

# 向日葵抗 F-生理小种列当资源筛选

张 明<sup>1,2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院博士后科研工作站, 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院经济作物研究所, 哈尔滨 150086)

**摘 要:**向日葵列当是一种寄生在向日葵根部的恶性杂草,对向日葵的生长造成极大的影响,开展向日葵抗列当资源筛选和抗列当育种对向日葵产业具有重要意义。本试验采用室外盆栽鉴定的方法,利用高致病力的列当 F-生理小种,对 42 份向日葵资源进行抗性鉴定,鉴定出 2 份免疫资源、2 份高抗资源、3 份抗性资源、18 份易感资源和 17 份高感资源。从国外引进的油用向日葵材料整体对列当的抗性较好,而食用向日葵材料包括食用自交系材料和食用型向日葵品种整体对列当的抗性较差,除了 ZJ105 和 GSK18,其余都是易感和高感列当材料。利用本试验筛选出来的抗性材料,为今后选育抗列当向日葵品种奠定基础。

**关键词:**向日葵;列当;资源筛选;抗性育种

中图分类号: S565.5

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)01-0020-03

## Sunflower Resources Screening for F-race *Orobanche Cumana* Resistance

ZHANG Ming<sup>1,2</sup>

(1. The Postdoctoral Research Workstation of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** *Orobanche cumana* is a kind of malignant weed parasitic in the root of sunflower, which has a great impact on the growth of sunflower. It is of great significance for sunflower industry to carry out *Orobanche cumana* resistance identification and sunflower resistant breeding. In this experiment, 42 sunflower resources were identified by outdoor pot culture, using highly pathogenic F-race *Orobanche cumana*. Two immune resources, two highly resistant resources, three resistant resources, 18 susceptible resources and 17 highly susceptible resources were identified. As a whole, oil sunflower materials imported from abroad had better resistance to *Orobanche Cumana*, while confectionery sunflower materials, including inbred lines and sunflower varieties, had lower resistance to *Orobanche cumana*. Most confectionery materials were susceptible and highly susceptible to *Orobanche cumana* except for ZJ105 and GSK18. The resistant materials screened by this experiment laid a foundation for future *Orobanche cumana* resistant breeding.

**Key words:** Sunflower; *Orobanche cumana*; Resource screening; Resistant breeding

中国是向日葵的种植和消费大国,由于中国消费者有嗑食葵花籽的传统<sup>[1]</sup>,国内食用型向日葵年均种植面积都保持在 53 万~67 万公顷。随着国内植物油消费结构的变化,向日葵油的消费量从 2010 年起都保持两位数的增长,增长速度领先于菜籽油等传统植物油,目前已成为重要的食用油来源<sup>[2]</sup>。近年来向日葵生产中面临着严重的病虫害问题,其中以草害中的向日葵列

当最为严重。向日葵列当(*Orobanche cumana*)又称毒根草,一年生恶性杂草<sup>[3]</sup>,国际检疫对象,属双子叶植物,列当科,为害方式是寄生在向日葵根部,致植株矮小、瘦弱,不能形成花盘,最后全株枯死<sup>[4]</sup>。向日葵列当存在生理小种的分化,不同生理小种的致病力不同<sup>[5-6]</sup>。董百春等使用来自西班牙的 5 份向日葵列当国际鉴别寄主材料,对吉林省向日葵主产区的向日葵列当群体通过人工接种方法进行生理小种鉴定,通过鉴定确定了吉林省向日葵主产区的向日葵列当群体均为 A 小种<sup>[7]</sup>。近年来随着大量国外杂交种的涌入,列当生理小种逐渐升级。马德宁对全国各向日葵主产区的列当小种进行鉴定,结果表明,黑龙江省的

收稿日期: 2019-03-04

基金项目: 黑龙江省农业科学院院级科研项目(2017SJ037); 国家特色油料作物体系向日葵抗逆育种岗位(CARS14-1-06)

作者简介: 张 明(1980-),男,助理研究员,博士,从事向日葵抗逆育种研究。

列当小种种类为C和E,内蒙古自治区的列当小种种类包括C、D、E和F<sup>[8]</sup>。据报道内蒙古自治区的巴盟地区已经出现G-生理小种<sup>[9]</sup>。

