i>	×	×	×	岩风属(利北芹属)、独活属、羊角芹属 <i>Libanotis</i> , <i>Heraclium</i> , <i>Aegopodium</i>
16	长苞列当 <i>O. solmsii</i>	×	✓	×	独活属 <i>Heraclium</i>

“✓”表示调查存在,“×”表示未发现。

"✓" represents existed, "×" means not found.

弯管列当 *O. cernua* 存在 2 个变种:弯管列当 *O. cernua* var. *cernua* 和直管列当 *O. cernua* var. *hansii*。弯管列当在植株大小、花序长度、花萼裂片分裂度及花的颜色和大小等方面有变化。《苏联植物志》《内蒙古植物志》将本种鉴定为 *O. cumana*;而《西巴基斯坦植物志》将 *O. cumana* 及 *O. cernua* var. *cumana* 作为 *O. cernua* 的异名。所以,*O. cumana* 只是 *O. cernua* 在形态特征方面的变化造成的(张志耘,1990)。

在新疆严重发生的列当:埃及列当 *O. aegyptiaca*、大麻列当 *O. ramosa*、向日葵列当 *O. cumana* 和弯管列当。陈卫民等(2013)调查显示,向日葵列当和埃及列当在南北疆分布最广、危害最严重。张学坤等(2012)对新疆地区的列当样品进行 ISSR 和 ITS 序列分析,聚类结果显示,新疆地区列当有 2 个大类群(埃及列当和向日葵列当)和 7 个亚群,具有

很强的地理相关性。在新疆向日葵列当的生理小种主要是 E、F,可能存在 A、D、G 生理小种,还需进一步鉴定(马德甯和万县贞,2015;石必显等,2016)。综上所述,结合作者近年来的调查,在新疆分布最广、危害最重的 2 个种分别是埃及列当和向日葵列当。造成它们分布广泛的原因:(1)寄主范围广,包括新疆重要的经济作物,如西瓜、甜瓜、番茄、向日葵、辣椒、豆类作物等;(2)在各地种子调运过程中的人为传播加快了其进一步的扩散。

2 新疆列当的分布情况

据报道(余蕊等,2015;张学坤等,2012;张映合和陈卫民,2011;中华人民共和国农业部,2015),列当在新疆 5 个自治州、7 个地区的 90 多个县市以及新疆生产建设兵团 9 个农业师 20 多个农牧团场均有发生,已基本遍布新疆全区,危害日益加重(图 1)。

