

中国4省区向日葵列当生理小种鉴定

石必显¹, 雷中华¹, 向理军¹, 赵君^{2*}

(1. 新疆农业科学院经济作物研究所, 新疆 乌鲁木齐, 830091; 2. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特, 010018)

摘要: 向日葵列当的致病力因生理小种的不同而存在差异。为了明确我国向日葵列当的生理小种类型, 利用向日葵列当国际通用鉴别寄主: AD-66、KruglikA-41、B-RO-02A、Record、LC-1002B、LC-1003B、L-1390、LG-SS88, 对4省区(新疆、内蒙古、吉林、河北)13个不同地点的向日葵列当进行生理小种鉴定。结果表明上述地点当前的向日葵列当生理小种类型为A、D、E和F, 其中D和E小种存在范围广, 主要分布在新疆、吉林和内蒙古地区; 致病力较高的F小种出现在内蒙古地区的四子王旗, 致病力较低的A小种则出现在河北省张家口市。

关键词: 向日葵列当; 鉴别寄主; 生理小种组成; 致病力鉴定

中图分类号: S565.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9084(2016)01-0116-04

Physiological races identification of sunflower broomrape in 4 provinces of China

SHI Bi-xian¹, LEI Zhong-hua¹, XIANG Li-jun¹, ZHAO Jun^{2*}

(1. Industrial Crops Institute of Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China;

2. Agronomy Department, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: Virulence of sunflower broomrape is different due to different physiological races. In order to clarify the physiological race composition of sunflower broomrape in China, international differential hosts of sunflower broomrape were used. They included AD-66, KruglikA-41, B-RO-02A, Record, LC-1002B, LC-1003B, L-1390 and LG-SS88. Detected broomrape were collected from 13 different areas from 4 provinces: Xinjiang, Inner Mongolia, Jilin and Hebei. Results showed that the samples were classified into 4 types: A, D, E and F. Among them, race D and E existed in wider area, and mainly distributed in Jilin and Inner Mongolia. The higher virulent race F was found in Siziwangqi of Inner Mongolia, and the lower virulent race A was found in Zhangjiakou in Hebei Province.

Key words: Sunflower broomrape; Differential hosts; Physiological race composition; Virulent identification

向日葵列当(*Orobanche cumana* Wallr.) 又称毒根草、兔子拐棍, 是一种危害向日葵根系的全寄生双子叶杂草, 在世界各地对向日葵生产造成严重威胁^[1]。列当种子细小, 很容易随风、水、农具所传播, 且生命力很强, 在土壤中保存 15~20 年后仍可萌发。成熟列当种子在适宜的温度和湿度条件下, 遇到向日葵根系, 可生出吸盘定殖于寄主根表皮, 从而建立寄生关系^[2]。早期被列当寄生的植株矮小细弱, 花盘不能形成或形成后枯死, 后期被其寄生的则花盘小、籽粒不饱满、含油率下降, 严重的则不能形成花盘, 最后全株枯死。近年来我国大量从国外

引进向日葵种子, 由于植物检疫工作滞后, 加上种植的食用型向日葵品种高感列当, 导致向日葵列当在我国大范围发生, 对我国向日葵产业的危害日趋严重。

向日葵列当是一种易变异的寄生杂草, 存在着生理小种的分化, 不同生理小种对向日葵致病力不同。1979 年 Bchvarova^[3] 利用含有 5 个抗列当基因 *Or1~Or5* 鉴别寄主鉴定出向日葵列当的 5 个生理小种即 A、B、C、D 和 E; 1995 年西班牙报道了生理小种 F 的出现^[4]; 此后, 在罗马尼亚以及土耳其均发现了 F 生理小种^[5,6], Goncharov^[7] 报道在俄罗斯

收稿日期: 2015-05-29

基金项目: 国家向日葵产业体系(nycytx-21); 新疆自治区科技支撑项目(201431102)

作者简介: 石必显(1981-), 男, 河南鄢陵人, 博士研究生, 从事向日葵育种与栽培研究, E-mail: sbx5212001@163.com

* 通讯作者: 赵君(1969-), 女, 教授, 博士生导师, 从事向日葵病理研究, E-mail: zhaojun02@hotmail.com

也发现了向日葵列当 F 生理小种。近几年在西班牙又出现了能够克服对生理小种 F 有抗性的向日葵的列当品种,研究者把它确定为小种 G^[8];Dicu 等^[9]在罗马尼亚图尔恰和康斯坦察发现除了小种 G 外,还可能存在着毒性更强的小种 H。