防治向日葵列当的方法主要包括化学防治和选育抗列当品种<sup>[10-11]</sup>。抗性品种可阻碍向日葵列当种子萌发后寄生在寄主植物根部,从而达到防治的作用,而筛选具有抗性的向日葵材料是向日葵抗列当育种和向日葵新品种推广的前提。于海燕等利用吉林省向日葵列当对52份向日葵材料进行鉴定,结果显示品种间对列当抗性差异较大<sup>[12]</sup>。王文军利用盆栽接种鉴定的方法,对黑龙江地区的向日葵资源进行抗列当鉴定,认为抗列当基因主要存在于杂交种材料、外源材料和油葵材料中<sup>[13]</sup>。石必显等利用D-生理小种列当对38份向日葵资源在温室条件下抗列当鉴定,筛选出9份抗列当资源<sup>[9]</sup>。前人的研究对鉴定所利用的列当生理小种类型多不确定,或者缺乏利用高级别列当小种对向日葵资源进行的筛选和研究,本研究拟利用高致病力列当—F-生理小种列当,对搜集到的向日葵品种和品系进行抗性鉴定,为向日葵抗高级别列当育种和抗列当品种的推广提供基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

共选用42份从国内外搜集的向日葵品种和自交系,包括食用材料31份(品种10个,自交系21份)、油用材料11份(均为自交系)。列当种子2015年采集于内蒙古巴彦淖尔市,利用从西班牙引进的列当鉴别寄主进行类型鉴定,鉴定结果为F-生理小种。

### 1.2 鉴定方法

1.2.1 列当接种:参照王鹏冬等的方法进行室外盆栽列当接种,3次重复<sup>[14]</sup>。盆栽地点位于黑龙江省农业科学院盆栽场,接种时间为2018年6月1日。盆栽土成分为:营养土与蛭石按3:1的比例混合。接种顺序为:播种盆中先装1/3盆栽土,再将1 kg盆栽土列当混合物(5 kg盆栽土拌入0.1 g列当种子,大约为3 000粒列当种子)散播在接种盆的中部,再装入盆栽土至盆沿5 cm处。每个盆中播种5粒待鉴定的向日葵种子,覆盖2 cm营养土,压实并浇透水。

1.2.2 苗期管理:向日葵出苗后3~4叶期进行定苗工作,每盆留1棵苗。苗期适量浇水,整体湿度控制在土壤最大持水量的70%~80%。

1.2.3 抗性鉴定:播种后40 d进行洗根鉴定。将被测植株连土从盆中取出,用水冲洗根部,通过肉眼即可鉴定,被侵染的向日葵根系上有根瘤状突起或根状茎或淡黄绿色肉质茎列当。同时调查寄生率(F)、寄生程度(AD)。抗列当等级鉴定标准参照石必显等抗列当等级鉴定标准,将向日葵抗列当等级分为免疫、高抗、抗、易感、高感5个抗性等级<sup>[9]</sup>(见表1)。

表1 抗列当等级鉴定标准

| 抗性等级 | 寄生率F(%)  | 寄生程度(AD) |
|------|----------|----------|
| 免疫   | 0        | 0        |
| 高抗   | 0<F≤35   | 0<AD≤1   |
| 抗    | 35<F≤70  | 1<AD≤10  |
| 易感   | 70<F≤100 | 1<AD≤10  |
| 高感   | 35<F≤100 | AD>10    |

寄生率(F)(%)=(小区内被侵染向日葵植株数量/小区内向日葵植株数量)×100

寄生程度(AD)=小区内列当数/小区内向日葵植株数量

## 2 结果与分析

### 2.1 抗性鉴定结果

经过对42份向日葵资源的抗列当鉴定,鉴定出免疫资源2份、高抗资源2份、抗性资源3份、易感资源18份、高感资源17份(表2)。整体来看,从国外引进的油用向日葵材料整体对列当的抗性较好,而食用向日葵材料包括食用自交系材料和食用型向日葵品种整体对列当的抗性较差,除了ZJ105和GSK18其余都是易感和高感列当材料。

表2 不同向日葵资源抗列当水平

| 抗性 | 资源名称   |
|----|--|
| 免疫 | ZJ-105、S1204   |
| 高抗 | GSK18、OR-3   |
| 抗  | HAR5、HA335、DM2   |
| 易感 | HAR2、803-1、RHA274、ZXRK-0994、ZXRK-0999、ZXRK-1020、ZXRK-1341、ZXRK-1350、ZXRK-2634、706R、YQ-1、三瑞3号、三瑞7号、龙食葵9号、ZJ-01、ZJ-02、CM29、2228R、KC10207、ZXRK-1027、ZXRK-1274、ZXRK-1347 |
| 高感 | ZXRK-1358、R9703、R1101、WA-1、甘葵3号、黑老鹳嘴、龙食葵8号、甘葵2号、CH9148、GSK17、JLH-1、J-14、三道眉  |