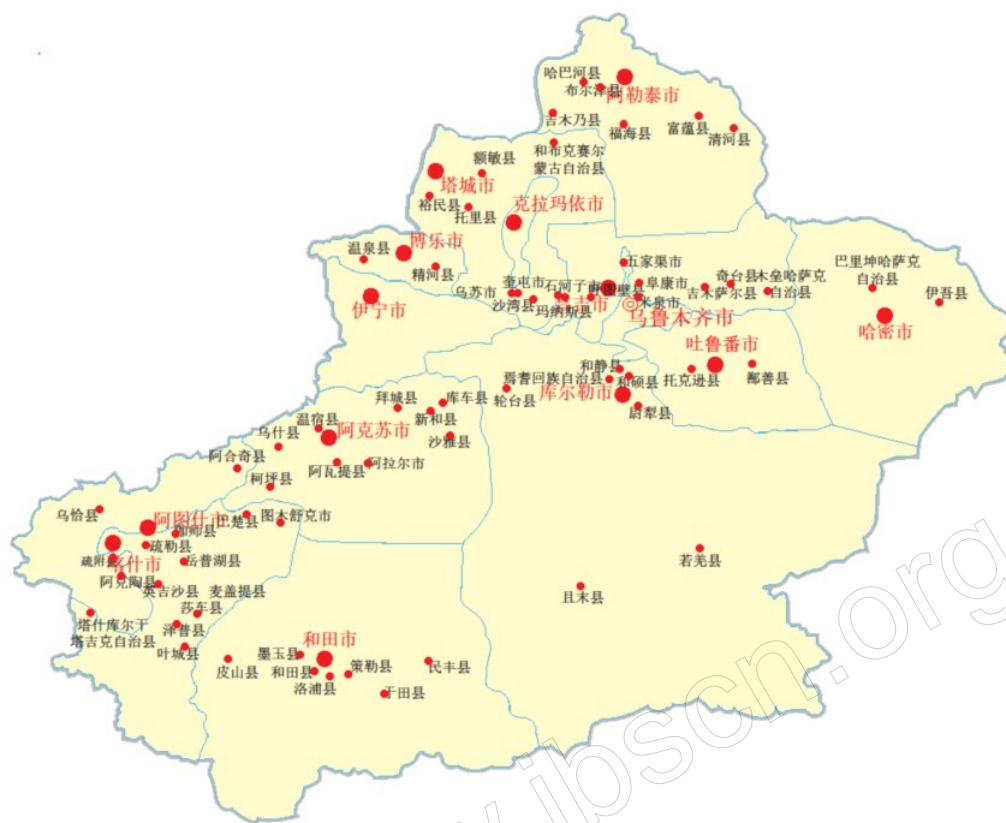


图1 列当在新疆分布图

Fig.1 Distribution of *Orobanche* spp. in Xinjiang

3 防治技术

列当属在中国境内的适应区极为广泛,需要做好预测预报工作(李保平和孟玲,2011)。主要危害种埃及列当和向日葵列当已经造成许多地区不能继续种植原有经济效益高的作物,而改种经济效益低的非列当寄主的农作物。这种危害具有持续时间长、难以根除、防治困难等特点。所以,加强检疫,开发高效、经济的防治策略的任务非常急迫。

3.1 植物检疫

混在寄主作物种子中人为传播,是列当种子传播最有效的一种方式,因此,在没有列当的地区和列当传播的边界应加强检疫预警工作。列当一旦入侵,将会很快成为新的难以根除的杂草(Fernández-Escobar *et al.*, 2008)。例如,锯齿列当 *O. crenata* 传入埃塞俄比亚和苏丹后,迅速成为当地危害性极大的一类杂草(Abang *et al.*, 2007)。张学坤等(2012)通过适生性分析和风险评估,明确了埃及列当在新疆属高度危险的农业有害生物,需加强检疫管理和疫情防治,严防其进一步扩散。

植物检疫被认为是最有效、最先采取的限制列当从疫区传播出来的方式。建立预测机制、划定重

点监测区域,对从适生区内极易传入的高风险区,如口岸、物流中转站等,开展早期监测预警,能预防其再次入侵与扩散蔓延(王瑞等,2016)。建立完善的检疫法律法规及提高民众的检疫知识,有效地将列当控制在疫区。

3.2 农业防治

3.2.1 人工拔除 若列当已与寄主建立寄生关系,可进行人工拔除。人工除草耗费大量劳力,只适用于列当零星发生地块。虽然这种方法费时、费力,但与其他防治策略一起使用将有助于减少种子库。

3.2.2 调整播期、土壤暴晒或水淹 推迟或提前播种日期可减轻列当危害,但易受到温度、降雨影响,只适用于特定的地区和作物。例如,将蚕豆的播种日期从10月推迟到11、12或1月份,可减少 *O. crenata* 和 *O. foetida* 的数量和干重,其原理可能是改变了列当萌发的最适温度,或影响其在地下的发育过程(Grenz *et al.*, 2005)。适当早播也可减轻向日葵列当危害。早播处理与晚播相比,列当的寄生程度差异显著。随着播期的推迟,产量逐步降低(陈燕芳等,2014)。早播向日葵能诱发列当提早萌发,避免或减轻列当对正常播种向日葵的侵害(融晓萍等,2014)。

通过阳光直接加热土壤,或在土壤表面覆盖塑料膜,提高土壤温度,当土壤温度达到 48~57℃ 时能杀死吸胀的列当种子。因此,土壤暴晒时土壤湿度要高(Labrada,2003)。如 *O. ramosa* 的种子能在 50℃ 干燥的空气中存活 35 d,而在 40℃ 潮湿环境下很快就被杀死。这种方法已经在中东的许多地区,尤其是气候比较温暖的地区实施,被认为是一种有效、简单、安全、对环境友好的方法。Haidar & Sidahmed (2000) 指出,利用土壤暴晒与塑料膜覆盖的方式在夏季处理土壤 63 d,使土壤温度提高 15℃ 左右,则既没有在地表发现列当,也没有在黄瓜根部发现其吸器。张连昌等(2013)在辽宁利用黑膜覆盖在防治烟草列当,减少了列当的出土数,防效可达 30% 左右。