我国对向日葵列当生理小种的研究比较少,1996 年董百春等^[10]对吉林省向日葵列当的生理小种进行鉴定,结果表明该省向日葵列当生理小种为 A(欧洲生理小种);本课题组前期利用国际通用向日葵列当鉴别寄主,对我国 18 个地点的向日葵列当进行鉴定结果表明^[11],所调查地点的向日葵列当生理小种有 A、D、E、G 四种类型,其中 D 小种的发生地点较多。国内外尚没有开发出针对向日葵列当有效的防除方法,培育和推广抗列当的向日葵品种就成了当务之急。我国种植向日葵区域较为辽阔,向日葵列当的分布地区也较广泛,很多地区的列当生理小种类型都有待鉴定。明确向日葵列当的生理小种类型可为明确育种目标提供依据,这正是本试验的切入点和研究目的所在。

表 1 向日葵列当鉴别寄主及其对不同生理小种的反应

Table 1 Sunflower broomrape differential hosts and their reactions to different physiological races

鉴别寄主 Differential host	抗性基因 Resistance gene	对不同向日葵列当小种类型的反应 Reactions to different sunflower broomrape physiological races						
		A	B	C	D	E	F	G
LG - SS88	<i>Or7</i>	R	R	R	R	R	R	R
L - 1390	<i>Or6</i>	R	R	R	R	R	R	S
LC - 1003B	<i>Or5</i>	R	R	R	R	R	S	S
LC - 1002B	<i>Or4</i>	R	R	R	R	S	S	S
Record	<i>Or3</i>	R	R	R	S	S	S	S
B - RO - 02A	<i>Or2</i>	R	R	S	S	S	S	S
KruglikA - 41	<i>Or1</i>	R	S	S	S	S	S	S
AD - 66	<i>Or0</i>	S	S	S	S	S	S	S

注:R 表示抗列当;S 表示对列当敏感;A~G 为列当生理小种类型。下同

Note:R; broomrape - resistant; S; broomrape - susceptible. A - G; physiological races. Same as below

1.3 接种方法

温室条件下,在培养杯内种植向日葵列当鉴别寄主并接种列当,诱导列当种子对鉴别寄主根系的寄生。主要操作过程^[12]:按营养土:蛭石:沙子 = 2: 1: 1 的比例配制成培养土;按 250mg 列当种子兑 0.5kg 培养土的比例制成接种物;将培养土与接种物装培养杯;向日葵种子(鉴别寄主)的催芽、播种,每份鉴别寄主播种 10 杯,覆盖 1.5cm 厚的培养土。做好标签,按顺序摆放在光照温室培养(温度 20 ~ 28℃、相对空气湿度约 40%、光照强度为 10 000Lux,光照时长 14h/d)。在鉴别寄主 3 - 4 叶期进行定苗,每杯留 1 株苗,植株生长期间适时适量浇水,保持杯内土壤湿度不要太大。

1.4 鉴定方法

鉴别寄主出苗后 35d 左右时,小苗长出 7 ~ 9 片

1 材料与方法

1.1 向日葵列当鉴别寄主

采用向日葵列当国际通用鉴别寄主,由塞尔维亚共和国向日葵专家 Dragon Skoric 院士惠赠。不同鉴别寄主含有不同抗列当基因(AD - 66, 含基因 *Or0*; KruglikA - 41, 含基因 *Or1*; B - RO - 02A, 含基因 *Or2*; Record, 含基因 *Or3*; LC - 1002B, 含基因 *Or4*; LC - 1003B, 含基因 *Or5*; L - 1390, 含基因 *Or6*; LG - SS88, 含基因 *Or7*), 对不同向日葵列当生理小种类型的抗感反应不同,详见表 1。

1.2 向日葵列当

向日葵列当种子为 2012、2013 年采自内蒙古达拉特旗、张家口市、新疆 188 团、内蒙古武川县、新疆温泉县、内蒙古达茂旗、新疆 88 团、吉林长岭县、新疆奇台县、新疆 182 团、内蒙古四子王旗、新疆吉木萨尔县、内蒙古乌盟中旗等 13 个向日葵主产区充分成熟的向日葵列当种子。

真叶,此时是列当根瘤大量出现的时期。将鉴别寄主小苗从杯中取出,用水冲洗干净根部并观察,感列当的鉴别寄主的根系上可发现有“根瘤”状突起或根状茎,抗列当的鉴别寄主则看不见列当瘤。通过肉眼判断不同鉴别寄主的抗感反应,参照表 1 即可鉴定出所用向日葵列当的生理小种类型。