### 2.2 差异显著性分析

对不同抗性水平的向日葵品种和自交系在寄

生程度上进行差异显著性分析(表3)。结果表明,在5%显著水平上,不同抗性水平的材料在寄

表3 不同抗性水平向日葵资源寄生程度差异显著性

| 资源名称      | 寄生程度                |
|-----------|---------------------|
| 三道眉       | 34.33±2.33a         |
| J-14      | 33.67±2.85a         |
| JLH-1     | 33.33±1.76a         |
| CH9148    | 32.00±1.53a         |
| GSK17     | 31.00±2.65a         |
| 甘葵2号      | 23.33±4.41b         |
| 龙食葵8号     | 20.33±2.60bc        |
| 黑老鸱嘴      | 17.67±4.33bcd       |
| WA-1      | 15.33±3.53cde       |
| R9703     | 15.00±1.73cdef      |
| R1101     | 14.67±1.45cdefg     |
| ZXRK-1358 | 14.67±3.18cdefg     |
| 甘葵3号      | 14.33±0.67cdefgh    |
| ZXRK-1347 | 14.00±3.79defghi    |
| ZXRK-1027 | 12.00±1.15defghij   |
| ZXRK-1274 | 11.33±1.67efghijk   |
| KC10207   | 10.33±3.18efghijkl  |
| 2228R     | 9.67±0.33efghijklm  |
| ZJ-01     | 9.67±2.60efghijklm  |
| 龙食葵9号     | 9.67±3.84efghijklm  |
| 三瑞7号      | 9.33±0.33efghijklmn |
| 三瑞3号      | 9.00±1.53fghijklmno |
| ZJ-02     | 8.67±2.96fghijklmno |
| ZXRK-1350 | 8.67±2.73ghijklmno  |
| YQ-1      | 8.33±3.33hijklmno   |
| 706R      | 8.00±0.58ijklmno    |
| ZXRK-0999 | 6.67±0.33jklmnop    |
| ZXRK-2634 | 6.67±2.03jklmnop    |
| ZXRK-1020 | 6.33±0.88jklmnopq   |
| ZXRK-0994 | 6.00±2.65jklmnopqr  |
| HAR2      | 5.33±0.33klmnopqr   |
| ZXRK-1341 | 5.33±1.20klmnopqr   |
| CM29      | 5.00±1.00lmnopqr    |
| 803-1     | 4.33±2.19lmnopqr    |
| DM2       | 4.00±2.00mnopqr     |
| RHA274    | 3.33±0.67nopqr      |
| HA335     | 3.00±1.53opqr       |
| HAR5      | 1.33±0.67pqr        |
| or-3      | 0.67±0.33pqr        |
| GSK18     | 0.33±0.33qr         |
| S1204     | 0.00±0.00r          |
| ZJ105     | 0.00±0.00r          |

注:表中的数字为平均值±标准误,同一列中不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),相同字母代表差异不显著

生程度方面表现出很大差异。整体上高感材料如三道眉、CH9148、甘葵2号,与龙食葵9号等易感材料差异显著;而这些易感材料与抗性材料如GSK18、ZJ105之间也有显著差异;不同的高感材料、易感材料、抗性材料内部之间也存在着寄生程度的差异。

### 3 结论与讨论

本试验采用室外盆栽鉴定的方法,利用高致病力的列当F-生理小种,对42份向日葵资源进行抗性鉴定,鉴定出了7份抗性资源,18份易感资源和17份高感资源。整体来看,从国外引进的油用向日葵材料整体对列当的抗性较好,这与王文军的结论较为一致,而食用向日葵材料整体对列当的抗性较差,除了ZJ105和GSK18其余都是易感和高感列当材料。利用本试验筛选出的抗性材料为向日葵抗高级别列当育种和抗列当品种的推广提供了基础。