水淹能导致列当种子腐烂,减轻列当危害。长时间的水淹能显著减少 *O. crenata* 寄生(Linke, 1999)。Goldwasser & Rodenburg (2013)在室内试验中发现,将 *P. aegyptiaca* 种子置于水淹的土壤的容器中,9 d 后种子失去了生命力。在以色列 *O. cumana* 重病田,利用灌溉水淹可以防治 *O. cumana*,并提高向日葵产量。但是,由于无法控制降雨且在缺水地区无法实施,该方法有一定的局限性。

3.2.3 加强栽培管理 Nassib *et al.* (1992) 研究发现,列当的寄生与土壤营养状况有密切关系,氮肥、磷肥充足和施用鸡粪均能在一定程度上防治列当。这种抑制列当生长的原因可能包括以下几点:(1)减少萌发刺激物的分泌;(2)直接对列当种子或幼苗造成伤害;(3)对于寄主而言,降低了列当的渗透压;(4)氮肥可能对列当的生长有毒害作用;(5)改变了寄主根系与分枝的生长平衡。

施用足够的尿素、氮肥、硝酸铵、硫酸铵和羊粪都能有效减少列当寄生并促进番茄生长(Mariam & Rungsit,2004)。Haidar & Sidahmed (2006)认为,施用鸡粪和硫磺能减少列当的干重并增加茄子和马铃薯的产量。唐嘉成等(2013)报道,播种前用 $30 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 羊粪处理土壤,对烟草田中列当的防除效果达 66%,用 $10.5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 牛粪处理防效为 36.25%。糠醛渣改良土壤防治列当效果也较为明显,可推迟列当的出土时间,施用 $6.0 \sim 7.5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 能使列当的寄生率降低约 80%,并有效抑制烟株上列当的生长(程乐强和王晓波,2012)。施用促根剂可在一定程度上抑制向日葵列当的生长(李红梅,

2012)。施用微生物菌肥对加工番茄田列当、烟草田列当以及向日葵列当具有显著防效,并对作物有一定的增产效果(李智强等,2015,2016;朱甲明等,2015)。

3.2.4 与诱捕作物轮作 列当种子在植物分泌的萌发刺激物作用下在萌发后一段时间若没有找到寄主会由于营养耗尽而很快死亡。一些非寄主植物(诱捕作物)的分泌物同样能刺激列当种子发芽,且发芽后二者不能建立寄生关系,从而致列当在较短时间内死亡,而诱捕作物仍可正常收获。利用诱捕作物使列当种子自杀性萌发,缩减种子库是一种很有前景的防治方法(Fernández-Aparicio *et al.*, 2008)。Sirwan *et al.* (2010)报道,利用芝麻、印度大麻、埃及三叶草和绿豆与番茄轮作可减少列当侵染,同时番茄产量分别提高 71.4%、67.5%、65.5% 和 62.5%。番茄可与禾本科植物(小麦、玉米、谷子)、大豆、马铃薯、甜菜、棉花、大麻、苜蓿、辣椒、绿豆等进行轮作(王靖等,2015)。但是由于列当种子在土壤中可存活 10~20 年,轮作年限较长,推广难度大。

3.2.5 抗病育种 培育抗性品种是列当综合治理的基础。虽然抗性育种是一个漫长而艰难的过程,但是高质量的抗性品种已经显示出对列当不同程度的抗性(Rubiales *et al.*, 2006)。培育抗列当品种在很大程度上依赖于寄主抗性以及遗传抗性,大多数种类的寄主作物都属于中抗或抵抗,如蚕豆、巢菜、豌豆、番茄、烟草、香菜等,只有在胡萝卜和番茄中发现高抗品种。向日葵对 *O. cumana* 的垂直抗性主要由 1 或 2 个抗性基因控制,可以将这种质量抗性转化到优良的品种中,目前已鉴定了 8 个向日葵列当小种:A、B、C、D、E、F、G、H(Molinero-Ruiz *et al.*, 2015)。但是,这种垂直抗性很容易被列当克服而失去抗性(Fernández-Martínez *et al.*, 2012)。抗性品种可以减少列当的寄生量,但是不能立即减少列当种子库。