2 结果与分析

用不同地点的列当对鉴别寄主进行接种,鉴别寄主呈现出不同的抗感反应。试验结果发现用吉林长岭县、内蒙武川县、新疆 188 团和新疆奇台县所采集的列当样品接种鉴别寄主时,鉴别寄主的反应呈现出一致性(表 2)。根据表 1 可以判定该四个地点的向日葵列当生理小种类型为 D,表明该四个地点列当对向日葵的致病力程度比较一致。用内蒙古四

子王旗的列当对鉴别寄主进行接种,发现仅 LG - SS88 和 L - 1390 呈现出抗性反应,其他的鉴别寄主则是呈现感列当反应,对应表 1 可以判断该地点的向日葵列当生理小种类型为 F,是致病力较强的生

理小种。鉴别寄主中除了 AD - 66,其他对张家口市的向日葵列当都呈现出抗性反应,根据表 1 可判断该列当样品属于 A 生理小种类型。

表 2 鉴别寄主对不同地区列当的抗感反应

Table 2 Reactions of the differential hosts to different broomrape samples

鉴别寄主 Differential host	抗性基因 Resistance gene	地点 Site												
		CL	WC	188C	QT	SZW	ZJK	88C	JMS	182C	WQ	WMZ	DM	DLT
LG - SS88	<i>Or7</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L - 1390	<i>Or6</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LC - 1003B	<i>Or5</i>	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R
LC - 1002B	<i>Or4</i>	R	R	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S
Record	<i>Or3</i>	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S
B - RO - 02A	<i>Or2</i>	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S
KruglikA - 41	<i>Or1</i>	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S
AD - 66	<i>Or0</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

注/Note: CL:吉林长岭县, Changling County, Jilin; WC:内蒙古武川县, Wuchuan County, Inner Mongolia; 188C:新疆 188 团, 188 Corps, Xinjiang; QT:新疆奇台县, Qitai County, Xinjiang; SZW:内蒙古四子王旗, Siziwangqi, Inner Mongolia; ZJK:河北张家口市, Zhangjiakou, Hebei; 88C:新疆 88 团, 88 Corps; JMS:新疆吉木萨尔县, Jimusar County, Xinjiang; 182C:新疆 182 团, 182 Corps, Xinjiang; WQ:新疆温泉县, Wenquan County, Xinjiang; WMZ:内蒙古乌盟中旗, Wumengzhongqi, Inner Mongolia; DM:内蒙古达拉特旗, Damaoqi, Inner Mongolia; DLT:内蒙古达拉特旗, Dalateqi, Inner Mongolia

试验结果发现向日葵列当鉴别寄主对新疆地区 88 团、182 团、吉木萨尔县、温泉县和内蒙古地区的乌盟中旗、达茂旗、达拉特旗所采列当的抗感反应一致,根据表 1 可以判断这些地点的列当生理小种均属于 E 类型。该结果表明 E 类型的向日葵列当主要分布在我国新疆和内蒙古的不同区域。

3 讨论

危害向日葵的列当群体中有许多生理小种,目前国外已鉴定出编号为 A ~ H 的 8 个向日葵列当小种。不同国家的向日葵品种由于遗传背景的差异,致使列当生理小种的组成情况也不同。如 Shindrova 等^[13]在 2001 - 2003 年间对保加利亚向日葵主产区列当生理小种进行了鉴定,结果表明保加利亚向日葵列当的生理小种除了有 A、B、C、D,还有 E 和 F 生理小种,其中 E 小种是主要的生理小种;此外, Paucureanu 等人^[14]对西班牙的列当生理小种群体进行了重新鉴定,结果表明生理小种 E 也是主要的小种,但兼有 F 小种。Dedic 等人^[15]利用鉴别寄主确定生理小种 B 是塞尔维亚 Vojvodina 省主要的列当生理小种,而 E 小种则是塞尔维亚北部地区主要的小种类型。

我国地域辽阔,向日葵也分布种植在不同的生态区域,近些年从国外大量引入向日葵种子,使得我国向日葵的品种繁多,遗传背景差异也较大,进而对列当生理小种的进化产生影响。本课题前期利用国际通用向日葵列当鉴别寄主^[11],对我国 18 个地点(新疆地区:新源县、石河子市、特克斯县、北屯镇、