近年来随着大量国外向日葵杂交种的涌入,以及由于向日葵主产区的连年种植,我国的列当生理小种也逐渐升级,由最初的A、B级别的生理小种升级成为C、D、E和F,内蒙古自治区的巴盟地区已经出现G-生理小种。向日葵列当成为制约中国向日葵产业发展的重要因素,各向日葵育种单位也相继开展了抗列当育种,且取得一定成效,如三瑞公司近年来推广的三瑞7号,在保证商品性的同时也对向日葵列当有一定抗性,在未来几年市场上也会出现抗高级别列当的向日葵杂交种,但笔者认为,为了控制列当生理小种升级过快,应避免一开始就选择种植抗列当等级最高的向日葵品种,而是应根据本地区的列当生理小种类型选择相应抗性级别的向日葵品种。

#### 参考文献:

- [1] 马晓峰,梁秀丽,王铁瑞.食用型向日葵品质育种[J].吉林农业科学,1995,20(4):45-47.
- [2] 李晓伟,李洋,朱统国,等.吉林省中部地区食用向日葵杂交种对比试验[J].东北农业科学,2018,43(4):17-22.
- [3] 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.
- [4] 石必显.向日葵列当生理小种鉴定,遗传多样性研究及向日葵资源抗列当水平的评价[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2017.
- [5] 张义,牛庆杰,孙敏,等.向日葵抗列当遗传研究[J].中国油料作物学报,2006,28(2):125-128.
- [6] Shi B X, Chen G H, Zhang Z J, et al. First report of race composition and distribution of sunflower broomrape, *Orobanche cumana*, in China.[J]. Plant Disease, 2015, 99(6): 291. (下转第61页)

育及其与产流产沙量的关系[J]. 农业工程学报, 2016, 32(19): 154-161.

[ 8 ] 丁文斌, 史东梅, 何文健, 等. 放水冲刷条件下工程堆积体边坡径流侵蚀水动力学特性[J]. 农业工程学报, 2016, 32(18): 153-161.

[ 9 ] 牛耀彬, 高照良, 刘子壮, 等. 工程堆积体坡面工程措施减流减沙效应的试验研究[J]. 南水北调与水利科技, 2015(5): 1010-1015.

[ 10 ] 杜捷, 高照良, 王凯. 布设植物篱条件下工程堆积体坡面产流产沙过程研究[J]. 水土保持学报, 2016, 30(2): 102-106.

[ 11 ] 邓利强. 黄土区工程堆积体水蚀特征及测算模型坡长因子试验研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院(教育部水土保持与生态环境研究中心), 2014.

[ 12 ] 康宏亮, 王文龙, 薛智德, 等. 北方风沙区砾石对堆积体坡面径流及侵蚀特征的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(3): 125-134.

[ 13 ] 王雪松, 谢永生, 景民晓, 等. 不同砾石类型对工程堆积体侵蚀规律的影响[J]. 水土保持学报, 2014, 28(5): 21-25.

[ 14 ] 史东梅, 蒋光毅, 彭旭东, 等. 不同土石比的工程堆积体边坡径流侵蚀过程[J]. 农业工程学报, 2015, 31(17): 152-161.

[ 15 ] 王雪松, 申卫博, 谢永生, 等. 赣北地区工程堆积体侵蚀水动力机理研究[J]. 水力发电学报, 2015, 34(11): 59-68.

[ 16 ] 李叶鑫, 史东梅, 吕刚, 等. 降雨强度对紫色土工程堆积体边坡稳定性的影响[J]. 土壤通报, 2017(6): 1475-1480.

[ 17 ] 张荣华, 荆莎莎, 张洪达, 等. 胶东铁路弃土弃渣体产流产沙特征[J]. 水土保持学报, 2018, 32(3): 80-85.

[ 18 ] 顾儒馨, 倪九派, 刘月娇. 模拟降雨对工程建设区裸露坡地产流产沙及氮素流失的影响[J]. 水土保持学报, 2017, 31(2): 33-39.

[ 19 ] 戎玉博, 骆汉, 谢永生, 等. 雨强对工程堆积体侵蚀规律和细沟发育的影响[J]. 泥沙研究, 2016(6): 12-18.

[ 20 ] 袁普金, 张翔, 王万君, 等. 植物篱措施下工程堆积体坡面减流减沙效益研究[J]. 水土保持研究, 2016, 23(6): 374-380.

[ 21 ] 杨帅, 李永红, 高照良, 等. 黄土堆积体植物篱减沙效益与泥沙颗粒分形特征研究[J]. 农业机械学报, 2017, 48(8): 270-278.