3.3 化学防治

Goldwasser & Kleifeld (2004)和 Zemrag *et al.* (2004)用草甘膦和溴甲烷防治列当并取得了一定的成果。用氟乐灵、地乐胺、施田补、草甘膦异丙胺盐播前进行土壤处理,精异丙甲草胺播后苗前处理,可降低田间列当的出土率,并抑制已出土列当的生长,同时对寄主产量影响较小;在列当出土后喷施 2,4-D 或 2,4-D 丁酯,对已出土的列当有一定

防效(陈连芳和薛根生,2015;陈明和薛丽静,2009;唐嘉成等,2012;张锐等,2011)。在瓜列当开花前剪掉顶端,涂抹柴油、尿素和机油,对瓜列当有一定的防治效果(朱晓华等,2011)。在列当盛花期前用10%硝酸水灌根,或用0.2%二硝基邻甲酚水喷洒,也有良好效果(胡建芳和马红红,2004;李云辉和景生,2009)。但是这些药剂缺乏对寄主的选择性、药效时间短、花费多、缺乏注册等,限制了其进一步推广应用。

3.4 生物防治

Boari & Vurro (2004) 和 Klein & Kroschel (2002) 均报道可利用生防制剂防治列当。用镰刀菌 L2 菌株进行田间防治,防治效果达到 92.4%,而且该菌株对小麦、玉米、棉花、烟草和向日葵等作物生长无影响(孔令晓等,2006)。列当蝇 *Phytomyza orobanchia* 是一种在北非和东非广泛存在的列当害虫,这种昆虫能取食列当茎秆、果实和种子,防效可以达到 11%~79%(Kroschel & Klein,2004)。由于列当蝇与当地防治蚜虫的措施存在冲突,因此并没有得到广泛推广(Gressel *et al.*,2004)。Aybeke *et al.* (2014) 研究发现,利用洋葱曲霉 *Aspergillus alliaceus* Thorn et Church 能在一定程度上防治列当。在国内开发的微生物除草菌剂 Br-2 对番茄列当的防除效果达 64%(郑庆伟,2015)。从自然发病的列当上分离得到的瓜果腐霉 *Pythium aphanidermatum* 和镰刀菌对列当的防效可达 50%~90%(丁丽丽等,2012;唐嘉成等,2012)。

虽然上述方法能减少列当寄生数或减少土壤中的列当种子,提高农作物产量,但是没有一种完全有效的方法。使用化学除草剂防治列当的效果最好,但是列当通过吸器与寄主联系在一起,所以同时造成除草剂对农作物的伤害,且化学除草剂的成本相对较高,对环境易造成污染(Aly,2007)。造成防治困难的其他原因是列当种子可以在无寄主存在的情况下在土壤中长时间休眠(Matthews *et al.*,2006);且列当的遗传变异速度快,容易对某种防治技术产生适应性,例如,抗性品种的失效,以及对除草剂产生抗性。

目前,没有一种方法能单独使用且能完全、长远、有效地控制列当,由于列当造成的严重损失,已迫使许多地区的农民直接撂荒,或改种其他不受列当危害但经济效益不好的作物。因此,应使用多种

方法相结合,综合治理才能更有效地防治列当(Perez-De-Luque *et al.*,2010)。

防治列当的重点在于如何利用上述方法减少种子库,阻止列当快速繁殖,避免列当从疫区扩散,并使成本降低到农民可以接受的程度;而另外一条前景较为广阔的途径是培育抗列当的各类农作物品种,但目前相关研究进展非常缓慢,只培育出了一些向日葵的抗性品种。

4 展望

从目前的文献报道来看,严重危害新疆农作物的主要是埃及列当和向日葵列当。埃及列当由于不同寄主、地区等原因可能已经出现了不同的亚种或变种,需要进一步研究;而向日葵列当在新疆的小种还需进一步鉴定。从统计结果来看,列当已经遍布新疆全区,将列当控制在疫区防止其进一步扩散将是一项严峻的工作。防治列当的根本解决办法是缩减列当种子库,目前针对此目标的防治方法主要为种植诱捕或捕获作物、使用人工合成的萌发刺激物;但是由于诱捕或捕获作物经济效益差,人工合成的萌发刺激物存在成本高、稳定性差等缺点,导致商业化应用前景渺茫。所以,在目前无法消除种子库的情况下应采用综合防治措施,并以预防为主为原则,才能增加农作物的产量,提高农民的收入,实现农业的可持续发展。