乌鲁木齐市、伊宁市;内蒙古地区:临河市、西小召镇、乌拉特前旗、土佐旗、科右前旗、敖汉旗;山西地区:浑源县、石楼县;吉林通榆县;河北宣化县)的向日葵列当进行鉴定,结果表明所调查地点的向日葵列当生理小种有 A、D、E、G 四种类型,其中 D 小种的发生点较多。本试验中向日葵列当采集地点与前者不同,具体为:内蒙古达拉特旗、河北张家口市、新疆 188 团、内蒙古武川县、新疆温泉县、内蒙古达茂旗、新疆 88 团、吉林长岭县、新疆奇台县、新疆 182 团、内蒙古四子王旗、新疆吉木萨尔县、内蒙古乌盟中旗,鉴定结果发现有 A、D、E 和 F 生理小种类型,其中 D 小种和 E 小种发生的地点较多。综合两者来看,目前我国向日葵列当的致病力存在多样化,已发现的生理小种类型有 A、D、E、F、G 五种,其中 D 小种和 E 小种出现的地点较多。

鉴别寄主由国外专家惠赠,种子数量有限,所以本试验鉴定列当样品的数量也有限。为彻底明确我国各向日葵产区的列当生理小种类型,今后需进一步获取更多鉴别寄主种子以对我国其他地点向日葵列当进行生理小种的鉴定。本试验结果初步探明我国当前向日葵列当生理小种的组成与分布,可以为我国向日葵抗列当育种及抗列当向日葵品种的推广提供参考依据。

4 结论

我国不同省区向日葵列当存在不同的生理小种类型,鉴定结果发现有 A、D、E 和 F 生理小种类型,其中 D 小种和 E 小种发生的地点多,主要分布在新

疆、吉林和内蒙古地区,致病力较高的 F 小种出现在内蒙古地区的四子王旗,而致病力较低的 A 小种则出现在河北省张家口市。

参考文献:

- [1] 吴海荣,强 胜. 检疫杂草列当(*Orobanche L.*) [J]. 杂草科学,2006(2):58-60.
- [2] 何付丽,黄长权,尹克鑫,等. 向日葵列当萌发机理的研究[J]. 作物杂志,2012,6:105-110.
- [3] Behvarova R. Physiological specialization in broomrape (*Orobanche cernua* Wallr.) and the resistance of inbred sunflower lines [J]. Raste - nievudni Nauki, 1979, 17: 127-132.
- [4] Molinero - Ruiz M R, Molero - Vara, J M. Virulence and aggressiveness of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations overcoming the Or5 gene [C]. Proc. 16th Int Sunflower Conf, North Dakota, USA, 2004. 165-169.
- [5] Pacureanu - Ioita M, Raranciuc S, Procopovici E, et al. The impact of the new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania [C]. Proc 17th Int Sunflower Conf, Córdoba, Spain, 2008. 225-229.
- [6] Molinero - Ruiz M L, Perez - Vich B, Pineda - Martos R, et al. Indigenous highly virulent accessions of the sunflower root parasitic weed *Orobanche cumana* [J]. Weed Research. 2008, 48:169-178.
- [7] Gontcharov S V, Antonova T S, Araslanova N M. Sunflower breeding for resistance to the new broomrape race [J]. Helia, 2004, 27(40):193-198.
- [8] Skoric D, Pacureanu - Joila M, Sava E. Sunflower breeding for resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) [J]. Fundulea, 2010, 78(1):63-79.
- [9] Dicu G, Craiciu D, Teodorescu A, et al. Research regarding the virulence of broomrape parasite *Orobanche cumana* Wallr in South - eastern part of Romania [J]. Helia, 2011, 18:25-27.
- [10] 董百春,沙洪林,刘雪静. 吉林向日葵列当生理小种鉴定[J]. 中国油料作物学报,1996,18(1):54-56.
- [11] Shi B X, Chen G H, Zhang Z J, et al. first report of race composition and distribution of sunflower broomrape, *Orobanche cumana* Wallr, in China [J]. Plant Disease, 2015, 99(2):291.
- [12] 牛庆杰,于学鹏,李慧英,等. 向日葵抗列当材料的实验室鉴定方法[J]. 吉林农业科学,2010,35(1):21-22.
- [13] Shindrova, P. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria - distribution and race composition [J]. Helia, 2006, 29(44):111-120.
- [14] Pacureanu - Joita M. *Orobanche* spp. in Romania: The impact of the new races of the parasite in sunflower crop [A]. Proceedings of the Workshop on Means for limiting *Orobanche* propagation and dispersal in agricultural fields [C]. Israel, 2005.
- [15] Dedic, B, Lacok, N, Tancic S, et al. Current status of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Serbia [J]. Helia, 2009, 32(51):135-140.

(责任编辑:郭学兰)