[ 22 ] 李宏伟, 牛俊文, 宋立旺, 等. 工程堆积体水动力学参数及其产沙效应[J]. 水土保持学报, 2013, 27(5): 63-67.

[ 23 ] 刘志鹏, 蒋光毅, 史东梅, 等. 工程堆积体入渗特性及持水能力对降雨条件的响应[J]. 水土保持学报, 2016, 30(5): 240-245.

[ 24 ] 张乐涛, 高照良, 田红卫. 工程堆积体陡坡坡面径流水动力学特性[J]. 水土保持学报, 2013, 27(4): 34-38.

[ 25 ] 王萍, 王燕. 民勤荒漠-绿洲过渡带不同下垫面条件的土壤风蚀特征[J]. 农业工程学报, 2012, 28(11): 138-145.

[ 26 ] 李桂芳, 郑粉莉, 卢嘉, 等. 降雨和地形因子对黑土坡面土壤侵蚀过程的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(4): 147-154.

[ 27 ] 李叶, 吴玉柏, 俞双恩, 等. 坡度对扰动黄棕壤土壤侵蚀的影响[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2016, 44(1): 20-24.

[ 28 ] 张宏鸣, 杨勤科, 李锐, 等. 流域分布式侵蚀学坡长的估算方法研究[J]. 水利学报, 2012, 43(4): 437-444.

[ 29 ] 张翔. 模拟径流条件下坡长对工程堆积体坡面土壤侵蚀的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.

[ 30 ] Peng X, Shi D, Jiang D, et al. Runoff erosion process on different underlying surfaces from disturbed soils in the Three Gorges Reservoir Area, China[J]. Catena, 2014, 123(123): 215-224.

[ 31 ] 王小燕. 紫色土碎石石分布及其对坡面土壤侵蚀的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.

[ 32 ] 张乐涛, 高照良, 李永红, 等. 黄土丘陵区堆积体边坡对上方来水的侵蚀响应[J]. 水科学进展, 2015, 26(6): 811-819.

[ 33 ] Li Y Q, Zhang S H, Peng Y. Soil erosion and its relationship to the spatial distribution of land use patterns in the Lancang River Watershed, Yunnan Province, China[J]. Agricultural Sciences, 2015, 6(8): 823-833.

[ 34 ] 谢颂华, 郑海金, 杨洁, 等. 南方丘陵区水土保持植物措施减流效应研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(3): 35-38.

[ 35 ] 刘向东, 吴钦孝, 赵鸿雁. 黄土高原油松人工林枯枝落叶层水文生态功能研究[J]. 水土保持学报, 1991, 15(4): 87-92.

[ 36 ] 毛璐, 孟广涛, 周跃. 植物根系对土壤侵蚀控制机理的研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 241-243.

(责任编辑:王昱)



(上接第22页)

[ 7 ] 董百春, 沙洪林, 刘雪静, 等. 吉林省向日葵列当生理小种鉴定[J]. 中国油料, 1996(1): 54-56.

[ 8 ] 马德宁, 万县贞. 2014年中国北方向向日葵列当生理小种分布研究报告[J]. 宁夏农林科技, 2015, 56(7): 45-47.

[ 9 ] 石必显, 雷中华, 吴伟. 不同向日葵品种资源室内抗列当水平鉴定[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(1): 108-113.

[ 10 ] 关洪江. 黑龙江省向日葵列当发生与危害初报[J]. 作物杂志, 2007(4): 86-87.

[ 11 ] 白全江, 云晓鹏, 高占明, 等. 内蒙古向日葵列当发生危害及其防治技术措施[J]. 内蒙古农业科技, 2013(1): 75-76.

[ 12 ] 于海燕, 薛丽静, 乔亚民, 等. 吉林省向日葵新引资源对列当抗性鉴定[J]. 植物遗传资源科学, 2000, 1(2): 64-65.

[ 13 ] 王文军. 黑龙江省向日葵资源抗列当鉴定及抗源筛选[J]. 黑龙江农业科学, 2010(9): 39-41.

[ 14 ] 王鹏冬, 杨新元, 赵晓军, 等. 山西食用向日葵种质资源对列当抗性的初步鉴定[J]. 甘肃农业科技, 2007(1): 16-17.

(责任编辑:王昱)