参考文献

- 陈连芳,薛根生,2015. 三种除草剂抑制番茄列当的药效筛选试验. 新疆农垦科技(7): 28-29.
- 陈明,薛丽静,2009. 向日葵列当的发生规律及防治措施. 现代农业科技(8): 85, 88.
- 陈卫民,张金霞,王杰花,2013. 伊犁地区进口向日葵种子携带向日葵列当的检测研究. 农业科技通讯(4): 105-106.
- 陈燕芳,赵君,金玉华,陈贵红,2014. 不同播期对向日葵列当发生的影响. 现代农业科技(13): 136, 140.
- 程乐强,王晓波,2012. 糠醛渣改良土壤防治烟草列当. 中外企业家(16): 96, 110.
- 丁丽丽,张静,王兴应,张学坤,李全喜,赵思峰,2012. 哈密地区瓜列当茎腐病原菌的分离与鉴定. 西北农业学报, 21(4): 187-192.
- 胡建芳,马红红,2004. 隰县向日葵列当发生成因及其防治技术初探. 运城学院学报, 22(5): 32-33.
- 孔令晓,王连生,赵聚莹,张学坤,李全喜,赵思峰,2006. 烟草及向日葵上列当 *Orobanche cumana* 的发生及其生物

- 防治. 植物病理学报, 36(5): 466-469.
- 李保平, 孟玲, 2011. 外来入侵杂草传统生物防治的生态风险及其防范对策. 生物安全学报, 20(3): 179-185.
- 李红梅, 2012. 吉祥雨促根剂防治食葵列当试验. 农村科技 (4): 39.
- 李永金, 2016. 列当属植物研究进展. 青海草业, 25(1): 47-51.
- 李云辉, 景生, 2009. 油葵列当综合防治. 农村科技 (8): 53.
- 李智强, 李禹, 姚政, 王映山, 窦宏举, 2015. 神锄生物菌肥防治番茄列当试验. 农村科技 (12): 34-36.
- 李智强, 姚虞, 杨洋, 李越, 王春, 付艳忠, 2016. “神锄”复合微生物菌肥防治烤烟列当田间试验. 新农业 (7): 58-59.
- 马德甯, 万县贞, 2015. 2014 年中国北方向日葵列当生理小种分布研究报告. 宁夏农林科技, 56(7): 45-47.
- 融晓萍, 韩成, 杨满红, 贾利欣, 马云鹏, 乔永成, 2014. 向日葵早播诱发防除列当试验初报. 中国农技推广, 30(5): 45-46.
- 石必显, 雷中华, 向理军, 赵君, 2016. 中国 4 省区向日葵列当生理小种鉴定. 中国油料作物学报, 38(1): 116-119.
- 唐嘉成, 兰艳丰, 夏博, 管宇, 李颖, 吴元华, 2013. 施用有机肥对防治烟草上向日葵列当的效果. 江苏农业科学, 41(4): 119-121.
- 唐嘉成, 吴元华, 刘晓琳, 宁繁华, 赵秀香, 2012. 烟草列当危害及防治技术研究 // 郭泽建, 李宝笃. 中国植物病理学会 2012 年学术年会. 北京: 中国农业科学技术出版社: 480.
- 王靖, 崔超, 李亚珍, 邸娜, 王海燕, 2015. 全寄生杂草向日葵列当研究现状与展望. 江苏农业科学, 43(5): 144-147.
- 王瑞, 冼晓青, 万方浩, 2016. 北美刺龙葵在中国的适生区预测. 生物安全学报, 25(2): 106-113.
- 阴知勤, 周桂玲, 1993. 新疆高等寄生植物(二)列当科. 八一农学院学报, 16(1): 48-54.
- 余蕊, 赵文团, 陈连芳, 马永清, 2015. 盐碱地土壤列当种子库快速检测方法. 新疆农垦科技, 38(11): 41-42.
- 张金兰, 蒋青, 印丽萍, 范伟功, 柴燕, 金宝顺, 1995. 新疆寄生杂草菟丝子和列当的调查. 植物检疫, 9(4): 205-207.
- 张连昌, 谭超亮, 程乐强, 2013. 黑膜防治烟草列当技术研究. 中外企业家 (14): 236-237.
- 张锐, 宁繁华, 兰艳丰, 吴元华, 2011. 烟草向日葵列当化学防治研究. 湖北农业科学, 50(22): 4609-4611.
- 张学坤, 姚兆群, 赵思峰, 丁丽丽, 杜娟, 2012. 分枝(瓜)列当在新疆的分布、危害及其风险评估. 植物检疫 (6): 31-33.
- 张映合, 陈卫民, 2011. 伊犁地区向日葵列当的危害调查与防治技术研究. 现代农业科技 (12): 184-185.
- 张志耘, 1990. 中国植物志. 北京: 科学出版社.
- 郑庆伟, 2015. 微生物除草菌剂 Br-2 对番茄恶性杂草列当的防除效果显著. 农药市场信息 (20): 52.
- 中华人民共和国农业部, 2015. 农业部办公厅关于印发《全国农业植物检疫性有害生物分布行政区名录(2014)》和《各地区发生的全国农业植物检疫性有害生物名单(2014)》的通知. 中华人民共和国农业部公报 (7): 25-39.
- 朱甲明, 王登元, 库丽夏提, 2015. 食葵列当生物防治综合试验技术研究. 农业科技通讯 (3): 151-153.
- 朱晓华, 古丽夏提, 丁爱琴, 阿蔓古丽, 2011. 哈密瓜列当防治试验. 新疆农业科技 (4): 42.
- ABANG M M, BAYAA B, ABU-IRMAILEH B and YAHYAOU A, 2007. participatory farming system approach for sustainable broomrape (*Orobanch* spp.) management in the Near East and North Africa. *Crop Protection*, 26(12): 1723-1732.
- ALY R, 2007. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 43(4): 304-317.
- AYBEKE M, ŞEN B and ÖKTEN S, 2014. *Aspergillus alliaceus*, a new potential biological control of the root parasitic weed *Orobanch*. *Journal of Basic Microbiology*, 54(S1): S93-S101.
- BOARI A and VURRO M, 2004. Evaluation of *Fusarium* spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobanch* *ramosa*). *Biological Control*, 30(2): 212-219.
- FERNÁNDEZ-APARICIO M, EMERAN A A and RUBIALES D, 2008. Control of *Orobanch* *crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Crop Protection*, 27(3): 653-659.
- FERNÁNDEZ-APARICIO M, REBOUD X and GIBOT-LECLERC S, 2016. Broomrape weeds underground mechanisms of parasitism and associated strategies for their control: a review. *Frontiers in Plant Science*, 7: 135.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR J, RODRIGUEZ-OJEDA M I and ALONSO L C, 2008. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanch* *cumana* Wallr.) race F in Southern Spain // *Proc. 17th International Sunflower Conference*. Cordoba, Spain: [s. n.]: 231-236.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ J, DOMÍNGUEZ J, PÉREZ-VICH B and VELASSO L, 2012. Update on breeding for resistance to sunflower Broomrape. *Helia*, 31: 73-84.
- GOLDWASSER Y and KLEIFELD Y, 2004. Recent approaches to *Orobanch* management. *Weed Biology and Management*, 6(7): 439-466.
- GOLDWASSER Y and RODENBURG J, 2013. Integrated agronomic management of parasitic weed seed banks // JOEL D M, GRESSEL J and MUSELMAN L J. *Parasitic Orobanchaceae*. Berlin: Springer: 393-413.

- GRENZ J, MANSCHSDI A, UYGUR F and SAUERBORN J, 2005. Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*. *Field Crops Research*, 93(2): 300–313.
- GRESSEL J, HANAFI A, HEAD G, MARASAS W, OBILANA A B, OCHANDA J, SOUISSI T and TZOTZOS G, 2004. Major heretofore intractable biotic constraints to African food security that may be amenable to novel biotechnological solutions. *Crop Protection*, 23(8): 661–689.
- HAIDAR M and SIDAHMED M, 2000. Soil solarization and chicken manure for the control of *Orobanche crenata* and other weeds in Lebanon. *Crop Protection*, 19(3): 169–173.
- HAIDAR M and SIDAHMED M, 2006. Elemental sulphur and chicken manure for the control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*). *Crop Protection*, 25(1): 47–51.
- HRISTOVA E, STOYANOV K, GEVEZOVA M and DENEV I, 2011. Application of ISSR methods in studying broomrape's (*Orobanchaceae*) biodiversity in Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 25(1): 2248–2253.
- JOEL D M, 2009. The new nomenclature of *Orobanche* and *Phelipanche*. *Weed Research*, 49(S1): 6–7.
- KLEIN O and KROSCHEL J, 2002. Biological control of *Orobanche* spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review. *Biocontrol*, 47(3): 245–277.
- KROSCHEL J and KLEIN O, 2004. Biological control of *Orobanche* spp. in the Near East and North Africa by inundative releases of the herbivore *Phytomyza orobanchia*// DAHAN R and EL-MOURID M. *Proceeding of the Expert Consultation on IPM for Orobanche in Food Legume Systems in the Near East and North Africa*. Rabat, Morocco: ICARDA/INRA/FAO.
- LABRADA R, 2003. *Weed Management for Developing Countries. Addendum 1*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- LINKE K H, 1999. Status quo of *Orobanche* management: preventive, cultural and physical control// *Joint Action to Control Orobanche in the WANA-Region: Experiences from Morocco*. CTZ GmbH, Rabat, Morocco: Proceedings of the Regional Workshop: 107–133.
- MARIAM E G and RUNGSIT S, 2004. Effect of nitrogen fertilizers on branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Kasetsart Journal of Natural Sciences*, 38: 311–319.
- MATTHEWS J, MIEGEL D and HAYTON D, 2006. Seed bank and seed bank reduction of *Orobanche ramosa* in South Australia// PRESTON C, WATTS J H and CROSSMAN N D. *15th Australian Weeds Conference*. Adelaide: WMSSA: 626–628.
- MOLINERO-RUIZ L, DELAVAUULT P, PÉREZ-VICH B, PACUREANU-JOITA M, BULOS M, ALTIERI E and DOMÍNGUEZ J, 2015. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(4): e10R01.
- NASSIB S, HUSSEIN A, SABER H and EL DEEB M, 1992. Effect of N, P, and K nutrients with a reduced rate of glyphosate on control and yield of faba bean in middle Egypt. *Egypt Journal of Applied Sciences*, 7: 720–730.
- PARKER C, 2009. Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science*, 65(5): 453–459.
- PARKER C and RICHES C R, 1993. *Parasitic Weeds of the World: Biology and Control*. Wallingford: CAB International.
- PEREZ-DE-LUQUE A, EIZENBERG H, GRENZ J H, SILLEIRO J C, AVILA C, SAUERBORN J and RUBIALES D, 2010. Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*, 115(3): 319–328.
- RUBIALES D, PÉREZ-DE-LUQUE A, FERNÁNDEZ-APARICO M, SILLERO J C, ROMÁN B, KHARRAT M, KHALIL S, JOEL D M and RICHES C, 2006. Screening techniques and sources of resistance against parasitic weeds in grain legumes. *Euphytica*, 147(1/2): 187–199.
- SIRWAN B, HASSAN A, MOHAMMAD R, HAMID R and MEHDI M, 2010. Management of *Phelipanche aegyptiaca* Pomel. using trap crops in rotation with tomato (*Solanum lycopersicom* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 4(6): 437–442.
- WESTWOOD J H, 2013. *The Physiology of the Established Parasite — Host Association*. Berlin: Springer.
- YOUNG N D, STEINER K E and DE PAMPHILIS C W, 1999. The evolution of parasitism in Scrophulariaceae/Orobanchaceae: plastid gene sequences refute an evolutionary transition series. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86(4): 876–893.
- ZEMARAG A, FATEMI Z, SAFFOUR K and KAMAL M, 2004. *Orobanche* research in Morocco// DAHAN R and EL-MOURID M. *Proceeding of the Expert Consultation on IPM for Orobanche in Food Legume Systems in the Near East and North Africa*. Rabat, Morocco: ICARDA/INRA/FAO.

(责任编辑:郭莹)